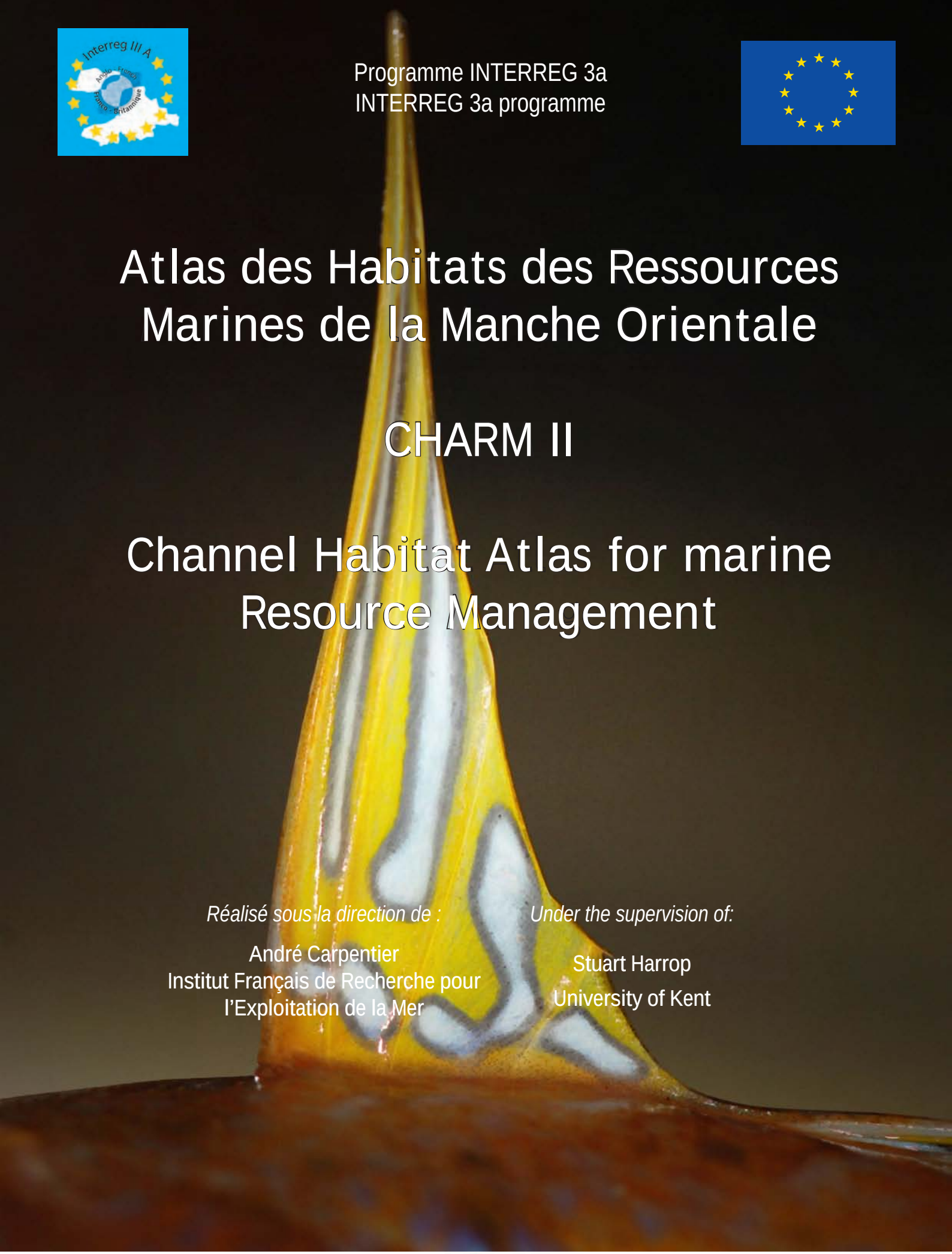


Programme INTERREG 3a
INTERREG 3a programme

Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale

CHARM II

Channel Habitat Atlas for marine Resource Management

Réalisé sous la direction de :

André Carpentier
Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer

Under the supervision of:

Stuart Harrop
University of Kent

Atlas des Habitats des Ressources Marines de la Manche Orientale

CHARM II

Channel Habitat Atlas for marine Resource Management

2009

Citation bibliographique* : / *Bibliographic citation*:*

Carpentier A, Martin CS, Vaz S (Eds.), 2009. Channel Habitat Atlas for marine Resource Management, final report / Atlas des habitats des ressources marines de la Manche orientale, rapport final (CHARM phase II). INTERREG 3a Programme, IFREMER, Boulogne-sur-mer, France.
626 pp. & CD-rom

* Les auteurs sont listés par chapitre page v. Pour citer un chapitre en particulier (en exemple le chapitre 1) :
/ *Authors per chapter are listed page v. To cite a given chapter (here the example of chapter 1):*

Carpentier A, Delpech J-P, Martin C, Meaden G, Vaz S, 2009. "Chap. 1, La Manche orientale / The eastern English Channel". *In: Carpentier A, Martin CS, Vaz S (Eds.), Channel Habitat Atlas for marine Resource Management, final report (CHARM phase II).* INTERREG 3a Programme, IFREMER, Boulogne-sur-mer, France. 626 pp. & CD-rom

Auteurs

Authors

Responsables en charge du projet / *Project managers*

Côté britannique / *British side* :

Prof. Stuart Harrop, University of Kent
E-mail : S.R.Harrop@kent.ac.uk

Côté français / *French side* :

André Carpentier, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer
E-mail : andre.carpentier@ifremer.fr

Coordinateurs / *Coordinators*

André Carpentier[2], Corinne Martin[2, 4], Sandrine Vaz[2]

Auteurs & contributeurs / *Authors & contributors*

(Ordre alphabétique ; auteurs principaux en gras / *Alphabetical order ; leading authors in bold*)

Chapitre / *Chapter 1*

Auteurs / *Authors* : **André Carpentier**[2], Jean-Paul Delpech[2], **Corinne Martin**[2, 4], **Geoff Meaden**[4], Sandrine Vaz[2]

Contributeurs / *Contributors :* Jean-Claude Dauvin[7], Jean-Marie Dewarumez[7], Caroline Warembourg[2]

Chapitre / *Chapter 2*

Auteurs / Authors : **Lucie Curet**[1], Ludovic Dupuis[4], **Stuart Harrop**[1], Corinne Martin[2, 4], Jocelyne Morin[3]

Contributeurs / *Contributors :* André Carpentier[2], Juliette Delavenne[2], Laure Gardel[2], Geoff Meaden[4]

Chapitre / *Chapter 3*

Auteurs / *Authors* : Ludovic Dupuis[4], **Laure Gardel**[2], Francis Gohin[8], **Corinne Martin**[2, 4], Jean-François Piollé[8], Bertrand Saulquin[8], Sandrine Vaz[2], **Caroline Warembourg**[2]

Contributeurs / *Contributors :* Elvire Antajan[2], André Carpentier[2], Alain Lefèbvre[2], Geoff Meaden[4]

Chapitre / *Chapter 4*

Partie "Invertébrés benthiques" / *Section "Benthic invertebrates"*

Auteurs / *Authors :* **Jean-Claude Dauvin**[7], Nicolas Desroy[8], **Jean-Marie Dewarumez**[7], Ludovic Dupuis[4], **Aurélie Foveau**[7], **Clément Garcia**[7], **Corinne Martin**[2, 4], **Nicolas Spilmont**[7], Sandrine Vaz[2], Caroline Warembourg[2]

Contributeurs / *Contributors :* Louis Cabioch, Roger Coggan[6], Laure Gardel[2], René Glaçon, Jocelyne Martin[2] , Geoff Meaden[4], Laura Sanvicente-Añorve

Partie "Poissons et céphalopodes" / *Section "Fish and cephalopods"*

Auteurs / *Authors* : André Carpentier[2], Joe Cook, Franck Coppin[2], **Juliette Delavenne**[2], **Ludovic Dupuis**[4], Georg Engelhard[6] , Bruno Ernande[3], **Laure Gardel**[2], **Philippe Koubbi**[5], **Valentina Lauria**[2], **Corinne Martin**[2, 4], Jocelyne Morin[3], **Sandrine Vaz**[2], **Caroline Warembourg**[2]

Contributeurs / *Contributors* : Jean-Paul Delpech[2], Jim Ellis[6], Stéphanie Lelièvre[2], Didier Le Roy[2], Christophe Loots[2], Kelig Mahé[2], Geoff Meaden[4], Suzanna Neville[6], Yves Vérin[2]

Chapitre / *Chapter 5*

Partie "Engins, navires & ressources halieutiques exploitées" / *Section "Gears, vessels & exploited species"*

Auteurs / *Authors :* **André Carpentier**[2], **Franck Coppin**[2], Ludovic Dupuis[4], Georg Engelhard[6], Laure Gardel[2], **Corinne Martin**[2, 4], Geoff Meaden[4], **Jocelyne Morin**[3], **Emilie Rostiaux**[2], Sandrine Vaz[2], **Yves Vérin**[2], **Joanne Walton**[6]

Contributeurs / *Contributors* : Steve Mackinson[6], Paul Marchal[2], Alex Rubin[2], Ivan Schlaich[3]

Partie "Communautés de pêcheurs" / *Section "Fishing communities"*

Auteurs / *Authors :* Ludovic Dupuis[4], **Roger Just**[1], **Yoshi Ota**[1]

Contributeurs / *Contributors* : Mickael Brutsh[4], Mickael Fisher[1], Laure Gardel[2], Nigel Leader-Williams[1], Corinne Martin[2, 4], Geoff Meaden[4] , Jérôme Quinquis[3], Nicolas Spilmont[7]

Chapitre / *Chapter 6*

Auteurs / *Authors* : Bruno Ernande[3], Steve Mackinson[6], **Ching Villanueva**[3]

Contributeurs / *Contributors* : Clément Garcia[7], Morgane Travers[2]

Chapitre / *Chapter 7*

Auteurs / *Authors :* **Juliette Delavenne**[2], Ludovic Dupuis[4], Corinne Martin[2, 4], Yoshi Ota[1], **Bob Smith**[1], Sandrine Vaz[2]

Contributeurs / *Contributors*: Geoff Meaden[4]

Chapitre / *Chapter 8*

Auteurs / *Authors* : **André Carpentier**[2], Corinne Martin[2, 4], **Geoff Meaden**[4]

Annexe 2 / *Annex 2*

Auteurs / *Authors :* **Corinne Martin**[2, 4], **Sandrine Vaz**[2]

Contributeurs / *Contributors :* Paul Eastwood, Bruno Ernande[3], Christophe Loots[2]

Mise en page / *Page layout*

Laure Gardel[2], Corinne Martin[2, 4]

Adresses / *Addresses*

1. University of Kent (KENT)
Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE)
Department of Anthropology
Canterbury CT2 7NS
United Kingdom

2. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)
Laboratoire Ressources Halieutiques & Laboratoire Environnement Ressources
150 Quai Gambetta, BP 699
62321 Boulogne-sur-mer
France

3. Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)
Laboratoire Ressources Halieutiques
Avenue du Général de Gaulle, BP 32
14520 Port-en-Bessin
France

4. Canterbury Christ Church University (CCCU)
Department of Geographical & Life Sciences
North Holmes Road
Canterbury CT1 1QU
United Kingdom

5. Université du Littoral Côte d'Opale (ULCO)
Bassin Napoléon, Quai Masset
62327 Boulogne-sur-mer
France
P. Koubbi - adresses actuelles / *current addresses* : Université Pierre & Marie Curie, Université Paris 06, UMR 7093, Laboratoire d'Océanographie de Villefranche, 06230 Villefranche-sur-Mer, France ; CNRS, UMR 7093, LOV, 06230 Villefranche-sur-Mer, France

6. The Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (Cefas)
Lowestoft Laboratory
Pakefield Road
Lowestoft NR33 0HT
United Kingdom

7. Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL)
Laboratoire d'Océanologie et Géosciences, CNRS UMR LOG 8187
Station Marine de Wimereux
28 Avenue Foch, B.P. 80
62930 Wimereux
France

8. IFREMER (autres sites : / *other sites*: Brest, Dinard)

Site Internet du Projet / *Website of the project*

www.ifremer.fr/charm

Remerciements

Les auteurs remercient les institutions et personnes suivantes :

Le programme franco-britannique INTERREG 3a et le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER), le Government Office for the South-East (GOSE), le Comité de suivi du projet (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Nord-Pas de Calais/Picardie ; Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Haute-Normandie ; Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse-Normandie ; Direction Interrégionale des Affaires Maritimes à Boulogne-sur-mer; Direction de l'Action Economique du Conseil Régional Nord Pas-de-Calais ; DIREN de Basse-Normandie ; Région Haute-Normandie ; Carrières et Ballastières de Normandie, Agence Matériaux Haute-Normandie ; Direction Environnement GSM granulats ; Marine Ecological Surveys ; Joint Nature Conservation Committee ; Natural England ; Thanet Fishermen Association ; Kent Wildlife Trust ; Kent County Council ; Kent and Essex Sea Fisheries Committee), les équipages des navires océanographiques, et les scientifiques et étudiants qui, de près ou de loin, nous ont permis de réaliser cet ouvrage.

Acknowledgements

The authors would like to thank the following people and organisations:

The Franco-British INTERREG 3a programme and the European Regional Development Fund (ERDF), the Government Office for the South-East (GOSE), the project's steering Committee (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Nord-Pas de Calais/Picardie ; Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Haute-Normandie ; Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse-Normandie ; Direction Interrégionale des Affaires Maritimes in Boulogne-sur-mer ; Direction de l'Action Economique du Conseil Régional Nord Pas-de-Calais ; DIREN de Basse-Normandie ; Région Haute-Normandie ; Carrières et Ballastières de Normandie, Agence Matériaux Haute-Normandie ; Direction Environnement GSM granulats ; Marine Ecological Surveys ; Joint Nature Conservation Committee ; Natural England ; Thanet Fishermen Association ; Kent Wildlife Trust ; Kent County Council ; Kent and Essex Sea Fisheries Committee), the research vessels' crews, and the research staff and students, whose contributions have made the production of this document possible.

Page de couverture : Nageoire dorsale de callionyme par Karl van Ginderdeuren ©
Cover page: dragonet dorsal fin by Karl van Ginderdeuren ©

Préface

Le projet INTERREG 3a CHARM avait pour but de réaliser un atlas des habitats des ressources marines de la Manche orientale. CHARM II est la seconde phase d'un programme de recherche qui a démarré en 2003. La phase I de CHARM, de 2003 à 2005, a couvert la moitié est de la Manche orientale jusqu'à l'estuaire de la Tamise et la phase II, de 2006 à 2008, a été étendue à l'ensemble de la Manche orientale. Les instituts de recherche qui ont collaboré à ce projet sont : Canterbury Christ Church University (CCCU) à Canterbury, le Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (Cefas) à Lowestoft, l'University of Kent (KENT) à Canterbury, l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) de Boulogne-sur-mer et Port-en-Bessin (ainsi que Dinard), l'Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL) à Wimereux et l'Université du Littoral-Côte d'Opale (ULCO) à Boulogne-sur-mer (voir annexe 1 pour plus de détails sur le partenariat).

Pourquoi ce projet? Parce que ce bras de mer qui sépare l'Angleterre de la France est une zone très riche d'un point de vue écologique et est soumis à une forte activité anthropique. En effet, la Manche orientale, qui intègre le détroit du Pas-de-Calais, est une zone où le trafic maritime est l'un des plus intenses du monde, avec des centaines de navires effectuant quotidiennement la liaison entre les ports principaux de l'Europe du nord-ouest et le reste du monde. A angle droit de ce trafic se déplace une large flotte de ferries qui convoient de façon continue véhicules, fret et passagers entre la France et le Royaume-Uni.

D'autre part, la diversité et l'abondance des ressources marines vivantes font de cette zone maritime un secteur de pêche économiquement important pour les flottilles artisanales qui y trouvent de nombreuses espèces de poissons, crustacés, mollusques... menacées par la surexploitation et les modifications de l'environnement. Leurs zones de ponte et de nourricerie, leurs voies de migration peuvent être aussi fortement perturbées par les projets d'ex-

Foreword

The INTERREG 3a CHARM project aimed at creating an atlas of marine resource habitats for the eastern English Channel. CHARM phase II is the second phase of a research programme that started in 2003. CHARM phase I (2003 to 2005) covered the eastern half of the eastern English Channel through to the Thames estuary, and phase II (2006 to 2008) extended to the whole of the eastern English Channel. The research institutions working on this programme were: Canterbury Christ Church University (CCCU) at Canterbury, the Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science (CEFAS) at Lowestoft, the University of Kent (KENT) at Canterbury, the Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) in Boulogne-sur-mer and Port-en-Bessin (and also Dinard), the Université des Sciences et Technologies de Lille (USTL) at Wimereux and the Université du Littoral-Côte d'Opale (ULCO) at Boulogne-sur-mer (see annex 1 for further details on the partnership).

So, what have been the project aims? Firstly the aims have risen from a recognition that the narrow channel of water separating England from France is an area of intense use, which itself arises from the array of resources that are concentrated into its relatively small area. The eastern Channel, including the Dover Strait, is one of the world's busiest shipping lanes comprising of hundreds of vessels moving through to connect the main ports of North-West Europe to the rest of the world. Moving at right angles across these shipping lanes is a large fleet of ferries continuously conveying vehicles, freight and passengers between France and United Kingdom.

Diverse and abundant marine living resources also make this maritime sector economically important for local and international fisheries who are targeting many fish, crustacean and mollusc species threatened by over-exploitation and environmental change. Further, their spawning and nursery areas, and migration routes can be affected by gravel and sand extraction projects, development of offshore wind farms, installation of submarine cables, pol-

traction de sables et graviers, l'installation d'éoliennes en mer, la pose de câbles sous-marins, la pollution…. Il est donc essentiel que la communauté scientifique fournisse aux structures décisionnelles les connaissances nécessaires à une meilleure gestion de ces ressources vivantes et de leur exploitation. Ces ressources biologiques sont au cœur du projet CHARM car elles sont de bons indicateurs de progrès vers la durabilité des ressources.

Les objectifs du projet, qui sont présentés dans le chapitre 1, ont été atteints grâce à des financements INTERREG 3a, mais aussi à travers l'établissement d'un partenariat de travail entre des institutions situées de part et d'autre de la Manche. Ce partenariat a prouvé que des personnes d'expertises diverses, tant partenaires du projet qu'utilisateurs de la zone, peuvent avoir une vision commune et travailler ensemble. Cet atlas va vous permettre de découvrir comment les objectifs originaux du projet ont été atteints et nous espérons que cet ouvrage, comme l'atlas CHARM I[1], deviendra un ouvrage de référence sur les ressources de la Manche orientale. Bien entendu, le descriptif des ressources n'est pas exhaustif, mais notre but était tout d'abord d'aider à une meilleure connaissance en partant d'une perspective biologique marine. A travers ce projet et la construction de cet atlas, nous avons évolué vers une approche écosystémique de la Manche en abordant de nombreuses thématiques de recherche. Nous espérons que les lecteurs prendront plaisir à parcourir cet ouvrage (et notre site Internet www.ifremer.fr/charm) et que les utilisateurs et gestionnaires de cet espace maritime trouveront les éléments et réponses nécessaires pour concilier intérêts économiques et écologiques pour une exploitation durable de nos richesses marines.

L'équipe CHARM II

lution, etc. It is hence essential that the scientific community provides all the necessary knowledge to decision-makers so as to best manage and exploit these living resources. We make no secret of the fact that it is the biological resources that are at the core of the CHARM project because biodiversity conservation can provide a good indicator of future progress towards total resource sustainability.

Project objectives, which are presented in detail in chapter 1, have been achieved using funding from INTERREG 3a and by forming a working partnership among institutions on both sides of the Channel. This partnership has materialised into a strong demonstration of how people from a wide variety of backgrounds, and representing both direct project partners and a wide range of stakeholders, can expedite ideals emerging from a common vision. The manner in which these project objectives have been achieved is now displayed in the atlas before you. It is our hope that this atlas, just as the CHARM I[1] atlas did, will become a reference work on the resources of the eastern English Channel. We recognise that not all of the resources are covered in detail because our aim has been to address knowledge improvement primarily from a marine biological perspective. In undertaking this project, and therefore in constructing this atlas, through many research themes, we have moved towards an ecosystems approach to management of the Channel. We hope that readers would find interest in reading this atlas, and that users and managers of this maritime space will find the elements of key knowledge necessary to conciliate economic and ecological trade-offs, for a long-term exploitation of our marine resources.

The CHARM II team

1 Téléchargeable à www.ifremer.fr/charm

1 Available at www.ifremer.fr/charm

Table des matières

Table of contents

Auteurs / *Authors* v

Remerciements / *Acknowlegdements* vii

Préface / *Foreword* viii

1. La Manche orientale / *The eastern English Channel* **14**

Carte de localisation / *Location map* 18

2. Cadre juridique / *Legal framework* **20**

Résumé / *Abstract* 20
Introduction / *Introduction* 20
Objectifs / *Aims* 21
Méthodes / *Methods* 21
Résultats / *Results* 22

3. Le milieu marin / *Physical environment* **52**

Résumé / *Abstract* 52
Introduction / *Introduction* 52
Méthodes / *Methods* 52
Résultats[1] / *Results*[1] 60
Cartographie / *Cartography* *62*

4. Espèces et habitats / *Species and habitats* **82**

Introduction / Introduction 82

Partie "**Invertébrés benthiques**" / *Section "**Benthic invertebrates**"* **84**
Résumé / *Abstract* 84
Introduction / *Introduction* 84
Méthodes / *Methods* 85
Espèces sélectionnées / *Selected species* 90
Résultats / *Results* 89
Structure des pages / *Page structure* 96
Cartographie / *Cartography* 98

Partie "**Poissons et céphalopodes**" / *Section "**Fish and cephalopods**"* **150**
Résumé / *Abstract* 150
Introduction / *Introduction* 150
Méthodes / *Methods* 153
Espèces sélectionnées / *Selected species* 153
Résultats / *Results* 168
Structure des pages / *Page structure* 172
Cartographie / *Cartography* 174

1 Les fiches des règlementations sont disponibles dans le CD-rom fourni (voir chapitre 2). / *The regulation summaries are available on the CD-rom provided (see chapter 2).*

5. Activités de pêche / *Fishing activities* **426**
Résumé / *Abstract* 426
Introduction / *Introduction* 426
Partie "**Engins, navires et espèces exploitées**" / *Section "**Gears, vessels and exploited species**"* **428**
Introduction / *Introduction* 428
Méthodes / *Methods* 433
Espèces sélectionnées / *Selected species* 435
Résultats / *Results* 436
Cartographie (navires et engins) / *Cartography (fishing vessels and gears)* 444
Cartographie (espèces exploitées) / *Cartography (exploited species)* 458
Partie "**Communautés de pêcheurs**" / *Section "**Fishing communities**"* **510**
Introduction / *Introduction* 510
Méthodes / *Methods* 510
Résultats / *Results* 515
Cartographie / *Cartography* 518

6. Réseau trophique / *Trophic network* **548**
Résumé / *Abstract* 548
Introduction / *Introduction* 548
Méthodes / *Methods* 550
Résultats et discussion / *Results and discussion* 552

7. Plan de conservation marine / *Marine conservation planning* **564**
Résumé / *Abstract* 564
Introduction / *Introduction* 564
Objectifs / *Aims* 566
Méthodes / *Methods* 567
Résultats / *Results* 571
Discussion / *Discussion* 573

8. Conclusion / *Conclusion* **582**

Annexes / *Annexes* **586**
1. Partenaires du projet / *Project partners* 586
2. Méthodologies analytiques détaillées / *Detailled analytic methodologies* 589
3. Caractères démographiques / *Life history parameters* 604
4. Références / *References* 606
5. Glossaire / *Glossary* 616
6. Accronymes et abréviations / *Acronyms and abbreviations* 620
7. Unités et leur abréviation / *Units and corresponding abbreviation* 623
8. Liste des espèces / *Species list* 624

Chapitre 1.
La Manche orientale

Chapter 1.
The eastern English Channel

Chapitre 1.
La Manche orientale

Chapter 1.
The eastern English Channel

La Manche orientale (figure 1) est une région stratégique en Europe du nord-ouest d'un point de vue socio-économique et écologique. Elle représente une zone économique importante qui concerne de nombreuses activités humaines : tourisme et loisirs, ports internationaux et fret, exploitation de ressources vivantes ou non. La Manche orientale est donc une mer depuis longtemps fortement anthropisée présentant des enjeux économiques considérables et soumise à une multiplicité d'utilisateurs ayant des intérêts fréquemment antagonistes.

Cet espace maritime supporte près de 20% du trafic mondial, ce qui en fait un des plus intenses au monde avec, en 2008, 14 millions de passagers et 2.5 millions d'unités roulantes. Elle recèle des réserves très importantes de granulats marins (sable, gravier) convoitées par les industriels britanniques et français ; les conséquences liées à cette activité sur l'environnement et la pêche doivent pouvoir être maîtrisées afin de ne pas devenir une source de conflit majeur. C'est aussi un secteur très riche en terme de biodiversité et de productivité pour la pêche professionnelle : on y trouve de nombreuses

From the socio-economic and ecological points of view, the eastern English Channel (figure 1) is a strategic area in north-western Europe. It represents a significant economic zone where a number of human activities take place: tourism and leisure, international ports and freight, the exploitation of living and non-living resources. The eastern English Channel has been subjected to human influence for a long time: it presents considerable economic potential but its users often have conflicting interests.

This maritime area handles around 20% of global marine traffic, making it one of the most intensively used sea areas in the world, with 14 millions passengers and 2.5 millions wheeled units in 2008. The Channel is rich in marine aggregates (sand and gravel) which are increasingly needed by British and French industries ; however the potential costs linked to this activity on the environment and fisheries must be controlled so as to avoid major conflicts. This area is also rich in terms of biodiversity and commercial fishery resources. A number of commercial marine species can be found here, as well as many spawning, nursery and feeding areas, plus mi-

Figure 1. Localisation de la Manche en Europe du nord-ouest (la Manche orientale est éclaircie). / *Location of the English Channel in north-west Europe (the eastern English Channel is highlighted).* © GEOPORTAIL 2007

espèces d'intérêt commercial, des zones importantes d'alimentation, de frayères et de nourriceries, et des voies de migration pour les poissons mais aussi les oiseaux et mammifères marins. En effet, la Manche constitue une voie de passage obligée d'une partie des masses d'eaux entre l'Atlantique et la mer du Nord : la configuration (bathymétrie, trait de côte,…) de la Manche contribue à la création de structures hydrologiques particulières (fronts, gyres,…) qui vont contrôler l'advection, la dispersion des organismes, des polluants, etc.

De fait, les ressources naturelles (halieutiques, conchylicoles mais également minérales) de cette zone suscitent bien des convoitises, aux niveaux national et européen. La demande sociétale, institutionnelle (Union Européenne, état et collectivités territoriales) mais également société civile (pêcheurs, industriels, Organisations Non Gouvernementales…), concernant l'analyse des réponses de l'écosystème et de ses ressources aux différents types de contraintes, dont le changement climatique global, a évolué et ne cesse de croître.

Une connaissance approfondie de cette zone maritime est donc nécessaire afin de préserver un fragile écosystème soumis à de fortes pressions anthropiques : de plus, il est essentiel que les pays riverains aient une vision commune de la gestion de cet écosystème pour une exploitation durable de ses ressources. Dans cette perspective, des systèmes d'intégration et de synthèse des connaissances, ainsi que le développement de nouvelles recherches, sont indispensables et menés grâce à la mise en œuvre d'une démarche écosystémique visant à améliorer les expertises de management et de planification délivrées à l'autorité publique. En effet, les questions posées concernent de plus en plus les interactions entre différentes espèces, entre stratégies d'exploitation et espèces exploitées, entre dégradation du milieu et écosystème, entre activités humaines conflictuelles, etc, et les réponses attendues doivent intégrer l'ensemble de ces situations.

Pour répondre à ces enjeux et à ces questionnements, le projet scientifique pluridisciplinaire CHARM (Atlas des habitats des ressources marines de la Manche orientale) a été développé depuis 2003 pour mieux connaître et gérer cette zone marine transfrontalière. Ce projet franco-anglais INTERREG 3a (fonds européens) a eu pour objectif sur 4 ans de développer un outil d'aide à la réflexion et à la décision afin de mieux appréhender la complexité du milieu marin et mieux comprendre les conséquences de certains aménagements sur les ressources biologiques en Manche orientale. Au cours de la première phase (2003-2005) centrée sur le détroit du Pas-de-Calais (figure 2a), un atlas a été réalisé, faisant ainsi un état des lieux des données disponibles et utilisables pour cette approche. Le document final présentait une analyse descriptive de l'environnement du détroit du Pas-de-Calais et de ses ressources vivantes (peuplements benthiques, espèces de poissons et céphalopodes), et la cartographie des habitats des principales espèces commerciales. Ce document abondamment illustré

gration routes for fish, birds and marine mammals. Indeed, the Channel is where parts of the Atlantic and North Sea water masses intermingle. The physical configuration (bathymetry, coastline, etc) of the Channel contributes to specific hydrological structures (fronts, gyres, etc) that control advection, the dispersal of marine organisms, pollutants, etc.

Natural resources (living resources such as exploited marine species but also mineral resources such as marine aggregates) found in this zone remain very prized at national and European levels. Stakeholders' demands (i.e. such as those of the European Union and its member states, regional councils, fishermen, industries and Non Governmental Organisations, NGOs) in terms of understanding the responses of the marine ecosystem and its resources to various pressures, including that of climatic change, are acute and continue to intensify.

Given the above a deeper understanding of this maritime area, which is subjected to strong human pressures, is needed so as to preserve the fragile marine ecosystem. Moreover it is essential that neighbouring countries share a common vision of the management of this ecosystem for the long-term sustainability of its resources. An ecosystem-based approach to marine resources management requires the synthesis of existing scientific knowledge and its integration to new research; such an approach will help improve the quality of management and planning advice that is given to decision-makers. Often, questions raised aim at better comprehending the interactions between species, between management strategies and exploited species, between environmental damage and the rest of the ecosystem, and interactions between conflicting human activities. Answers to these questions cannot be given in isolation but must integrate all aspects of the marine ecosystem.

In this context, a multidisciplinary scientific project called CHARM (Channel Habitat Atlas for marine Resource Management) started in 2003. The aim of the project was to increase the knowledge of, and better manage, this marine cross-border area. This EU funded INTERREG 3a Franco-British project had the objective of developing, over four years, tools to help decision-making and planning in this complex marine area, concentrating on the biological resources of the eastern English Channel. During phase I (2003-2005), which focused on the Dover Strait (figure 2a), a first atlas was presented that assessed what data were available for this approach. The final document described the environment of the Dover Strait and its living resources (benthic communities, fish and cephalopod species), along with habitat maps of the main commercial species. This richly illustrated document also provided a first account of European and international regulations relative to the marine environment and its resources. Finally, this bilingual document was accessible to the wider public, hence increasing their awareness of the richness and fragility of parts of the Channel marine ecosystem.

CHARM phase II (2006-2008) was extended to the

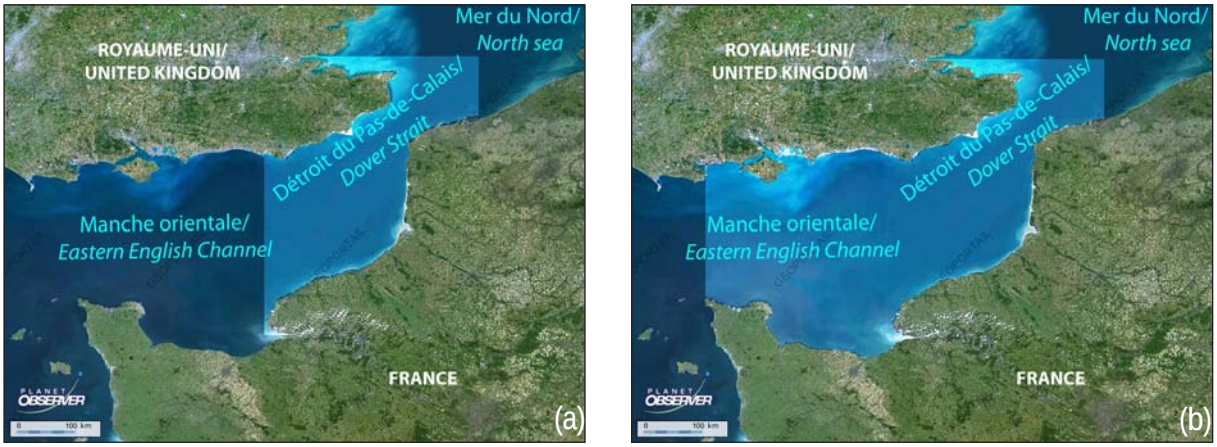


Figure 2. Les zones d'étude des projets INTERREG 3a CHARM : (a) phase I (2003-2005) et (b) phase II (2006-2008). / *The study areas of the INTERREG 3a CHARM projects: (a) phase I (2003-2005) and (b) phase II (2006-2008).* © GEOPORTAIL 2007

faisait aussi le point sur les réglementations européenne et internationale en matière d'environnement marin et de ses ressources. Pour finir, ce premier atlas offrait aussi au grand public un document bilingue accessible afin de faire connaître la richesse et la fragilité de cet écosystème "Manche".

La phase II de CHARM (2006-2008) a permis d'étendre ces travaux à l'ensemble de la Manche orientale (figure 2b), à travers cinq axes de recherche :

1. Intégrer diverses données environnementales et biologiques disponibles dans un atlas des habitats, des espèces clés et des ressources marines, vivantes ou non ;
2. Modéliser les scenarii d'impacts sur l'environnement marin et les modifications concernant l'exploitation des ressources vivantes ;
3. Pour les objectifs (1) et (2), proposer des outils d'aide à la décision et à la planification de l'environnement marin dans la région ;
4. Evaluer, au niveau transfrontalier, les réglementations et les instances légales existantes concernant la gestion de l'écosystème marin ;
5. Communiquer les informations issues de l'atlas, principalement au moyen de séminaires avec les utilisateurs de la zone, mais aussi grâce à Internet, de façon à sensibiliser l'opinion publique à l'environnement marin, ses ressources et habitats.

Le document présent vous permettra de comprendre comment ces objectifs ont été atteints. Toute mesure visant à améliorer l'équilibre de fonctionnement de la Manche et de ses ressources doit opérer dans un cadre juridique ; c'est ce cadre qui est couvert par le chapitre 2. L'ouvrage se tourne ensuite sur l'environnement physique de la Manche orientale (chapitre 3), avant de se plonger dans les aspects biologiques de ce milieu (invertébrés benthiques puis poissons et céphalopodes, chapitre 4). Cette connaissance de la biologie est extrêmement pertinente à la gestion de toutes les ressources de la Manche car elle fournit un point de référence et/ou de comparaison. Le chapitre 5 concerne les activités de pêche, aussi bien du point de vue des scientifiques que des pêcheurs eux-mêmes (à travers une approche anthropologique). Les chapitres 6 et 7 sont

whole eastern Channel (figure 2b) and its objectives were to:

1. Integrate diverse available marine environmental and biological data into an atlas of habitats, important species and marine living resources;
2. Model scenarios for impacts on marine habitats and changes in levels of exploitation that can influence living marine resources;
3. For objectives (1) and (2) to develop tools to aid decision-making and planning in the marine environments of the eligible area;
4. Evaluate and compare current cross-border policies and legal frameworks in the context of marine resource management;
5. Disseminate the atlas-based information, via both stakeholder workshops and through the Internet, in order to increase public awareness of the marine environment, its resources and habitats.

The manner in which these project objectives have been achieved is now displayed in the atlas published here. Clearly all measures that are taken to improve the functioning equilibrium of the Channel area and its resource base must operate within a legal milieu and this is reviewed in chapter 2. The project then addresses and describes the detailed physical environment of the eastern Channel area in chapter 3, before discussing in detail the biological aspects (benthic invertebrates then fish and cephalopods, see chapter 4) of this ecosystem. Knowledge of species biology is extremely relevant to the management of all resources in the Channel area because it can be thought of in terms of providing reference points or a base line against which future progress can be measured. Chapter 5 looks at the exploitation of fishery resources both from the scientific viewpoint and how the fishers themselves view their activities (the anthropological approach). Chapters 6 and 7 are both at the cutting edge of marine science and research. Thus in Chapter 6 an attempt is made to establish a full ecosystem model for the eastern Channel, i.e. which looks at the balance and interactions between species and how this might be conceived through the trophic network. Chapter 7 gives recognition to the fact that, for the future successful functioning of the Channel ecosystem, it may be necessary to establish some

à la pointe de la recherche marine et scientifique. Un modèle écosystémique de la Manche orientale a été développé (chapitre 6), qui étudie l'équilibre et les interactions entre les espèces, en intégrant ces connaissances au sein d'un réseau trophique. Le chapitre 7 permet de comprendre pourquoi le futur fonctionnement de l'écosystème "Manche" va peut-être nécessiter l'établissement d'aires de conservation, et des alternatives sont proposées. Le chapitre 8 récapitule les points forts du travail scientifique effectué pendant la phase II de CHARM, et justifie l'importance d'une suite à ce projet.

Le développement d'une approche pluridisciplinaire en Manche a été justifié par la spécificité de cet espace marin et les enjeux socio-économiques et écologiques importants de cette façade. Il a ainsi répondu à certaines directives de la stratégie maritime européenne qui a pour objectif de parvenir à un bon état écologique du milieu marin en 2021, et préconise une approche holistique des mers et des océans. La stratégie maritime européenne rappelle qu'*il est indispensable que la gestion se fonde sur les écosystèmes et sur les connaissances scientifiques*, car pour maintenir durablement les capacités écologiques et socio-économiques de la Manche orientale, il faut d'abord bien appréhender et comprendre les fonctionnalités et potentialités de cet écosystème.

type of conservation areas, and a range of alternatives are suggested. Chapter 8 concludes in the form of a discussion that accentuates some of the key findings from the CHARM phase II project, and it justifies the importance of there being a further project phase.

The development of a multidisciplinary approach in the Channel was justified by the importance of this marine area and by its socio-economic and ecological potential. Such an approach has been aimed directly at the European maritime strategy which, through a holistic approach of the seas and oceans, seeks to achieve a good ecological status for the marine environment by 2021. The European maritime strategy is clear in that management must be based on ecosystems and scientific knowledge: indeed if ecological and socio-economic capacities are to last in the longer-term, we must first understand the ecosystem's functioning.

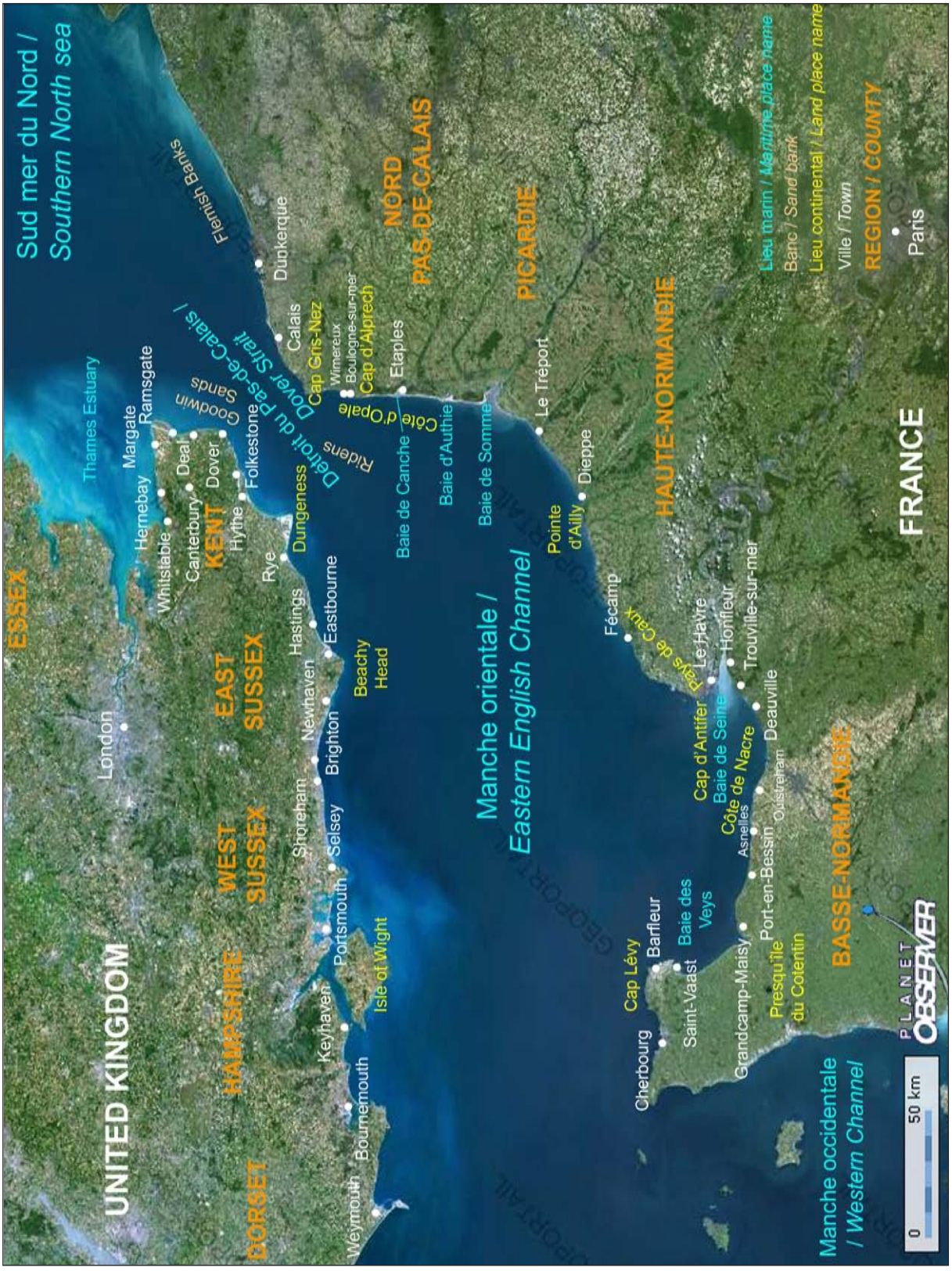


Figure 3. La Manche orientale : localisation des lieux cités dans l'atlas.
/ The eastern English Channel : locations mentioned in the atlas.
© GEOPORTAIL 2007

Chapitre 2.
Cadre juridique

Chapter 2.
Legal framework

Chapitre 2.
Cadre juridique

Résumé

Localisée entre la France et le Royaume-Uni, tous deux Etats membres de l'Union Européenne, la Manche constitue un espace juridique riche et complexe dans lequel se superposent des réglementations tant internationales que communautaires, françaises et britanniques. La démarche de ce travail juridique a consisté à exposer et ainsi confronter l'ensemble des outils législatifs transfrontaliers de gestion et de conservation des organismes marins évoluant en Manche orientale. Ce chapitre porte sur l'étude des réglementations relevant des domaines de la conservation des espèces et des habitats, la pêche, la pollution et la sécurité maritime, et les travaux en mer.

Introduction

Quatre grands axes d'étude de la réglementation sont considérés dans ce chapitre :

- la conservation des espèces et des habitats,
- la pêche,
- la pollution et la sécurité maritime, et
- les travaux en mer.

Les règlementations en matière de conservation des espèces et des habitats consistent à prévoir un régime de protection renforcé à l'égard de certaines espèces ou certains milieux considérés comme menacés. Concrètement, les mesures de protection et de conservation se traduisent par l'interdiction ou la restriction de certaines pratiques. Les conventions internationales fixent les principes directeurs. C'est au niveau communautaire que sont mis en place les outils majeurs de conservation, notamment à travers le réseau Natura 2000. Au niveau national, d'autres espaces de protection sont prévus, tels que les parcs régionaux, les réserves naturelles et les sites d'intérêt scientifique particulier.

Les règlementations en matière de pêche sont essentiellement de source communautaire. En effet, la législation communautaire prévoit les dispositions techniques relatives aux engins de pêche, les pourcentages des captures, les jours de présence en mer, les mesures de gestion de l'effort de pêche, les régimes de protection applicables à certaines espèces et les mesures de contrôle de l'activité de pêche. Les règlementations nationales complètent la règlementation communautaire en établissant essentiellement, au niveau national, les mécanismes de sanctions applicables en cas de manquement aux règlementations communautaires et, au niveau local, les conditions d'obtention des permis , ou licences de pêche ainsi que les règlementations applicables à certaines espèces ou certains engins de pêche. Les accords internationaux relatifs à la

Chapter 2.
Legal framework

Abstract

Located between France and the United Kingdom, which are both Member States of the European Union, the English Channel represents a complex legal area within which International, Community, French and British regulations apply. The approach of the legal work presented in this chapter has consisted in exposing, and thus allowing the comparison of, cross-border legal tools for the management and conservation of marine organisms in the eastern English Channel. Regulations studied cover several themes: conservation of marine habitats and species, fisheries, marine pollution and maritime security, and marine works.

Introduction

Regulations studied in this chapter can be divided into four main themes:

- conservation of marine habitats and species,
- fisheries,
- marine pollution and maritime security, and
- marine works.

Regulations related to conservation of marine habitats and species consist of setting up reinforced protection regimes for specified vulnerable habitats and species. Protection measures result in prohibition or restriction measures for specified practices and methods. International conventions set up fundamental conservation principles. Major conservation tools, such as Natura 2000, are set up in Community regulations. At the national level, regulations establish other conservation areas, including, inter alia, nature reserves, regional parks and sites of specified scientific interest.

Most technical measures related to fisheries are provided by Community regulations. They include provisions dealing with fishing gear, percentages of catches, days present at sea, measures for the management of the fishing effort, protection regimes applying to specified species and monitoring measures of the fishing activity. National fisheries regulations complete Community legislation through establishing, at the national level, sanction mechanisms in the event of a breach of Community provisions and, at the local level, the delivery process for fishing permits and measures applying to specified fishing gears or species. Most international agreements related to the management of fisheries are non binding for their contracting parties. The main objective is to ensure a long-term conservation and an optimum exploitation of marine resources.

Regulations dealing with marine pollution and mar-

gestion de l'activité de pêche ne sont, pour la plupart, pas contraignants à l'égard de leurs parties contractantes. L'objectif de ces accords est essentiellement de garantir une conservation à long terme des ressources de pêche, à travers une exploitation optimale.

Les règlementations relatives à la pollution et la sécurité visent à mettre en place des moyens de prévention et de lutte organisée contre toute forme de pollution marine. La règlementation internationale a pour but d'encourager la coopération entre états afin de faciliter les échanges de connaissances et de techniques en matière de lutte contre la pollution et de favoriser une détection rapide ainsi qu'une lutte organisée afin de minimiser les conséquences d'une éventuelle pollution marine. Les règlementations communautaires prévoient la mise en place de systèmes communs de prévention et de lutte contre la pollution, notamment par la création de l'Agence européenne de sécurité maritime et l'établissement d'un système de coopération renforcée et d'autorisation encadrée d'exercer une activité polluante. Au niveau national, les mesures visent essentiellement à déterminer les compétences des organismes nationaux en la matière.

Les mesures relatives à l'impact des travaux en mer sur l'environnement marin sont essentiellement prévues aux niveaux communautaire et national. Elles établissent les règles applicables à la délivrance et au contrôle des autorisations d'exploitation en mer, qui incluent notamment l'élaboration d'une étude d'impact environnemental.

Objectifs

L'étude des aspects juridiques de la gestion de l'écosystème marin en Manche orientale poursuit trois objectifs principaux :

1. permettre une meilleure compréhension des systèmes juridiques en place,
2. favoriser la bonne application des textes, et
3. faciliter la coordination des systèmes juridiques français et britannique.

Méthodes

Les règlementations envisagées dans cette section s'appliquent en tout ou en partie à la zone d'étude du projet CHARM II (figure 1, chapitre 1). Dans un but de simplification, cette zone sera appelée la "zone CHARM". La méthodologie suivie a consisté, dans un premier temps, à rechercher les textes relevant des domaines d'étude au moyen d'Internet, en bibliothèque, ou directement auprès des organismes d'élaboration des textes (Organisation maritime internationale, Affaires maritimes, Préfecture, Comités des pêches maritimes français et britanniques, etc). Afin de s'assurer de leur pertinence, les textes sélectionnés ont ensuite fait l'objet d'une lecture approfondie et de discussions avec les professionnels intéressés à la gestion de l'écosystème marin en Manche. Les aspects essentiels de chaque texte sélectionné ont ensuite été présentés et expliqués sous forme de fiches individuelles. Lorsque c'était

itime security provide for preventative and counter pollution measures against any kind of marine pollution. International regulations strongly encourage cooperation between States, in order to facilitate the exchange of knowledge and techniques to combat pollution, and to secure fast and organised action to minimise the consequences of an oil pollution incident. Community regulations establish common systems to prevent and combat pollution, such as the European Maritime Security Agency, a reinforced co-operation system and a permit system for pollutant activities. At the national level, most measures aim to establish competences of national organisms in this area.

Measures related to the effect of marine works on the marine environment are set up in Community and national regulations. They provide for the delivery process of exploitation permits, which includes an environmental impact assessment.

Aims

The study of legal aspects of the management of the marine ecosystem within the eastern English Channel follows three main objectives:

1. enhancing the understanding of current legal systems,
2. encouraging a better application of regulations, and
3. facilitating coordination between French and British legal systems.

Methods

Regulations herein considered apply in whole or part to the study area of the CHARM II project (figure 1, chapter 1). To simplify, this zone will be referred to as "the CHARM zone". The method followed consisted in searching for relevant regulations using different means (the Internet, libraries, and direct contacts with the structures at the origin of the regulations, e.g. International Maritime Organisation, French maritime affairs, French and British Sea Fisheries Committees). Regulations were carefully analysed and discussed with professionals involved in the management of the English Channel marine ecosystem. For each selected regulation, the main points were then summarised and explained. Where relevant, maps illustrating the information given in the regulation text were produced and presented with the regulation text.

pertinent, des cartes ont été produites à l'aide des informations fournies dans les textes, et présentées dans les fiches individuelles.

Résultats

Au total, 216 règlementations (et groupes de règlementations) ont été jugés pertinents au projet CHARM II (tableau 1) : les 216 fiches individuelles qui y correspondent sont disponibles sous format électronique MS Word dans le CD-rom fourni avec ce document. La navigation sur le CD-rom s'effectue à l'aide du fichier MS Excel de navigation fourni[1] ; il suffit de suivre les liens hypertextes pour ouvrir chaque fiche individuelle et accéder à son contenu. De plus, un glossaire complet est disponible dans le même fichier.

Dans ce document sont donc présentés des tableaux (tableau 2, p. 24-36) récapitulant, pour chacun des grands axes d'étude, les textes (ou groupes de textes) sélectionnés :

- 36 fiches pour la conservation des espèces et des habitats (p. 24-25),
- 133 fiches pour la pêche (p. 26-33),
- 40 fiches pour la pollution et la sécurité maritime (p. 34-36) et, enfin,
- 7 fiches pour les travaux en mer (p. 36).

La prochaine étape, effectuée lors de la phase III de CHARM, sera d'évaluer la pertinence des textes, notamment en les comparant dans le but d'établir si ces dernières sont compatibles et concordantes.

1 Localisation des fiches sur le CD-rom : ...\2-Cadre_juridique-Legal_framework\Tableau-navigation_Browse-documents.xls

Results

A total of 216 regulations (and groups of regulations) were judged relevant to the CHARM II project (table 1): the corresponding 216 summaries and explanations are available in electronic form in MS Word format in the CD-rom provided with this document. To navigate to the file of interest, one should use the MS Excel file provided[1] on the CD-rom: hyperlinks can be used to directly access and open individual files. A full glossary is available in the same file.

This document only provides summary tables (table 3, p. 37-49) for each of the four main themes :

- 36 files are available for conservation of marine habitats and species (p. 37-38),
- 133 for fisheries (p. 39-46),
- 40 for marine pollution and maritime security (p. 47-49), and
- 7 for marine works (p. 49).

The next step, to be carried out during CHARM phase III, will be to directly compare these texts, so as to establish their level of compatibility, and detect potential conflicts.

1 Location of summaries on the CD-rom: ...\2-Cadre_juridique-Legal_framework\Tableau-navigation_Browse-documents.xls

Tableau 1. Récapitulatif des règlementations (et groupes de règlementations) jugées pertinentes au projet CHARM II. Un glossaire est disponible sur le CD-rom. / *Regulations (and groups of regulations) that were judged relevant to the CHARM II project. A glossary is available on the CD-rom.*

Axes d'étude / *Themes*	Champs d'application du droit / *Application fields*	Types de réglementation / *Types of regulation*	Règlementations / *Regulations*
Conservation / *Conservation*	International / *International*	Droit dur / *Binding law*	5
		Droit mou / *Soft law*	2
	Communautaire / *Community law*	Autres / *Others*	1
		Directives / *Directives*	2
		Règlements / *Regulations*	2
	Français / *French law*	Arrêtés	7
		Lois	9
	Britannique / *British law*	*Acts of Parliament*	5
		Byelaws	1
		Statutory instruments	2
Pêche / *Fisheries*	International / *International*	Droit dur / *Binding law*	3
		Droit mou / *Soft law*	10
	Communautaire / *Community law*	Directives / *Directives*	1
		Règlements / *Regulations*	28
	Français / *French law*	Arrêtés	52
		Circulaires	3
		Décrets	12
		Lois	1
	Britannique / *British law*	*Acts of Parliament*	4
		Byelaws	3
		Statutory instruments	16
Pollution & Sécurité / *Pollution & Security*	International / *International*	Droit dur / *Binding law*	6
		Droit mou / *Soft law*	1
	Communautaire / *Community law*	Autres / *Others*	2
		Directives / *Directives*	13
		Règlements / *Regulations*	2
	Français / *French law*	Arrêtés	6
		Lois	1
	Britannique / *British law*	*Acts of Parliament*	2
		Statutory instruments	7
Travaux en mer / *Marine works*	Communautaire / *Community law*	Directives / *Directives*	1
	Français / *French law*	Autres / *Others*	1
	Britannique / *British law*	*Acts of Parliament*	2
		Procédure non statutaire / *Non statutory system*	1
		Statutory instruments	2

Tableau 2. Liste en langue française des réglementations par thème (bleu : Conservation ; vert : Pêche ; orange : Pollution et sécurité ; beige : Travaux en mer). p. 24-36. / *Regulations list per theme in French (blue : Conservation; green : Fisheries; orange: Pollution and security; beige: Marine works). p. 24-36.*

Tableau 3. Liste en langue anglaise des réglementations par thème (bleu : Conservation ; vert : Pêche ; orange : Pollution et sécurité ; beige : Travaux en mer). p. 37-49. / *Regulations list per theme in English (blue : Conservation; green : Fisheries; orange: Pollution and security; beige: Marine works). p. 37-49.*

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Conservation	International	Droit dur	Accord sur la conservation des petits cétacés de la mer Baltique et de la mer du Nord
Conservation	International	Droit dur	Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (“Convention de Berne”)
Conservation	International	Droit dur	Convention sur la diversité biologique
Conservation	International	Droit dur	Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage
Conservation	International	Droit dur	Convention relative aux zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau (Convention RAMSAR)
Conservation	International	Droit dur	Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR)
Conservation	International	Droit mou	Agenda 21
Conservation	International	Droit mou	Déclaration de Rio
Conservation	International	Droit mou	Charte mondiale de la nature
Conservation	Communautaire		Natura 2000
Conservation	Communautaire	Directives	Directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages (Directive Habitats), JO L 206,22.07.1992, p. 7
Conservation	Communautaire	Directives	Directive du Conseil 79/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages (Directive Oiseaux), JO L 103, 25.04.1979
Conservation	Communautaire	Règlements	Règlement du Conseil (CE) No 812/2004 du 26 avril 2004 établissant des mesures relatives aux captures accidentelles de cétacés dans les pêcheries et modifiant le règlement (CE) 88/98
Conservation	Communautaire	Règlements	Règlement du Conseil (CE) No 1185/2003 du 26 juin 2003 relatif à l'enlèvement des nageoires de requin à bord des navires
Conservation	Français	Arrêtés	Arrêté du 17 avril 1981, modifié par les arrêtés du 29 juillet 2005, 16 juin 1999, 5 mars 1999, 2 novembre 1992, 11 avril 1991, 27 juin 1985, 31 janvier 1984, établissant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire, JORF du 19.05.1981
Conservation	Français	Arrêtés	Arrêté du 19 juillet 1988 relatif à la liste des espèces végétales marines protégées, JORF du 09.08.1988, p. 10128
Conservation	Français	Arrêtés	Arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national, JORF du 22.12.1988, p. 16036
Conservation	Français	Arrêtés	Arrêté du 27 juillet 1995, modifié par l'Arrêté du 29 juillet 2005, fixant la liste des mammifères marins protégés sur le territoire national, JORF du 01.10.1995, p. 14387
Conservation	Français	Arrêtés	Arrêté du 20 décembre 2004, modifié par l'Arrêté du 29 juillet 2005, fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire, JORF du 07.01.2005, texte n° 38
Conservation	Français	Arrêtés	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection, JORF du 06.05.2007, texte n° 32
Conservation	Français	Arrêtés	Article L411-1 du Code de l'environnement : les mesures de conservation applicables aux espèces animales et végétales
Conservation	Français	Lois	Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres Articles L322-1 à -14 et R242-1 à -33 du Code de l'environnement

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Conservation	Français	Lois	Directives territoriales d'aménagement Articles L-111-1-1 et L146-1 du Code de l'urbanisme
Conservation	Français	Lois	Label "Grands sites de France"
Conservation	Français	Lois	Les parcs naturels marins : Loi du 14 avril 2006 Articles L 334-3 à -8 et R 334-27 à -38 du Code de l'environnement Arrêté du 14 février 2008
Conservation	Français	Lois	Sites et monuments naturels inscrits et/ou classés : Articles L341-1 à -22 et R341-1 à -31 du Code de l'environnement
Conservation	Français	Lois	Parcs naturels régionaux : Articles L333-1 à L333-3 et R333-1 à -19 du Code de l'environnement
Conservation	Français	Lois	Réserves naturelles : Articles L332-1 à L332-27 du Code de l'environnement
Conservation	Français	Lois	Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, schémas d'aménagement et de gestion des eaux : Articles L212-1 à -11 du Code de l'environnement
Conservation	Français	Lois	Stratégie française pour la biodiversité et le plan d'action mer
Conservation	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 2006 relatif à l'environnement et aux populations rurales, Chapitre 16 (Natural Environment and Rural Communities Act 2006, Chapter 16)
Conservation	Britannique	*Acts of Parliament*	Réserves naturelles : *Act* de 1949 portant sur la création des parcs naturels et relatif à l'accès aux zones rurales (Partie III) (National *Parks* & Access to the Countryside Act de 1949 - Part III)
Conservation	Britannique	*Acts of Parliament*	Sites présentant un intérêt scientifique particulier (*Sites of Special Scientific Interest*) : *Act* de 1981 relatif à la faune et la flore sauvages et aux zones rurales (Partie II) (*Wildlife and Countryside Act* 1981 - Part II)
Conservation	Britannique	*Acts of Parliament*	Sites naturels remarquables (*Areas of Outstanding Natural Beauty*): *Act* de 2000 relatif aux zones rurales et au droit de passage (Partie IV) (*Countryside & Rights of Way Act* 2000 - Part IV)
Conservation	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 1981 relatif à la faune et la flore sauvage et aux zones rurales : Partie I relative à la protection de la nature (Wildlife and Countryside *Act* 1981)
Conservation	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 1994 relatives à la conservation et aux habitats naturels (*Conservation (Natural Habitats*, &c.) *Regulations* 1994) *Statutory Instrument* 1994 No. 2716
Conservation	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 2007 relatives à la conservation marine au large des côtes et aux habitats naturels (*Offshore Marine Conservation (Natural Habitats, &c.) Regulations* 2007) *Statutory Instrument* 2007 No. 1842

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	International	Droit dur	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer
Pêche	International	Droit dur	Convention sur la future coopération multilatérale dans les pêches de l'Atlantique du Nord-Est
Pêche	International	Droit dur	Accord aux fins de l'application des dispositions de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer du 10 décembre 1982 relatives à la conservation et à la gestion des stocks de poissons dont les déplacements s'effectuent tant à l'intérieur qu'au-delà de zones économiques exclusives (stocks chevauchants) et des stocks de poissons grands migrateurs
Pêche	International	Droit mou	Conférence des ministres de l'environnement des pays riverains de la mer du Nord (Conférence mer du Nord)
Pêche	International	Droit mou	Consensus de Rome sur les pêches mondiales
Pêche	International	Droit mou	Déclaration de Rio
Pêche	International	Droit mou	Déclaration de la Conférence internationale sur la pêche responsable (Déclaration de Cancún)
Pêche	International	Droit mou	Déclaration et le Plan d'action de Kyoto
Pêche	International	Droit mou	Déclaration de Rome sur l'application du Code de conduite pour une pêche responsable
Pêche	International	Droit mou	Code de conduite pour une pêche responsable
Pêche	International	Droit mou	Plan d'action international pour la conservation et la gestion des requins
Pêche	International	Droit mou	Plan d'action international pour la gestion de la capacité de pêche
Pêche	International	Droit mou	Plan d'action international visant à prévenir, à contrecarrer et à éliminer la pêche illicite, non déclarée et non règlementée
Pêche	Communautaire	Directives	Directive du Conseil 83/515/CEE du 4 octobre 1983, concernant certaines actions d'adaptation des capacités dans le secteur de le pêche (JO L 290, 22.10.1983, p. 15–19)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CEE) 31/83 du Conseil du 21 décembre 1982, relatif à une action commune intérimaire de restructuration du secteur de la pêche côtière et de l'aquaculture (JO L 5, 7.1.1983, p. 1–4)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CEE 2807/83 de la Commission du 22 septembre 1983, définissant les modalités particulières de l'enregistrement des informations relatives aux captures de poissons par les Etats membres (JO L 276, 10.10.1983, p. 1–18)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CEE 3440/84 de la Commission du 6 décembre 1984 relatif à la fixation de dispositifs aux chaluts, seines danoises et filets similaires (JO L 318, 07.12.1984 p. 23–27)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CEE 3561/85 de la Commission du 17 décembre 1985 (JO L 339, 18.12.1985, p. 29–33)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CEE) n° 1381/87 de la Commission du 20 mai 1987 établissant les modalités particulières relatives au marquage et à la documentation des navires de pêche (JO L 132, 21.5.1987, p. 9–10)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement 2847/93 du Conseil, du 12 octobre 1993 instituant un régime de contrôle applicable à la politique commune de la pêche (JO L 261, 20.10.93, p. 1-35)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) 1627/94 du Conseil, du 27 juin 1994 établissant les dispositions générales relatives aux permis de pêche spéciaux (JO L 171, 6.7.1994, p. 7–13)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) 2943/95 de la Commission, du 20 décembre 1995 portant sur les modalités d'application du règlement (CE) n° 1627/94 du Conseil établissant les dispositions générales relatives aux permis de pêche spéciaux (JO L 308, 21.12.1995, p. 15–16)

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) 847/96 du Conseil, 6 mai 1996 établissant des conditions additionnelles pour la gestion interannuelle des totaux admissibles des captures et quotas (JO L 115, 9.5.1996, p. 3–5)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) 850/98 du Conseil du 30 mars 1998 visant à la conservation des ressources de pêche par le biais de mesures techniques de protection des juvéniles d'organismes marins (JO L 125, 27.04.1998, p. 1-55)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) 1434/98 du Conseil du 29 juin 1998 spécifiant les conditions dans lesquelles le hareng peut être débarqué à des fins industrielles autres que la consommation humaine directe (JO L 191, 7.7.1998, p. 10–12)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement 1447/1999 du Conseil, 24 juin 1999 fixant une liste de comportements qui enfreignent gravement les règles de la PCP (JO L 167, 2.7.1999, p. 5–6)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CE 1922/1999 de la Commission, 8 septembre 1999 arrêtant les modalités d'application du règlement (CE) n° 850/98 du Conseil, en ce qui concerne les conditions auxquelles les bateaux dont la longueur hors tout dépasse huit mètres peuvent être autorisés à utiliser des chaluts à perche dans certaines eaux de la Communauté (JO L 238, 9.9.1999, p. 8–10)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) nº 2791/1999 du Conseil, du 16 décembre 1999 établissant certaines mesures de contrôle applicables dans la zone de la convention sur la future coopération multilatérale dans les pêches de l'Atlantique du Nord-Est (JO L 337, 30.12.1999)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CE 2056/2001 de la Commission du 19 octobre 2001 instituant des mesures techniques supplémentaires visant à reconstituer les stocks de cabillaud en mer du Nord et à l'ouest de l'Ecosse (JO L 277, 20/10/2001 p. 0013 – 0016)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) du Conseil n° 2371/2002 du 20 décembre 2002 relatif à la conservation et l'exploitation durable des ressources halieutiques dans le cadre de la politique commune de la pêche (JO L 358, 31.12.2002, p. 59–80)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CE 129/2003 de la Commission, 24 janvier 2003 prévoyant des règles détaillées pour la détermination du maillage et de l'épaisseur de fil des filets de pêche (JO L22 of 25.1.2003, pp.5-14)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) 26/2004 de la Commission, 30 décembre 2003 relatif au fichier de la flotte de pêche communautaire (JO L 5, 09.01.2004, p. 25–35)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) n° 1954/2003 du Conseil du 4 novembre 2003 concernant la gestion de l'effort de pêche concernant certaines zones et ressources de pêche communautaires modifiant le Règlement (CE) n° 2847/93 et annulant les règlements (CE) n° 685/95 et (CE) n° 2027/95 (JO L 289, 7.11.2003, p. 1–7)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CE 2244/2003 de la Commission, 18 décembre 2003 établissant les modalités d'application du système de surveillance des navires par satellite (JO L 333, 20.12.2003, p. 17–27)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement 423/2004 du Conseil, 26 février 2004 instituant des mesures de reconstitution des stocks de cabillaud (JO L 70, 9.3.2004, pp. 8–11)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement 811/2004 du Conseil, 21 avril 2004 instituant des mesures de reconstitution des stocks de merlu du nord (JO L 150, 30.4.2004, p. 1–11)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CE 356/2005 de la Commission du 1er mars 2005 établissant les modalités d'application pour le marquage et l'identification des engins de pêche dormants et des chaluts à perche (JO L 56, 2.3.2005, p. 8–11)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) no 768/2005 du Conseil, 26 avril 2005 instituant une agence communautaire de contrôle des pêches et modifiant le règlement (CEE) no 2847/93 instituant un régime de contrôle applicable à la politique commune de la pêche (JO L 128, 21.5.2005, p. 1–14)

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement CE 1281/2005 de la Commission, 3 août 2005 concernant la gestion des licences de pêche et les informations minimales qu'elles doivent contenir (JO L 203, 4.8.2005, p. 3–5)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement 41/2007 du Conseil, du 21 décembre 2006 établissant, pour 2007, les possibilités de pêche et les conditions associées pour certains stocks halieutiques et groupes de stocks halieutiques, applicables dans les eaux communautaires et, pour les navires communautaires, dans les eaux soumises à des limitations de capture (OJ L 15, 20.1.2007, pp. 1–213)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) du Conseil n. 1966/2006 du 21 décembre 2006 concernant l'enregistrement et la communication électroniques des données relatives aux activités de pêche et les dispositifs de télédétection (JO L 36, 8.2.2007)
Pêche	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) No 676/2007 du Conseil du 11 juin 2007 établissant un plan pluriannuel de gestion pour les pêcheries exploitant des stocks de plie et de sole en mer du Nord(JO L 157, 19.06.2007, pp.1-6)
Pêche	Français	Arrêtés	Délibération No 2006/CSJNC-14B fixant les conditions d'exploitation de la coquille Saint Jacques (*Pecten maximus*) sur le gisement Nord Cotentin pour la campagne de pêche 2006 / 2007
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 9/65 du 13 mai 1965 relatif à la pêche des ormeaux (*Haliotis tuberculata*) dans les quartiers dépendant de la Direction de l'inscription maritime au Havre - Normandie - Mer du Nord
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 76/2007 du 7 juillet 2007 rendant obligatoire la délibération 2/2007 du Nord - Pas de Calais / Picardie du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Nord - Pas de Calais / Picardie relative à l'attribution de la licence fileyeur
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 74/2005 du 20 avril 2005 autorisant l'usage des filets remorqués dans la bande des 3 mn au large des départements du Pas-de-Calais et de la Somme Modifié par l'arrêté 32/2007 du 02 avril 2007
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 71/2007 du 27 juin 2007 rendant obligatoire la délibération MOULES EXP-11-2007 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins fixant les conditions d'exploitation de la moule (*Mytilus edulis)* sur les gisements mouliers de l'Est Cotentin pour la campagne 2007
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 65/1999 du 15 juillet 1999 relatif à la pêche des moules (*Mytilus edulis*) dans la bande côtière des 3 mn dans la région Haute-Normandie
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 611/2006 du 19 décembre 2006 rendant obligatoire la délibération n° 9/2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Nord - Pas de Calais - Picardie relative à l'attribution d'une licence de pêche fileyeur polyvalent pour la campagne 2007
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 61/1996 du 8 juillet 1996 autorisant l'usage des engins remorqués dans la bande côtière des 3 mn au large du département du Pas-de-Calais au Nord du Cap Gris-Nez ; Modifié par l'arrêté 20/2000 du 7 février 2000; Modifié par l'arrêté 234/2004 du 3 septembre 2004
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 607/2006 du 19 décembre 2006 rendant obligatoire la délibération PPP-PAL-2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant sur l' organisation de la pêche à pied à la palourde (*Ruditapes* sp. et *Venerupis* sp.) sur le littoral de la Basse-Normandie
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 52/79 du 28 août 1979 portant sur la réglementation du chalutage dans le ressort de la Direction des Affaires Maritimes " Normandie - Mer du Nord "

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 52/2007 du 15 mai 2007 autorisant la pêche des coques (*Cerastoderma edule*) sur une partie des gisements de la Baie des Veys (gisement de Brévands, département de la Manche)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 51/2006 du 20 avril 2006 rendant obligatoire la délibération du 11 avril 2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant sur la création et fixant les conditions d'attribution de la licence spéciale de pêche à la seiche (*Sepia officinalis* L.) dans la bande des 3 mn au large du département de la Seine-Maritime
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 5/2005 du 5 janvier 2005 interdisant la pêche des salmonidés dans l'Estuaire de la Seine
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 45/1995 du 28 septembre 1995 autorisant l'utilisation du chalut sélectif à crevette (*Crangon crangon*) dans les eaux côtières des départements du Pas-de-Calais et de la Somme ;Modifié par l'arrêté 20/2000 du 7 février 2000
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 442/2006 du 3 novembre 2006 rendant obligatoire la délibération EXP-CRI3me-2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse-Normandie portant sur la création de la licence de pêche des crustacés en Manche est (VII d) et organisation de cette pêche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 4/2005 du 5 janvier 2005 portant sur la mise en réserve de la Baie des Veys et de l'Estuaire de l'Orne
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 38/77 du 25 mai 1977 portant sur l' interdiction permanente de la pêche, du débarquement et de la vente des huîtres "pied de cheval" sur le littoral des Quartiers de Caen et de Cherbourg
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 33/2005 du 8 février 2005 rendant obligatoire la délibération SEIBS-2004 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant sur la création et fixant les conditions d'attribution de la licence seiche (*Sepia officinalis* L.) de casier en Baie de Seine et portant organisation de cette pêche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 318/2006 du 7 septembre 2006 rendant obligatoire la délibération n°ATT-D7/2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse-Normandie relative aux conditions générales d'attribution des licences Crustacés - Bulot (*Buccinum undatum*) – Seiche (*Sepia officinalis* L.)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 305/2004 du 15 septembre 2004 interdisant l'usage des filets remorqués sur les gisements mouliers de l'Est Cotentin
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 3 février 2006 désignant les ports maritimes français dans lesquels sont autorisés les débarquements de plus de 2 tonnes de cabillaud (*Gadus morhua*) (JORF n° 42 du 18.02.2006, p. 2531, texte n° 43)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 16 juillet 2004 désignant les ports maritimes français dans lesquels sont autorisés les débarquements de merlu (*Merluccius merluccius*) de plus de 2 tonnes (JORF n° 176 du 31.07.2004, p. 13659, texte n° 50)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 12 mai 2003 portant sur la réglementation de la pêche des coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) JORF n° 115 du 18.05.2003, p. 8568, texte n° 8
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 22/2001 fixant les modalités d'exploitation de la crevette grise (*Crangon crangon*) dans la bande côtière des 3 mn au large du département du Calvados et de l'estuaire de la Seine au sud du parallèle passant par le Cap de la Hève et à l'est de la ligne reliant le Cap de la Hève et Trouville
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 138/2005 du 6 mai 2005 rendant obligatoire la délibération ATT/11-2005 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant sur la création et fixant les conditions d'exploitation de la licence spéciale de pêche des moules (*Mytilus edulis*)

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 137/2004 du 24 mai 2004 autorisant la pêche du lançon (*Hyperoplus immaculatus*) dans la bande côtière des 3 mn au large du cap d'Antifer (département de la Seine-Maritime)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 135/1999 du 20 décembre 1999 portant sur la règlementation de la pêche au chalut dans la bande côtière des 3 mn au large du département du Nord Modifié par l'arrêté 271/2005 du 13 septembre 2005
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 11/2004 du 5 février 2004 interdisant la pêche des coquillages vivants entre l'estuaire de la Seine et le Cap d'Antifer
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 01/2007 du 5 janvier 2007 rendant obligatoire la délibération n° 2/2004 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins du Nord - Pas de Calais - Picardie relative au chalutage dans la zone des Equemer
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 143/2004 du 2 juin 2004, modifié par l'Arrêté No 34/2006, relatif à la fermeture des gisements de moules (*Mytilus edulis*) situé sur le littoral du Calvados
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 23/2007 du 15 mars 2007 rendant obligatoire la délibération EXP-BU-Me-1-2007 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant sur la création de la licence spéciale de pêche au bulot (*Buccinum undatum*) en Manche Est et portant organisation de cette pêche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 18 juillet 1990 relatif à l'obligation de déclarations statistiques en matière de produits de la pêche maritime (JORF n° 222 du 25.09.1990, p. 11594)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 26 décembre 2006 établissant les modalités de répartition et de gestion collective des possibilités de pêche (quotas de captures et quotas d'effort de pêche) des navires français immatriculés dans la Communauté européenne (JORF n° 301 du 29.12.2006, pp. 19953-19960, texte n° 104)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 583/2006 rendant obligatoire la délibération n° 2006/FIL-ME2 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Basse-Normandie portant sur la création et fixant les conditions d'attribution de la licence de pêche du poisson aux filets en Manche Est
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 3 Février 1975 portant sur la réglementation de l'exercice de la pêche des praires (*Venus verrucosa*) et amandes de mer (*Glycymeris glycymeris*) en Manche (JO du 23.03.1975, p. 3176)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 27 février 2007 désignant les ports maritimes français dans lesquels sont autorisés les débarquements de plus de 10 tonnes de harengs (*Clupea harengus harengus*), maquereaux (*Scomber scombrus*) et chinchards (*Trachurus trachurus*) JORF n° 62 du 14.03.2007 p. 4815, texte n° 32
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté n° 2883 P-5 du 1er août 1969 portant sur la réglementation de la signalisation des navires se livrant à la pêche aux filets maillants ou aux filets dérivants et du balisage de ces engins de pêche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 17/1996 of 9 avril 1996 relatif à la pêche de la seiche (*Sepia officinalis* L.) dans la bande côtière des 3 mn de la Région Haute-Normandie Modifié par l'arrêté 39/2001 du 9 avril 2001
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 53/2006 du 27 avril 2006 rendant obligatoire la délibération du 21 avril 2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant sur la création, l'attribution de la licence spéciale de pêche des moules (*Mytilus edulis*) et l'organisation de cette pêche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 3 août 2006 relatif aux modalités d'application des articles 23-1 et 23-2 du décret n° 90-94 du 25 janvier 1990 modifié en ce qui concerne l'obligation d'inscription des captures, des débarquements et des transbordements d'organismes marins dès le premier kilogramme (JORF n° 194 du 23.08.2006, p. 12387, texte n° 47)

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 566/2004 du 7 décembre 2004 rendant obligatoire la délibération OMR3-2004 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins relative au marquage des ormeaux (*Haliotis tuberculata*) de pêche professionnelle dans le secteur Nord - Cotentin
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 1248 P-3/P-4 du 3 mai 1977 réglementant le chalut pélagique
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 28/99 du 28 avril 1999 autorisant l'usage des filets remorqués dans la bande des 3 mn au large du département de la Seine-Maritime entre le port d'Antifer et l'estuaire de la Seine ; Modifié par l'arrêté 470/2006 du 9 novembre 2006
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 1750 P-3 du 19 juin 1980 règlementant l'utilisation du chalut à grande ouverture verticale dans la mer territoriale française
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 19 mars 2007 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins (JORF n° 91 du 18.04.2007, pp. 6957-6958, texte n° 21)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 21/2001 du 12 février 2001 filant les modalités d'exploitation de la crevette blanche (*Palaemon longirostris* - dit bouquetin ou bouquet delta) en aval de la limite de salure des eaux des fleuves des départements du Calvados et de la Seine Maritime au Sud du parallèle passant par le Cap de la Hève
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 187/2003 du 14 octobre 2003 rendant obligatoire la délibération du 26 septembre 2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins de Haute Normandie relative à l'attribution de la licence spéciale de pêche au hareng (*Clupea harengus harengus*)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 58/2007 du 31 mai 2007 réglementant l'usage des filets remorqués à moins de 3 mn de la laisse de basse mer du département du Calvados et de l'Est du département de la Manche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 266/2006 du 17 août 2006 rendant obligatoire la délibération SEI-ME-2006 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant création et fixant les conditions d'attribution de la licence seiche (*Sepia officinalis* L.) de casiers en Manche Est et portant organisation de cette pêche
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté No 28/2007 du 28 mars 2007 rendant obligatoire la délibération PPP/COQUE/2007 du 16 février 2007 du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins portant organisation de la pêche à pied de la coque (*Cerastoderma edule*) sur le littoral de la Basse Normandie
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté du 27 septembre 1993 fixant des quotas de capture de coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) dans les eaux sous juridiction ou souveraineté françaises (JORF n° 234 du 8.10.1993, p. 14006)
Pêche	Français	Arrêtés	Arrêté 203/2004 du 20 juillet 2004 portant sur l' autorisation spéciale de pêche des ormeaux (*Haliotis tuberculata*) sur le littoral du département de la Manche
Pêche	Français	Circulaires	Circulaire du 12 mai 2006 relative à l'intégration et la coordination opérationnelle du régime de contrôle applicable à la politique commune de la pêche, et au suivi des indicateurs de performance requis par la Commission européenne
Pêche	Français	Circulaires	Circulaire du 12 janvier 2006 relative au formatage des programmes régionaux du contrôle des pêches et des plans de contrôle mer de façade maritime
Pêche	Français	Circulaires	Circulaire du 8 septembre 2000 relative à l'organisation générale du contrôle des pêches maritimes et des produits de la pêche (JORF du 24.09.2000, pp.15045-15047)
Pêche	Français	Décrets	Décret n° 90-94 du 25 janvier 1990 pris pour l'application des articles 3 et 13 du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime ; JORF du 27.01.90, pp. 1152-1155

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Français	Décrets	Décret n°2001-426 du 11 mai 2001 réglementant l'exercice de la pêche maritime à pied à titre professionnel ; JORF du 18.05.2001, pp. 7963-7964
Pêche	Français	Décrets	Décret du 30 décembre 1933 relatif à l'interdiction du pétard pour la pêche maritime
Pêche	Français	Décrets	Décret du 05 novembre 1891 interdisant l'emploi, contre le poisson, des armes à feu ou des substances explosives
Pêche	Français	Décrets	Décret du 9 janvier 1852 sur l'exercice de la pêche maritime, JORF du 21.08.1944, p. 53
Pêche	Français	Décrets	Décret n°90-719 du 9 août 1990 fixant les conditions de pêche, de récolte ou de ramassage des végétaux marins, JORF du 11.08.1990, p. 9824-9825
Pêche	Français	Décrets	Décret n° 2007-531 du 6 avril 2007 portant sur l' application de l'article 3 du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime et relatif au contrôle des captures et des débarquements effectués par les navires de pêche battant pavillon français ; JORF du 8.04.2007, texte 21
Pêche	Français	Décrets	Décret n° 89-1018 du 22 décembre 1989 portant sur l' application du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime en ce qui concerne la détermination de la taille minimale de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins ; JORF du 5.11.1990, pp.177-179
Pêche	Français	Décrets	Décret 93-33 du 08 Janvier 1993 relatif au permis de mise en exploitation des navires de pêche pris pour l'application de l'article 3-1 du décret du 9 janvier 1852 modifié sur l'exercice de la pêche maritime ; JORF du 10.01.1993, pp. 576-577
Pêche	Français	Décrets	Décret 92-335 du 30 mars 1992 fixant les règles d'organisation et de fonctionnement du Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins ainsi que des comités régionaux et locaux des pêches maritimes et des élevages marins ; JORF du 1.04.1992
Pêche	Français	Décrets	Décret 67-451 du 7 juin 1967 portant sur l' extension de la zone de pêche interdite aux navires étrangers ; JORF du 9.06.1967
Pêche	Français	Décrets	Décret du 10 mai 1862 portant sur la réglementation de la pêche maritime côtière ; JORF du 15.03.1862, p.168
Pêche	Français	Lois	Loi No 91-411 du 2 mai 1991 relative à l'organisation interprofessionnelle des pêches maritimes et des élevages marins et à l'organisation de la conchyliculture ; JORF du 7.05.1991, pp.6072-6074
Pêche	Britannique	*Acts of Parliament*	Régulations de 1966 relatives à la pêche maritime (*Sea fisheries Regulation Act* 1966) (Chapitre 38)
Pêche	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 1968 relatif à la pêche maritime (*Sea Fisheries Act* 1968) (Chapitre 77)
Pêche	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 1967 relatif à l'activité de pêche aux coquillages (*Sea Fisheries (Shellfish)* Act 1967) (Chapitre 84)
Pêche	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 1967 relatif à la conservation des ressources de pêche (*Sea Fisheries (conservation) Act* 1967)
Pêche	Britannique	*Byelaws*	Arrêtés pris par le Comité des pêches maritimes du Sussex
Pêche	Britannique	*Byelaws*	Arrêtés pris par le Comité des pêches maritimes Sud
Pêche	Britannique	*Byelaws*	Arrêtés pris par le Comité des pêches maritimes du Kent et de l'Essex

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2002 relatif à la pêche à la crevette au moyen d'un filet (The Shrimp Fishing Nets Order 2002) SI 2002 No. 2870
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2007 relatif à l'interdiction de procéder à l'enlèvement des nageoires de requins (The Sea Fishing (Prohibition on the Removal of Shark Fins) Order 2007), SI 2007n° 2554
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2006 relatif au marquage et à l'identification des engins de pêche dormants et des chaluts à perche (The Sea Fishing (Marking and Identification of Passive Fishing Gear and Beam Trawls) (England) Order 2006) SI 2006 No. 1549
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 1992 relatif à la licence de pêche (The Sea Fish Licensing Order 1992) SI 1992 No. 2633
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2001 règlementant l'utilisation des filets et autres engins de pêche dans certaines zones (The Sea Fish (Specified Sea Areas) (Regulation of Nets and Other Fishing Gear) Order 2001) SI 2001 No. 649
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 1991 règlementant l'utilisation des filets et autres engins de pêche dans certaines zones (The Sea Fish (Specified Sea Areas) (Regulations of Nets and Other Fishing Gears) Order 1991) SI 1991 No. 1380
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 1989 règlementant l'utilisation des filets de pêche et interdisant certaines méthodes de pêche dans des zones déterminées (The Sea Fish (Specified area) (Regulation of Nets and Prohibition of Fishing Methods) Order 1989) SI 1989 No. 1284
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2001 relatif à la pêche maritime pris en application des mesures communautaires de conservation (The Sea Fishing (Enforcement of Community Conservation Measures) Order 2000) SI 2000 No. 1081
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*The Sea Fishing (Enforcement of Community Control Measures) Order* 2000 SI 2000 No. 51
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	Regulations de 1985 relative à la pêche maritime (*The Sea Fisheries (Byelaws) Regulations* 1985) SI 1985 No. 1785
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2004 relatif à la pêche maritime pris en application des mesures communautaires de repérage par satellite (*The Sea Fishing (Enforcement of Community Satellite Monitoring Measures*) *Order* 2004) SI 2004 No. 3226
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2000 relatif aux mesures de contrôle applicables aux opérations de pêche dans l'Atlantique Nord-Est (T*he Sea Fishing (North-East Atlantic Control Measures) Order* 2000) SI 2000 No. 1843
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2004 relatif à la pêche à la coquille Saint-Jacques (The Scallop Fishing Order 2004) SI 2004 No. 12
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2003 interdisant la pêche au chalut à fil double (The Prohibition of Fishing with Multiple Trawls Order 2003) SI 2003 No. 1559
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 2005 relatif à la capture accidentelle des cétacés pendant les opérations de pêche menées en Angleterre (*Incidental Catches of Cetaceans in Fisheries (England) Order* 2005) SI 2005 No. 17
Pêche	Britannique	*Statutory instruments*	*Order* de 1977 relatif à l'utilisation des filets de pêche en Atlantique Nord-Est (*The Fishing Nets (North-East Atlantic) Order* 1977) SI 1977 No. 440

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Accord concernant la coopération en matière de lutte contre la pollution de la mer du Nord par les hydrocarbures et autres substances dangereuses
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontiers de déchets dangereux et de leur élimination
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Le Manche plan
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Convention pour la protection de la pollution par les navires de 1973, modifiée par le Protocole de 1978 (MARPOL)
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Convention internationale de 1990 sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures (Convention OPRC)
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique Nord-Est (Convention OSPAR)
Pollution-Sécurité	International	Droit dur	Protocole à la Convention sur la prévention de la pollution des mers résultant de l'immersion de déchets
Pollution-Sécurité	International	Droit mou	Programme d'action mondiale pour la protection du milieu marin contre la pollution due aux activités terrestres
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive du Conseil 91/689/CEE du 12 décembre 1991 relative aux déchets dangereux (JO L 377, 31.12.1991, p.20)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 96/61/CE du Conseil du 24 septembre 1996 relative à la prévention et à la réduction intégrées de la pollution (Journal Officiel de la Communauté européenne L257, 10.10.1996, pp. 1-21)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (Journal Officiel de la Communauté européenne L 327, 22.12.2000, pp.1-77)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 2006/11/CE du Parlement européen et du Conseil du 15 février 2006 concernant la pollution causée par certaines substances dangereuses déversées dans le milieu aquatique de la Communauté (Journal Officiel de la Communauté européenne L 64, 04.03.2006, pp. 52-59)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 75/439/CEE du Conseil du 16 juin 1975 concernant l'élimination des huiles usagées (JO L194, 25.7.1975, p.23)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 94/57/EC du Conseil du 22 novembre 1994 établissant des règles et normes communes concernant les organismes habilités à effectuer l'inspection et la visite des navires et les activités pertinentes des administrations maritimes (JO L 319, 12.12.1994, p. 20)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 95/21/EC du Conseil du 19 juin 1995 relative au contrôle des navires par l'Etat du port (JO L 157, 7.7.1995, p.1)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 96/98/EC du Conseil du 20 décembre 1996 relative aux équipements marins (JO L 46, 17.2.1997, p.25)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 97/70 du Conseil du 11 décembre 1997 instituant un régime harmonisé pour la sécurité des navires de pêche de longueur égale ou supérieure à 24 mètres (JO L34, 9.2.1998, p.)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 1999/35/CE du Conseil du 29 avril 1999 relative à un système de visite obligatoire pour l'exploitation en toute sécurité des navires réguliers de transbordeurs rouliers et d'engins à passagers à grande vitesse (JO L 138, 1.6.1999, p.1)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 2000/59/EC du Parlement européen et du Conseil du 27 novembre 2000 sur les installations de réception portuaires pour les déchets d'exploitation des navires et les résidus de cargaison (JO L332, 28.12.2000, p.81)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 2002/59/EC du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2002 relative à la mise en place d'un système communautaire de suivi du trafic des navires et d'information, et abrogeant la Directive 93/75/CEE du Conseil (JO L 208, 5.8.2002, p. 10)

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pollution-Sécurité	Communautaire	Directives	Directive 2006/113/EC du Parlement européen et du Conseil du 12 décembre 2006 relative à la qualité requise des eaux conchylicoles (JO L376, 27.12.2006, p. 14)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) no 1406/2002 du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2002 instituant une Agence européenne pour la sécurité maritime (Journal Officiel de la Communauté européenne L 208, 05.08.2002, pp.1-15)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Règlements	Règlement (CE) No 417/2002 du Parlement européen et du Conseil du 18 février 2002 relatif à l'introduction accélérée des prescriptions en matière de double coque ou de normes de conception équivalentes pour les pétroliers à simple coque, et abrogeant le règlement (CE) No 2978/94 du Conseil(JO L 64, 7.3.2002, p.1)
Pollution-Sécurité	Communautaire	Communication	Communication de la Commission au Conseil et au Parlement européen - Stratégie thématique pour la protection et la conservation du milieu marin COM (2005) 504 final
Pollution-Sécurité	Communautaire	Décision	2001/792/CE, Euratom: Décision du Conseil du 23 octobre 2001 instituant un mécanisme communautaire visant à favoriser une coopération renforcée dans le cadre des interventions de secours relevant de la protection civile (Journal Officiel de la Communauté européenne L 297, 15.11.2001, pp. 7-11)
Pollution-Sécurité	Français	Arrêtés	Arrêté inter préfectoral n° 2004/02 Brest et n° 2004/04 Cherbourg réglementant le signalement des accidents et incidents de mer dans la zone économique bordant les côtes françaises de la mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique en vue de prévenir les pollutions marines accidentelles
Pollution-Sécurité	Français	Arrêtés	Arrêté préfectoral No 34/95 du 19 décembre 1995 portant sur la réglementation de l'accès aux ports du Havre - Antifer, du Havre, Rouen et Caen des navires transportant sur la des hydrocarbures ou des substances dangereuses en dérogation à l'arrêté No 326 Cherbourg – 18/81 Brest du 13 mai 1981 règlementant la navigation aux approches des côtes françaises de la Manche et de l'atlantique en vue de prévenir les pollutions marines accidentelles
Pollution-Sécurité	Français	Arrêtés	Arrêté préfectoral No 178/65 du 10 juillet 1965 interdisant la pollution des eaux littorales dans le département du Calvados
Pollution-Sécurité	Français	Arrêtés	Arrêté inter préfectoral n°2002/99 Brest et n°2002/58 Cherbourg réglementant la navigation aux approches des côtes françaises de la mer du Nord, de la Manche et de l'Atlantique en vue de prévenir les pollutions marines accidentelles
Pollution-Sécurité	Français	Arrêtés	Arrêté du 5 juillet 2004 portant sur les informations à fournir au port par les capitaines de navires sur les déchets d'exploitation et les résidus de cargaison de leurs navires (Journal Officiel de la République française "Lois et Décrets" 178 du 03.08.2004, page 13830, texte n° 37)
Pollution-Sécurité	Français	Arrêtés	Arrêté du 21 juillet 2004 relatif au plan de réception et de traitement des déchets d'exploitation et des résidus de cargaison dans les ports maritimes (Journal Officiel de la République française du 7.08.2004, texte No 42)
Pollution-Sécurité	Français	Lois	Loi n°83-581 du 5 juillet 1983 sur la sauvegarde de la vie humaine en mer, l'habitabilité à bord des navires et la prévention de la pollution (Journal Officiel de la République française du 27.02.1983, p.2063)
Pollution-Sécurité	Britannique	*Acts of Parliament*	Act de 1995 relatif au transport maritime de marchandises (*Merchant Shipping Act* 1995) (Chapitre 21, Partie VI Prevention de la Pollution)
Pollution-Sécurité	Britannique	*Acts of Parliament*	Régulations de 1998 relatives au transport maritime de marchandises (Convention sur la préparation, la lutte et la coopération en matière de pollution par les hydrocarbures) (*Merchant Shipping (Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation Convention) Regulations* 1998) *Statutory Instrument* 1998, No 1056

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 2005 relatives aux déchets dangereux (applicables en Angleterre et au Pays de Galles) (*Hazardous Waste (England and Wales) Regulations* 2005) *Statutory Instrument* 2005 No. 894
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 1997 relatives au transport maritime de marchandises (produits dangereux et substances polluantes pour le milieu marin) (*The Merchant Shipping (Dangerous Goods and Marine Pollutants) Regulations* 1997) SI 1997 No. 2367
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 2003 relatives au transport maritime de marchandises et aux navires de pêche (Installations de réception portuaire) (*The Merchant Shipping and Fishing Vessels (Port Waste Reception Facilities) Regulations* 2003) SI 2003 No. 1809
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 2002 applicables aux unités offshore (Mesures de contrôle de la pollution en cas d'urgence) (*Offshore Installations (Emergency Pollution Control) Regulations 2002) Statutory Instrument* 2002, No 1861
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Regulations de 2005 relatives aux activités d'extraction de pétrole offshore (Prévention et contrôle en matière de pollution par les hydrocarbures) (*Offshore Petroleum Activities (Oil Pollution Prevention and Control) Regulations* 2005) *Statutory Instrument* 2005 No 2055
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 2000 relatives aux mesures de prévention et de contrôle en matière de pollution (applicables en Angleterre et au Pays de Galles) (*Pollution Prevention and Control (England and Wales) Regulations 2000) Statutory Instrument* 2000 No. 1973
Pollution-Sécurité	Britannique	*Statutory instruments*	Régulations de 2003 relatives aux ressources aquatiques (étude d'impact environnemental) (applicables en Angleterre et au Pays de Galles) (*Water Resources (Environmental Impact Assessment) (England and Wales) Regulations 2003) Statutory Instrument 2003 No 164*

Axes d'étude	Champs d'application du droit	Types de réglementation	Titres
Travaux en mer	Communautaire	Directives	Directive du Conseil 85/337/EEC du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement JOCE L 175, 5.7.1985, p.40
Travaux en mer	Français	Autres	Extraction de granulats marins dans les eaux françaises
Travaux en mer	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 1949 relatif à la protection du littoral (Coast Protection Act 1949) (Sections 34 à 36)
Travaux en mer	Britannique	*Acts of Parliament*	*Act* de 1985 relatif à l'alimentation et la protection de l'environnement (Food and Environment Protection Act 1985)
Travaux en mer	Britannique	*Statutory instruments*	Procédures d'autorisation et de contrôle de l'exploitation des granulats marins dans les eaux britanniques : Regulations de 2007 relatives à l'étude d'impact environnemental et aux habitats naturels (Environmental Impact Assessment and Natural Habitats Regulations 2007)
Travaux en mer	Britannique	*Statutory instruments*	Procédures d'autorisation complémentaires applicables aux travaux en mer : Regulations de 2007 relatives aux travaux en mer (Marine Works Regulations 2007)
Travaux en mer	Britannique	Procédure non statutaire	Procédure d'autorisation et de contrôle de l'exploitation des granulats marins dans les eaux britanniques : procédure de l'Avis gouvernemental

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Conservation	International law	Binding law	Agreement on the Conservation of small Cetaceans of the Baltic and North Sea
Conservation	International law	Binding law	Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats ("Berne Convention")
Conservation	International law	Binding law	Convention on Biological Diversity
Conservation	International law	Binding law	Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (OSPAR)
Conservation	International law	Binding law	Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat (RAMSAR)
Conservation	International law	Binding law	Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild animals
Conservation	International law	Soft law	Agenda 21
Conservation	International law	Soft law	Rio Declaration
Conservation	International law	Soft law	World Charter for Nature
Conservation	Community law		Natura 2000
Conservation	Community law	Directives	Council Directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds (Birds Directive) (OJ L 103 of 25.04.1979)
Conservation	Community law	Directives	Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (Habitats Directive) (OJ L 206, 22.07.1992, p.7)
Conservation	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) No 812/2004 of 26 April 2004 laying down measures concerning incidental catches of cetaceans in fisheries, amended by regulation (EC) 88/98
Conservation	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) No 1185/2003 of 26 June 2003 on the removal of fins of sharks on board vessels
Conservation	French law		French national strategy for Biodiversity and the action plan for the sea
Conservation	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 17 April 1981, amended by arrêtés of 29 July 2005, 16 June 1999, 5 March 1999, 2 November 1992, 11 April 1991, 27 June 1985, 31 January 1984, establishing the list of bird species protected within the whole French territory, JORF of 19.05.1981,
Conservation	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 19 July 1988 dealing with the list of protected marine plant species, JORF of 9.08.1988, p. 10128
Conservation	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 8 December 1988 establishing the list of fish species protected within the whole French territory, JORF of 22.12.1988, p. 16036
Conservation	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 27 July 1995 as amended by Arrêté of 29 July 2005, establishing the list of marine mammals protected within the French territory, JORF of 1.10.1995, p. 14387
Conservation	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 20 December 2004 as amended by Arrêté of 29 July 2005 establishing the list of marine fauna animals protected within the whole French territory, JORF of 7.01.2005, Text No 38
Conservation	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 23 April 2007 establishing the list of mollusc species protected within the whole French territory and their protection conditions, JORF of 6.05.2007, Text No 32
Conservation	French law	*Arrêtés*	Article L411-1 of the French Environment Code: conservation measures applying to animal and plant species
Conservation	French law	*Lois*	*Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres* (Organisation for the protection of coastal and lakeside shores), Articles L322-1 to -14 and R242-1 to -33 of the French Environment Code
Conservation	French law	*Lois*	"*Grands sites de France*" label

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Conservation	French law	*Lois*	Marine nature parks, Loi of 14 April 2006, Articles L 334-3 to -8 and R 334-27 to -38 of the French Environment Code, Arrêté of 14 February 2008
Conservation	French law	*Lois*	Nature reserves (*Réserves naturelles*), Articles L332-1 to L332-27 of the French environment Code
Conservation	French law	*Lois*	Protection of nature monuments and sites (*Sites et monuments naturels inscrits et/ou classés*), Articles L341-1 to -22 and R341-1 to -31 of the French environment Code
Conservation	French law	*Lois*	Regional nature parks (*parcs naturels régionaux*), Articles L333-1 to L333-3 and R333-1 to -19 of the French Environment Code
Conservation	French law	*Lois*	*Schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux* (Water management and planning leading programmes) *Schémas d'aménagement et de gestion des eaux* (planning and management water programmes), Articles L212-1 to -11 of the French Environment Code
Conservation	French law	*Lois*	*Directives territoriales d'aménagement* (Territorial Planning Directives), Articles L-111-1-1and L146-1 of the French Urbanism Code
Conservation	British law	Acts of Parliament	Areas of Outstanding Natural Beauty (AONBs): the Countryside & Rights of Way Act 2000 (Part IV)
Conservation	British law	Acts of Parliament	Natural Environment and Rural Communities Act 2006, Chapter 16
Conservation	British law	Acts of Parliament	Nature Reserves: the National Parks & Access to the Countryside Act 1949 (Part III)
Conservation	British law	Acts of Parliament	Sites of Special Scientific Interest: The Wildlife and Countryside Act 1981 (Part II)
Conservation	British law	Acts of Parliament	Wildlife and Countryside Act 1981, Part I (Protection of wildlife), Wildlife and Countryside Act 1981
Conservation	British law	Statutory instruments	Conservation (Natural Habitats, &c.) Regulations 1994, Statutory Instrument 1994 No. 2716
Conservation	British law	Statutory instruments	Offshore Marine Conservation (Natural Habitats, &c.) Regulations 2007, Statutory Instrument 2007 No. 1842

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	International law	Binding law	Convention on Future Multilateral Co-operation in North-East Atlantic Fisheries
Fisheries	International law	Binding law	United Nations Agreement for the Implementation of the Provisions of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982 relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks
Fisheries	International law	Binding law	United Nations Convention of the Law of the Sea
Fisheries	International law	Soft law	Food and Agriculture Organisation Code of Conduct for Responsible Fisheries (Cancún Declaration)
Fisheries	International law	Soft law	International Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks
Fisheries	International law	Soft law	International Plan of Action for the Management of Fishing Capacity
Fisheries	International law	Soft law	International Plan of Action for Illegal, Unreported and Unregulated Fishing
Fisheries	International law	Soft law	Rome Consensus on World Fisheries
Fisheries	International law	Soft law	Rome Declaration on the Implentation of the Food and Agriculture Organisation Code of Conduct on Responsible Fisheries
Fisheries	International law	Soft law	Declaration of the International Conference on Responsible Fishing
Fisheries	International law	Soft law	Kyoto declaration and Plan of Action
Fisheries	International law	Soft law	North Sea Conferences
Fisheries	International law	Soft law	Rio Declaration
Fisheries	Community law	Directives	Council Directive 83/515/EEC of 4 October 1983 concerning certain measures to adjust capacity in the fisheries sector (OJ L 290, 22.10.1983, p. 15–19)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EEC) No 31/83 of 21 December 1982 on an interim common measure for restructuring the inshore fishing industry and aquaculture, (OJ L 5, 7.1.1983, p. 1–4)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation EC 2807/83 of 22 September 1983 laying down detailed rules for recording information on Member States' catches of fish, (OJ L 276, 10.10.1983, p. 1–18)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (CEE) No 3440/84 of 6 December 1984 on the attachment of devices to trawls, Danish seines and similar nets, (OJ L 318, 07.12.1984 p. 23–27)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) 3561/85 of 17 December 1985 concerning information about inspections of fishing activities carried out by national control authorities (OJ L 339, 18.12.1985, p. 29–33)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) 1381/87 of 20 May 1987 establishing detailed rules concerning the marking and documentation of fishing vessels (OJ L 132, 21.5.1987, p. 9–10)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation 2847/93 of 12 October 1993 establishing a control system applicable to the common fisheries policy (OJ L 261, 20.10.93, p. 1-35)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) 1627/94 of 27 June 1994 laying down general provisions concerning special fishing permits (OJ L 171, 6.7.1994, p. 7–13)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) 2943/95 of 20 December 1995 setting out detailed rules for applying Council Regulation (EC) No 1627/94 laying down general provisions concerning special fishing permits (OJ L 308, 21.12.1995, p. 15–16)

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) 847/96 of 6 May 1996 introducing additional conditions for year-to-year management of TAC and quotas (OJ L 115, 9.5.1996, p. 3–5)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) No 850/98 of 30 March 1998 for the conservation of fishery resources through technical measures for the protection of juveniles of marine organisms (OJ L 125, 27.04.1998, p. 1-55)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) 1434/98 of 29 June 1998 specifying conditions under which herring may be landed for industrial purposes other than direct human consumption (OJ L 191, 7.7.1998, p. 10–12)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation 1447/1999 of 24 June 1999 establishing a list of types of behaviour which seriously infringe the rules of the common fisheries policy (OJ L 167, 2.7.1999, p. 5–6)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) No 1922/1999 of 8 September 1999 laying down detailed rules for the application of Council Regulation (EC) No 850/98 as regards conditions under which vessels exceeding eight meters length overall shall be permitted to use beam trawl within certain waters of the Community (JO L 238, 09.09.1999, p. 8-10)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) nº 2791/1999 of 16 December 1999 laying down certain control measures applicable in the area covered by the Convention on future multilateral cooperation in the North-East Atlantic fisheries (OJ L 337, 30.12.1999)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation EC 2056/2001 of 19 October 2001 establishing technical measures for the recovery of the stocks of cod in the North sea and to the West of Scotland (OJ L 277, 20/10/2001 p. 13 – 16)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) No 2371/2002 of 20 December 2002 on the conservation and sustainable exploitation of fisheries resources under the Common Fisheries Policy (OJ L 358, 31.12.2002, p. 59–80)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) No 129/2003 of 24 January 2003 laying down detailed rules for determining the mesh size and thickness of twine of fishing nets (OJ L22 of 25.1.2003, pp.5-14)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) 1954/2003 of 4 November 2003 on the management of the fishing effort relating to certain Community fishing areas and resources and modifying Regulation (EC) No 2847/93 and repealing Regulations (EC) No 685/95 and (EC) No 2027/95 (OJL 289, 07.11.2003, p. 1-7)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) 2244/2003 of 18 December 2003 laying down detailed provisions regarding satellite-based Vessel Monitoring Systems (OJ L 333, 20.12.2003, p. 17–27)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation (EC) 26/2004 of 30 December 2003 on the Community fishing fleet register (OJ L 5, 9.1.2004, p. 25–35)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation No 423/2004 of 26 February 2004 establishing measures for the recovery of cod stocks (OJ L 70, 9.3.2004, pp. 8–11)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation 811/2004 of 21 April 2004 establishing measures for the recovery of the Northern hake stock (OJ L 150, 30.4.2004, pp. 1–11)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation EC 356/2005 of 1 March 2005 laying down detailed rules for the marking and identification of passive fishing gear and beam trawls (OJ L 56, 2.3.2005, p. 8–11)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) 768/2005 of 26 April 2005 establishing a Community Fisheries Control Agency and amending Regulation (EC) No 2847/93 establishing a control system applicable to the common fisheries policy (OJ L 128, 21.5.2005, p. 1–14)
Fisheries	Community law	Regulations	Commission Regulation EC 1281/2005 of 3 August 2005 on the management of fishing licences and the minimal information to be contained therein (OJ L 203, 4.8.2005, p. 3–5)

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) No 41/200 of 21 December 2006 fixing for 2007 the fishing opportunities and associated conditions for certain fish stocks and groups of fish stocks, applicable in Community waters and, for Community vessels, in waters where catch limitations are required (OJL 15, 20.01.2007, p. 1-213)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) 1966/2006 of 21 December 2006 on electronic recording and reporting of fishing activities and on means of remote sensing (OJ L 36, 8.2.2007)
Fisheries	Community law	Regulations	Council Regulation (EC) No 676/2007 of 11 June 2007 establishing a multiannual plan for fisheries exploiting stocks of plaice and sole in the North Sea (OJ L 157, 19.06.2007, pp.1-6)
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 01/2007 of 5 January 2007 implementing the deliberation 2/2004 of the Nord-Pas de Calais / Picardie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (Comité régional des pêches maritimes et des élevages marins) dealing with trawling within the Equemer zone
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 4/2005 of 5 January 2005 establishing conservation measures in the Bay of Veys and the Orne Estuary
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 5/2005 of 5 January 2005 prohibiting the fishing of salmonidae within the Seine Estuary
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 9/65 of 13 May 1965 dealing with the ormer (*Haliotis tuberculata*) fishing within areas under the competence of the maritime registration Department (Direction de l'inscription maritime) of le Havre, Normandie and the North Sea
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 11/2004 of 5 February 2004 prohibiting the fishing for living shells between the Seine Bay and Antifer Cape
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 17/1996 of 9 April 1996 dealing with cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) fishing within three miles off the coast of the Haute Normandie Region, Amended by the Arrêté 39/2001 of 9 April 2001
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 21/2001 of 12 February 2001 establishing the estuarine prawn (*Palaemon longirostris*) exploitation conditions downstream from the water saltness limit of the Calvados and Seine Maritime rivers South of the parallel going through the Heve Cape
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 22/2001 establishing the shrimp (*Crangon crangon*) exploitation conditions within three miles off the coast of the Calvados Department and the Seine Estuary South of the parallel going through the Heve Cape and East of the line going from the Hev
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 23/2007 of 15 March 2007 implementing the deliberation EXP-BU-Me-1-2007 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins) creating the whelk (*Buccinum undatum*) fishing licence in the Eastern English Channel and establishing the rules applying to this fishery
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 28/2007 of 28 March 2007 implementing the deliberation PPP/COQUE/2007 of 16 February 2007 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins) establishing cockle (*Cerastoderma edule*) bottom fishing on the Basse Normandie coastline
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 28/99 of 28 April 1999 authorising the use of towed gear within three miles off the coast of the Seine Maritime Department between Antifer Cape and the Seine Estuary, Amended by the Arrêté 470/2006 of 9 November 2006
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 33/2005 of 8 February 2005 implementing the deliberation SEIBS-2004 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins) creating and establishing conditions of issuance of the cuttlefish taken by pot fishing licence in the Bay of Seine and the rules applying to this fishery
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 38/77 of 25 May 1977 prohibiting permanently the fishery, landing and trading of "pied de cheval" oysters (*Ostrea edulis*) off the coasts of Caen and Cherbourg

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 45/1995 of 28 September 1995 authorising the use of shrimp (*Crangon crangon*) selective trawls off the coasts of the Pas-de-Calais and Somme Departments, Amended by Arrêté 20/2000 of 7 February 2000
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 51/2006 of 20 April 2006 implementing the deliberation of 11 April 2006 of the Haute Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) creating and establishing the cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) fishing licence within three miles off the coast of the Seine Maritime Department
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 52/2007 of 15 May 2007 authorising cockle (*Cerastoderma edule*) fishing in part of the Bay of Veys deposits (Brévands deposit, Manche department)
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 52/79 of 28 August 1979 regulating the use of trawls within the area under the competence of the "Normandie – North Sea" Maritime Affairs (Affaires maritimes)
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 53/2006 of 27 April 2006 implementing the deliberation of 21 April 2006 of the Haute Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) creating and establishing conditions of issuance of the mussel (*Mytilus edulis*) fishing licence and the rules applying to this fishery
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 58/2007 of 31 may 2007 regulating the use of towed gears within 3 miles off the coasts of the Calvados and Eastern Manche Departments
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 61/1996 of 8 July 1996 authorising the use of towed gears within three miles off the coast of the Pas de Calais Department, North of the Cape Gris-Nez, Amended by Arrêté 20/2000 of 7 February 2000, Amended by Arrêté 234/2004 of 3 September 2004
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 65/1999 of 15 July 1999 dealing with the mussel (*Mytilus edulis*) fishing within three miles off the coast of the Haute Normandie Region
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 71/2007 of 27 June 2007 implementing the MUSSEL deliberation EXP-11-2007 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) establishing the mussel (*Mytilus edulis*) exploitation conditions on the Eastern Cotentin mussel deposit for 2007
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 74/2005 of 20 April 2005 authorising the use of towed gears within three miles off the coasts of the Pas de Calais and Somme Departments, Amended by the Arrêté 32/2007 of 02 April 2007
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 76/2007 of 7 July 2007 implementing the deliberation 2/2007 of the Nord-Pas de Calais / Picardie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) dealing with the issue of the net fishing licence
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 135/1999 of 20 December 1999 regulating trawl fishing within three miles off the coast of the Nord Department, Amended by *Arrêté* 271/2005 of 13 September 2005
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 137/2004 of 24 May 2004 authorising sand eel (*Hyperoplus immaculatus*) fishing within three miles off the coast of Antifer Cape
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 138/2005 of 6 May 2005 implementing the deliberation ATT/11-2005 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) creating and establishing the general conditions applying to the issue of the mussel (*Mytilus edulis*) fishing licence
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 143/2004 of 2 June 2004, amended by the Arrêté No 34/2006, dealing with the closing of mussel (*Mytilus edulis*) deposits located on the Calvados coast

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 187/2003 of 14 October 2003 implementing the deliberation of 26 September 2006 of the Haute Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Comity (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) dealing with the issue of a herring (*Clupea harengus harengus*) fishing licence
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 203/2004 of 20 July 2004 authorising the ormer (*Haliotis tuberculata*) fishing on the coastline of the Manche Department
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 266/2006 of 17 August 2006 implementing the deliberation SEI-ME-2006 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) creating and establishing conditions of issuance the fishing licence for cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) taken by pot in the Eastern English Channel and the rules applying to this fishery
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 305/2004 of 15 September 2004 prohibiting the use of towed gears on the Eastern Cotentin mussel deposits
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 318/2006 of 7 September 2006 establishing the general conditions applying to the issue of the shellfish, whelk (*Buccinum undatum*) and cuttlefish (*Sepia officinalis* L.) fishing licences
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 442/2006 of 3 November 2006 implementing the deliberation EXP/CR13ME/2006 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) creating the shellfish fishing licence in the Eastern English Channel (VIId) and establishing the rules applying to this fishery
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 566/2004 of 7 December 2004 implementing the deliberation OMR3-2004 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins)* dealing with the marking of professional ormer (*Haliotis tuberculata*) fishery in the Northern Cotentin
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 583/2006 implementing the deliberation N02006/FILME2 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) creating and establishing the conditions applying to the issue of the net fishing licence in the Eastern English Channel
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 607/2006 of 19 December 2006 implementing the deliberation PPP-PAL-2006 of the Basse Normandie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) establishing the clam (*Ruditapes* sp. and *Venerupis* sp.) bottom fishery (pêche à pied) on the Basse Normandie coastline
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 611/2006 of 19 December 2006, implementing the deliberation No 9/2006 of the Nord-Pas de Calais / Picardie Marine Farming and Maritime Fisheries Regional Committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) dealing with the issue of the multi purpose net fishing licence for 2007
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 1750 P-3 of 19 June 1980 regulating the use of large vertical opening trawls (chalut à grande ouverture verticale) within the French territorial sea
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 2883 P-5 of 1 August 1969 establishing rules applying to the marking of fishing vessels using gillnets or drifting nets and of these fishing gear
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 3 February 1975 regulating the warty venus (*Venus verrucosa*) and dog cockle (*Glycymeris glycymeris*) fisheries within the English Channel, JO of 23.03.1975, p. 3176
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 1248 P-3/P-4 of 3 May 1977 regulating the use of pelagic trawls
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 18 July 1990 dealing with the statistics report requirement related to the maritime fisheries products, JORF n° 222 of 25.09.1990, p. 11594

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 27 September 1993 establishing the quotas applying to the scallop (*Pecten maximus*) in waters under the jurisdiction and sovereignty of France, JORF n° 234 of 8.10.1993, p. 14006
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 12 May 2003 regulating the scallop (*Pecten maximus*) fishery, JORF n° 115 of 18.05.2003, p. 8568, text n° 8
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 16 July 2004 designating the French maritime ports within which the landing of more than two tonnes of hake (*Merluccius merluccius*) is authorised, JORF n° 176 of 31.07.2004, p. 13659, text n° 50
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 3 February 2006 designating the French maritime ports within which the landing of more than two tonnes of cod *(Gadus morhua*) is authorised, JORF n° 42 of 18.02.2006, p. 2531, text n° 43
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 3 August 2006 establishing detailed rules for the application of Articles 23-1 and 23-2 of the amended Décret of 25 January 1990 dealing with the obligation to report the catch, landing and trans-shipment of marine organisms from the first kilogram, JORF n° 194, 23.08.2006, 12387, Text n° 47
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 26 December 2006 establishing fishing opportunities distribution and common management method, including catch and fishing effort quotas, for French vessels registered within the European Community, JORF n° 301, 29.12.2006, p. 19953-19960, Text n° 104
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 27 February 2007 designating the French maritime ports within which the landing of more than 10 tonnes of herring (*Clupea harengus harengus*), mackerel (*Scomber scombrus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) species is authorised, JORF n° 62, 14.03.2007, p. 4815, Text n° 32
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 19 March 2007 establishing the minimum catch and landing size or weight of fish stocks and any other marine organism, JORF n° 91 of 18.04.2007, pp. 6957-6958, text n° 21
Fisheries	French law	*Arrêtés*	*Deliberation* No 2006/CSJNC-14B establishing the scallop (*Pecten maximus*) exploitation conditions in the Northern Cotentin deposit for 2006/2007
Fisheries	French law	*Circulaires*	*Circulaire* of 8 September 2000, dealing with the general organisation of the monitoring of the maritime fisheries and the fisheries products, JORF of 24.09.2000, pp.15045-15047
Fisheries	French law	*Circulaires*	*Circulaire* of 12 January 2006 dealing with the format of the regional fisheries monitoring programmes and of the maritime façade monitoring plans
Fisheries	French law	*Circulaires*	*Circulaire* of 12 May 2006 dealing with the integration and operational coordination of the monitoring system applying to the Common Fishery Policy and the follow up of efficiency indicators set up by the European Commission
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* No 89-1018 of 22 December 1989 laying down detailed rules for the application of the amended Décret of 9 January 1852 dealing with the maritime fishery activity related to the determination of the catch minimal size and the landing of fish and any other marine organism. JORF of 05.11.1990, p. 177-179
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* 90-94 of 25 January 1990 laying down detailed rules for the application of Articles 3 and 13 of the amended Decret of 9 January 1852 dealing with the maritime fishery activity, JOFR of 27.01.90, pp. 1152-1155
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* No 90-719 of 9 August 1990 establishing rules applying to the fisheries, harvest and collection of marine flora, JORF of 11.08.1990, pp. 9824-9825

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* No 93-33 of 8 January 1993 dealing with the fishing permit (permis de mise en exploitation) for fishing vessels implementing Article 3-1 of Décret of 9 January 1852 as amended dealing with the maritime fisheries activity, JORF of 10.01.1993, pp. 57
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* of 9 January 1852 dealing with the maritime fisheries activity, JORF of 21.08.1944, p.53
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* of 5 November 1891 prohibiting the use of fire arms or explosive devices as a fishing method
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* of 30 December 1933 prohibiting the use of explosive devices for the maritime fisheries
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* No 2001-426 of 11 may 2001 regulating the professional maritime bottom fishing, JORF of 18.05.2001, pp. 7963-7964
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* No 2007-531 of 6 April 2007 laying down detailed rules for the application of Article 3 of the amended Décret of 9 January 1852 dealing with the maritime fisheries activity and related to the monitoring of catches and landings of the French fishing, JORF of 08.04.2007, Texte n° 21
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* 92-335 of 30 March 1992 establishing the organisation and the functioning of the maritime fisheries and marine farming national committee (*Comité Régional des Pêches Maritimes et des Elevages Marins*) and of the maritime fisheries and marine farming, JORF of 01.04.1992
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* of 10 May 1862 regulating the maritime coastal fishing, JORF of 15.03.1962, p.168
Fisheries	French law	*Décrets*	*Décret* 67-451 of 7 June 1967 extending the fishing area within which foreign vessels are prohibited, JORF of 9.06.1967
Fisheries	French law	*Lois*	*Loi* No 91-411 of 2 May 1991, dealing with the inter-professional organisation of maritime fisheries and marine farming (*organisation interprofessionnelle des pêches maritimes et des élevages marins*) and with the oyster and mussel farming organisation, JORF of 07.05.1991, p. 1991, p. 6072-6074
Fisheries	British law	Acts of Parliament	Sea Fisheries (conservation) Act 1967
Fisheries	British law	Acts of Parliament	Sea Fisheries (Shellfish) Act 1967 (Chapter 84)
Fisheries	British law	Acts of Parliament	Sea Fisheries Act 1968 (Chapter 77)
Fisheries	British law	Acts of Parliament	Sea fisheries Regulation Act 1966 (Chapter 38)
Fisheries	British law	Byelaws	Byelaws of the Kent & Essex Sea Fisheries Committee
Fisheries	British law	Byelaws	Byelaws of the Southern Sea Fisheries Committee
Fisheries	British law	Byelaws	Byelaws of the Sussex Sea Fisheries Committee
Fisheries	British law	Statutory instruments	Fishing Nets (North-East Atlantic) Order 1977, SI 1977 No. 440
Fisheries	British law	Statutory instruments	Incidental Catches of Cetaceans in Fisheries (England) Order 2005, SI 2005 No. 17
Fisheries	British law	Statutory instruments	Prohibition of Fishing with Multiple Trawls Order 2003, SI 2003 No. 1559
Fisheries	British law	Statutory instruments	Scallop Fishing Order 2004, SI 2004 No. 12
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fish (Specified area) (Regulation of Nets and Prohibition of Fishing Methods) Order 1989, SI 1989 No. 1284

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fish (Specified Sea Areas) (Regulations of Nets and Other Fishing Gears) Order 1991, SI 1991 No. 1380
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fish (Specified Sea Areas) (Regulation of Nets and Other Fishing Gear) Order 2001, SI 2001 No. 649
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fish Licensing Order 1992, SI 1992 No. 2633
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fisheries (Byelaws) Regulations 1985, SI 1985 No. 1785
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fishing (Enforcement of Community Conservation Measures) Order 2000, SI 2000 No. 1081
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fishing (Enforcement of Community Control Measures) Order 2000, SI 2000 No. 51
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fishing (Enforcement of Community Satellite Monitoring Measures) Order 2004, SI 2004 No. 3226
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fishing (Marking and Identification of Passive Fishing Gear and Beam Trawls) (England) Order 2006, SI 2006 No. 1549
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fishing (North-East Atlantic Control Measures) Order 2000, SI 2000 No. 1843
Fisheries	British law	Statutory instruments	Sea Fishing (Prohibition on the Removal of Shark Fins) Order 2007, SI 2007 No. 2554
Fisheries	British law	Statutory instruments	Shrimp Fishing Nets Order 2002, SI 2002 No. 2870

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Pollution & Security	International law	Binding law	Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal
Pollution & Security	International law	Binding law	Agreement for cooperation in dealing with pollution of the North Sea by oil and other harmful substances
Pollution & Security	International law	Binding law	Protocol to the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter
Pollution & Security	International law	Binding law	Mancheplan
Pollution & Security	International law	Binding law	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships of 1973, as modified by the Protocol of 1978 (MARPOL)
Pollution & Security	International law	Binding law	International Convention on Oil Pollution Preparedness, response and co-operation (Convention OPRC)
Pollution & Security	International law	Binding law	Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic (Convention OSPAR)
Pollution & Security	International law	Soft law	Global Programme of Action for the Protection of the Marine environment From Land Based activities
Pollution & Security	Community law	Communications	Communication from the Commission to the Council and the European Parliament on a Thematic Strategy on the Protection and Conservation of the Marine Environment, COM (2005) 504 final
Pollution & Security	Community law	Decisions	Council Decision of 23 October 2001 establishing a Community mechanism to facilitate reinforced cooperation in civil protection assistance interventions (OFEC L 297, 15.11.2001, pp. 7-11)
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 91/689/EEC of 12 December 1991 on hazardous wastes (OJ L 377, 31.12.1991, p.20)
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control (OFEC L257, 10.10.1996, pp. 1-21)
Pollution & Security	Community law	Directives	Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy (OJEC L 327, 22.12.2000, pp.1-77)
Pollution & Security	Community law	Directives	Directive 2006/11/EC of the European Parliament and the Council of 15 February 2006 on pollution caused by certain dangerous substances discharged into the aquatic environment of the Community (OJEC L 64, 04.03.2006, pp. 52-59)
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 75/439/EC of 16 June 1975 on the disposal of waste oils, OJEC L194, 25.7.1975, p.23
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 94/57/EC of 22 November 1994 on common rules and standards for ship inspection and survey organisations and for the relevant activities of maritime administrations, OJEU L 319, 12.12.1994, p. 20
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 95/21/EC of 19 June 1995 on port State control of shipping, OJEC L 157, 7.7.1995, p.1
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 96/98/EC of 20 December 1996 on marine equipment, OJEU L 46, 17.2.1997, p.25
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 97/70 of 11 December 1997 setting up a harmonised safety regime for fishing vessels of 24 metres in length and over, OJEU L34, 9.2.1998, p.1
Pollution & Security	Community law	Directives	Council Directive 1999/35/EC of 29 April 1999 on a system of mandatory surveys for the safe operation of regular ro-ro ferry and high-speed passenger craft services, OJEU L 138, 1.6.1999, p.1
Pollution & Security	Community law	Directives	Directive 2000/59/EC of the European Parliament and the Council of 27 November 2000 on port facilities for ship-generated waste and cargo residues, OJEC L332, 28.12.2000, p.81

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Pollution & Security	Community law	Directives	Directive 2002/59/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2002 establishing a Community vessel traffic monitoring and information system and repealing Council Directive 93/75/EEC, OJEC L 208, 5.8.2002, p. 10
Pollution & Security	Community law	Directives	Directive 2006/113/EC of the European Parliament and of the Council of 12 December 2006 on the quality required of shellfish waters, OJEU L376, 27.12.2006, p. 14
Pollution & Security	Community law	Regulations	Regulation (EC) No 1406/2002 of the European Parliament and of the Council of 27 June 2002 establishing a European Maritime Safety Agency (OJEC L 208, 05.08.2002, pp.1-15)
Pollution & Security	Community law	Regulations	Regulation (EC) No 417/2002 of the European Parliament and of the Council of 18 February 2002 on the accelerated phasing-in of double hull or equivalent design requirements for single hull oil tankers and repealing Council Regulation (EC) No 2978/94
Pollution & Security	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 2004/02 of the Brest Prefecture and No 2004/04 of the Cherbourg Prefecture of 27 January 2004 regulating the report of accidents and incidents at sea within the Exclusive Economic Zone bordering the French coasts of the North Sea, the English Channel and the Atlantic in order to prevent accidental maritime pollution
Pollution & Security	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* 34/95 of 19 December 1995 regulating the access to the ports of Le Havre-Antifer, Le Havre, Rouen and Caen for oil tankers and vessels carrying harmful substances in dispensation of the Arrêté No 326 Cherbourg – 18/81 Brest of 13 May 1981 regulating the shipping off the French coasts of the English Channel and the Atlantic in order to prevent accidental marine pollution
Pollution & Security	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 178/65 of 10 July 1965 prohibiting pollution within the Calvados Department territorial sea
Pollution & Security	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* No 2002/99 of the Brest Prefecture of 18 October 2002 and 2002/58 of the Cherbourg Prefecture of 11 December 2002 regulating the shipping off the French coasts of the North Sea, the English Channel and the Atlantic in order to prevent accidental marine pollution
Pollution & Security	French law	*Arrêtés*	Arrêté of 5 July 2004 dealing with information to be delivered by masters to the port related to ship-generated waste and cargo residues, OJFR "Lois et Décrets" 178 of 03.08.2004, page 13830, text n° 37
Pollution & Security	French law	*Arrêtés*	*Arrêté* of 21 July 2004 dealing with ship-generated waste and cargo residue reception and handling plans in maritime ports, OJFR of 7.08.2004, text No 42
Pollution & Security	French law	*Lois*	*Loi* No 83-581 of 5 July 1983 for the safety of life at sea, the fitness for habitation on board vessels and prevention of pollution, OJFR of 27.02.1983, p.2063
Pollution & Security	British law	Acts of Parliament	Merchant Shipping Act 1995 (Chapter 21, Part VI Prevention of Pollution)
Pollution & Security	British law	Acts of Parliament	Merchant Shipping (Oil Pollution Preparedness, Response and Co-operation Convention) Regulations 1998, Statutory Instrument 1998, No 1056
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Hazardous Waste (England and Wales) Regulations 2005, Statutory Instrument 2005 No. 894

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Merchant Shipping (Dangerous Goods and Marine Pollutants) Regulations 1997, SI 1997 No. 2367
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Merchant Shipping and Fishing Vessels (Port Waste Reception Facilities) Regulations 2003, SI 2003 No. 1809
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Offshore Installations (Emergency Pollution Control) Regulations 2002, Statutory Instrument 2002, No 1861
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Offshore Petroleum Activities (Oil Pollution Prevention and Control) Regulations 2005, Statutory Instrument 2005 No 2055
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Pollution Prevention and Control (England and Wales) Regulations 2000, Statutory Instrument 2000 No. 1973
Pollution & Security	British law	Statutory instruments	Water Resources (Environmental Impact Assessment) (England and Wales), Regulations 2003, Statutory Instrument 2003 No 164

Themes	Application fields	Types of regulation	Titles
Marine Works	Community law	Directives	Council Directive 85/337/EEC of 27 June 1985 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment, OJEU L 175, 5.7.1985, p.40
Marine Works	French law		Extraction of marine aggregates within French waters
Marine Works	British law	Acts of Parliament	Coast Protection Act 1949 (Sections 34 to 36)
Marine Works	British law	Acts of Parliament	Food and Environment Protection Act 1985
Marine Works	British law	Non statutory system	Licensing and monitoring of extraction of minerals within British waters: the former non statutory "Government View" procedure
Marine Works	British law	Statutory instruments	Licensing and monitoring of extraction of minerals within British waters: the Environmental Impact Assessment and Natural Habitats Regulations 2007
Marine Works	British law	Statutory instruments	Additional licensing procedures for marine works: the Marine Works Regulations 2007

Chapitre 3.
Le milieu marin

Chapter 3.
Physical environment

Chapitre 3.
Le milieu marin

Résumé

Cette section présente l'environnement physique marin de la Manche orientale au travers de cartes utilisant des données provenant de sources variées: résultats de modèles hydrodynamiques, échantillonnages *in situ* lors de campagnes scientifiques en mer, données obtenues par imagerie satellitaire. L'environnement marin de la Manche orientale est ainsi présenté sous divers angles : physique, sédimentaire, hydrodynamique et hydrologique. Certaines de ces cartes ont servi dans l'élaboration des modèles d'habitat d'espèces, qui sont présentés au chapitre 4.

Introduction

La Manche est une mer épicontinentale bordée au nord par le Royaume-Uni, au sud par la France, les limites ouest avec la mer Celtique étant arbitraires. Ouverte à l'ouest aux influences de l'océan Atlantique, elle communique avec la mer du Nord par le détroit du Pas-de-Calais, lieu de passage forcé des masses d'eaux entre ces deux mers. D'une longueur d'environ 500 km et d'une superficie de 77 000 km^2, elle se caractérise par une faible profondeur. La morphologie de ses côtes est diversifiée : alternance de hautes falaises de craie (Pas-de-Calais, Kent, Sussex) et de plages de sables ou de galets (Basse-Normandie, Picardie, mer du Nord) entrecoupées de baies, rias ou estuaires (Seine, Solent, baie des Veys, Somme, Authie, Canche, Tamise, etc) abritant des marais littoraux, des vasières et prés-salés.

Les cartes présentées dans ce chapitre illustrent l'environnement en Manche orientale : cartes de profondeur, de tension de cisaillement sur le fond, de types de sédiments et d'hydrologie (température, salinité, chlorophylle *a* et matières en suspension). La variabilité des paramètres hydrologiques est décrite notamment à l'aide d'images satellitaires. Certaines des cartes de distribution spatiale de paramètres environnementaux (issues des données de campagnes scientifiques), ainsi que les cartes de profondeur, tension de cisaillement, types de sédiment, ont été utilisées dans l'élaboration des modèles d'habitat d'espèces, qui sont présentés au chapitre 4.

Méthodes

Les données utilisées pour réaliser les cartes décrivant l'environnement physique de la Manche orientale proviennent de sources diverses : résultats de modèles hydrodynamiques, échantillonnages *in situ* lors de campagnes scientifiques en mer, données obtenues par imagerie satellitaire. Le tableau 1 récapitule les types de données présentées dans l'atlas, ainsi que leurs sources et les traitements ef-

Chapter 3.
Physical environment

Abstract

This section introduces the marine physical environment of the eastern English Channel through maps compiled from data from various sources: hydrodynamic modelling outputs, data sampled during scientific sea surveys, data obtained through remote sensing. The marine environment of the eastern English Channel is hence described from different perspectives: physical, sedimentary, hydrodynamic, and hydrological. Some of these maps were used as part of the modelling procedures to create the species habitat maps presented in chapter 4.

Introduction

The English Channel is a shallow epicontinental sea bordered by the United Kingdom (north) and France (south), the western limits (with the Celtic Sea) being arbitrary. It is influenced by the Atlantic Ocean to the west, and is connected to the North Sea through the Dover Strait, where water masses may transit between the two marine areas. Stretching over 500 km and having an area of about 77,000 km^2, it is characterised by a particular and diverse coastal morphology: high chalk cliffs (Pas-de-Calais, Kent, Sussex) alternating with pebbly or sandy beaches (Basse-Normandie, Picardie, North Sea), plus bays and estuaries (Seine, Solent, Bay of Veys, Somme, Authie, Canche, Thames estuary, etc) with sheltered tidal and mud flats, and salt marshes.

The maps shown in this atlas illustrate the marine environment of the eastern English Channel: depth, bed shear stress, seabed sediment types and some hydrological factors (temperature, salinity, chlorophyll *a* and suspended matter). The variation of hydrological parameters is notably shown using data from satellite imagery. Some of the maps showing the spatial distribution of environmental parameters (measured during scientific sea surveys), along with maps of depth, bed shear stress and sediment types, were used as part of the modelling procedures to create the species habitat maps presented in chapter 4.

Methods

The data used to compile the maps describing the physical environment of the eastern English Channel come from various origins : hydrodynamic modelling outputs, data sampled during scientific sea surveys, data obtained through satellite imagery. Table 1 summarises the data types presented in the atlas, along with their sources and the data treatments applied.

fectués.

Profondeur

La profondeur, c'est-à-dire la bathymétrie avec un niveau moyen d'eau, a été choisie pour cet atlas plutôt que la bathymétrie seule. En effet, d'un point de vue écologique, la notion de profondeur est plus pertinente que celle de bathymétrie. De plus, cette couche géographique a été utilisée dans l'élaboration des modèles d'habitat d'espèces, qui sont présentés au chapitre 4. La couche raster de profondeur a été créée en additionnant (sous ArcMap, ESRI) le raster de bathymétrie à celui du niveau moyen d'eau. Ces derniers ont été créés comme suit :

Les données de bathymétrie (ou niveau zéro, ou marée basse, c'est-à-dire correspondant à un coefficient de marée de 120) ont été extraites des cartes marines du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM). A partir d'un maillage régulier, ou grille de points, de 1.8 km de côté et référencé en datum WGS 1984, un raster continu (de taille de cellule de 1 km^2) a été créé par simple interpolation (voir annexe 2). Il faut noter ici que cette couche bathymétrique de niveau zéro est "imaginaire" car elle signifierait que la marée basse a lieu dans toute la zone d'étude au même moment.

L'élévation du niveau moyen de la mer (ou niveau moyen d'eau) a été estimée grâce au modèle hydrodynamique MARS 3D de l'IFREMER (Le Roy & Simon, 2003). Ce niveau correspond à la mi-marée, c'est-à-dire à un coefficient de marée de 70. Le modèle MARS 3D résout les équations, dites équations de Saint-Venant, permettant d'estimer le courant moyen et la position de la surface libre de la mer. Il est élaboré sur la base d'un maillage régulier (grille de points) à mailles carrées de 4 km de côté et en coordonnées sigma (nombre de couches égal sur tout le domaine) et l'emprise de ce modèle s'étend du Cap Lizard (Royaume-Uni) jusqu'au nord du Rhin sur le continent. Le choix de la taille des mailles de calcul et du nombre de couches sur le plan horizontal a demandé de faire un compromis entre l'échelle des processus étudiés et les temps de calcul engendrés pour un si vaste domaine. La grille de calcul est emboîtée dans une série de grilles de plus grande emprise pour pouvoir renseigner aux limites marines les grandeurs inconnues. Cette grille de points, référencée en datum WGS 1984, a ensuite été interpolée pour créer un raster continu de taille de cellule de 1 km^2.

Tension de cisaillement sur le fond

La tension de cisaillement sur le fond a été estimée grâce à un modèle hydrodynamique 2D du plateau continental européen nord-ouest. Ce modèle (Aldridge & Davies, 1993) a été développé à l'origine par le Proudman Oceanographic Laboratory (POL) pour prédire le courant moyen de marée M2 sur le fond (en $m.sec^{-1}$) à une résolution de 1/8° de longitude par 1/12° de latitude (environ 8 km de taille de cellule). La tension de cisaillement sur le fond (en $Newton.m^{-2}$, ou $N.m^{-2}$), mesure du frottement de l'eau sur le fond résultante de la marée semi-diurne M2, a été calculée en utilisant une équation qua-

Depth

Depth is presented in this atlas as bathymetry plus mean sea level. From an ecological point of view, the notion of depth was considered more pertinent than bathymetry alone. Furthermore, it is this geographical layer that was used as part of the modelling procedure to create the species habitat maps presented in chapter 4. The depth raster layer was created (using ArcMap, © ESRI) by adding the bathymetric raster to that of mean sea level. These two rasters were created as follows.

Bathymetric data (or zero level, or low tide, i.e. corresponding to a tidal coefficient of 120) were derived from SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) navigation charts. Starting with a regular grid of 1.8 km resolution (referenced in WGS 1984 datum), a continuous raster of 1 km^2 resolution was created by simple interpolation (see annex 2). It should be noted that this bathymetric layer cannot be considered a true representation of reality because it would mean that low tide occurs at the same time across the entire study area.

Mean sea level was estimated using IFREMER's MARS 3D hydrodynamic model (Le Roy & Simon, 2003). This level corresponds to mid-tide, i.e. to a tidal coefficient of 70. The MARS 3D model solves equations of the Saint-Venant type, to estimate mean current and the position of the free surface of the sea. The model is built on the basis of a regular square grid (of 4 km cell size) using sigma coordinates (with the same number of layers across the study area) and is applicable to an area extending from the Lizard Point (United Kingdom) to the north of the River Rhine on the continent. The choice of the grid's resolution and of the number of horizontal layers was based on a compromise between the scale of the studied processes and the calculation time linked to the size of the study area. The calculation grid is nested in a series of grids of greater spatial extent providing required values at the marine boundaries of the hydrodynamic model. This grid of points (referenced in datum WGS 1984) was then interpolated to create a continuous raster of 1 km^2 resolution.

Bed shear stress

Bed shear stress was estimated using a 2D hydrodynamic model of the north-west European shelf. This model (Aldridge & Davies, 1993) was originally developed at the Proudman Oceanographic Laboratory (POL) to predict the mean M2 tidal current (in $m.sec^{-1}$) on the bottom at a spatial resolution of 1/8° longitude by 1/12° latitude (approximately 8 km cell size). Bed shear stress (in $Newton.m^{-2}$, or $N.m^{-2}$), a measure of the friction of water on the seabed due to the M2 tide, was then calculated using a quadratic expression where stress depends on the predicted maximum ellipse current and on an ap-

Tableau 1. Types de données présentées dans l'atlas, ainsi que leurs sources et les traitements effectués.
/ Data types presented in this atlas, along with their sources and the data treatments applied.

Paramètre / *Parameter*	Type / *Type*	Description & source des données / *Description & data source*	Période étudiées/ *Temporal framework*	Traitement des données / *Data treatment*	Unité / *Unit*
Profondeur / *Depth*	Modèle / *Modelling*	Bathymétrie (SHOM) avec niveau moyen d'eau (Le Roy & Simon, 2003) / *Bathymetry (SHOM) plus mean sea level (Le Roy & Simon, 2003)*		Bathymétrie : numérisation carte hydrographique papier ; niveau moyen d'eau : modèle hydrodynamique MARS 3D ; interpolation par krigeage géostatistique (voir annexe 2) / *Bathymetry: digitising of paper hydrographic chart; mean sea level: hydrodynamic model MARS 3D ; geostatistical kriging interpolation (see Annex 2)*	m
Tension de cisaillement / *Bed shear stress*	Modèle / *Modelling*	Frottement de l'eau sur le fond résultant de la marée semi-diurne (Aldridge & Davies, 1993) / *Friction of water masses on the bottom, due to the diurnal tide (Aldridge & Davies, 1993)*		Modèle hydrodynamique 2D ; interpolation par krigeage géostatistique (voir Annexe 2) / *Hydrodynamic 2D model ; geostatistical kriging interpolation (see Annex 2)*	$N.m^{-2}$
Type de sédiment de fond / *Seabed sediment type*	*In situ* / *In situ*	Catégorisation du type de sédiment superficiel de fond selon la granulométrie (Larsonneur *et al.*, 1979) / *Granulometric categorisation of superficial seabed sediment type (Larsonneur* et al.*, 1979)*		Numérisation de carte papier et regroupement des types en cinq catégories / *Digitising of paper map and reclassification of types into five categories*	
Température de l'eau / *Water temperature*	*In situ* / *In situ*	Température de l'eau mesurée par une sonde lors des campagnes scientifiques en mer (voir chapitre 4) / *Water temperature measured using a probe during scientific sea surveys (see Chapter 4)*	jan/*Jan* 2007; avr-mai/*Apr-May* 1995 ; avr/*Apr* 1999 ; jui/*Jul* 1989-2006 ; oct/*Oct* 1997-2006	Interpolation par krigeage géostatistique (voir Annexe 2) ; production de cartes annuelles et moyennées (accompagnées de cartes d'écart-type et d'erreur de krigeage) ; / *Geostatistical kriging interpolation (see Annex 2) ; production of annual and mean maps (with associated standard-deviation and kriging error maps)*	°C
Salinité de l'eau / *Water salinity*	*In situ* / *In situ*	Salinité de l'eau mesurée par une sonde lors des campagnes scientifiques en mer (voir chapitre 4) / *Water salinity measured using a probe during scientific sea surveys (see Chapter 4)*	jan/*Jan 2007;* avr-mai/*Apr-May 1995 ;* avr/*Apr 1999 ;* jui/*Jul 1989-2006 ;* oct/*Oct 1997-2006*	Interpolation par krigeage géostatistique (voir Annexe 2) ; production de cartes annuelles et moyennées (accompagnées de cartes d'écart-type et d'erreur de krigeage) / *Geostatistical kriging interpolation (see Annex 2) ; production of annual and mean maps (with associated standard-deviation and kriging error maps)*	Unités de salinité / *Practical Salinity Units* (PSU)
Concentration en chlorophylle *a* / Chlorophyll *a* concentration	*In situ* / *In situ*	Concentration en chlorophylle *a* mesurée avec un fluoromètre lors des campagnes scientifiques en mer (voir chapitre 4) / *Chlorophyll a concentration measured with a fluorometer during scientific sea surveys (see Chapter 4)*	jan/*Jan 2007*	Interpolation par krigeage géostatistique (voir Annexe 2) / *Geostatistical kriging interpolation (see Annex 2)*	$\mu g.L^{-1}$ (1 $\mu g.L^{-1}$ = 0.001 $g.m^{-3}$)

Paramètre / *Parameter*	Type / *Type*	Description & source des données / *Description & data source*	Période étudiées/ *Temporal framework*	Traitement des données / *Data treatment*	Unité / *Unit*
Fluorescence / *Fluorescence*	*In situ* / *In situ*	Fluorescence, des pigments de chlorophylle, mesurée avec un fluoromètre lors des campagnes scientifiques en mer (voir chapitre 4) / *Fluorescence, of chlorophyll pigments, measured with a fluorometer during scientific sea surveys (see chapter 4)*	avr-mai/*Apr-May 1995* ; Avr/*Apr 1999*	Interpolation par krigeage géostatistique (voir annexe 2) / *Geostatistical kriging interpolation (see annex 2)*	Unité de fluorescence / *Fluorescence units* (UF)
Température mensuelle de surface de l'eau / *Monthly SST*	Imagerie satellitaire & modèle / *Satellite imagery & modelling*	Température de surface de l'eau dérivée de mesures effectuées par le capteur AVHRR / *SST derived from measurements taken by the AVHRR sensor*	Valeurs mensuelles (jan-déc) 1986-2006 / *Monthly values (Jan-Dec) 1986-2006*	Modèle avec une tendance linéaire et deux harmoniques (12 et 6 mois de période) (Saulquin & Gohin, *sous presse*) ; calibration avec des données *in situ* / *Model with one linear drift and two harmonics (12- and 6- month periods) (Saulquin & Gohin,* in press*); calibration using* in situ *data*	°C
Concentration mensuelle en chlorophylle *a* / *Monthly Chlorophyll* a *concentration*	Imagerie satellitaire & modèle / *Satellite imagery & model*	Concentration en chlorophylle *a* dérivée de mesures effectuées par les capteurs SeaWiFS et MODIS / *Chlorophyll* a *concentration derived from measurements taken by the SeaWiFS and MODIS sensors*	Valeurs mensuelles (jan-déc) 1998-2006 / *Monthly values (Jan-Dec) 1998-2006*	Application de l'algorithme standard OC4 Nasa avec adaptation aux eaux côtières (algorithme OC5 de l'IFREMER) ; calibration avec des données *in situ* (Gohin *et al.*, 2002) / *Application of the standard OC4 Nasa algorithm, adapted for coastal waters (IFREMER's OC5 algorithm) ; calibration using* in situ *data (Gohin* et al.*, 2002)*	$g.m^{-3}$ ($1\ g.m^{-3} = 1{,}000\ \mu g.L^{-1}$)
MES mensuelle / *Monthly Suspended Particulate Matter (SPM)*	Imagerie satellitaire & modèle / *Satellite imagery & modelling*	MES inorganique (non liée au phytoplancton) dérivée de mesures effectuées par les capteurs SeaWiFS et MODIS / *Mineral SPM (not linked to phytoplankton) derived from measurements taken by the SeaWiFS and MODIS sensors*	Valeurs mensuelles (jan-déc) 1998-2006 / *Monthly values (Jan-Dec) 1998-2006*	Réflectances mesurées dans le vert (550 nm) et le bleu (670 nm); inversion d'un modèle semi-analytique (Gohin *et al.*, 2005) / *Radiance measured in the green (550 nm) and blue (670 nm) ; semi-analytical model inversion (Gohin* et al.*, 2005)*	$g.m^{-3}$
Coefficient mensuel d'atténuation / *Monthly attenuation coefficient*	Modèle / *Modelling*	Coefficient d'atténuation de la lumière disponible pour la photosynthèse / *Attenuation coefficient of the Photosynthetically Available Radiation (KPAR)*	Valeurs mensuelles (jan-déc) 1998-2006 / *Monthly values (Jan-Dec) 1998-2006*	Régression utilisant la MES et la concentration en chlorophylle *a* / *Regression using SPM and chlorophyll* a *concentration*	m^{-1}
Température mensuelle de surface de l'eau / *Monthly SST*	Imagerie satellitaire & modèle / *Satellite imagery & modelling*	Température de surface de l'eau dérivée de mesures effectuées par le capteur AVHRR / *SST derived from measurements taken by the AVHRR sensor*	Valeurs mensuelles (fév & août) 1986-2006 / *Monthly values (Feb & Aug) 1988-2006*	Modèle avec une tendance linéaire et deux harmoniques (12 et 6 mois de période) (Saulquin & Gohin, *in press*) ; calibration avec des données *in situ* / *Model with one linear drift and two harmonics (12- and 6- month periods) (Saulquin & Gohin,* in press*); calibration using* in situ *data*	°C

dratique où la tension dépend à la fois du courant elliptique maximal prédit et d'un coefficient (approprié) de friction sur le fond (dans ce cas, la valeur de 0.0025 a été adoptée). La tension de cisaillement sur le fond, à partir d'une grille régulière de résolution 1/ 8° de longitude par 1/12° de latitude (référencé en datum WGS 1984), a été interpolée (voir Annexe 2) pour créer un raster continu de taille de cellule de 1 km^2. C'est cette couche géographique qui a été utilisée dans l'élaboration des modèles d'habitat d'espèces, qui sont présentés au chapitre 4.

Types de sédiments de fond

La carte des types de sédiment de fond présentée dans cet atlas est dérivée de la carte dite "de Larsonneur" : "Les sédiments superficiels de la Manche, 1 /500 000" (Larsonneur *et al.*, 1979). L'élaboration de cette carte de Larsonneur repose sur un ensemble de données acquises jusqu'en 1977 (environ 12 000 échantillons auxquels s'ajoutaient des informations tirées de publications britanniques, de cartes marines, de carottages de roche et de profils sismiques pour déterminer la présence et l'extension des affleurements rocheux). La méthode cartographique adoptée a consisté à représenter chaque station par un type de sédiment défini d'après sa granulométrie et sa teneur en calcaire, donnant ainsi lieu à 48 types de dépôts possibles (dont trois types non présents en Manche). De plus, les types de dépôts ont été classés en quatre grandes catégories (cailloutis, graviers, sables, vase) selon des critères granulométriques. Ces critères donnent une importance privilégiée au matériel fin d'une part, au matériel grossier d'autre part, fractions qui jouent un rôle déterminant sur les propriétés physiques et chimiques des dépôts, et par conséquent sur les caractéristiques des biotopes.

La carte papier de Larsonneur a été numérisée et, dans cet atlas, il a été décidé de n'utiliser que cinq grandes catégories de sédiments (cailloutis, graviers, sables grossiers, sables fins et vase). Ce choix est basé sur le fait qu'un grand nombre de catégories, dont certaines sont sous-représentées, aurait nui à la qualité de la modélisation d'habitat des espèces. C'est en effet cette couche géographique (sous format raster) qui a été utilisée dans l'élaboration des modèles d'habitat d'espèces, présentés au chapitre 4.

Données de campagnes en mer

Lors des campagnes scientifiques d'échantillonnage IBTS, REISE, BCD, BTS et CGFS (présentées dans les méthodes du chapitre 4), un certain nombre de paramètres environnementaux a été mesuré *in situ*: température (de surface, de fond, ou moyenne sur la colonne d'eau), salinité (de surface, de fond, moyenne sur la colonne d'eau), concentration en chlorophylle *a* (à 5 m de profondeur, campagne IBTS) et fluorescence (moyenne sur la colonne d'eau, campagnes REISE et BCD). Les température et salinité ont été mesurées avec une sonde, et un fluoromètre a été utilisé pour la concentration en chlorophylle *a* et la fluorescence.

Les campagnes ayant lieu à différentes périodes

propriate bed friction coefficient (in this case, the value 0.0025). Bed shear stress, starting as a regular grid of 1/8° of longitude by 1/12° of latitude (referenced WGS 1984 datum), was interpolated (see Annex 2) to create a continuous raster of 1 km^2 resolution. This geographical layer was used as part of the modelling procedure to create the species habitat maps presented in chapter 4.

Seabed sediment types

The map of seabed sediment types presented in this atlas is derived from the so-called "Larsonneur map" (Larsonneur *et al.*, 1979). This map of superficial sediments in the English Channel was created using data available in 1977 (around 12,000 samples, plus additional information derived from British publications, navigation charts, rock coring and seismic profiles necessary to determine the occurrence and the spatial extent of rock outcrops). Each sampled station was assigned a sediment type based on its granulometry and its calcium carbonate content, resulting in 48 possible seabed types, though three were not found in the English Channel. Seabed sediment types could also be classified into four main categories (pebble, gravel, sand and mud) based on their granulometry. These criteria enhanced the importance of smaller particles on one hand, and of coarse particles on the other, which both determine the physical and chemical properties of the deposits and hence the biotopic characteristics.

The Larsonneur paper chart was digitised and, in this atlas, it was decided to use only five main categories of sediment (pebble, gravel, coarse sand, fine sand and mud). Having too many sediment classes, some of which were under-represented, could impact on the quality of species habitat modelling. This geographical layer (in raster format) was also used as part of the modelling procedure to create the species habitat maps presented in chapter 4.

Sea survey data

During the scientific sea surveys IBTS, REISE, BCD, BTS and CGFS (described in the methods of chapter 4), a number of environmental parameters was measured *in situ*: temperature (surface, bottom, mean for the water column), salinity (surface, bottom, mean for the water column), chlorophyll *a* concentration (at 5 m depth, IBTS survey) and fluorescence (mean for the water column, REISE and BCD surveys). Temperature and salinity were measured using a probe, whilst a fluorometer was used for chlorophyll *a* concentration and fluorescence.

Since sea surveys take place at different times of the year, the collected data are hence available over several seasons (this is particularly the case of tem-

de l'année, les données collectées sont donc disponibles pour plusieurs saisons (notamment pour les température et salinité) (tableau 1). La campagne IBTS a lieu chaque année en janvier et illustre des conditions de plein hiver, mais seulement une année est traitée (2007). Les campagnes REISE et BCD qui ont eu lieu en avril/mai 1995 et avril 1999 illustrent des conditions printanières mais leur couverture spatiale est limitée. Les deux grandes séries temporelles des campagnes BTS et CGFS permettent de présenter les température et salinité à deux périodes de l'année : la campagne CGFS a lieu tous les ans en octobre (conditions proches de l'hiver) alors que la campagne BTS a lieu tous les ans en juillet-août (conditions estivales). Pour ces deux campagnes, il faut noter que les données de température et de salinité ne sont pas disponibles pour toutes les années.

Les cartes interpolées ont été produites par krigeage géostatistique à partir des données de campagnes en mer. Une méthodologie détaillée est en annexe 2. Pour la température et la salinité, il a été possible d'effectuer une cartographie année par année de campagne (BTS, CGFS) produisant ainsi des séries temporelles. De plus, des cartes moyennes (et leurs écart-types associés) ont aussi été produites pour ces deux paramètres, à partir des estimations interannuelles krigées. Finalement, certaines des cartes interpolées sont accompagnées par des cartes d'erreur de krigeage (voir annexe 2), qui illustrent la qualité du krigeage. Les cartes interpolées ont aussi été utilisées dans l'élaboration des modèles d'habitat d'espèces, qui sont présentés au chapitre 4. A noter que les cartes des campagnes YFS sur les nourriceries côtières ne sont pas montrées dans cet atlas (quoique utilisées dans les modèles) en raison de leur très faible étendue au regard de la zone d'étude.

Imagerie satellitaire (télédétection)

Plusieurs paramètres peuvent être estimés par imagerie satellitaire : la température de surface de l'eau, la Matière En Suspension (MES), la concentration en chlorophylle *a* et l'atténuation de la lumière descendante (c'est-à-dire de la lumière disponible pour la photosynthèse, KPAR). La première étape consiste à estimer la valeur physique recherchée en appliquant les corrections géométriques et atmosphériques aux mesures du capteur embarqué sur satellite, par exemple la température de brillance de la mer (infra-rouge thermique, capteur AVHRR des satellites NOAA) pour le calcul de la température de surface de la mer. La même chose peut être faite à partir de la réflectance mesurée par les capteurs SeaWiFS (1998-2004), MODIS (2002-) et MERIS (2003-), afin de calculer les concentrations en chlorophylle et en matières en suspension. Ensuite, des climatologies peuvent être réalisées à partir des données (la climatologie étant l'étude des conditions météorologiques sur de longues périodes, ex. comme la production de cartes mensuelles).

Température de surface de l'eau

L'estimation de la température de surface de l'eau (en °C) se fait en utilisant les canaux infra-rouges du

perature and salinity data) (table 1). The IBTS survey, which takes place each year in January, gives a good illustration of winter conditions, though data for only one year (2007) are shown. The REISE and BCD surveys took place in April/May 1995 and April 1999 and represent spring conditions though spatial coverage is limited. The two time-series of the BTS and CGFS surveys describe two distinct seasons for the English Channel environment. The BTS survey takes place each year in July-August, i.e. in summer conditions, whilst the CGFS survey takes place each year in October (hence in early winter conditions). For these two surveys, it should be noted that temperature and salinity data were not available for all years.

Kriging interpolation, based on geostatistics, was used to produce the distribution maps using sea survey data. Details of the interpolation method can be found in annex 2. For temperature and salinity (BTS, CGFS surveys), the spatial distribution of each survey year could be mapped individually, thereby producing temporal series showing interannual variations. Mean distribution maps (and associated standard deviation maps) were produced for these two parameters, using interannual kriged estimates. Finally, some of the interpolated maps are associated with a map of kriging error (see annex 2), illustrating the quality of kriging. For YFS data (coastal nurseries), the environmental maps are not shown in the atlas because of their very restricted spatial extent compared to the study zone.

Satellite imagery (remote sensing)

Several parameters can be estimated using satellite imagery: sea surface temperature (SST), mineral Suspended Particulate Matter (SPM), chlorophyll *a* concentration and the attenuation coefficient of Photosynthetically Available Radiation (KPAR). The first step consists in assessing the physical value of interest by applying geometric and amospheric corrections onto the measurements taken by the sensor on-board the satellite, for instance the sea brightness temperature (thermal infra-red, AVRHH sensor on-board NOAA satellites) to estimate sea surface temperature. Similarly, this can be done from the reflectance measured by the ocean colour sensors (e.g. SeaWiFS, 1998-2004, MODIS 2002- and MERIS 2003-), to calculate chlorophyll *a* and mineral SPM. Then, climatologies, which study weather conditions averaged over a period of time (e.g. monthly maps), can be produced using the data.

Sea Surface Temperature (SST)

Sea Surface Temperature (SST, in °C) is calculated using the infra-red channels of the AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sensor on-board NOAA satellite platforms. Since 1986, NOAA polar-orbiting satellites series (NOAA 9, 11, 14, 16, 17 …)

capteur AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) situé à bord des plateformes satellitaires NOAA. Cet ensemble de satellites sur orbite polaire qui existe depuis 1986 (NOAA 9, 11, 14, 16, 17 …) permet d'obtenir une série temporelle de cartes de température de surface de l'eau, unique de par sa couverture de la zone (deux fois par jour). L'algorithme de calcul de la température de surface utilisé est celui développé en 1998 par Walton *et al.* (1998). Il utilise les mesures des canaux 4 et 5 du capteur. Les coefficients sont calculés par régression en utilisant des données *in situ*.

Concentration en chlorophylle *a*
Les images satellitaires de couleur de l'océan obtenues grâce au capteurs SeaWiFS (Sea Wide Field-of-view Sensor) et MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) permettent d'estimer la concentration de la chlorophylle *a* (en $g.m^{-3}$), un indicateur de biomasse phytoplanctonique. Ces estimations sont basées sur des mesures de réflectance de l'eau de mer. Cette réflectance est le résultat des absorptions et diffusions par l'eau pure, par les pigments chlorophylliens et particules associées, par les particules en suspension et par les substances organiques dissoutes du rayonnement solaire (Gohin *et al.*, 2002 & 2005).

Pour estimer la concentration en chlorophylle *a* à partir de la réflectance, une table de correspondance construite à partir de mesures *in situ* et basée sur le rapport de réflectance bleu/vert est utilisée. Cette procédure, adaptée aux eaux côtières (dites eaux de Cas 2 par opposition aux eaux de Cas 1 qui correspondent aux eaux claires du large), est décrite dans Gohin *et al.* (2002).

Matière En Suspension (MES) inorganique
Après estimation de la concentration en chlorophylle *a*, la MES inorganique, ou matière en suspension non liée au phytoplancton endogène mort ou vif, est déterminée à partir des réflectances mesurées dans le vert, à 555 nm, et le rouge, à 670 nm. La MES inorganique est estimée par inversion d'un modèle semi-analytique du transfert radiatif considérant les coefficients d'absorption et de diffusion théorique du milieu. Ces coefficients sont exprimés comme la somme des coefficients de l'eau pure, du phytoplancton (dont la concentration a été préalablement estimée) et de la MES inorganique, en négligeant le rôle spécifique de la matière organique dissoute colorée. L'algorithme est basé sur la méthode décrite dans Gohin *et al.* (2005). Elle fournit une estimation réaliste des concentrations en chlorophylle a et MES inorganique au niveau du plateau continental pour l'année entière.

Coefficient d'atténuation
Le coefficient d'atténuation (KPAR, m^{-1}) exprime l'atténuation de la lumière descendante disponible pour la photosynthèse (ou Photosynthetically Available Radiation ou PAR). Il peut être considéré comme un indice de turbidité de l'eau. Il est déterminé en utilisant la relation linéaire suivante, qui utilise la concentration en chlorophylle *a* et la MES inorganique :
$KPAR = 0.1 + 0.0625 * MES + 0.05 * Chlorophylle^{0.8}$

have provided data to build twice-daily temporal series for SST. The SST calculation algorithm is described in Walton *et al.* (1998), and it uses measurements from the sensor's channels 4 and 5. The coefficients are calculated by regression using *in situ* data.

Chlorophyll *a* concentration
Ocean colour data derived from the Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor (SeaWiFS) and MODIS sensor (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) allow for the assessment of chlorophyll *a* concentration (in $g.m^{-3}$), a phytoplankton biomass indicator. These assessments are based on sea water radiance measurements, this radiance being the result of absorption and diffusion of pure water, of chlorophyll pigments and associated particles, of suspended matter and of dissolved organic matter (Gohin *et al.*, 2002 & 2005).

To retrieve chlorophyll *a* concentration from the radiance, a look-up table based on *in situ* measurements and on the blue/ green radiance ratio is used. This procedure, adapted for coastal waters (also called Case 2 waters as opposed to Case 1 waters which correspond to clear offshore waters), is described in Gohin *et al.* (2002).

Mineral Suspended Particulate Matter (SPM)
Once chlorophyll *a* concentration has been determined, mineral SPM, here defined as the suspended particulate matter not linked to dead or live endogenous phytoplankton, is derived from the radiance measured in the green, at 555 nm, and the red, at 670 nm. Mineral SPM is estimated by reversing a semi-analytic model of the radiation transfer taking into account the theoretical absorption and diffusion coefficients of the water and its components. These coefficients are expressed as the sum of the coefficients of pure water, phytoplankton (which has been estimated beforehand) and mineral SPM, neglecting the specific role of dissolved coloured organic matter. The algorithm is based on the method described in Gohin *et al.* (2005). This method provides realistic estimations of the concentrations of chlorophyll *a* and mineral SPM on the continental shelf throughout the year.

Attenuation coefficient
The attenuation coefficient (KPAR, m^{-1}) represents the attenuation of the descending light available for the photosynthesis, the Photosynthetically Available Radiation (PAR). It can be considered as a water turbidity indicator. It is calculated using the following linear relationship, which uses mineral SPM and chlorophyll *a* concentration:
$KPAR = 0.1 + 0.0625 * SPM + 0.05 * Chlorophyll^{0.8}$
See Gohin *et al.* (2005) for details.

Climatologies per month (January-December)
This treatment was applied to the four parameters described above, to produce the mean monthly maps (January to December) presented in this atlas (hence 12 maps for each parameter). For SST, the maps cover the period 1986-2006 (AVHRR sensor), whilst for chlorophyll *a* concentration, MES and the attenuation coefficient, maps cover the period

Voir Gohin *et al.* (2005) pour plus de détails.

Climatologies mensuelles (janvier-décembre)
Ce traitement climatologique a été appliqué aux quatre paramètres décrits ci-dessus, afin de produire les cartes mensuelles (de janvier à décembre) moyennes qui sont présentées dans cet atlas (donc 12 cartes pour chaque paramètre). Pour la température de surface de l'eau, les cartes concernent la période 1986-2006 (capteur AVHRR), tandis que pour la MES, la concentration en chlorophylle *a* et le coefficient d'atténuation, la période concernée est 1998-2006 et ce sont les capteurs de couleur de l'eau qui ont été utilisés (1998-2004 : SeaWiFS, 2002-2006 : MODIS). Les images (sous forme de raster de taille de cellule 1.2 km, référencé en WGS 1984) ont été obtenues auprès du CERSAT de l'IFREMER (situé à Plouzané, France) à partir de données générées dans le cadre de projets européens (ex. MARCOAST, ECOOP). Les données originelles proviennent du centre AVHRR/Pathfinder (capteur AVHRR) et de la NASA (SeaWiFS et MODIS).

Les meilleures images, c'est-à-dire celles pour lesquelles le pourcentage de pixels libres de couverture nuageuse était supérieur à un seuil de 25 %, ont été utilisées pour le calcul de ces moyennes mensuelles. La moyenne a été calculée sur une grille Mercator (733 colonnes par 657 lignes) avec une taille de pixel de 1.2 km. Sur chaque pixel de la grille, la valeur moyenne correspond à la moyenne arithmétique de toutes les valeurs dérivées satellitaires de la température de surface de l'eau, de la concentration en chlorophylle *a*, de la MES inorganique et du KPAR, acquises pendant le mois considéré.

Climatologies sur 21 ans (février et août)
Les données de température de l'eau du capteur AVHRR de la série de satellites NOAA sont archivées et calibrées au centre AVHRR/Pathfinder. Cette série d'images à 5 km de résolution montre un ensemble de mesures de bonne qualité mais parsemées de "trous" du fait de la sensibilité du rayonnement infrarouge de la mer à la couverture nuageuse. D'autres cartes de la température de surface de la mer (ex. OSTIA du Met Office au Royaume-Uni, ODYSSEA de l'IFREMER, etc) sont disponibles à partir de synthèse de données d'instruments micro-ondes ou infrarouges, mais ces produits n'ont pas cette relative "profondeur" historique de deux décennies acquise par le capteur AVHRR.

La Manche, de part sa situation à la limite d'une province boréale (au nord) et d'une zone tempérée chaude au sud (Atlantique nord-est), peut être définie comme une zone de transition biogéographique pour de nombreuses espèces. Ce statut de zone de transition permet de détecter de façon précoce les tendances du climat océanique entre ces deux provinces. Dans le but de mieux connaître les évolutions de la température en Manche orientale, des cartes moyennes de février et août, de 1986 à 2006 (soit 21 cartes) sont ici présentées ; elles sont extraites du travail de Saulquin & Gohin (*sous presse*). Février a été choisi pour illustrer les conditions hivernales car c'est en général le mois le plus froid

1998-2006 and ocean colour sensors were used (1998-2004: SeaWiFS, 2002-2006: MODIS). Images (provided as rasters, 1.2 km cell size, referenced in WGS 1984) were obtained from IFREMER's CERSAT (located in Plouzané, France) from databases generated for European projects (e.g. MARCOAST, ECOOP). Original data come from the AVHRR/Pathfinder centre (AVHRR sensor) and from NASA (SeaWiFS and MODIS).

The best images, i.e. those where the percentage of cloud-free pixels was above a threshold of 25%, were used to calculate monthly averages. The mean was calculated on a Mercator grid (733 columns by 657 lines) with a pixel size of 1.2 km. For each pixel of the grid, the mean value is simply the arithmetic mean of all the satellite-derived SST, chlorophyll *a* concentration, mineral SPM or KPAR recorded during the month considered.

Climatologies over 21 years (February, August)
SST data from the AVHRR sensor of the NOAA satellite series are archived and calibrated at the AVHRR/Pathfinder centre. This series of images at 5 km resolution show a set of measures of good quality but these are scattered with "holes", i.e. given that the infra-red sea radiation is sensitive to cloud cover. Other maps of SST are available (e.g. OSTIA from the UK's Met Office, ODYSSEA from IFREMER, etc) which use more advanced technologies, but these products do not span as many years (two decades) as do the historical AVHRR data.

The English Channel may be defined as a biogeographical transition zone for numerous species as it is situated between a warm temperate (to the south) and a Boreal (to the north) marine provinces. This transition status enables the early detection of trends in the oceanic climate regime between the two provinces. So as to better understand the evolution of temperature in the eastern English Channel, mean SST maps for February and August, from 1986 to 2006 (hence 21 maps) are presented here. They are extracted from the work of Saulquin and Gohin (*in press*). February was selected to illustrate winter conditions as it is generally the coldest month of the year, whilst August illustrates summer conditions as it generally is the warmest month.

de l'année, tandis qu'août représente ici les conditions estivales, ce mois étant en général le mois le plus chaud.

Résultats

Les résultats sont présentés ci après :

- profondeur, tension de cisaillement et types de sédiments de fond (p. 62),
- données de campagnes en mer (p. 63),
- imagerie satellitaire (p. 73).

Results

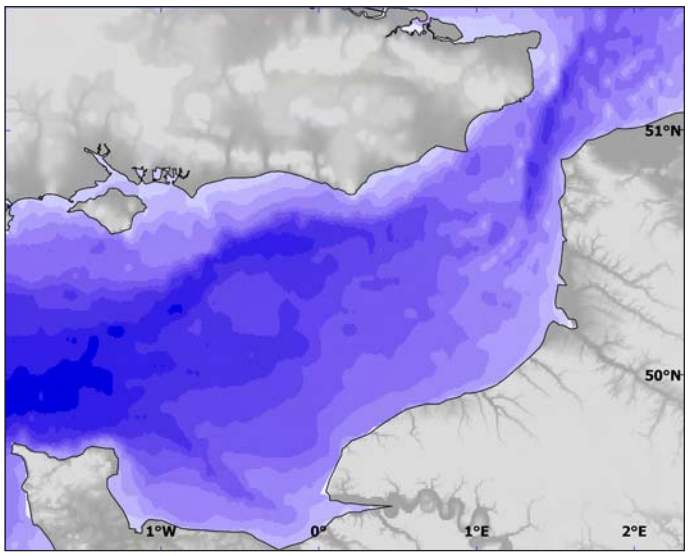
Results are presented below:

- depth, bed shear stress and seabed sediment types (p. 62),
- sea surveys data (p. 63),
- satellite imagery (p. 73).

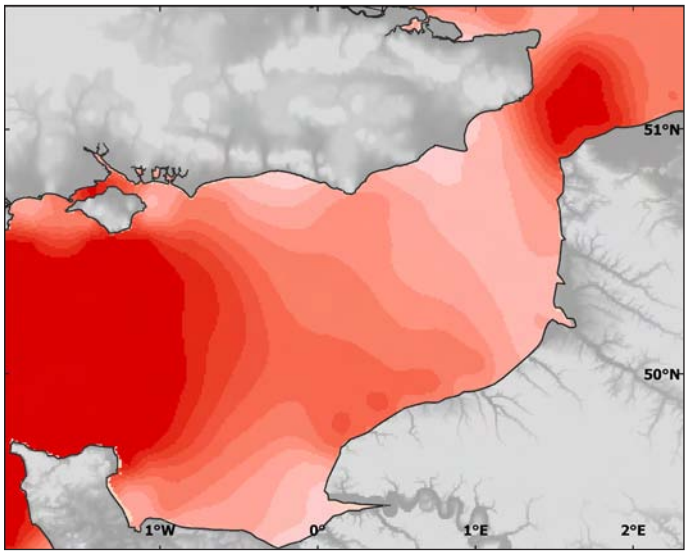
Cartographie
Le milieu marin

Cartography
Physical environment

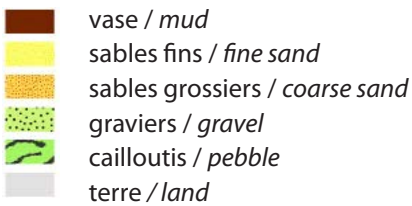
Données modélisées de profondeur (bathymétrie avec niveau moyen d'eau)
Modelled depth data (bathymetry plus mean sea level)

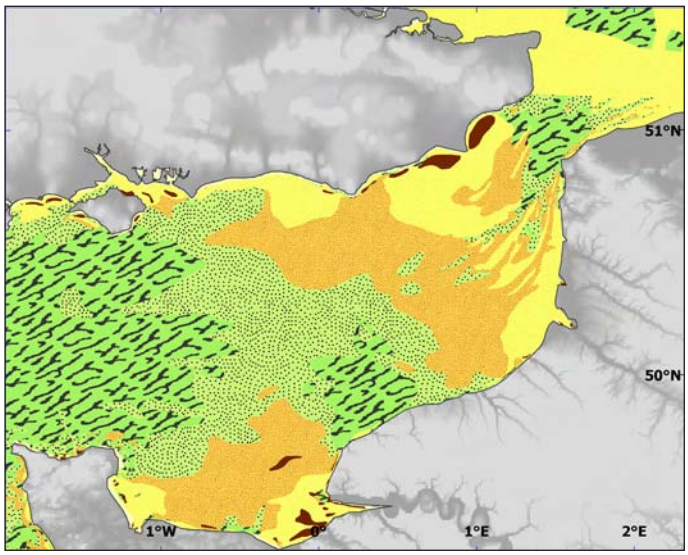


Données modélisées de tension de cisaillement sur le fond
Modelled bed shear stress data



Données* in situ *de types de sédiments de fond
Seabed sediment types (*in situ *data)





Profondeur

Le fond de la Manche orientale présente une "tranchée" qui s'étend d'ouest en est en son centre. La bathymétrie y est d'environ 70 m maximum, et diminue progressivement vers l'est et en allant du large vers les côtes. La profondeur est d'environ 40 m au centre du détroit du Pas-de-Calais. Les côtes britanniques plongent de manière plus abrupte que les côtes françaises.

Tension de cisaillement sur le fond

Au plan du régime hydrodynamique, le caractère le plus marquant est l'intensité des courants de marées (de vitesse maximale comprise entre 2 et 4 nœuds), d'où sa qualification de régime marégraphique macrotidal, voire mégatidal dans certaines zones en Manche orientale. La vitesse de ces courants varie considérablement d'un endroit à un autre ; les courants sont plus intenses le long des côtes françaises que le long des côtes britanniques (influence de la force de Coriolis). Les marnages et courants les plus forts sont observés entre la péninsule du Cotentin et l'île de Wight, et constituent un "barrage" entre Manche ouest et Manche est. Les courants sont également très intenses au niveau du détroit du Pas-de-Calais, zone d'étranglement entre la France et le Royaume-Uni, où passent les eaux circulant de la Manche vers la mer du Nord.

La tension de cisaillement sur le fond résultant de ces courants de marées est élevée de la presqu'île du Cotentin à l'île de Wight, ainsi que dans le détroit du Pas-de-Calais. Elle détermine le gradient de sédiments, des cailloutis aux graviers dans les zones de fort courant aux sédiments fins enclavés dans les baies et les estuaires.

Types de sédiment de fond

La distribution spatiale de nombreuses espèces marines est très liée à la profondeur et au type de sédiment de fond. En Manche orientale, les forts courants de marées associés à une tension de cisaillement importante conduisent à des fonds caillouteux, notamment au nord de la péninsule du Cotentin, au large de la côte haute-normande et au centre du détroit du Pas-de-Calais. Dans les zones où la tension de cisaillement est plus faible (en particulier baies et estuaires), des sédiments plus fins (sable, vase) s'accumulent.

Données de campagnes en mer

Température

Au confluent d'une zone boréale au nord (mer du Nord) et d'une zone lusitanienne (tempérée chaude) au sud (Atlantique nord-est), la Manche orientale est soumise à des fluctuations saisonnières de sa température. De façon globale, la température des eaux est très liée à la bathymétrie : les eaux côtières sont les plus chaudes en été, tandis que ce sont les eaux plus profondes qui sont les moins froides en hiver. Les eaux côtières peu profondes présentent des variations saisonnières de température plus importantes que les eaux plus profondes situées au large. Les eaux profondes restent relativement chaudes toute l'année à cause des apports de masses d'eau chaude en provenance de l'ouest (continuation du "Gulf Stream").

Depth

The main depth feature of the eastern English Channel is a trench running through the centre of the Channel. Bathymetry reaches approximately 70 m at its maximum, and becomes progressively shallow towards the east, and with distance from land. Depth is about 40 m in the centre of the Dover Strait. The British coasts grade to deeper water more abruptly than the French coasts.

Bed shear stress

In terms of hydrodynamism, the most outstanding feature is the tidal current intensity (maximum speed varying between 2 and 4 knots); as a result, the English Channel is said to display a macrotidal character, being even megatidal in some areas of the eastern Channel. The tidal current speed varies greatly depending on the area considered; currents are more intense along the French coasts than along the British ones (due to the effect of the Coriolis force). The greatest tidal ranges and currents are found in an area called the "narrows", located between the Cherbourg Peninsula and the Isle of Wight, and which constitutes a "barrier" between the eastern and the western Channel. The tidal currents are also very intense in the Dover Strait, the narrow bottle-neck between France and the UK, where water masses flow from the Channel into the North Sea.

Bed shear stress resulting from tidal currents on the bottom is relatively high in the "narrows" and in the Dover Strait. Generally it determines a sediment gradient, from gravels and pebbles in areas with strong currents to fine sediments locked in bays and estuaries where currents are minimal.

Seabed sediment types

The spatial distribution of many marine species (e.g. benthic invertebrates, fish) is closely linked to both depth and seabed sediment type. In the eastern English Channel, strong tidal currents and associated intense bed shear stress produce pebbly bottoms, notably in the "narrows", off the Haute-Normandy coast and the central Dover Strait. In areas where bed shear stress is weaker (particularly bays and estuaries), finer sediments (mud, sand) accumulate.

Sea survey data

Temperature

Lying at the boundary between a Boreal zone to the north (the North sea) and a warm temperate zone to the south (the north-east Atlantic), water temperature in the eastern English Channel is subjected to seasonal variations. Overall, the water temperature in this area is closely linked to bathymetry, with the warmest waters found in shallow areas in the summer, and in deep areas in the winter. The shallow inshore waters display larger seasonal variations in temperature than deeper offshore waters. Deep waters are kept relatively warm throughout the year by the water masses flowing in the eastern Channel from the west (from the continuation of the Gulf Stream).

These characteristics are detectable in the maps

Ces caractéristiques sont apparentes dans les cartes de campagnes, durant lesquelles les données environnementales ont été collectées *in situ*. Dans des conditions hivernales (janvier/campagne IBTS, et octobre/campagne CGFS), les eaux côtières sont en effet plus froides que les eaux plus au large, ceci étant accentué par des apports élevés d'eau douce froide en provenance des rivières (gonflées d'eau de pluie), notamment le long de la côte française.

Dans des conditions printanières et estivales (avril/mai pour les campagnes REISE et BCD, et août pour la campagne BTS), ce gradient thermique est inversé, avec des eaux côtières plus chaudes que les eaux plus au large, le centre se réchauffant moins rapidement que les eaux côtières (moins profondes). Les températures de surface et de fond sont similaires, illustrant l'absence de thermocline dans cette partie de la Manche, qui est soumise à une forte turbulence sur le fond et à une faible profondeur. Des variations interannuelles sont soulignées par les séries temporelles. En été, les mois de juillet les plus chauds sont ceux de 1989, 1990, 1998, 1999 et 2006, tandis que les mois d'octobre les plus froids sont ceux de 1997 et 2004.

Salinité

Une autre caractéristique intéressante de la zone d'étude est la présence d'un gradient (allant de la côte vers le large) de salinité formant un "fleuve côtier", qui se déplace du sud vers le nord le long de la côte française. Ce fleuve présente des salinités faibles par rapport au reste de la zone CHARM II, et ces faibles salinités sont le résultat d'apports importants d'eau douce par les rivières françaises, notamment la Seine. Les eaux centrales de la Manche orientale ont, quant à elles, une origine atlantique et sont donc relativement plus salées.

La présence du fleuve côtier est plus évidente dans les données de campagne d'hiver (janvier/campagne IBTS, et octobre/campagne CGFS), durant lesquelles les pluies sont plus importantes et gonflent ainsi les rivières qui se jettent en Manche. De faibles salinités sont aussi observées le long des côtes britanniques, mais le phénomène est plus limité que du côté français car les rivières y sont plus petites. De même que pour la température, des variations interannuelles sont mises en évidence par les cartes annuelles, notamment en 2003 lorsque l'apport d'eau douce en provenance du Solent a été très important.

Concentration en chlorophyll a *& fluorescence*

La concentration en chlorophylle *a* en janvier 2007 (campagne IBTS) est plus importante dans la partie nord-est de la zone échantillonnée, mais aussi autour de la côte nord de la France (cap Gris-Nez) où elle présentait des valeurs d'environ 0.07 µg.L^{-1} (0.7 *10-4 g.m^{-3}). Il faut cependant noter que cette carte demeure peu représentative de la période productive en cette zone, ce qui limite l'intétêt de la carte.

La fluorescence lors des deux campagnes REISE (avril et mai 1995) et de la campagne BCD (avril 1999) est importante le long des côtes françaises, notamment près des estuaires de Somme, Canche et Authie.

displaying sea survey environmental data collected *in situ*. During winter conditions (January/IBTS survey, and October/CGFS survey), coastal waters were indeed colder than offshore waters, this pattern being accentuated by large inputs of cold freshwater from rivers (inflated with rain water), notably on the French coast.

During spring and summer (April/May for REISE and BCD surveys, and July for the BTS survey) this marine thermal gradient was reversed, with coastal waters being warmer than offshore waters, the central waters warming less fast than the shallower coastal waters. Surface and bottom temperatures were similar, illustrating here the absence of a thermocline in this part of the Channel, which is subjected to strong bottom turbulence and has shallow depths. Interannual variations are highlighted by the temporal series. In the summer, the warmest July months were those of 1989, 1990, 1998, 1999 and 2006, whilst the coldest Octobers took place in 1997 and 2004.

Salinity

Another interesting feature of the study zone is the presence of a salinity gradient (coast to offshore) forming a "coastal river", an arm of low salinity water flowing parallel to the French coast in a south-north direction. These low salinities are the result of large inputs of fresh water from French rivers, notably the river Seine. The central waters of the eastern Channel come from the Atlantic and hence are relatively more saline.

The "coastal river" is more obvious in the winter survey data (January/IBTS survey, and October/CGFS survey), during which time rain falls are more intense, inflating rivers that drain into the Channel. Low salinities are also observed along the British coast but, because rivers are smaller, the phenomenon is more limited than on the French side. Similarly to the temperature maps, interannual variations are highlighted in annual maps, with a notable extreme in 2003 when there were large fresh water inputs from the Solent.

Chlorophyll a *concentration & fluorescence*

The chlorophyll *a* concentration in January 2007 (IBTS survey) was relatively higher in the north-eastern section of the sampled area, but also around the northern coast of France (Cape Gris-nez) where it reached values of about 0.07 µg.L^{-1} (0.7 *10-4 g.m^{-3}). This map, however, is not representative of the productive period in this area, which limits the pertinence of the map.

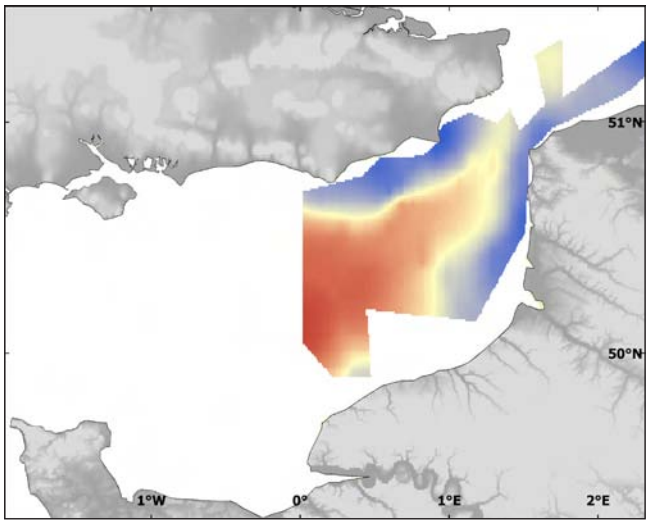
Fluorescence measured during the two REISE surveys (April and May 1995) and the BCD survey (April 1999) was higher along the French coast, notably near the Somme, Canche and Authie estuaries.

Données* in situ - *janvier 2007 (IBTS)
In situ *data* - *Januray 2007 (IBTS)*

Température de surface / *Surface temperature*

10.5 °C

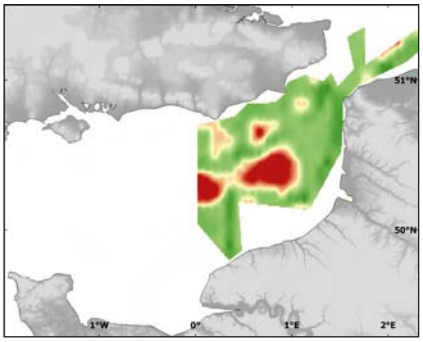
8.5 °C



Erreur de krigeage
Kriging error

élevé/*high*

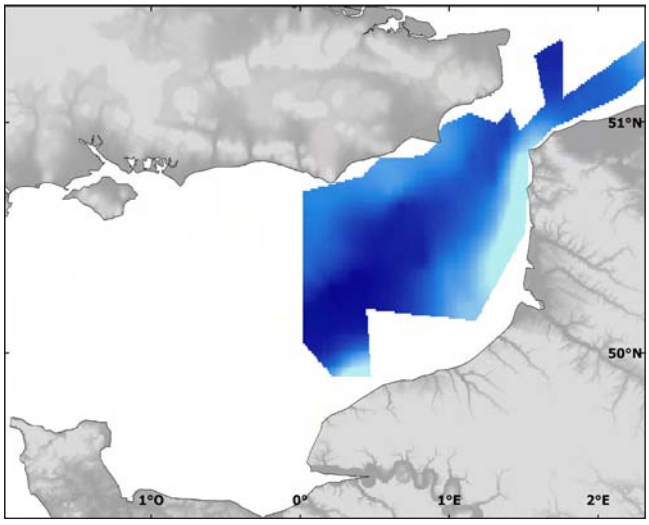
faible/*low*



Salinité de surface / *Surface salinity*

35.4

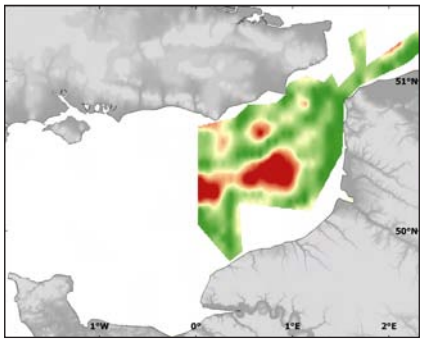
33.9



Erreur de krigeage
Kriging error

élevé/*high*

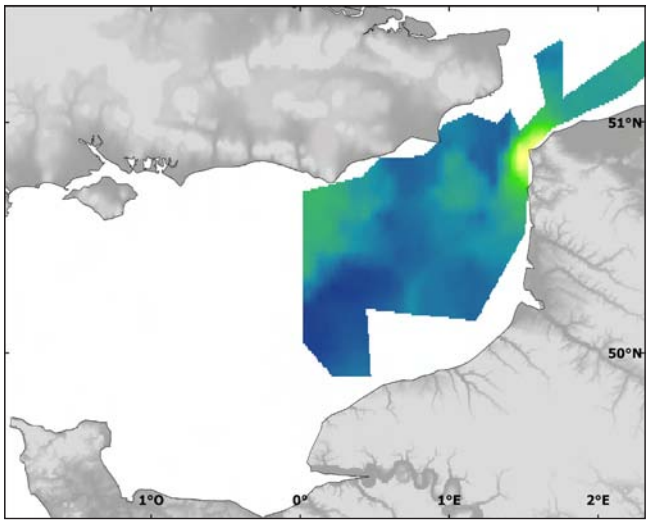
faible/*low*



Concentration en chlorophylle *a* /
Chlorophyll a *concentration*

0.07 µg.L^{-1}

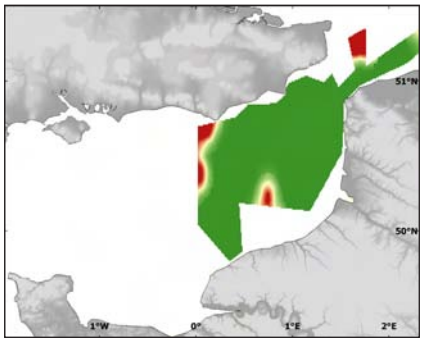
0 µg.L^{-1}



Erreur de krigeage
Kriging error

élevé/*high*

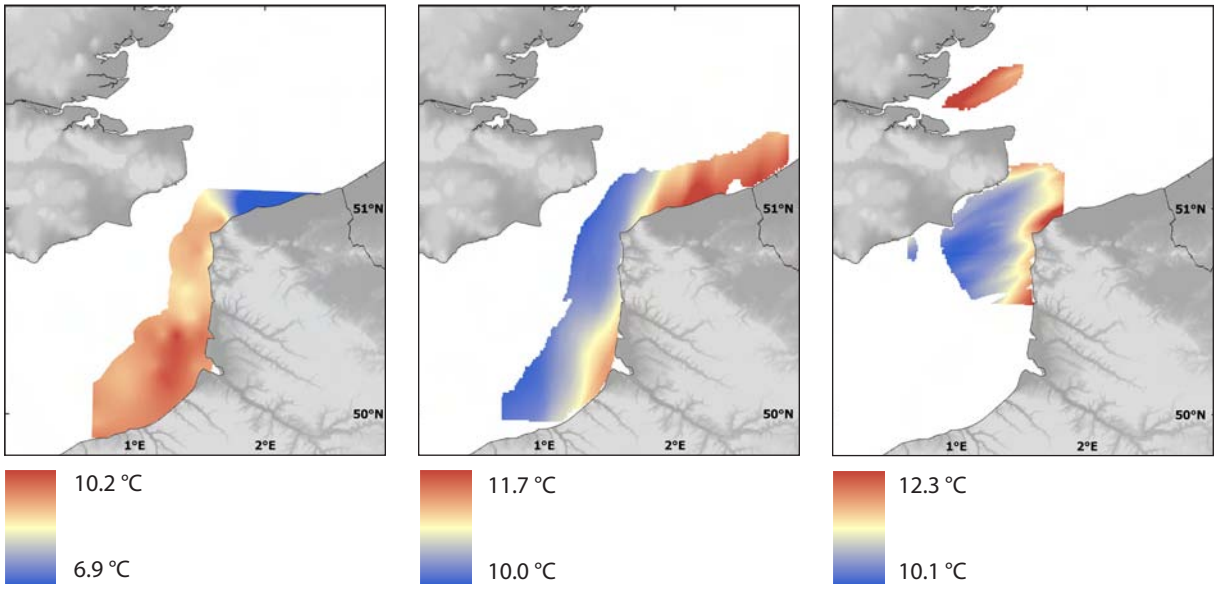
faible/*low*



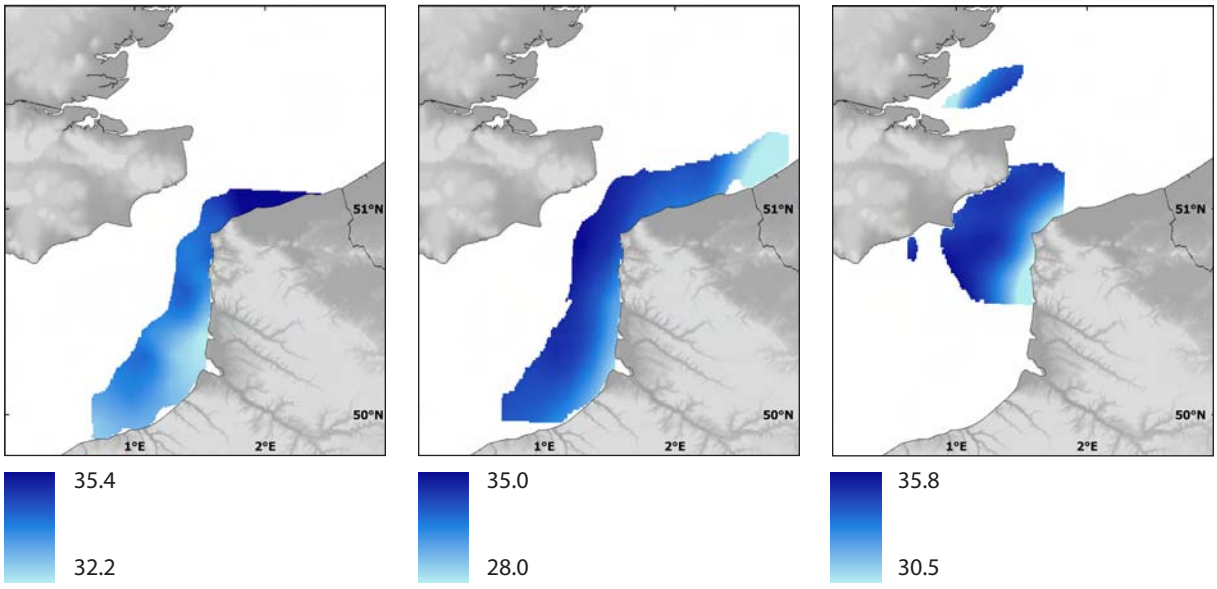
Données in situ - avril/mai 1995 (REISE) et avril 1999 (BCD)
In situ *data* - *April/May 1995 (REISE) and April 1999 (BCD)*

Avril/*April* 1995	Mai/*May* 1995	Avril/*April* 1999

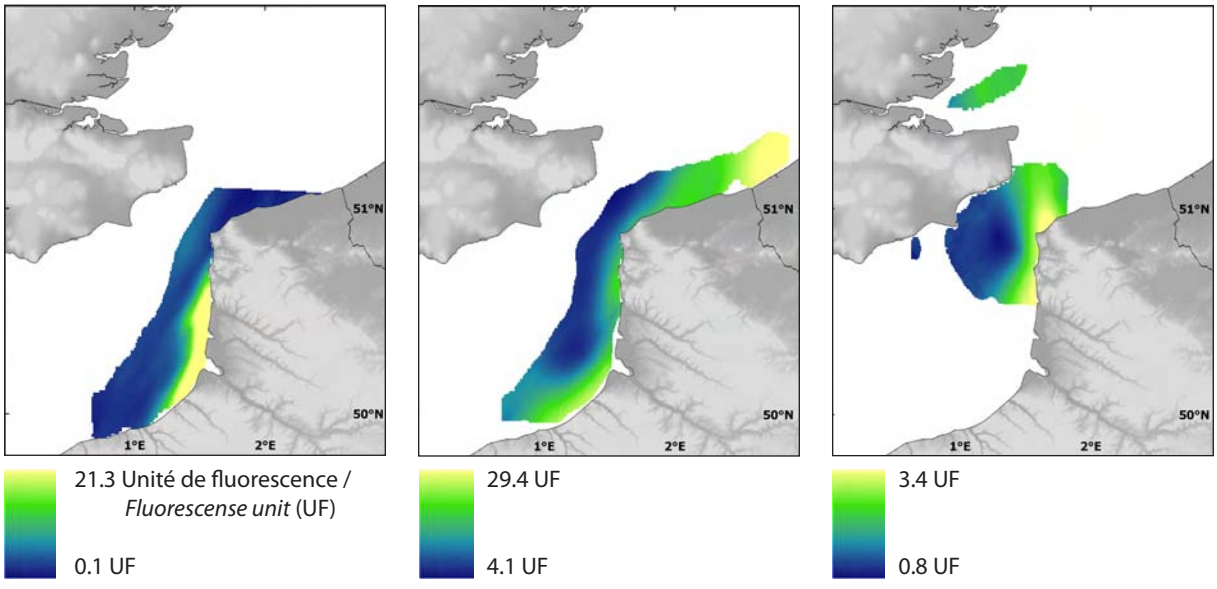
Température moyenne / *Mean temperature*



Salinité moyenne / *Mean salinity*

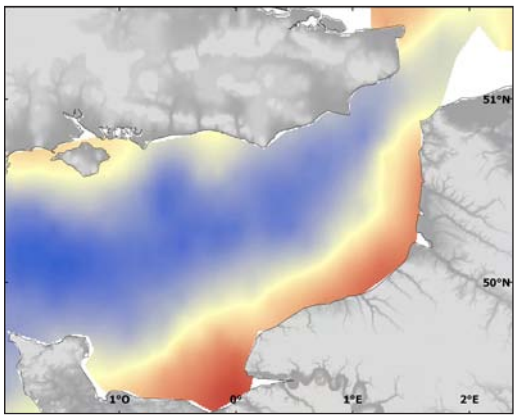


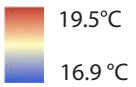
Fluorescence moyenne / *Mean fluorescence*



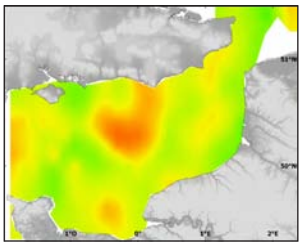
Données* in situ - *Température et salinité moyennes en juillet (BTS)
In situ *data* - *Mean temperature and salinity in July (BTS)*

Température de surface moyenne
Mean surface temperature

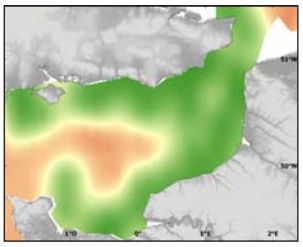




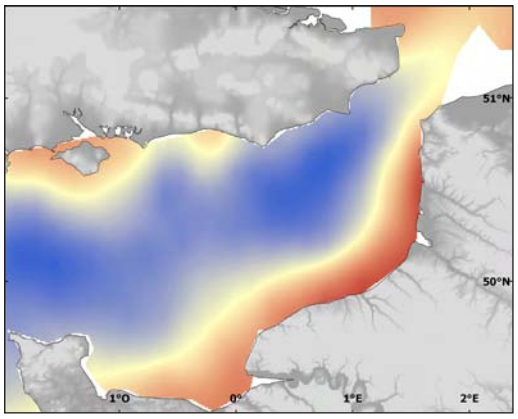
Ecart-type
Standard deviation

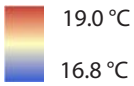


Erreur de krigeage
Kriging error

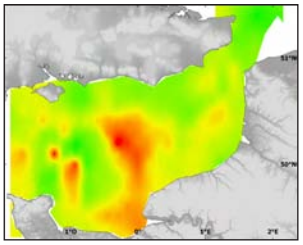


Température de fond moyenne
Mean bottom temperature

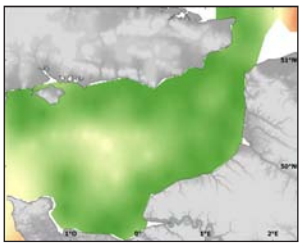




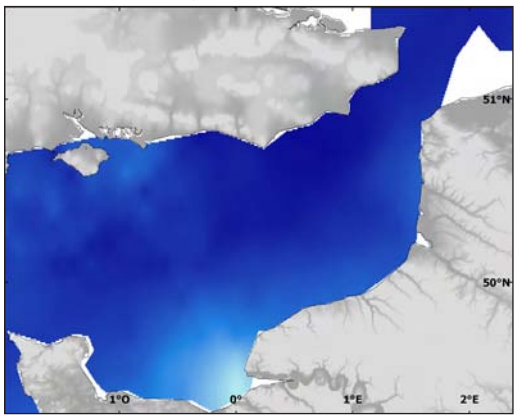
Ecart-type
Standard deviation

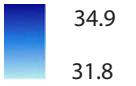


Erreur de krigeage
Kriging error

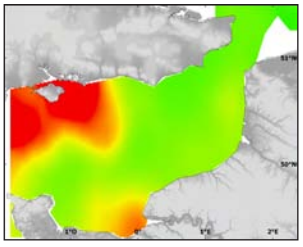


Salinité de surface moyenne
Mean surface salinity

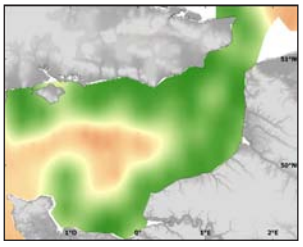




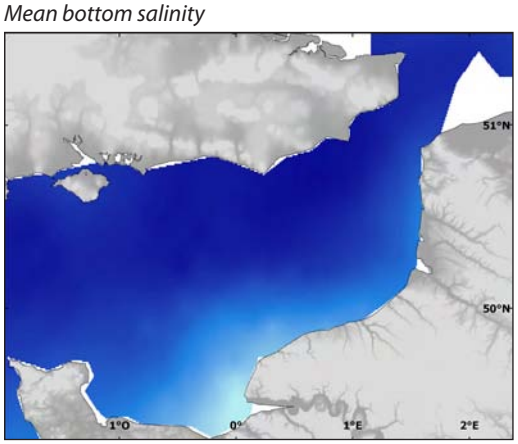
Ecart-type
Standard deviation



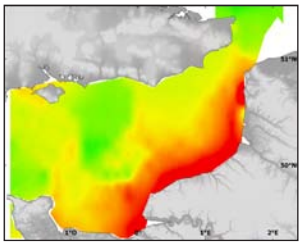
Erreur de krigeage
Kriging error



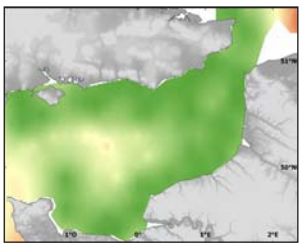
Salinité de fond moyenne
Mean bottom salinity



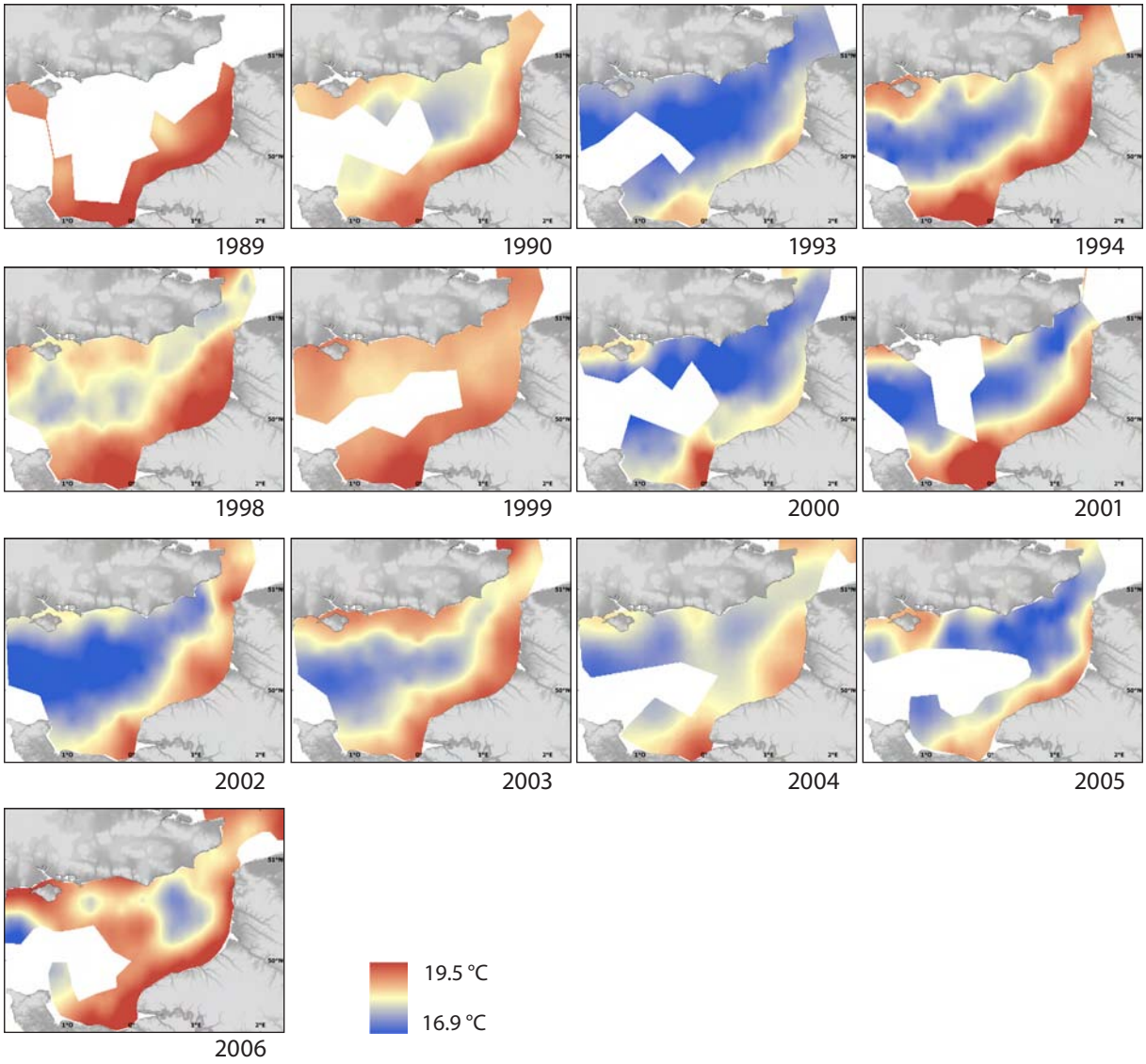
Ecart-type
Standard deviation



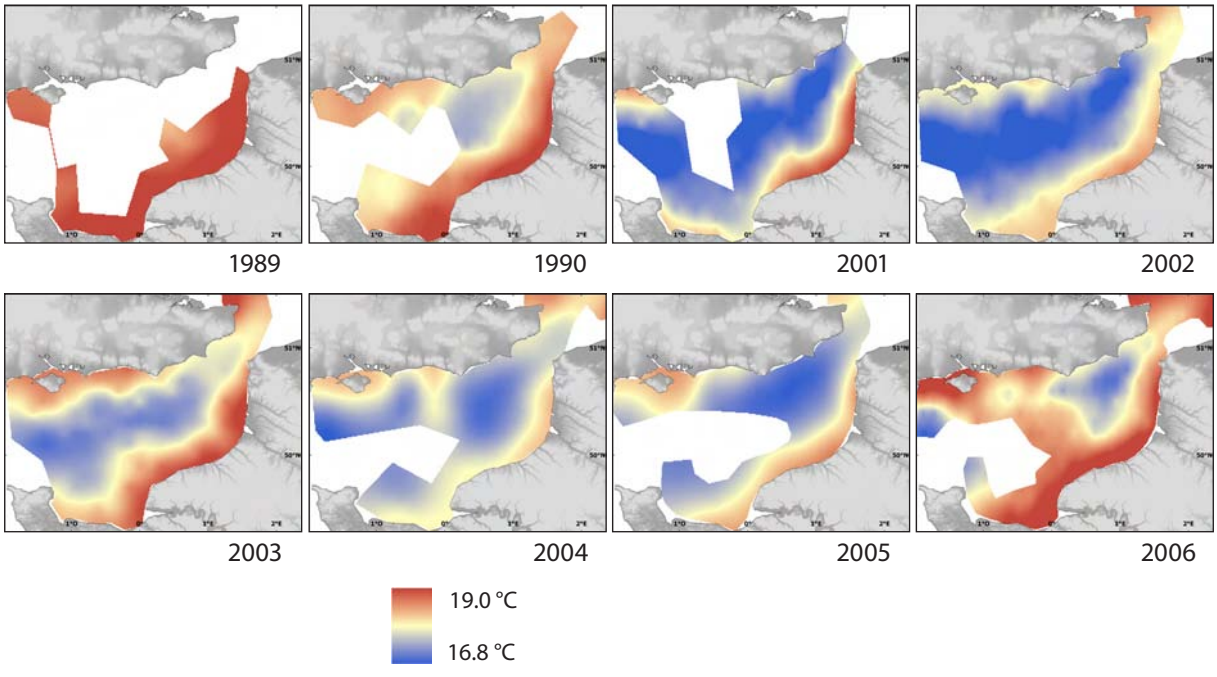
Erreur de krigeage
Kriging error



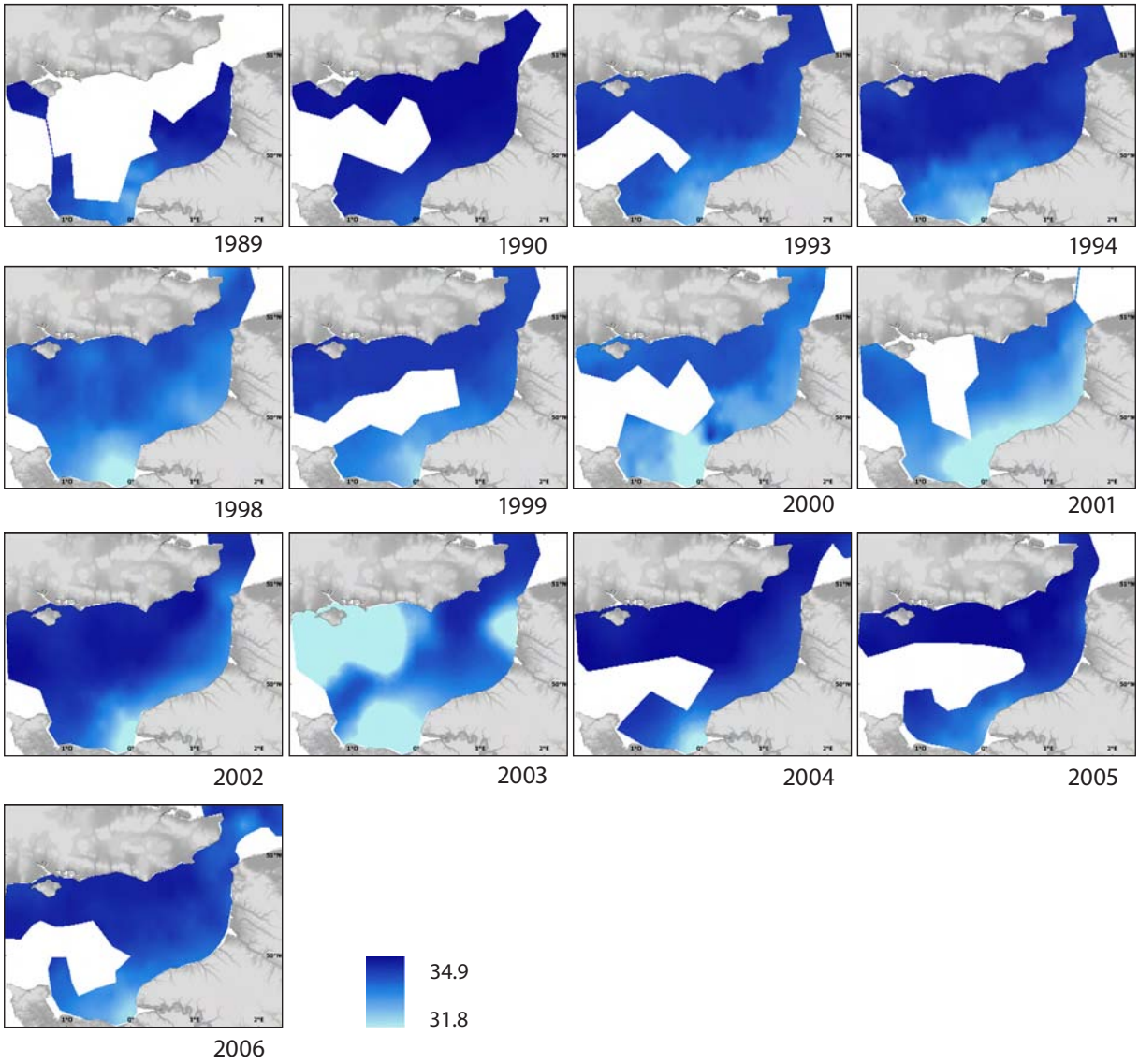
Données* in situ - *Température de surface en juillet (BTS)
In situ *data* - *Surface temperature in July (BTS)*



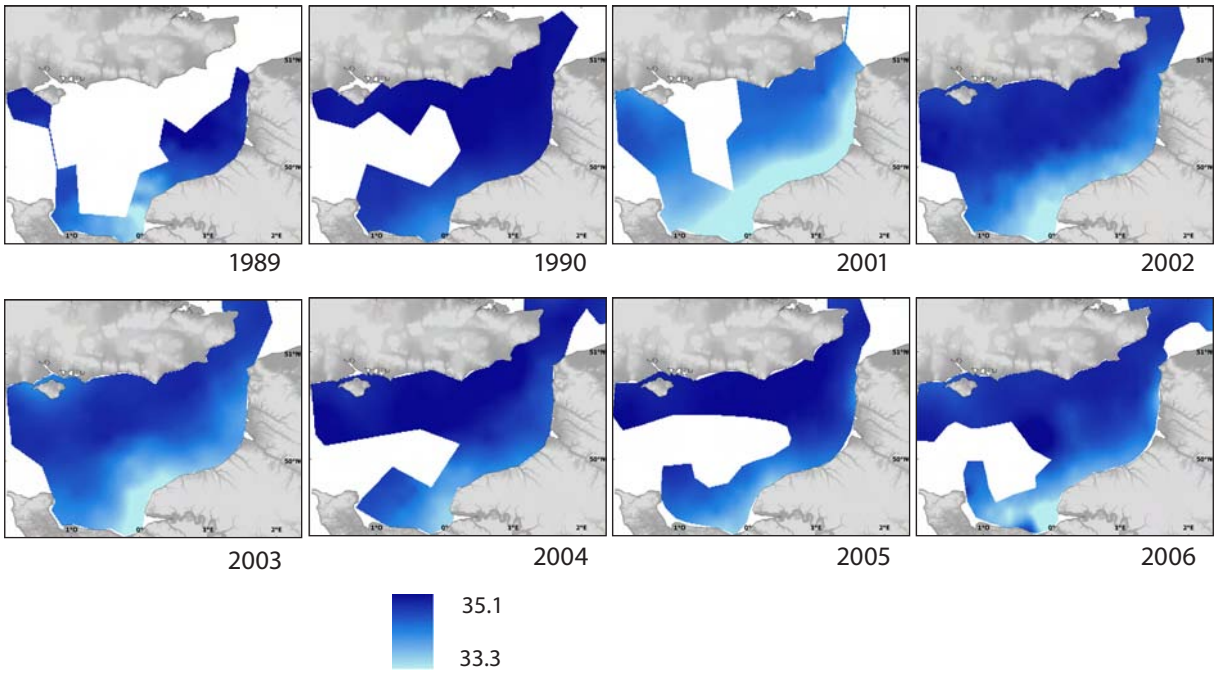
Données* in situ - *température de fond en juillet (BTS)
In situ *data* - *bottom temperature in July (BTS)*



Données* in situ - *salinité de surface en juillet (BTS)
In situ data - Surface salinity in July (BTS)

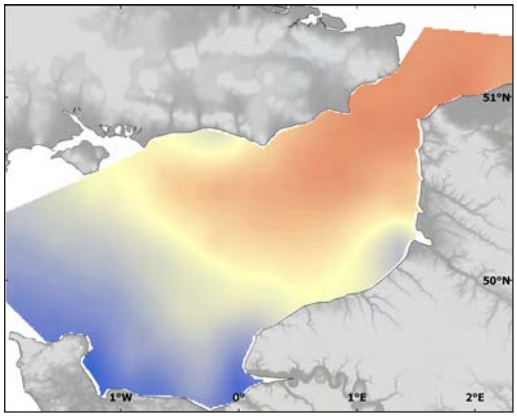


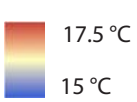
Données* in situ - *salinité de fond en juillet (BTS)
In situ *data - bottom salinity in July (BTS)*



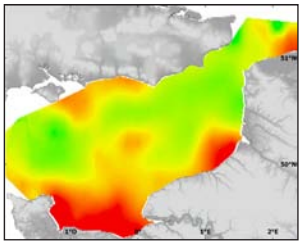
Données* in situ - *Température et salinité moyennes en octobre (CGFS)
In situ *data* - *Mean surface temperature and salinity in October (CGFS)*

Température de surface moyenne
Mean surface temperature

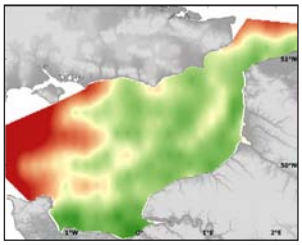




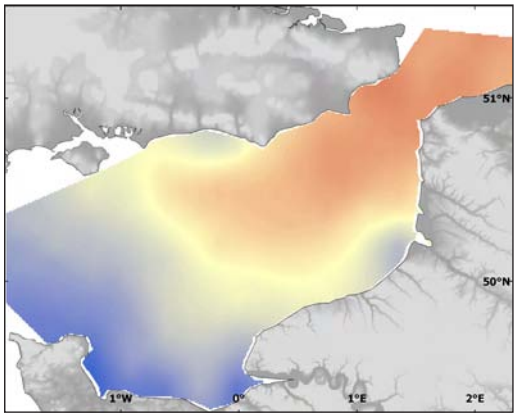
Ecart-type
Standard deviation

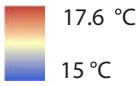


Erreur de krigeage
Kriging error

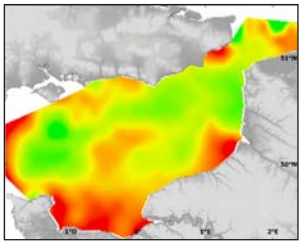


Température de fond moyenne
Mean bottom temperature

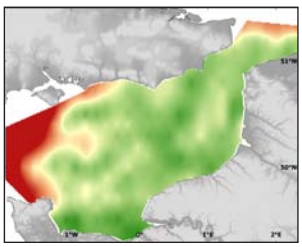




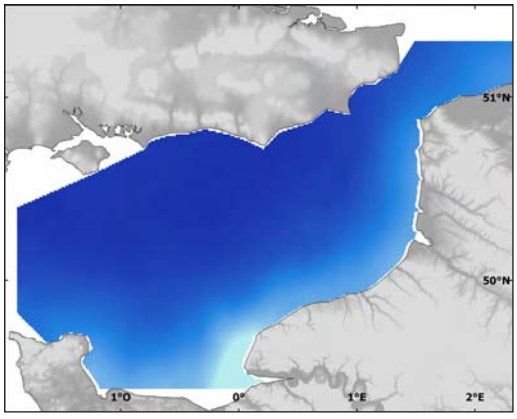
Ecart-type
Standard deviation

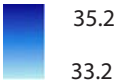


Erreur de krigeage
Kriging error

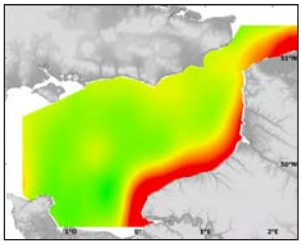


Salinité de surface moyenne
Mean surface salinity

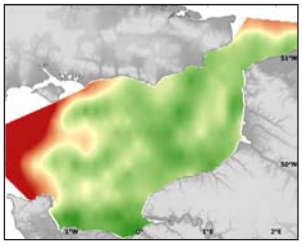




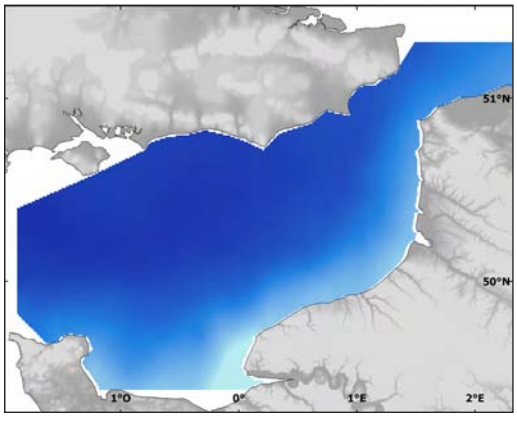
Ecart-type
Standard deviation

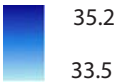


Erreur de krigeage
Kriging error

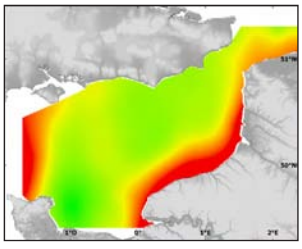


Salinité de fond moyenne
Mean bottom salinity

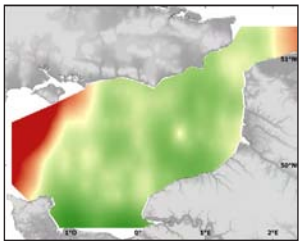




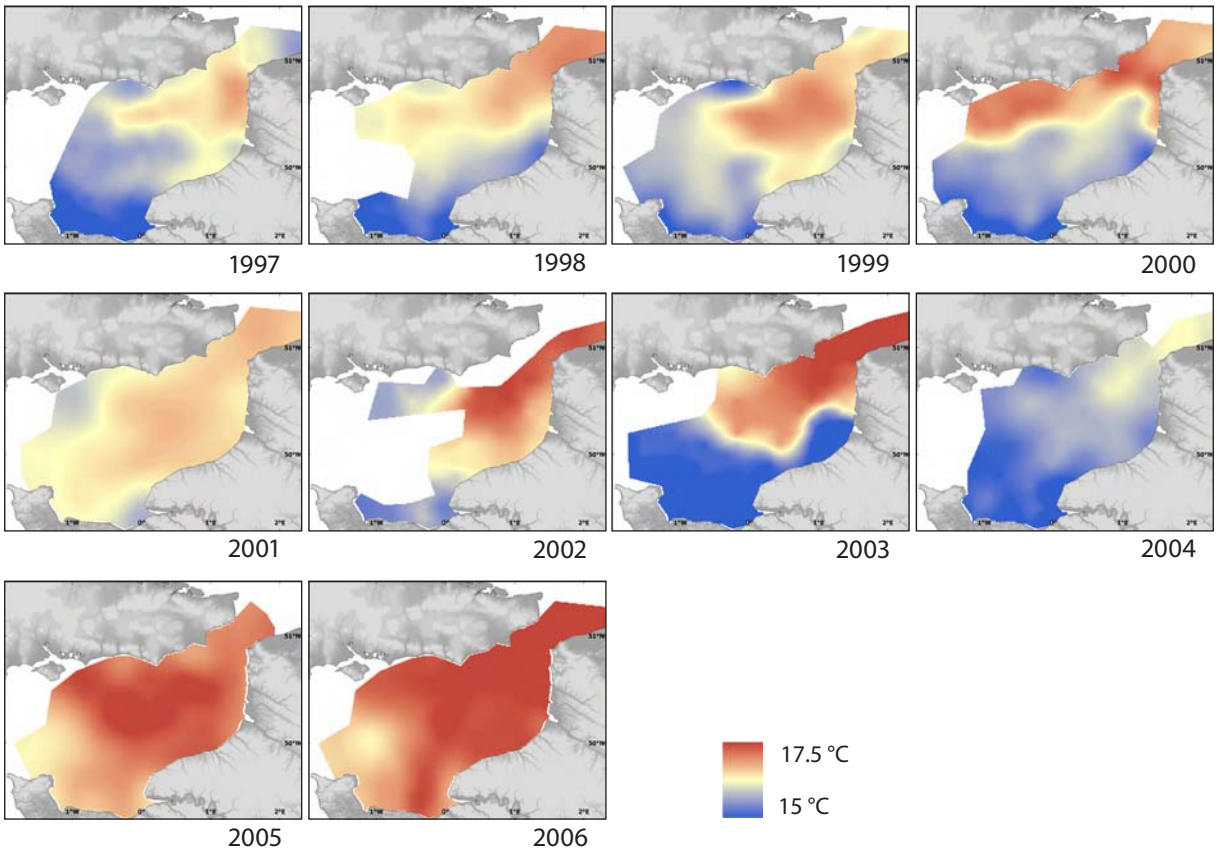
Ecart-type
Standard deviation



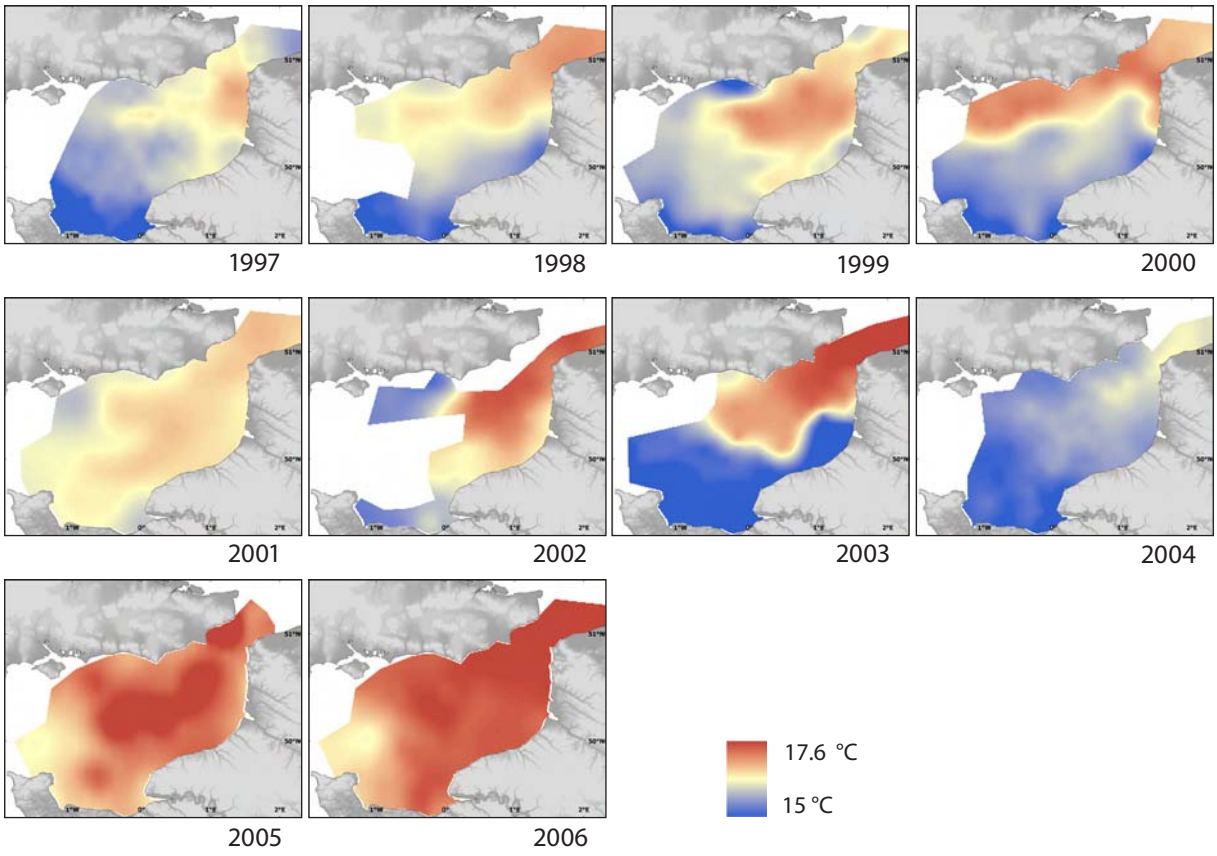
Erreur de krigeage
Kriging error



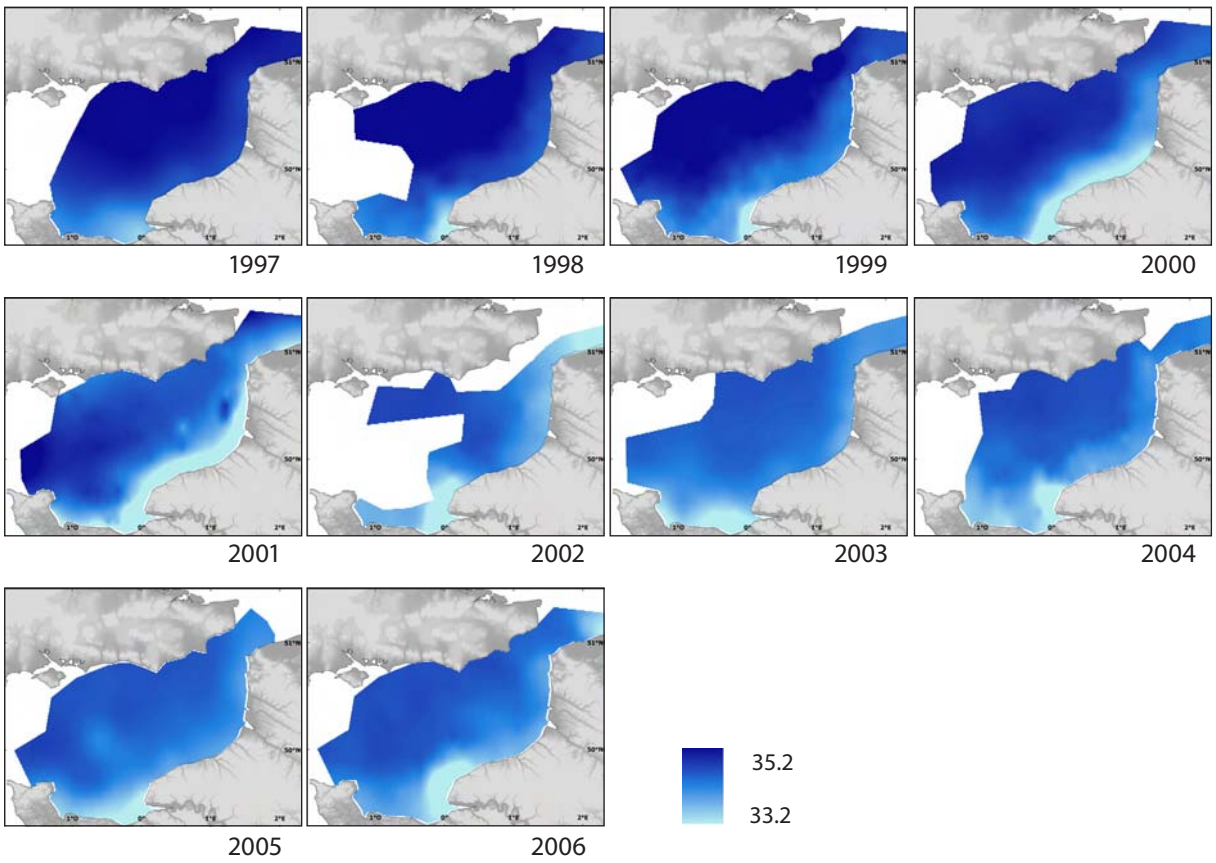
Données* in situ - *Température de surface en octobre (CGFS)
In situ *data* - *Surface temperature in October (CGFS)*



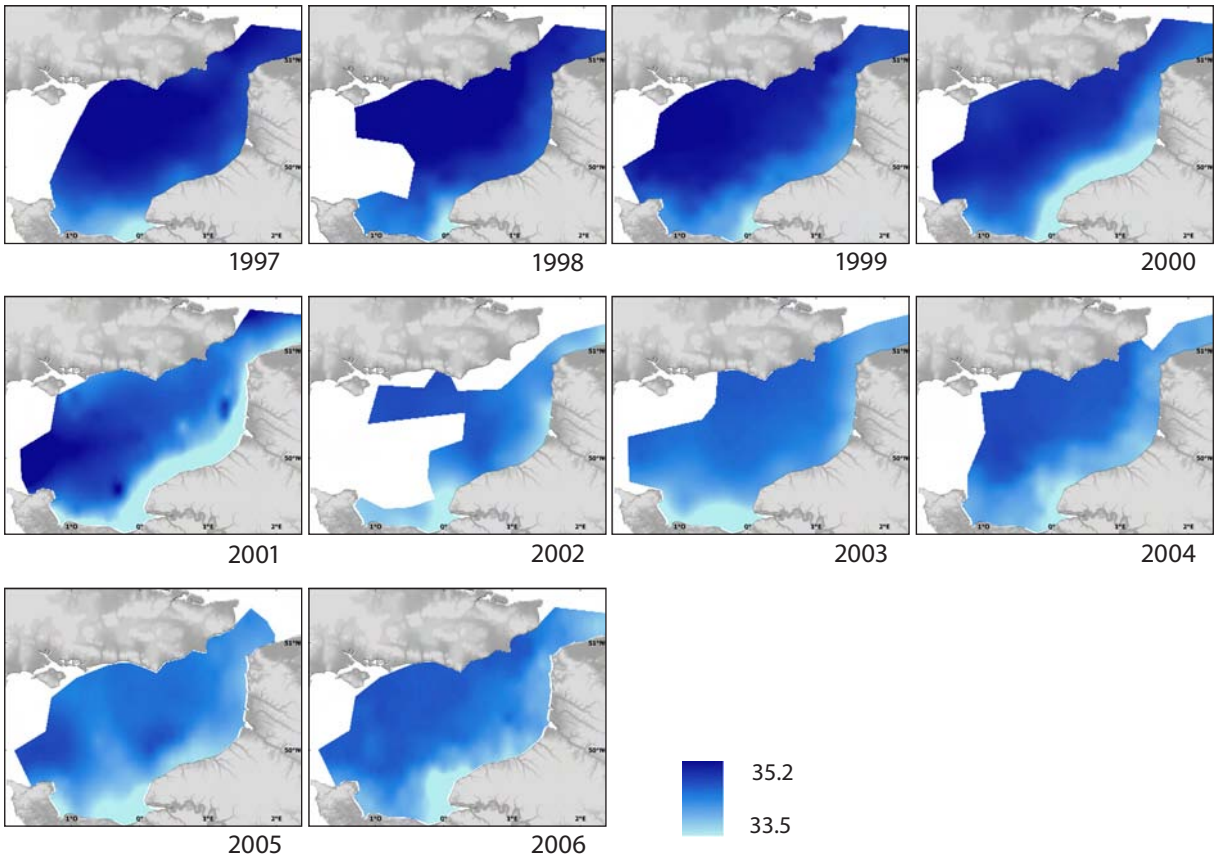
Données* in situ - *Température de fond en octobre (CGFS)
In situ *data* - *Bottom temperature in October (CGFS)*



Données* in situ - *Salinité de surface en octobre (CGFS)
In situ *data* - *Surface salinity in October (CGFS)*



Données* in situ - *Salinité de fond en octobre (CGFS)
In situ *data* - *Bottom salinity in October (CGFS)*



Imagerie satellitaire (télédétection)

Température de surface de la mer (jan-déc)

Les cartes mensuelles (janvier à décembre - moyenne sur 21 ans) de température de surface issues des mesures satellitaires permettent de mettre en évidence la variabilité saisonnière qui apparaît de manière sporadique avec les mesures *in situ* de campagnes. La Manche orientale connaît des amplitudes thermiques marquées (supérieures à 10°C) entre l'hiver et l'été. En raison de l'échelle unique utilisée pour toutes les cartes de l'année, les gradients thermiques entre la côte et le large sont bien moins visibles que dans les cartes de campagnes. Ils existent néanmoins, avec des eaux plus chaudes au large en hiver par rapport à la côte, et inversemment en été.

Concentration en chlorophylle *a* (jan-déc)

De janvier à décembre, on note la présence d'un gradient décroissant de concentration en chlorophylle *a*, allant de la côte vers le large. Ce gradient est très prononcé d'avril à juillet, les concentrations pouvant atteindre des valeurs d'environ 15 $mg.m^{-3}$ près des côtes en baies de Seine, Somme, Canche et Authie. La série mensuelle illustre le fort développement (ou "bloom") printanier du phytoplancton dans la Manche le long des côtes au sortir de l'hiver. Par exemple, côté français, ce phénomène débute en baie sud de la mer du Nord et en Manche orientale (mars-avril), puis progresse vers le pays de Caux et la baie de Seine (mai-juin). Une productivité importante se maintient au niveau des estuaires (Seine, Somme, Canche, Authie) en juillet, et persiste jusqu'en août en baie de Seine. La période productive se termine dès octobre. Le bloom de phytoplancton semble durer plus longtemps, et s'étaler sur une plus grande surface du côté français que du côté britannique.

Matière en suspension (jan-déc)

Les cartes mensuelles de MES montrent de fortes concentrations près des côtes car ces matières minérales sont essentiellement apportées par les fleuves côtiers (estuaires de la Tamise, de la Seine et du Solent). En hiver, les forts courants de houle (fort vent de sud-ouest) remettent ces éléments en suspension, et tout particulièrement près des côtes britanniques.

Coefficient d'atténuation (jan-déc)

Les cartes du coefficient d'atténuation de la lumière disponible pour la photosynthèse (KPAR) sont liées aux deux séries précédentes (chlorophylle *a* et MES) de par son calcul. Liés aux fortes remises en suspension (causées par les conditions météorologiques hivernales), les coefficients (et donc la turbidité de l'eau) sont très élevés en hiver. De plus, les basses températures et le peu de lumière pénétrant dans l'eau limitent tout développement planctonique pendant l'hiver. Dès le printemps, les eaux se calment, la lumière pénètre dans la colonne d'eau, amplifiant ainsi le phénomène de "bloom" planctonique, en liaison aussi avec le réchauffement des eaux. Mais dès mai, le KPAR rend compte à la fois des concentrations en MES et en chlorophylle *a*.

Température de surface de la mer (février, août)

La série temporelle de 21 cartes moyennes de température de l'eau en février (couvrant la période 1986 à 2006) illustre l'évolution des conditions hi-

Satellite imagery (remote sensing)

Sea Surface Temperature (Jan-Dec)

Monthly mean SST maps (January to December - mean over 21 years) derived from satellite data highlight the seasonal variability that is also seen in the sea survey *in situ* data. The eastern English Channel presents large thermal amplitudes (greater than 10°C) between winter and summer. As a result of the unique key used for all the months of the year, the thermal gradients are much less visible than in the survey maps. They nevertheless exist, with warmer waters offshore in the winter, compared to the coast, and the contrary in the summer.

Chlorophyll *a* concentration (Jan-Dec)

A negative gradient in chlorophyll *a* concentration is observed from January to December, with higher values near the coasts and decreasing values offshore. This gradient is relatively steeper from April to July, the concentrations reaching up to about 15 $mg.m^{-3}$ near the coasts in the Bays of Seine, Somme, Canche and Authie. The monthly time series well illustrates the phytoplankton bloom along the Channel coasts at the end of the winter. For instance on the French side, this phenomenon begins in the southern Bight of the North Sea and eastern English Channel (March-April), and then progresses towards the Pays de Caux and Bay of Seine (May-June). A large productivity is maintained at the level of estuaries (Seine, Somme, Canche, Authie) in July, and persists until August in the Bay of Seine. The productivity period ends in October. The bloom seems to last longer, and cover greater areas, on the French side compared to the British side.

Suspended particulate matter (Jan-Dec)

Monthly SPM maps display high concentrations along the coasts, as a result of inorganic matter being brought downstream by rivers (Thames and Seine Estuaries, and the Solent). In the winter, strong swell currents (strong south-westerly winds) accentuate the suspension of this matter, particularly near to the British coasts.

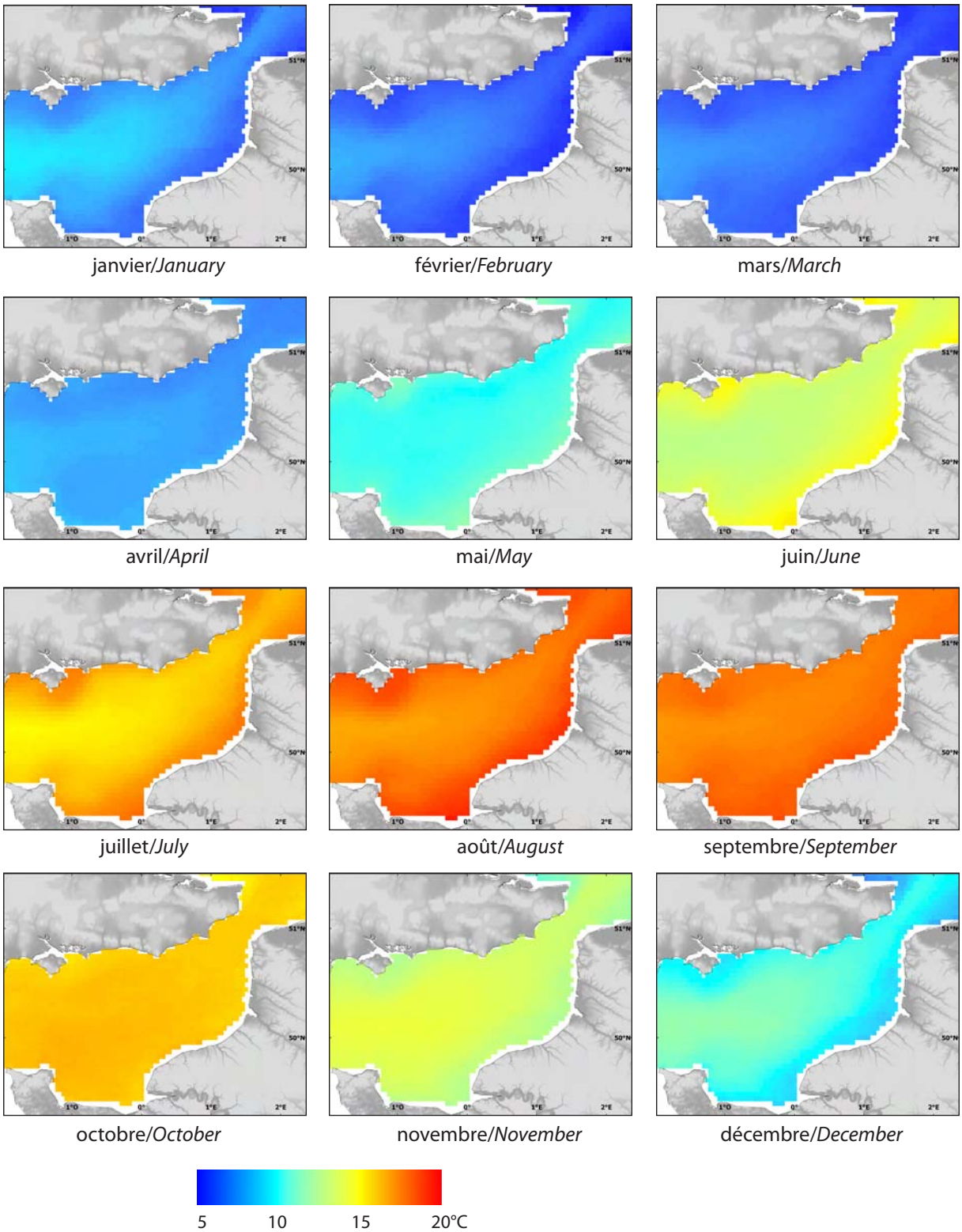
Attenuation coefficient (Jan-Dec)

The maps showing the attenuation coefficient of photosynthetically available radiation (KPAR) are related to the maps of chlorophyll *a* concentration and SPM described above. The coefficients (and hence turbidity) are relatively high during the winter as a result of accentuated suspension of matter linked to winter weather conditions. Moreover, low temperatures and limited light penetration in the water limit planktonic development during the winter. In the spring, water masses become less turbulent, light penetrates into the water column and water temperatures increase, hence amplifying the planktonic bloom. From May, the KPAR is influenced both by chlorophyll *a* and SPM.

Sea Surface Temperature (February, August)

The time-series of 21 mean SST maps for February (covering the period 1986 to 2006) well illustrate the evolution of winter conditions during this time period, whilst the August series illustrate summer conditions. These two series highlight well the thermal gradient that exists between the coast and offshore waters, i.e. colder near to the coast and warmer offshore during the winter, and the reverse in

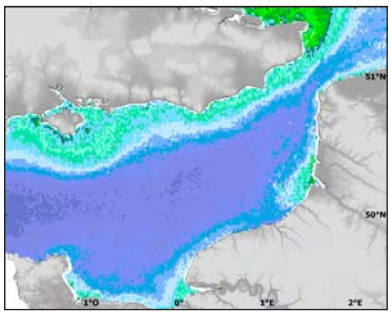
Données satellitaires modélisées - Température mensuelle de surface moyennée (1986-2006)
Modelled satellite data - Monthly mean sea surface temperature (1986 -2006)

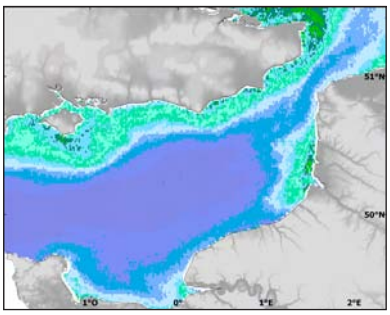


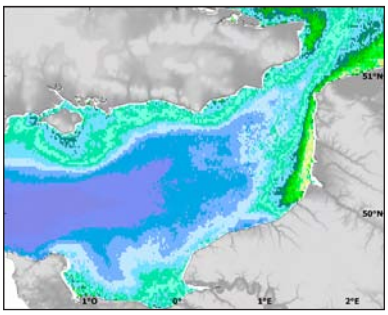
vernales au cours de cette période, tandis que celle du mois d'août illustre l'évolution des conditions estivales. Ces deux séries mettent bien en évidence le gradient thermique qui existe entre la côte et le large, c'est-à-dire froid à la côte et plus chaud au large l'hiver, et l'inverse en été. De plus, les deux séries suggèrent un réchauffement progressif des masses d'eau, peut-être en raison d'un changement climatique.

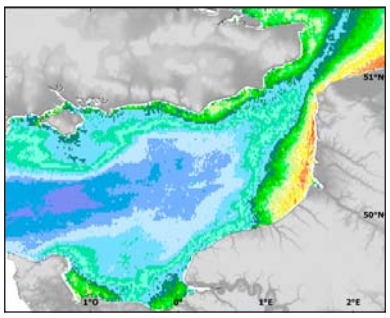
the summer. Furthermore, the two series suggest a progressive warming of the water masses, possible as a result of climate change.

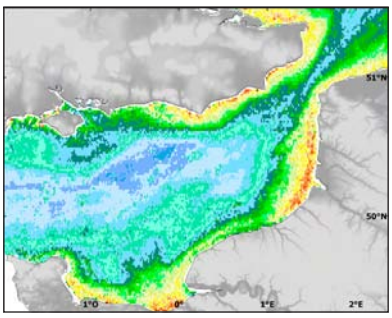
Données satellitaires - Concentration mensuelle en chlorophylle a moyennée (1998-2006)
Satellite data - Monthly mean chlorophyll a concentration (1998-2006)

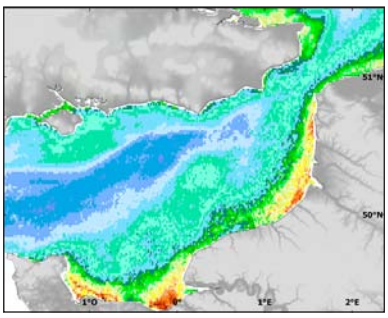

janvier/*January*

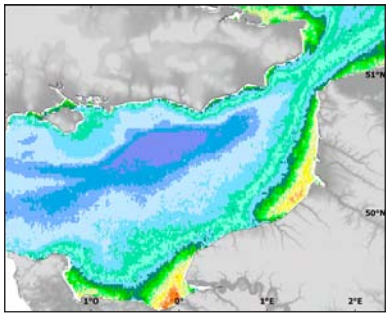

février/*February*

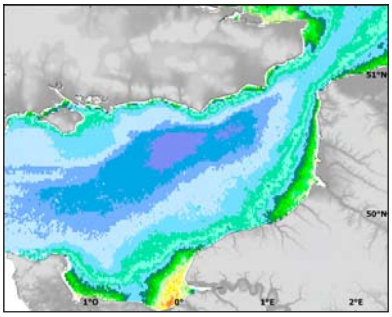

mars/*March*

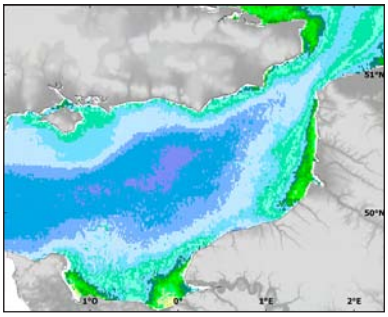

avril/*April*

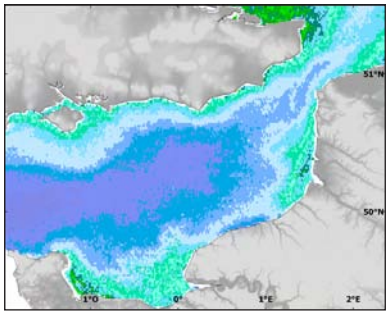

mai/*May*

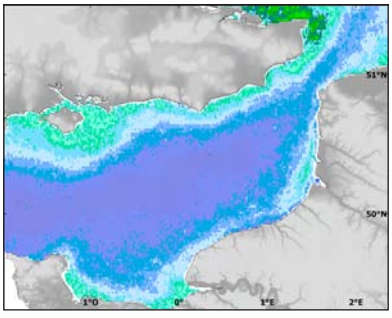

juin/*June*

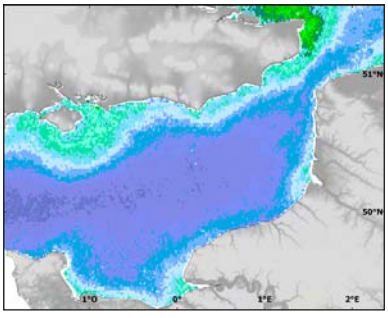

juillet/*July*


août/*August*


septembre/*September*

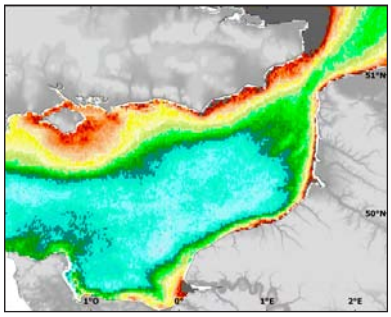

octobre/*October*

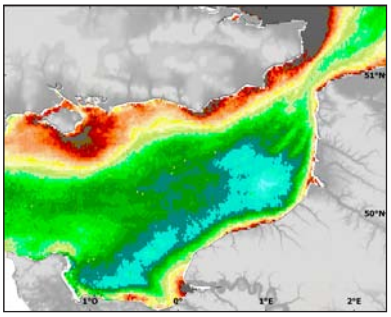

novembre/*November*

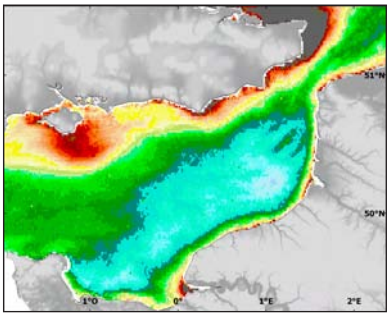

décembre/*December*

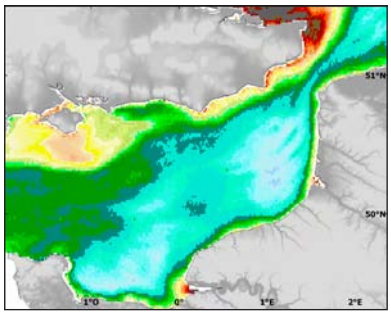
Concentration en chlorophylle *a* /
Chlorophyll a concentration

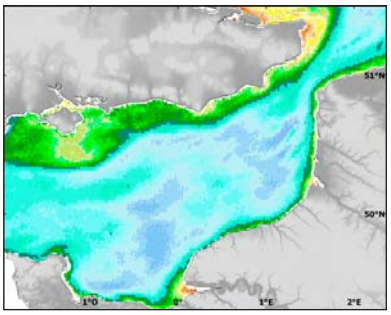
Données satellitaires - Matière en suspension mensuelle moyennée (1998-2006)
Satellite data - Monthly mean suspended particulate matter (1998-2006)

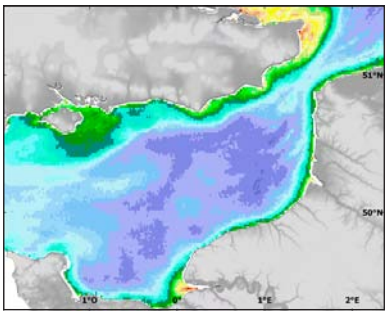

janvier/*January*

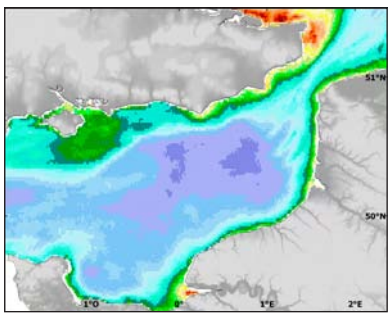

février/*February*

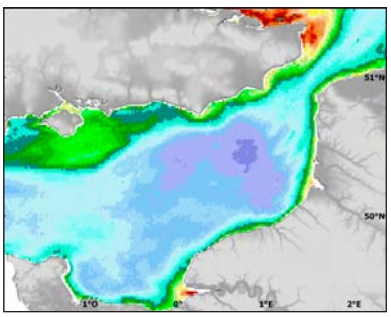

mars/*March*

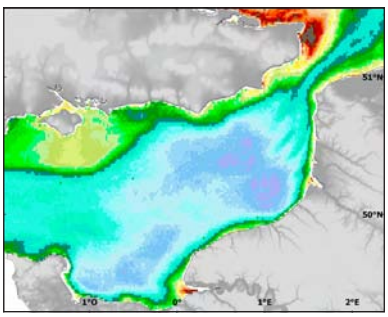

avril/*April*

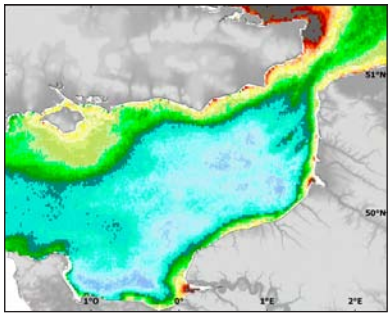

mai/*May*

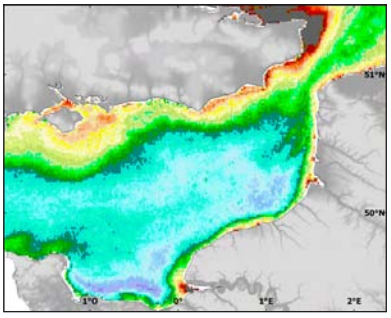

juin/*June*

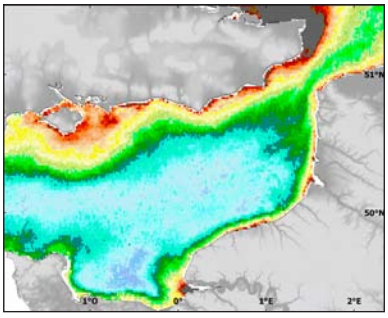

juillet/*July*

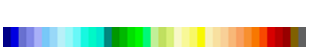

août/*August*


septembre/*September*

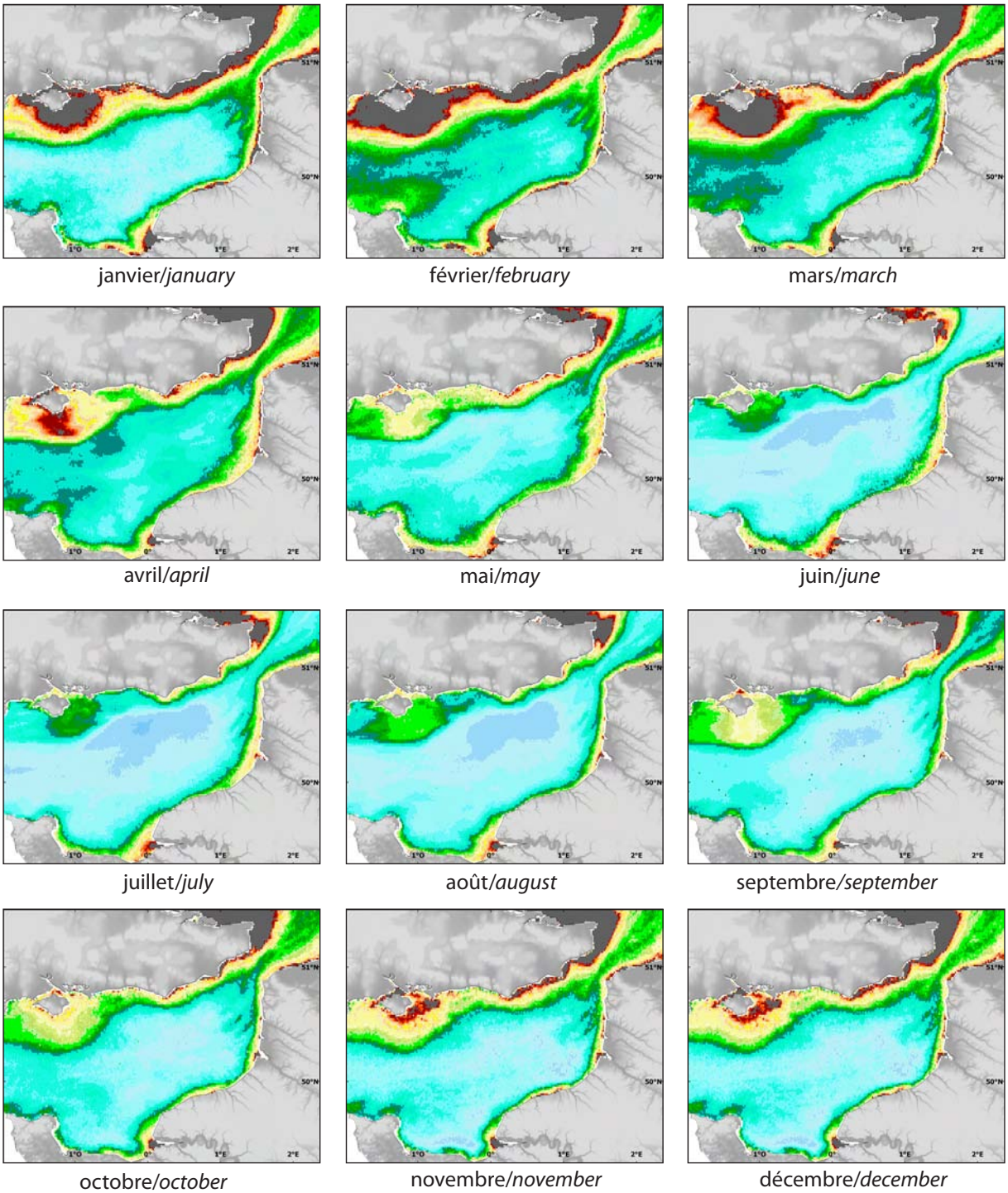

octobre/*October*


novembre/*November*


décembre/*December*

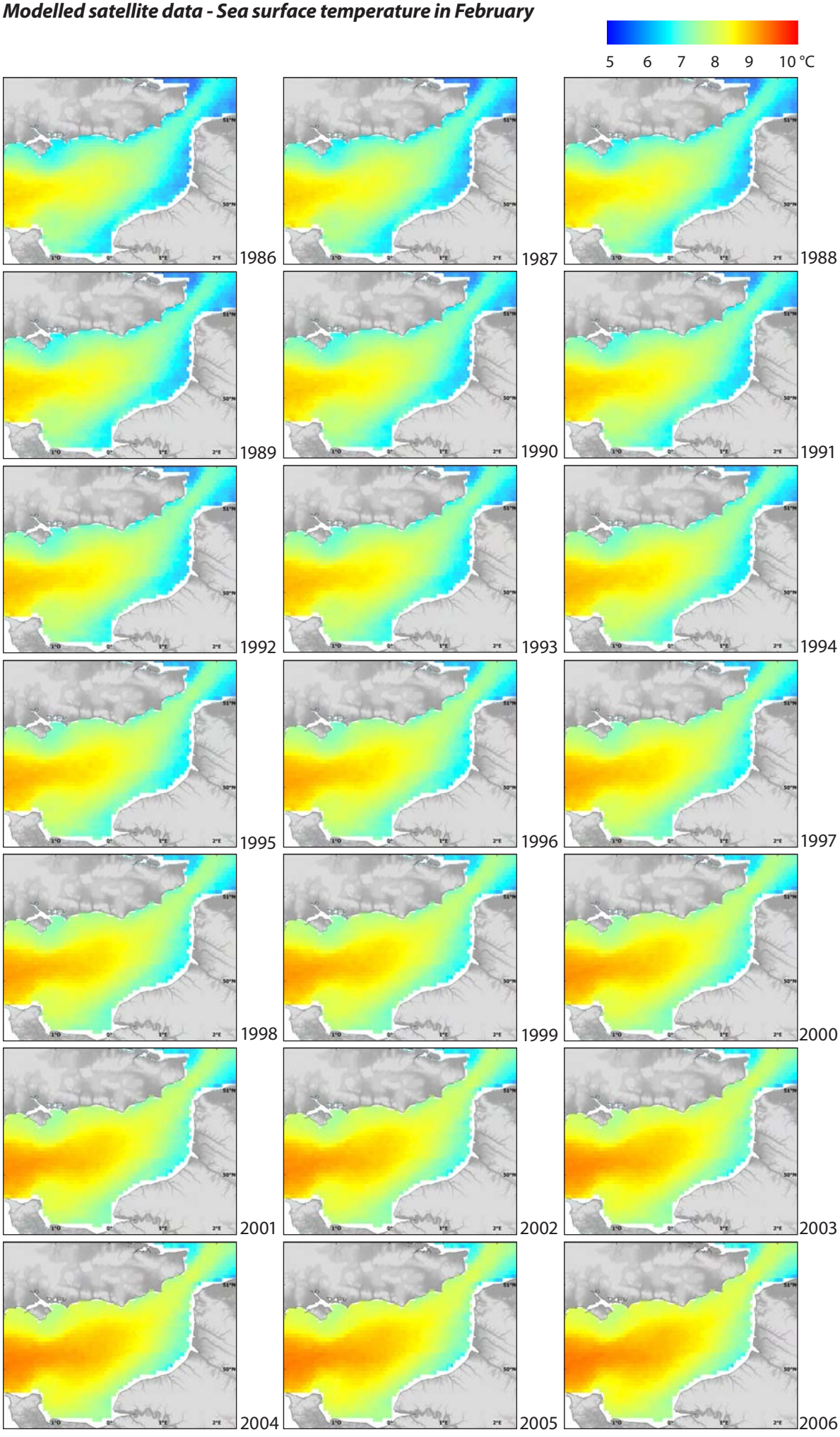

0.2| 1| 2| 5| 10|15|25| g.m^{-3}
Concentration en matières inorganiques en suspension/
Mineral Suspended Particule Matter concentration

Données satellitaires - Coefficient mensuel d'atténuation (KPAR) (1998-2006)
Satellite data - Monthly attenuation coefficient (KPAR) (1998-2006)

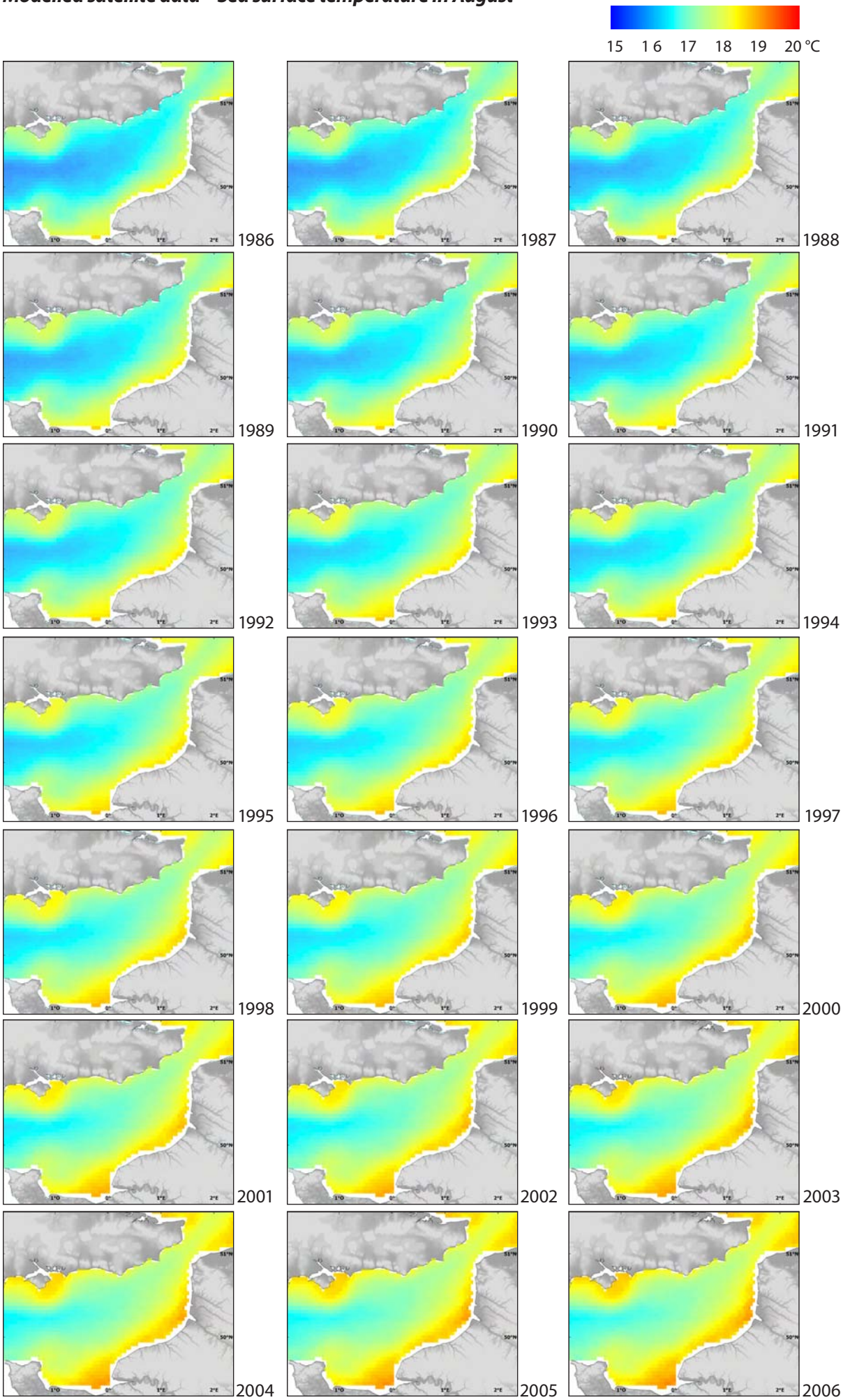


Coefficient d'atténuation de la lumière disponible pour la photosynthèse (KPAR)/
Attenuation coefficient of photosynthetically available radiation (KPAR)

Données satellitaires modélisées - Température de surface de la mer en février
Modelled satellite data - Sea surface temperature in February



Données satellitaires modélisées - Température de surface de la mer en août
Modelled satellite data - Sea surface temperature in August



Chapitre 4.
Espèces et habitats

Chapter 4.
Species and habitats

Chapitre 4.
Espèces et habitats

Introduction

Les organismes marins vivants (micro-organisms, animaux, plantes, etc) peuvent être classifiés sur la base de leurs habitudes de vie. Dans ce chapitre sont étudiés deux compartiments, le benthos et le necton, les autres compartiments existants étant le neuston (organismes vivant en association avec la surface de la mer, ex. certains microbes) et le plancton (organismes vivant dans la colonne d'eau et trop petits pour nager contre les courants, ex. copépode et diatomée, mais pouvant avoir des activités natatoires leur permettant de faire des migrations nycthémérales dans la colonne d'eau).

Le benthos rassemble les animaux et plantes qui vivent en association avec le fond de la mer, et la première section de ce chapitre est consacrée aux invertébrés benthiques, animaux qui n'ont pas de colonne vertébrale. Une sélection d'espèces d'invertébrés benthiques est présentée, allant des vers annélides (ex. ophélie), aux mollusques (ex. coquillage), arthropodes (ex. crabe, homard) et échinodermes (ex. étoile de mer, oursin).

Le necton regroupe les animaux capables de se déplacer dans la colonne d'eau ou à contre-courant grâce à une nage relativement puissante. La majorité des espèces de ce compartiment qui sont présentées dans la seconde partie de ce chapitre sont des animaux vertébrés (poissons cartilagineux tels la raie et le requin ; poissons osseux tels les poissons plats, la sole, la morue), mais sont aussi présentés certains mollusques céphalopodes (tels l'encornet et la seiche), qui sont des invertébrés.

Au total, des informations générales, des méthodologies et des cartes de distribution, associées à des commentaires, sont disponibles pour plus de 50 espèces (ou groupes d'espèces).

Chapter 4.
Species and habitats

Introduction

Marine living organisms (micro-organisms, animals, plants, etc) may be classified by their general life habits. In this two part chapter, we concentrate on two such compartments, benthos and nekton, the other main compartments being neuston (organisms associated with the sea surface, e.g. some microbes) and plankton (organisms that live in the water and that are too small to swim against currents, e.g. copepods and diatoms, but capable of swimming activities allowing them to carry out diel migrations in the water column).

Benthos comprises animals and plants which are associated with the seafloor and the first section of this chapter focuses on benthic invertebrates, these being animals lacking a backbone (or spinal column). A variety of benthic invertebrate species is presented, ranging from annelid worms (e.g. ophelia), molluscs (e.g. scallop, whelk), arthropods (e.g. crab, lobster, shrimp) to echinoderms (e.g. sea star, sea urchin).

Nekton comprises animals capable of moving in the water column through relatively powerful swimming, i.e. animals that are capable of swimming against a current or through turbulent water. The majority of the species of this compartment that are presented in the second section of this chapter are vertebrate animals (cartilaginous fish such as sharks and rays, as well as bony fish such as flatfish, sole, cod), though some cephalopod molluscs (i.e., invertebrates such as squid and cuttlefish) are also included.

General information, distribution maps and associated commentaries are presented for more than 50 species (or groups of species), along with details of the methodologies followed.

Partie
Invertébrés benthiques

Section
Benthic invertebrates

Les invertébrés benthiques

Benthic invertebrates

Résumé

Cette section concerne le macrobenthos de la Manche orientale. Plusieurs campagnes en mer au cours desquelles les données ont été collectées sont présentées, notamment des campagnes réalisées dans les années 70, représentant 1495 relevés. Afin d'actualiser ces données historiques, de nouveaux échantillonnages ont été effectués dans les années 2000. 469 stations ont ainsi été échantillonnées dont 403 relevés ont permis d'observer ou non un changement de distribution par rapport aux données historiques. Un total de 1898 stations a été utilisé pour réaliser l'atlas. D'autres jeux de données plus récents (campagnes Baie de Seine et Copale-Authie entre autres) sont aussi disponibles, pour un total de 272 relevés. Des modèles d'habitats macrobenthiques ont été développés. Les espèces qui jouent un rôle important dans la structuration des communautés, le réseau trophique ou étant susceptibles d'être une ressource alimentaire pour les poissons sont plus particulièrement mises en évidence. Ainsi 23 espèces d'invertébrés benthiques sont décrites (taxonomie, biologie, écologie) et pour chacune d'entre elles, des cartes d'habitats ont été réalisées.

Introduction

Le benthos regroupe tous les êtres vivants végétaux (phytobenthos) et animaux (zoobenthos) qui vivent en liaison intime avec le fond des mers et océans. Ils peuvent vivre à sa surface et être fixés sur le substrat (épibenthos ou épifaune et épiflore sessile) ou se déplacer et être mobiles à la surface du substrat (épibenthos ou épifaune vagile). Certains animaux sont nageurs mais restent tributaires du fond et ne s'en écartent jamais beaucoup ; ces animaux forment le suprabenthos. Enfin les animaux pour leur très grande majorité vivent à l'intérieur du substrat qu'ils fouissent (substrat meuble) ou forent (substrat dur) ; ils constituent l'endofaune. Le domaine benthique marin est donc une fraction de la biosphère, extrêmement mince, liée intimement au fond des mers et des océans. Il s'étend de la ligne de rivages jusqu'aux plus grandes profondeurs. Trois grandes zones bathymétriques se succèdent ainsi du continent vers le large : le plateau continental (0-200 m, avec la présence d'un estran ou zone intertidale ou de balancement des marées dans les mers à marée), le talus continental (zone de rupture de pente de 200 à 2 000 m) puis les fonds bathyaux-abyssaux au-delà de 2 000 m. En fonction de la disponibilité en lumière pour les organismes vivants, on distingue le système phytal (où l'existence d'organismes photosynthétiques est possible), et un système aphytal (où il n'y a plus assez de lumière pour assurer la photosynthèse).

L'écologie benthique fait appel à trois notions dominantes pour la délimitation et l'identification des

Abstract

This section focuses on macrobenthos of the eastern English Channel. Several sea surveys during which data were collected are presented, notably historical surveys that took place in the 1970s, collecting 1,495 samples. In order to update this historical dataset, new data were collected in the 2004-2007 period. Amongst the new data collected (469 sites), 403 were used for comparison with the historical data. A total of 1898 samples were used for the atlas. Other more recent datasets were also available, i.e. Bay of Seine and Copale-Authie surveys (272 sites). Macrobenthic community habitat models were developed. A special attention was given to species which have a specific importance in the food web, or in the community structure or in their possibility to be used as a source of food for fish. A total of 23 species sheets were prepared for the atlas. They contain pictures and information about taxonomy, ecology, biology and the distribution of each species.

Introduction

The benthos comprises all the plant and animal organisms (namely phytobenthos and zoobenthos, repectively) living close to the seafloor. They may live on its surface, either fixed to a substrate (epibenthos or sessile epifauna and epiflora) or move freely on the surface of the substrate (epibenthos or vagile epifauna). Some animals are able to swim but remain dependent on the sea bottom and never swim far away from it: they form the suprabenthos. Finally, most of the animals live within the substrate, which they excavate (soft substrate) or drill into (hard substrate): they constitute the endofauna. The marine benthic field is an extremely thin 'fraction' of the biosphere, closely related to the seafloor. It extends from the shoreline to the ocean depths. This benthic field can be divided into three bathymetric zones: the continental shelf extending from the inshore inter-tidal zone to the 200 m bathymetric line; an intermediate zone of steep continental slopes (from 200 to 2,000 m); and the bathy-abyssal bottom zone beyond 2,000 m. Depending on the availability of light for living organisms, two systems are described: the phytal system (where the existence of photosynthetic organisms is possible), and the aphytal system (where there is insufficient light to sustain photosynthesis).

Benthic ecology calls for three dominant concepts for the delimitation and identification of the environment:

- the nature and the structure of the substrate;
- the depth with its implications relating to light,

milieux :

- la nature et la structure du substrat ;
- la profondeur avec ses implications, liées à l'éclairement, la température et les ressources trophiques venant soit des continents soit de la colonne d'eau ;
- la qualité de l'eau et ses paramètres chimiques, physiques et dynamiques.

Tous les groupes floristiques et faunistiques sont représentés au sein du benthos mais il existe un grand nombre d'espèces de faune benthique (~ 70 %) qui ont un cycle vital avec une phase larvaire planctonique (cycle bentho-pélagique).

Méthodes

Collecte des données : les campagnes en mer

La répartition des communautés macrobenthiques en Manche orientale a été étudiée par Louis Cabioch, Franck Gentil, René Glaçon et Christian Retière entre 1971 et 1976 dans le cadre d'un programme de recherche (RCP Manche) consacré à la cartographie du benthos de la Manche. Les résultats relatifs à cette période présentés dans cet atlas nous ont aimablement été fournis par ces auteurs, qui ont échantillonné 1495 stations entre la longitude 2° W et la frontière de la Belgique (figure 1). L'échantillonnage est de type régulier dans les secteurs homogènes. En revanche, certaines zones côtières ainsi que la région des bancs sableux des Flandres (partie sud de la mer du Nord) ont bénéficié d'un échantillonnage plus serré. Les prélèvements réalisés à la drague Rallier du Baty (diamètre 45 cm, figure 2) sont de type qualitatif.

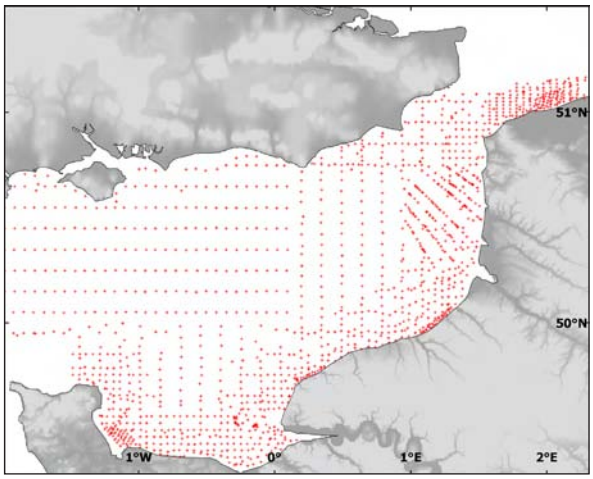
- the water quality and its chemical, physical and dynamic parameters.

All the plant and animal groups are represented in the benthos but a large number of benthic fauna (~ 70 %) has a life cycle with a planktonic larval stage (bentho-pelagic cycle).

Methods

Data collecting: sea surveys

The macrobenthic community distribution in the eastern English Channel was investigated by Louis Cabioch, Franck Gentil, René Glaçon and Christian Retière between 1971 and 1976, as a part of a research program (called "RCP Manche") devoted to mapping the English Channel benthos. Results referring to this period and presented in this atlas were kindly provided by these authors who sampled 1495 stations between longitude 2° W and the French-Belgium border (figure 1). Their sampling strategy was regular in homogeneous areas and intensified in coastal areas and on the Flanders sand banks (Southern Bight of the North Sea). Qualitative samples were taken using a "Rallier du Baty" dredge (45 cm in diameter, figure 2).



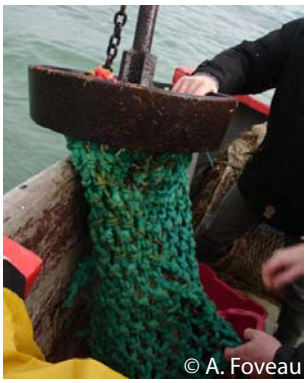


Figure 2. Drague Rallier du Baty / *"Rallier du Baty" dredge.*

Figure 1. Localisation des stations échantillonnées à la drague "Rallier du Baty" (RCP Manche, 1971-1976) / *Location of the survey stations sampled using the "Rallier du Baty" dredge (RCP Manche, 1971-1976).*

Une observation détaillée de la structure granulométrique du sédiment prélevé (30 L sed.) et de la faune apparente a été effectuée avant tamisage sur une maille de 2 mm. Le refus de tamis a été ensuite étudié au laboratoire.

Trente ans après cette étude, une nouvelle caractérisation des communautés macrobenthiques de la Manche orientale a été initiée à la Station Marine de Wimereux dans le cadre du programme MABEMONO (MAcroBEnthos de la Manche Orientale et du sud de la mer du NOrd, 2006-2007). L'échantillonnage est également de type régulier (une

A detailed observation of the granulometric structure of the sampled sediment (30 L sed.) and of the visible fauna was made before sieving on a 2 mm mesh. The collected fraction was then analysed in the laboratory.

Thirty years after this study, a new characterisation of the macrobenthic communities of the eastern English Channel was initiated at the Marine Station in Wimereux within the framework of the MABEMONO programme (MAcroBEnthos of the eastern English Channel and the south of the North Sea, 2006-2007). The sampling was also regular (sam-

station toutes les 5' en latitude et en longitude, figure 3). Cependant, le secteur des bancs sableux des Flandres (partie sud de la mer du Nord) ainsi que les bancs sableux du sud du détroit du Pas-de-Calais ont fait l'objet d'un échantillonnage plus serré. Les prélèvements réalisés à la benne Hamon (figure 4), à bord du *NO* "Côtes de la Manche" sont de type quantitatif. Trois réplicats (0.25 m^2) ont été effectués par station : un premier pour une analyse granulométrique, les deux autres pour une analyse de la faune benthique associée. Lorsque l'utilisation de la benne Hamon s'avérait impossible, la drague Rallier du Baty a été employée. Le tamisage a été réalisé sur un tamis à ouverture circulaire de 2 mm. Le refus de tamis a ensuite été étudié au laboratoire. Sur certaines stations, ces prélèvements ont été complétés par des prélèvements réalisés à la benne van Veen (0.1 m^2, figure 5) pour une intercalibration future avec le North Sea Benthos Project.

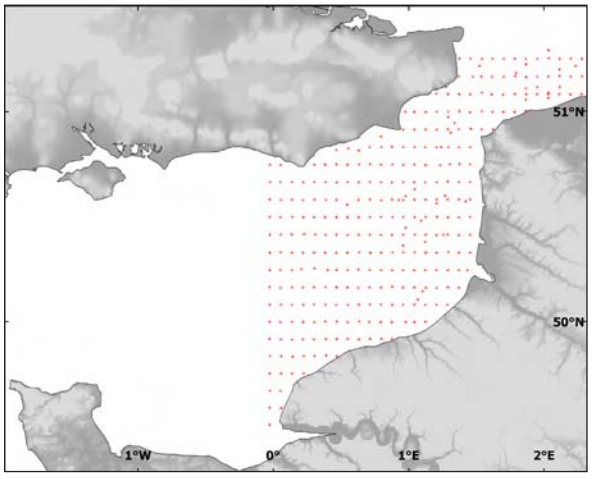


Figure 3. Stations échantillonnées à la benne Hamon ou à la drague "Rallier du Baty" (MABEMONO, 2006-2007)/ *Sampling stations using the Hamon grab or the "Rallier du Baty" dredge (MABEMONO, 2006-2007)*

Suite à des observations effectuées par des plongeurs et des pêcheurs, qui rapportaient des modifications de la sédimentologie des fonds, la zone des Ridens a été échantillonnée de façon serrée (figure 6). Un total de 24 stations a été échantillonné à l'aide de la benne van Veen et à la drague Rallier du Baty (lorsque les fonds ne permettaient pas le travail de la benne) en février et avril 2006. Le traitement des prélèvements à bord du navire a été réalisé comme décrit ci-dessus.

Aux échantillonnages MABEMONO et Ridens, ont été ajoutées les données récoltées lors de plusieurs campagnes. Tout d'abord, les stations récoltées en mars, avril et juin 2004 lors de la campagne Modioles (Alizier, 2005). Cet échantillonnage comprend 46 stations (figure 7), échantillonnées selon le même protocole que celui développé pour RCP Manche (excepté pour le tri effectué au laboratoire). Les résultats acquis lors des campagnes Copale-Authie (Warembourg, 2000 ; Desroy *et al.*, 2003) ont également été intégrés (figure 8). La première campagne a eu lieu en mars 1998 (campagne Authie) : elle comporte 148 stations échantillonnées à la benne Hamon entre la pointe d'Ailly et le cap d'Alprech.

pling resolution of 5' in latitude and longitude, figure 3). However, the area of the Flanders sand banks (Southern Bight of the North Sea) as well as the sand banks in the south of the Dover Strait, were the subject of more intense sampling. Quantitative samples were collected by a Hamon grab (figure 4), on board *RV* "Côtes de la Manche". Three replicates (0.25 m^2) were taken at each station: the first for a granulometric analysis, and the rest for associated benthic fauna analysis. When the use of the Hamon grab was not possible, the "Rallier du Baty" dredge was used. Sieving was performed using a sieve with a circular mesh of 2 mm. The residual from the sieving was studied in the laboratory afterwards. At some stations, additional samples were taken using the van Veen grab (0.1 m^2, figure 5), for future intercalibration with the North Sea Benthos Project.

After observations made by divers and fishermen

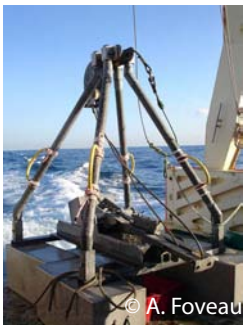


Figure 4. Benne Hamon/ *Hamon grab*

Figure 5. Benne van Veen / *van Veen grab*

who reported changes to the bottom sediment, the Ridens area was sampled at a smaller spatial scale (figure 6). A total of 24 stations were sampled using the van Veen grab and with the "Rallier du Baty" dredge (where the grab could not be used) in February and April 2006. The sample treatment on board was undertaken as described above.

Data collected during several other surveys were combined to the MABEMONO and Ridens data. Initial data added were those collected in March, April and June 2004 during the "Modioles" (Modiolus) survey (Alizier, 2005). In total, 46 stations were sampled using the same protocol as the one used for the RCP Manche (except for the sorting which was made in the laboratory) (figure 7).

Secondly, results obtained during the Copale-Authie surveys (Warembourg, 2000; Desroy *et al.*, 2003) were also added to the dataset (figure 8). The first of these two surveys took place in March 1998 (Authie survey): 148 stations were sampled, with the Hamon grab between the Capes of Ailly and Alprech. As for MABEMONO, three replicates were taken at each station (one for the granulometric analysis and two for the analysis of the ben-

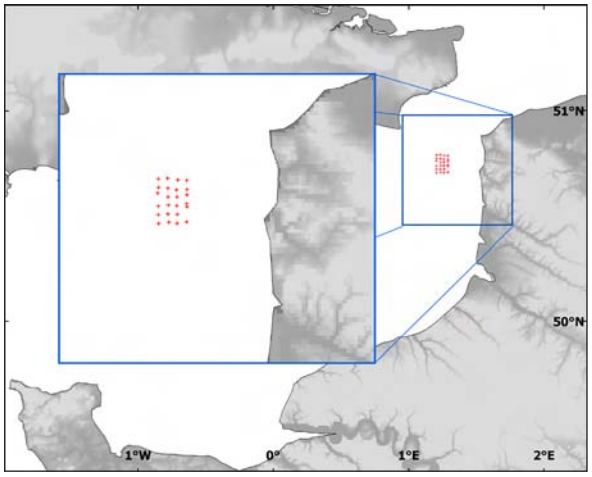


Figure 6. Stations échantillonnées à la benne van Veen ou à la drague "Rallier du Baty" (Ridens, 2006) / *Sampling stations using the van Veen grab or the "Rallier du Baty" dredge (Ridens, 2006).*

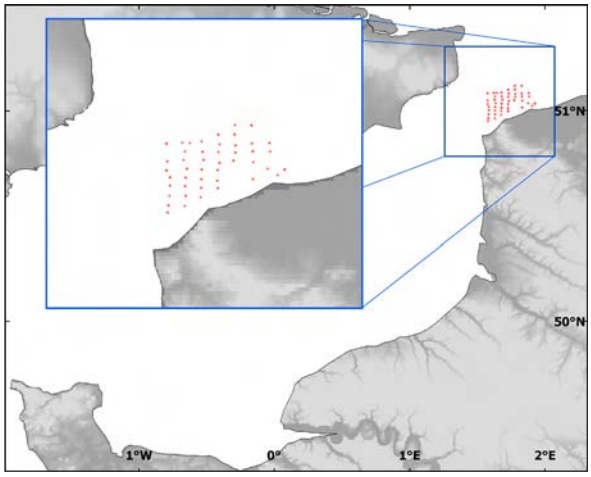


Figure 7. Stations échantillonnées à la drague "Rallier du Baty" (Modioles, 2004) / *Sampling stations surveyed using the "Rallier du Baty" dredge (Modioles, 2004).*

Comme pour le programme MABEMONO, trois réplicats sont prélevés par station (un pour l'analyse granulométrique et deux pour l'analyse de la macrofaune benthique). La seconde campagne a eu lieu en mars 2000 (campagne Copale) : elle comprend 74 stations entre Boulogne-sur-mer et la frontière belge. Elles ont été échantillonnées selon le même protocole que celui de la campagne Authie.

De plus, un focus a été réalisé sur la Baie de Seine (Ghertsos, 2002). En mai 1999 (campagne Benthoseine99, figure 9), 46 stations ont été échantillonnées à la benne Hamon (4 réplicats par station).

Pour quelques espèces, des données des campagnes CGFS et BTS ont été utilisées (voir plus loin pour plus de détails).

Analyse des échantillons

Au laboratoire, trois types de traitement des échantillons ont été effectués : l'analyse granulométrique, l'analyse de la macrofaune et la mesure des biomasses.

L'analyse granulométrique se déroule comme suit :

thic macrofauna). The second survey took place in March 2000 (Copale survey): it included 74 stations between Boulogne-sur-mer and the Belgium border. They were sampled using the same protocol as the Authie survey.

Furthermore, a detailed survey was carried out in the Bay of Seine (Ghersthos, 2002). In May 1999 during the Benthoseine99 survey (figure 9), a total of 46 stations were sampled with the Hamon grab (4 replicates per station).

For a number of species, maps produced using CGFS and BTS survey data are presented (see below for further details).

Sample analyses

In the laboratory, three types of sample treatments were carried out: granulometric analysis, macrofauna analysis and biomasses determination.

The granulometric analysis consists in:

1. rinsing the samples with water in order to eliminate salt (which could form a crust during the following steps),

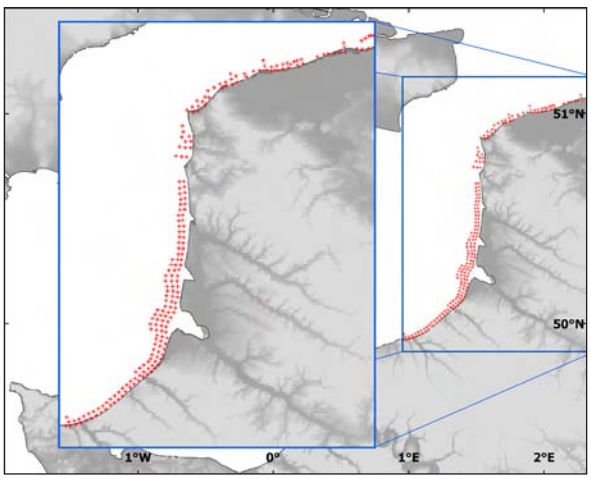


Figure 8. Stations échantillonnées à la benne Hamon (Copale-Authie, 1998 et 2000) / *Survey stations sampled using the Hamon grab (Copale-Authie, 1998 and 2000)* .

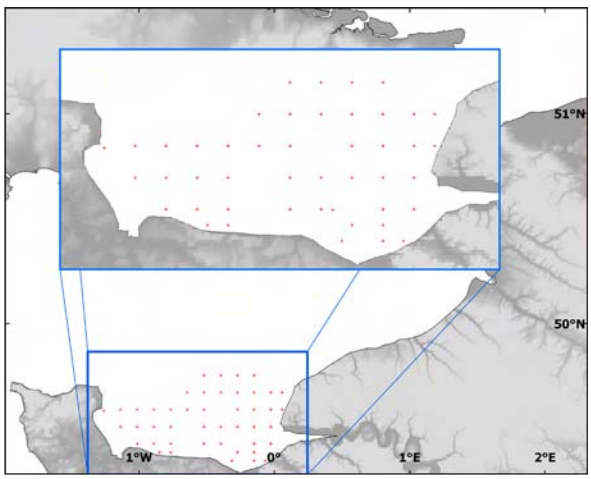


Figure 9. Stations échantillonnées à la benne Hamon (Benthoseine, 1999) / *Sampling tations surveyed using the Hamon grab (Benthoseine, 1999)*

1. rinçage des échantillons à l'eau douce afin d'éliminer le sel (qui peut former des agrégats au cours des étapes suivantes),
2. séchage en étuve pendant un minimum de 24 h,
3. tamisage à travers 18 tamis, rangés par ordre décroissant de vide de maille, et ordonnés sur trois colonnes,
4. pesée des différents refus de tamis à 0.01 g près.

L'analyse de la macrofaune consiste à trier les échantillons afin de séparer la fraction organique de la fraction minérale et à déterminer les organismes récoltés sous loupe binoculaire et/ou microscope, si possible jusqu'au niveau spécifique *(i.e.* l'espèce).

Enfin, la mesure des biomasses se déroule en quatre étapes :
1. passage des échantillons regroupés par espèces à l'étuve pendant 24-48 heures,
2. première pesée (poids sec),
3. passage des échantillons au four à 500°C pendant 6 heures, et enfin
4. seconde pesée (poids de cendres) ; pour finalement obtenir le poids sec libre de cendres (poids sec - poids de cendres).

Distribution spatiale des communautés benthiques en Manche orientale

Une analyse des communautés benthiques et de leur distribution spatiale (Sanvincente Añorve, 1995) a utilisé les données collectées lors de la campagne RCP Manche (1971-1976). Les peuplements benthiques ont été divisés en cinq classes qui ont été nommées en fonction de leur substrat préférentiel : communauté de sable fin, de sable, de graviers sableux homogènes fins, de graviers sableux hétérogènes grossiers et de cailloutis. Il faut noter que ces noms font référence à des communautés et non pas au sédiment observé.

Cartes de distribution

Une fois ces étapes réalisées, les données ont été regroupées sous forme de base de données. Pour la réalisation des cartes interpolées par krigeage d'abondance (en nombre d'individus par 30 L de sédiment, ou nbr. ind. /30 L sed.) et de richesse spécifique (globales et par espèce) présentées dans cet atlas, il convient de se référer à l'annexe 2. Quant aux cartes de couverture sédimentaire, elles ont été réalisées avec du krigeage binaire. Les données pour chaque catégorie sédimentaire (classification de Folk) ont été codées en présence-absence. Ces données ont ensuite été traitées par les géostatistiques (annexe 2) puis cartographiées à l'aide du Raster Calculator d'ArcGIS© (ESRI).

Pour quatre espèces (*Aequipecten opercularis, Asterias rubens, Buccinum undatum* et *Psammechinus miliaris*), les données utilisées sont celles des campagnes scientifiques Beam Trawl Survey (BTS) et/ou Channel Ground Fish Survey (CGFS), qui ont lieu chaque année respectivement au mois de juillet et d'octobre et qui visent à évaluer les ressources marines vivantes en Manche orientale (pour plus de

2. drying the sediment in an oven for at least 24 h,
3. sieving the samples through a range of 18 sieves organised in 3 sieving columns, in decreasing order of mesh size,
4. weighing the remaining sediment in each sieve to an accuracy of 0.01 g.

The macrofauna analysis consists in sorting the samples in order to separate the organic fraction from the mineral fraction and determining the organisms collected under binoculars and/or microscope, if possible up to the specific level (i.e. species).

Finally, the biomass was determined as follows:
1. drying the samples grouped by species in a drying oven for 24-48 hours,
2. a first weighing to record dry weight,
3. burning in an oven at 500°C for 6 hours, and finally
4. a second weighting to record ash-free dry weight.

Spatial distribution of benthic communities of the eastern English Channel

This analysis of benthic communities and their spatial distribution makes use of the data collected during the survey RCP Manche (1971-1976). Sanvincente-Añorve (1995) divided benthic communities in five classes named after their preferential substratum: fine sand, sand, fine homogeneous sandy gravel, coarse heterogeneous sandy gravel and pebbles communities.

Distribution maps

Once these stages had been carried out, the data were gathered within a database. Abundance (in number of individuals per 30 L of sediment, or nbr. ind. /30 l sed.) and species richness maps were produced by interpolation kriging (see annex 2). For the maps of sedimentary cover, binary kriging was used. The data for each sedimentary category (Folk classification) were coded in presence-absence. These data were then analysed by geostatistics (see annex 2) and mapped using the Raster Calculator in ArcGIS© (ESRI).

For four species (*Aequipecten opercularis, Asterias rubens, Buccinum undatum* and *Psammechinus miliaris*), the data used are those of the Beam Trawl Survey (BTS) or Channel Ground Fish Survey (CGFS), which take place each year in July and in October respectively, and which aim at evaluating the marine resources in the eastern English Channel (for more details on these surveys, refer to Fish and cephalopods). It was preferable to use these data for these four species because they belong to the dispersed megafauna and they are poorly sampled with the kind of gears used in the benthic surveys previously described. Given that data covered the whole study area, it appeared purposeless, for those species, to provide another map only for the Bay of Seine (as for the other species). However, when the Bay of Seine maps are presented as empty in the atlas, it means that those species were either absent in the area or not sampled.

détails sur ces campagnes, voir Poissons et céphalopodes). Il était préférable d'utiliser les données de ces campagnes pour ces quatre espèces car elles appartiennent à la mégafaune dispersée et sont mal échantillonnées avec les types d'engins employés dans les campagnes décrites précédemment. Les données CGFS couvrant l'intégralité de la zone, il est apparu inutile, pour ces espèces-là de représenter une carte strictement "baie de Seine" comme pour les autres espèces. En revanche, lorsque les cartes "baie de Seine" apparaissent mais "vides" dans l'atlas, cela signifie que l'espèce concernée est probablement absente de la zone ou n'a pas été échantillonnée.

Pour les espèces benthiques exploitées (*Homarus gammarus*, *Maja brachydactyla* et *Pecten maximus*), les cartes et les modèles d'habitat sont réalisées de la même manière que les espèces traitées dans la section Poissons et céphalopodes (se référer aussi à cette section pour l'interprétation des tableaux accompagnant les modèles d'habitat).

Pour plus de précisions concernant les données utilisées pour chaque carte, il convient de se référer au tableau 1. Les cartes labellisées "Campagnes diverses, 1998-2007" regroupent les données des campagnes suivantes : MABEMONO (2006-2007), Ridens (2006), Modioles (2004), Copale-Authie (1998-2000) et Benthoseine99 (1999).

Résultats

Distribution spatiale du benthos

L'ensemble des échantillons benthiques récoltés pendant deux périodes distinctes de prélèvements respectivement 1971-1976 et 1998-2007, permet de dresser des états des habitats benthiques à deux périodes distantes d'environ trois décennies. Il convient cependant de préciser que, pendant la première période (1971-1976) l'ensemble du bassin oriental de la Manche a été prospecté, alors que pendant la seconde période seule la partie orientale du bassin soit la Manche orientale, a fait l'objet d'un nouvel échantillonnage intensif, notament pendant les campagnes MABEMONO (2006-2007). Cependant, la prise en considération d'autres campagnes de prospections benthiques tant en Baie de Seine que le long de la Côte d'Opale accroît la connaissance actuelle de ce compartiment benthique de l'écosystème du bassin oriental de la Manche. Les données acquises au cours de ces deux périodes permettent de mettre en exergue à la fois des similitudes et des différences.

Tout d'abord, résultat du forçage hydrodynamique important, (en particulier, le gradient croissant des courants de la côte vers le large et de l'ouest vers l'est au niveau du rétrécissement que représente le détroit du Pas-de-Calais), les sédiments de la Manche orientale présentent une répartition tranchée avec des cailloutis et sédiments grossiers dans les zones de fort hydrodynamisme et des sédiments sablo-vaseux dans les zones d'affaiblissement de l'hydrodynamisme (figures 10 et 11). Ainsi, la zone des cailloutis est bien représentée au large du Pays de Caux et dans le détroit du Pas-de-Calais.

For benthic exploited species (*Homarus gammarus, Maja brachydactyla* and *Pecten maximus*), data were mapped and habitats modelled using the same methods as in section *Fish and cephalopods* (refer also to this section to interpret the tables associated to the models).

Table 1 provides a summary of the data used for each map. Maps labelled "Various surveys, 1998-2007" show data from the surveys: MABEMONO (2006-2007), Ridens (2006), Modioles (2004), Copale-Authie (1998-2000) et Benthoseine99 (1999).

Results

Benthos spatial patterns

Using all the benthic samples collected during two distinct time periods (1971-1976 and 1998-2007), it is possible to draw up the state of the typology of the benthic habitats at two distinct periods separated by approximately three decades. It is necessary to specify that for the first period (1971-1976) the whole of the eastern basin of the English Channel was sampled whereas for the second period only the eastern part of the basin, i.e. the eastern English Channel, was sampled mainly during the MABEMONO survey (2006-2007). Other benthic surveys, conducted in the Bay of Seine and along the Opal Coast, provided data for an even better understanding of the benthic communities in this part of the eastern Basin of the English Channel ecosystem. The data gathered during these two periods show some similarities but also notable differences.

To begin with, as a result of an important hydrodynamic forcing, corresponding to increasing current gradients both coast to offshore and west to east (due to the funnelling effect of the Dover Strait), the sediments of the eastern English Channel present a specific distribution with pebbles and coarse sediments in the zones of strong tidal currents and sandy-muddy sediments in zones with weaker currents. Thus, the pebble zone is well represented offshore from the Pays de Caux and in the Dover Strait, whereas the sandy sediments are found in bands that are more or less parallel to the coast near to the entrances to the Dover Strait. The sandy-mud sediments are located near to the coast, with larger areas along the British coast, which relate to the at-

Tableau 1. Récapitulatif des données de campagnes utilisées pour réaliser les cartes présentées dans cette section / *Summary of survey data used to produce the maps of this section.*

Nom scientifique *Scientific name*	Nom français *French name*	Nom anglais *English name*	RCP Manche 1971-1976	MABE-MONO 2006-2007	Ridens 2006	Copale-authie 1998-2000	Bentho-seine 99 1999	Modioles 2004	CGFS	BTS
Abra alba	Syndesmie blanche	White furrow shell	√	√	√	√	√			
Aequipecten opercularis	Vanneau	Queen scallop	√						2007	
Ampelisca spinipes			√	√	√	√	√	√		
Asterias rubens	Astérie rouge, étoile de mer commune	Common starfish	√						2007	
Branchiostoma lanceolatum	Amphioxus	Lancelet	√	√	√	√	√	√		
Buccinum undatum	Buccin, bulot	Whelk	√						2007	
Ebalia spp.	Ebalies	Nut crabs	√	√	√		√	√		
Echinocardium cordatum	Oursin coeur	Sea potato, heart urchin	√	√	√	√	√			
Echinocyamus pusillus	Fève de mer	Pea urchin	√	√	√	√	√	√		
Galathea intermedia	Petite galathée, galathée naine	Dwarf squat lobster	√	√	√		√	√		
Gastrosaccus spinifer		Opposum shrimp	√	√	√	√	√	√		
Glycymeris glycymeris	Amande de mer	Dog cockle	√	√	√		√	√		
Homarus gammarus	Homard	European lobster								1990-2006
Maja brachydactyla	Araignée de mer	Spider crab							1993-2006	2003
Ophelia borealis	Ophélie boréale	Ophelia	√	√	√	√	√	√		
Ophiothrix fragilis	Ophiure fragile	Common brittlestar	√	√	√	√	√	√		
Ophiura spp.	Ophiures	Serpent star, brittlestar	√	√	√	√	√	√		
Pecten maximus	Coquille Saint-Jacques	King scallop							1998-2006	2005-2006
Pisidia longicornis	Crabe porcelaine	Long-clawed porcelain crab	√	√	√	√	√	√		
Pomatoceros spp.		Tubeworms		√	√	√	√	√		
Psammechinus miliaris	Oursin vert	Green sea urchin	√						2007	
Thia scutellata	Crabe écusson	Polished crab	√	√	√	√	√	√		
Upogebia deltaura	Grande gébie	Great mud shrimp	√	√	√	√	√			

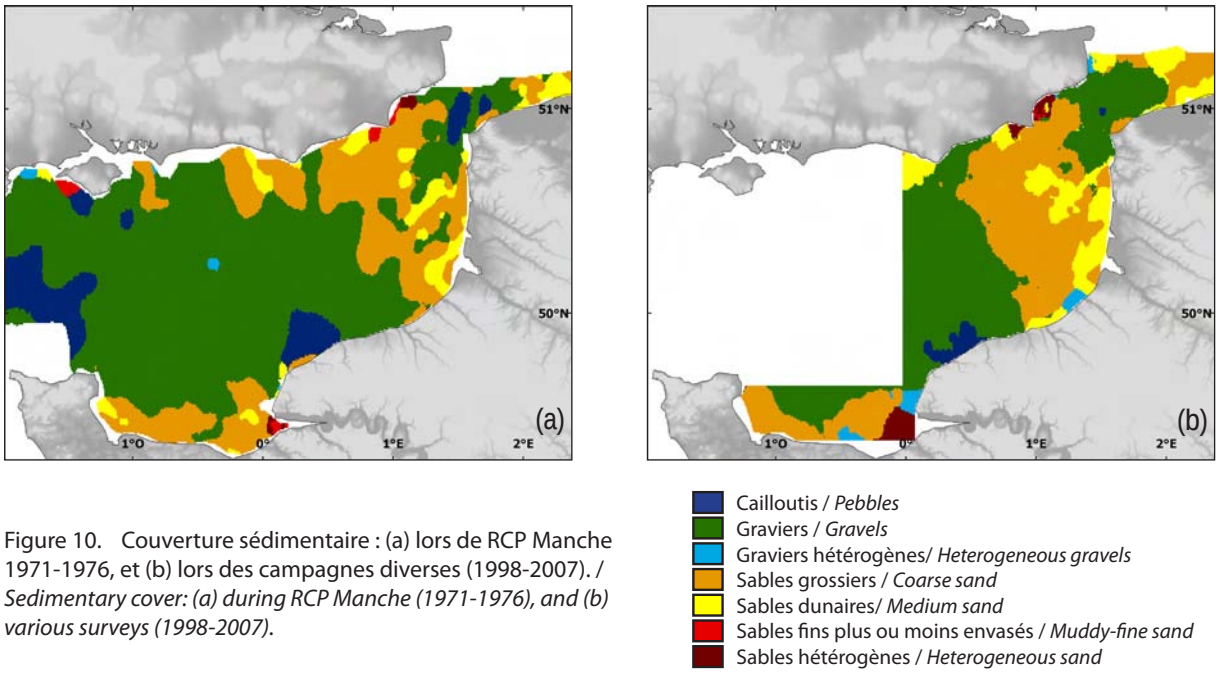


Figure 10. Couverture sédimentaire : (a) lors de RCP Manche 1971-1976, et (b) lors des campagnes diverses (1998-2007). / *Sedimentary cover: (a) during RCP Manche (1971-1976), and (b) various surveys (1998-2007).*

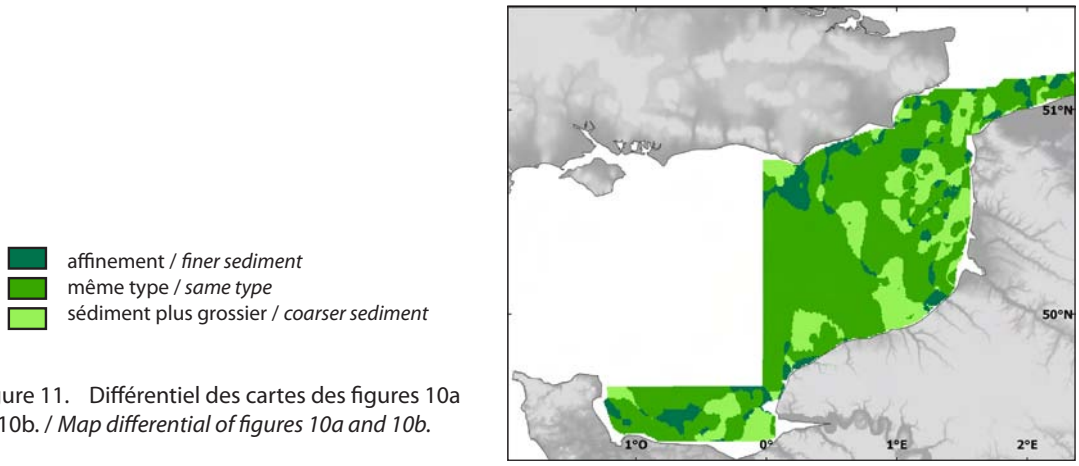


Figure 11. Différentiel des cartes des figures 10a et 10b. / *Map differential of figures 10a and 10b.*

En revanche, les sédiments sableux se présentent en bandes plus ou moins parallèles à la côte aux abords du détroit. Enfin, les sédiments plus vaseux sont plaqués à la côte avec des étendues plus grandes le long des côtes britanniques en relation avec l'atténuation des courants dans cette partie nord de la zone (accroissement des courants de marées le long des côtes françaises dû à l'effet de la force de Coriolis). En baie de Seine, ce gradient sédimentaire marqué se retrouve avec la présence de cailloutis au large dans les zones de forts courants et des zones de dépôts sableux puis vaseux dans les parties orientale et occidentale de la baie, respectivement face au débouché en mer de la Seine et en baie des Veys.

Le différentiel entre les deux cartographies de la répartition des sédiments superficiels fait apparaître quelques éléments complémentaires (figure 11). Environ la moitié de la surface prospectée ne montre pas de changement de type sédimentaire notamment dans les zones de cailloutis ; plus d'un tiers montre un affinement sédimentaire et le reste

tenuation of the currents in this northern part of the zone (there is an increase in tidal currents along the French coast due to the Coriolis effect). In the Bay of Seine a similar sedimentary gradient can be found, by the presence of pebbles and gravels in the offshore zone (showing strong currents), and sandy/muddy areas in the eastern and western parts of the bay, respectively near the mouth of the Seine and in the Bay of Veys.

The disparity between the two surface sediment distributions reveals some additional information (figure 11): approximately half of the surveyed surface did not show changes in the sedimentary type, in particular in the pebbly zones; more than one third showed a sedimentary refinement and the remainder an increase in the median size of the sediments. The zones of refinement are mainly on both sides of the Dover Strait in the subtidal sand banks, with medium grain sand zones being localised in banks that are more or less parallel to the coast. Those sandy areas having an increase in grain size

un accroissement de la médiane des sédiments. Les zones d'affinement se situent majoritairement de part et d'autre du détroit du Pas-de-Calais dans les zones de sables moyens dunaires localisés en bancs plus ou moins parallèles à la côte ; celles d'accroissement des tailles des grains sont principalement localisées dans trois endroits : en baie des Veys, dans les baies britanniques (dans les sédiments sablo-vaseux) et en mer du Nord près de la frontière belge.

Fortement inféodées au type sédimentaire, les communautés macrobenthiques de cette région de la Manche se différencient en quatre principales unités :

- la communauté à forte épibiose sessile sur les cailloutis dans les zones à forts courants ;
- la communauté des graviers et sables grossiers ou gravelles à *Amphioxus* ;
- la communauté des sables moyens dunaires à *Ophelia borealis,* et
- la communauté des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba* sous divers faciès dans les zones de courants modérés.

Comme écrit plus haut, ce patron de distribution lié au forçage hydrodynamique est pérenne et ne montre que peu de modifications à l'échelle des trois décennies séparant les deux périodes d'échantillonnage. Cependant, l'analyse détaillée de la distribution des richesses spécifiques (figure 12) et des abondances (figure 13) ainsi que celles des espèces choisies (voir ci-après) illustrent quelques changements temporels dans les habitats benthiques des deux périodes.

Tout d'abord la richesse spécifique montre un accroissement notable dans la partie occidentale prospectée en 1998-2007 notamment dans la partie centrale, alors qu'une zone de forte diversité se maintient dans les cailloutis du détroit du Pas-de-Calais encadrée pour les deux périodes de zones de faible diversité localisées préférentiellement le long des côtes françaises. En baie de Seine, pour la période 1971-1976, les deux zones les plus riches en espèces benthiques sont situées dans la partie est de la baie à l'embouchure de la Seine et près de la Baie des Veys. Un point chaud de biodiversité est également observé dans la partie centre-nord de la baie.

are mainly found in three areas: off the Bay of Veys, in the English bays where there are sandy-muddy sediments, and in the North Sea near to the Belgian border.

Strongly linked with the sedimentary types, the macro-benthic communities of this part of the English Channel show four main but distinct units:

- community with abundant sessile fauna on pebbly in zones with strong currents;
- community of gravels and coarse sands, i.e. *Amphioxus* gravels;
- community of the *Ophelia borealis* medium sand banks, and
- *Abra alba* muddy, fine sand community with more or less mud under various facies in zones of moderate along coast currents.

As noted above, this distribution pattern linked to hydrodynamic forcing, is permanent and shows few changes in the three decades separating the two main sampling periods. However, a detailed analysis of the distribution of species richness (figure 12) and abundance (figure 13), and of selected species (see below) used to illustrate differences show some temporal changes in benthic habitats between the two periods.

Species richness shows a significant increase in the western area sampled in 1998-2007, whereas a zone of high biodiversity is maintained in the Dover Strait pebbles, a zone bordered in both survey periods by areas of weak biodiversity located preferentially along the French coast. In the Bay of Seine for the period 1971-1976, the two zones that are the richest in benthic species are located in the eastern part of the bay at the mouth of the Seine and near to the Bay of Veys. A biodiversity hot spot is also observed in the central-northern part of the bay.

Abundance levels are particularly high during both periods in the pebble community, with a very dense hot spot in the Dover Strait. The biodiversity

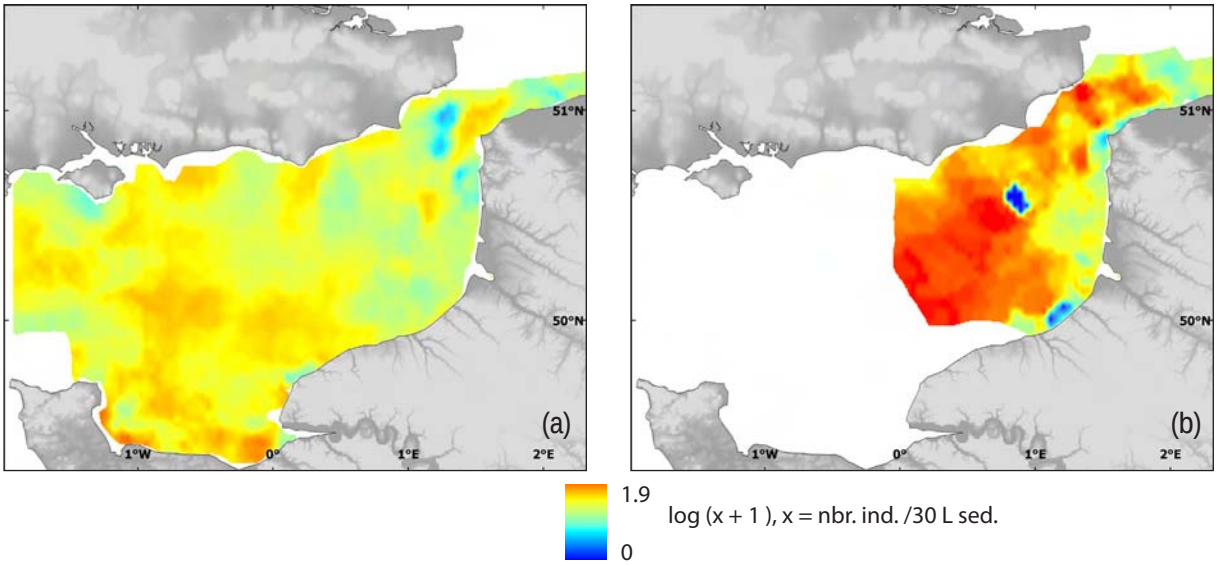


Figure 12. Distribution spatiale de l'indice de richesse spécifique : (a) lors de la RCP Manche (1971-1976) et (b) lors des campagnes diverses (1998-2007). / *Spatial distribution of species richness for: (a) RCP Manche (1971-1976) and (b) various surveys (1998-2007).*

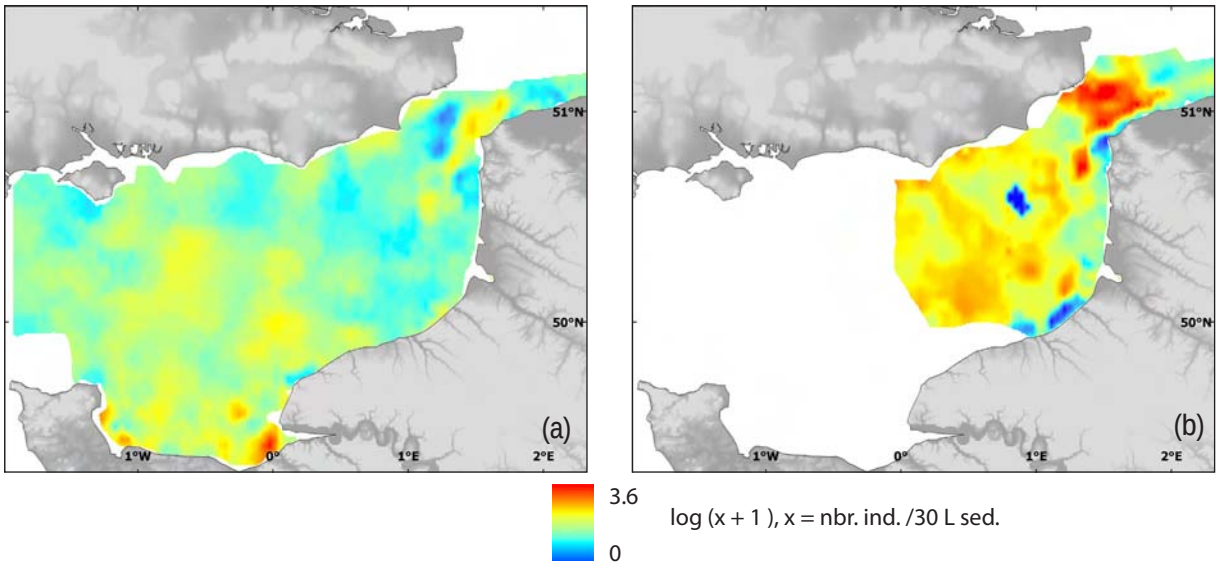


Figure 13. Abondance totale des invertébrés benthiques lors : (a) de RCP Manche (1971-1976) et (b) des campagnes diverses (1998-2007). / T*otal abundance of benthic invertebrates for: (a) RCP Manche (1971-1976) and (b) various surveys (1998-2007).*

riode 1971-1976, les deux zones les plus riches en espèces se trouvent dans la partie orientale de la baie face à l'estuaire de la Seine et aux abords de la baie des Veys. Un "hot spot" de diversité est également observé dans le centre-nord de la baie.

Les abondances sont fortes durant les deux périodes dans la communauté des cailloutis avec un "hot spot" important au niveau de la zone du Pas-de-Calais. Comme pour la diversité, les communautés benthiques sont particulièrement appauvries le long des côtes de la Manche de part et d'autre du détroit du Pas-de-Calais. En baie de Seine, pour la période 1971-1976, le patron de distribution des abondances est fidèle à celui de la biodiversité avec trois patches de plus fortes abondances : face à l'estuaire de la Seine, au large dans la partie nord-centre et en bordure de la baie des Veys.

En résumé, en raison du forçage hydrodynamique lié au régime mégatidal de la Manche, les patrons de distribution des communautés benthiques montrent peu de changement spatio-temporel à méso-échelle. L'analyse de la distribution des espèces montre cependant l'existence de changements locaux dont certains pourraient être liés aux changements de la couverture sédimentaire observée sur près de la moitié de la surface de la zone prospectée. Mais des différences entre les moyens de prélèvement et l'étendue temporelle des deux périodes d'échantillonnage, couvrant chacune près d'une décennie, peuvent aussi être à l'origine de ces dissemblances. Enfin, il convient de souligner la difficulté d'obtention de telles cartographies des habitats benthiques à méso-échelle. Celles-ci demandent non seulement de nombreuses campagnes à la mer mais aussi de longues phases fastidieuses de tri et d'identification de la macrofaune avant d'en dresser la distribution. L'exploitation et l'analyse de ces prospections ne peuvent se faire que dans la durée, preuve en est de la valorisation des données de la période 1971-1976 dans le cadre du programme CHARM plus de trente ans après la fin des

of benthic communities are particularly impoverished along the coasts of the English Channel, on both sides of the Dover Strait. In the Bay of Seine for the period 1971-1976, the pattern of abundance distribution is consistent with that of the biodiversity, with three areas of greater abundance: offshore from the Seine estuary, in the central-northern part of the bay and on the borders of the Bay of Veys.

In summary, due to hydrodynamic forcing due to the large tidal regime of the English Channel, the distribution patterns of the benthic community shows little change at a spatio-temporal meso-scale. However, an analysis of the species distribution shows the existence of local changes some of which could be related to the changes in the observed sediment cover over about half of the surveyed zone. However, differences between the sampling methods and the temporal extent of both sampling periods, with each covering nearly one decade, could be the cause of these dissimilarities. Lastly, the difficulty of obtaining data for producing benthic habitat maps at a meso spatial scale needs to be underlined. This requires not only numerous marine surveys but also long and fastidious phases of sorting and identification of the macrofauna so that their distributions can be mapped. The exploitation and analyses of these prospections can only be done in the longterm, proof is the data valorisation of the period 1971-1976 within the framework of program CHARM more than thirty years after the end of the surveys at sea.

campagnes en mer.

Distribution spatiale des communautés benthiques en Manche orientale

Il résulte de la situation hydrodynamique régnant en Manche orientale, une structure sédimentaire complexe mais organisée généralement en vastes continuums (figure 14). Les communautés suivent de manière étroite la répartition des sédiments. Ceci se traduit par le passage progressif du peuplement des cailloutis (dominant en Manche centrale) vers celui des graviers et des sables au large de Dieppe, un retour au peuplement des cailloutis dans le détroit du Pas-de-Calais et la réapparition des peuplements établis sur des sables de plus en plus fins dans la baie sud de la mer du Nord. Néanmoins, le système Manche orientale est suffisamment vaste pour que des patrons de répartition géographiques différents puissent y être mis en évidence.

Résultats par espèce

Au total, 23 espèces ou groupes d'espèces sont présentés (p. 98) : noms communs, classification phylogénétique, informations générales et distribution spatiale. L'évolution de la distribution spatio-temporelle est discutée quand c'est possible.

Spatial distribution of benthic communities of the eastern English Channel

A complex seabed sediment structure, organised in a large continnum, results from the hydrodynamic conditions that exist in the eastern English Channel (figure 14). Benthic communities closely match the spatial distribution of seabed sediments. This results in a progressive transition between a pebbly bottom community (dominant in the central part of the English Channel), to that of gravely and sandy bottoms on the eastern Normandy coast, with a return of pebbly bottom community in the Dover Strait and then coarse to finer sandy bottom communities in the Southern Bight of the North Sea. The eastern English Channel is widespread enough for different patterns of spatial distribution to be highlighted.

Results for each species

A total of 23 species or groups of species are presented (p. 98) : common names, phylogenetic classification, general information and spatial distribution. The evolution of spatio-temporal distribution is discussed where possible.

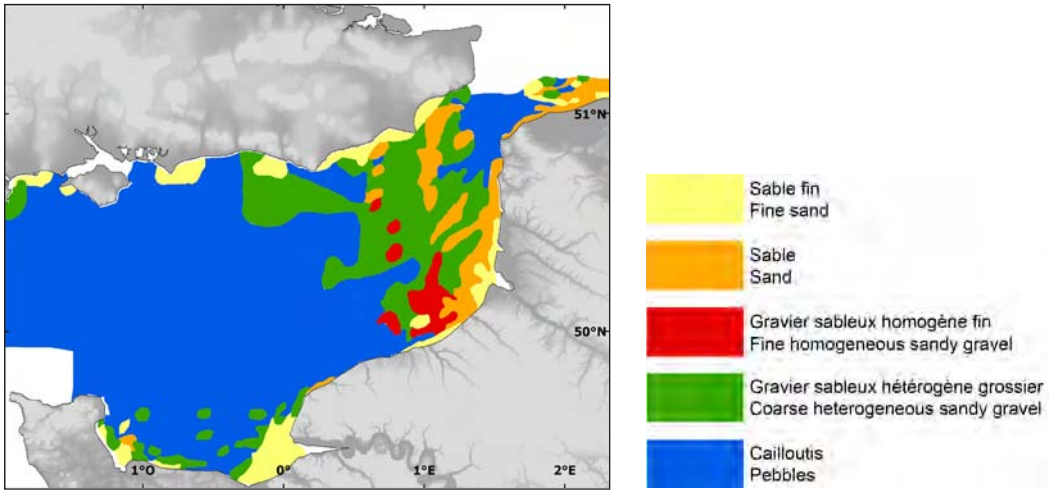


Figure 14. Distribution spatiale des communautés benthiques en Manche orientale. / *Spatial distribution of benthic communities of the eastern English Channel.*

Cartographie
Invertébrés benthiques

Cartography
Benthic invertebrates

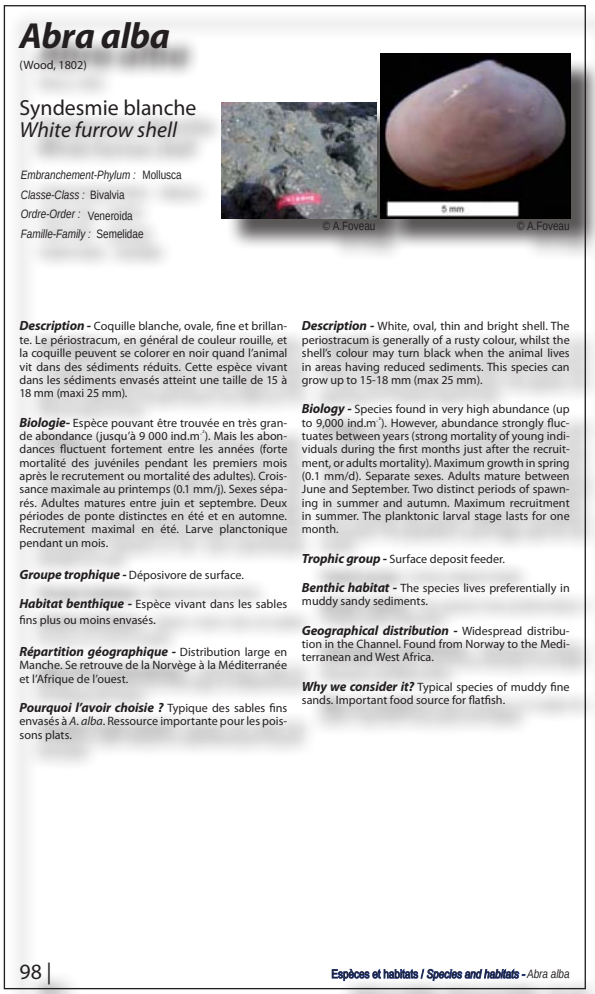
Structure des pages
Page structure

Noms communs, classification phylogénétique, photographies de l'espèce (droite) et dans son milieu (gauche)

Common names, phylogenetic classification, photographs of the species (right) and in its environment (left)

Informations générales

General information



Abra alba
(Wood, 1802)

Syndesmie blanche
White furrow shell

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Bivalvia
Ordre-Order : Veneroida
Famille-Family : Semelidae

© A.Foveau © A.Foveau

Description - Coquille blanche, ovale, fine et brillante. Le périostracum, en général de couleur rouille, et la coquille peuvent se colorer en noir quand l'animal vit dans des sédiments réduits. Cette espèce vivant dans les sédiments envasés atteint une taille de 15 à 18 mm (maxi 25 mm).

Biologie- Espèce pouvant être trouvée en très grande abondance (jusqu'à 9 000 ind.m^{-2}). Mais les abondances fluctuent fortement entre les années (forte mortalité des juvéniles pendant les premiers mois après le recrutement ou mortalité des adultes). Croissance maximale au printemps (0.1 mm/j). Sexes séparés. Adultes matures entre juin et septembre. Deux périodes de ponte distinctes en été et en automne. Recrutement maximal en été. Larve planctonique pendant un mois.

Groupe trophique - Déposivore de surface.

Habitat benthique - Espèce vivant dans les sables fins plus ou moins envasés.

Répartition géographique - Distribution large en Manche. Se retrouve de la Norvège à la Méditerranée et l'Afrique de l'ouest.

Pourquoi l'avoir choisie ? Typique des sables fins envasés à *A. alba*. Ressource importante pour les poissons plats.

Description - White, oval, thin and bright shell. The periostracum is generally of a rusty colour, whilst the shell's colour may turn black when the animal lives in areas having reduced sediments. This species can grow up to 15-18 mm (max 25 mm).

Biology - Species found in very high abundance (up to 9,000 ind.m^{-2}). However, abundance strongly fluctuates between years (strong mortality of young individuals during the first months just after the recruitment, or adults mortality). Maximum growth in spring (0.1 mm/d). Separate sexes. Adults mature between June and September. Two distinct periods of spawning in summer and autumn. Maximum recruitment in summer. The planktonic larval stage lasts for one month.

Trophic group - Surface deposit feeder.

Benthic habitat - The species lives preferentially in muddy sandy sediments.

Geographical distribution - Widespread distribution in the Channel. Found from Norway to the Mediterranean and West Africa.

Why we consider it? Typical species of muddy fine sands. Important food source for flatfish.

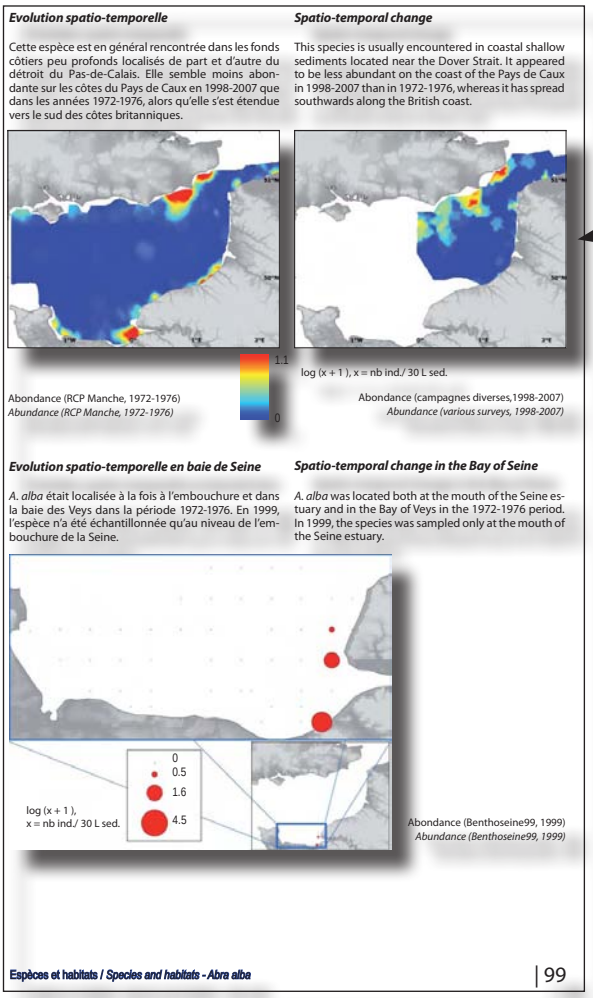
98 |

Distribution spatiale en Manche orientale

Spatial distribution in the eastern English Channel

Distribution spatiale en baie de Seine

Spatial distribution in the Bay of Seine



Evolution spatio-temporelle

Cette espèce est en général rencontrée dans les fonds côtiers peu profonds localisés de part et d'autre du détroit du Pas-de-Calais. Elle semble moins abondante sur les côtes du Pays de Caux en 1998-2007 que dans les années 1972-1976, alors qu'elle s'est étendue vers le sud des côtes britanniques.

Spatio-temporal change

This species is usually encountered in coastal shallow sediments located near the Dover Strait. It appeared to be less abundant on the coast of the Pays de Caux in 1998-2007 than in 1972-1976, whereas it has spread southwards along the British coast.

1.1
0

log (x + 1), x = nb ind./ 30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1972-1976)
Abundance (RCP Manche, 1972-1976)

Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

A. alba était localisée à la fois à l'embouchure et dans la baie des Veys dans la période 1972-1976. En 1999, l'espèce n'a été échantillonnée qu'au niveau de l'embouchure de la Seine.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

A. alba was located both at the mouth of the Seine estuary and in the Bay of Veys in the 1972-1976 period. In 1999, the species was sampled only at the mouth of the Seine estuary.

0
0.5
1.6
4.5

log (x + 1),
x = nb ind./ 30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Structure des pages
Page structure

[Pour *H. gammarus*, *M. brachydactyla* et *P. maximus*]
Noms communs, classification phylogénétique

[For *H. gammarus*, *M. brachydactyla* et *P. maximus*]
Common names, phylogenetic classification

Informations générales

General information

Maja brachydactyla[1]

Balss, 1922

Araignée de mer
Spider crab

© P. Porché

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Majidae

Caractères démographiques - Taille maximale (longueur de carapace) 20 cm ; taille minimale (largeur de carapace) de capture 12 cm ; longévité maximale 8 ans (UE) ; âge et taille (longueur de carapace) à maturité 2-3 ans et 8.5 à 16.5 cm.

Biologie - L'araignée se nourrit d'organismes fixés ou peu mobiles et les proies sont variables selon les disponibilités dans les différents milieux qu'elle fréquente : mollusques bivalves et gastéropodes, échinodermes (oursins, étoiles de mer, ophiures …), crustacés et algues. La première reproduction n'intervient que l'année suivant la mue terminale. Au moment de la reproduction (fin de l'été), les animaux peuvent s'entasser en groupes de 20 individus au plus près du rivage. En Manche, la ponte a lieu entre mars et juin, pouvant être suivie par une deuxième ponte au début de l'été. Les œufs (50 000 à 500 000 œufs par femelle), fixés aux soies des pléopodes, se développent sous l'abdomen de la femelle. L'incubation dure deux à trois mois. Les larves ont une vie pélagique pendant deux à trois semaines. Après la métamorphose, lorsque débute sa vie benthique, l'araignée mesure 2 mm.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique - On rencontre cette espèce sur les rochers, parmi les algues, mais également sur les fonds meubles qu'elle préfère à certaines périodes de son cycle vital. Se trouve jusqu'à 50 m de profondeur.

Répartition géographique - Du sud de la mer du Nord jusqu'à l'ouest et au sud-ouest des îles britanniques, golfe de Gascogne et péninsule Ibérique et sud des îles du cap Vert.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial.

Life history parameters - Maximum (carapace) length 20 cm; minimum landing size (carapace width) 12 cm (EU); maximum lifespan 8 years; age and (carapace) length at maturity 2-3 years and 8.5 to 16.5 cm.

Biology - Spider crab feeds on sessile organisms or those having limited mobility, and prey items vary depending on the location. Prey include bivalves and gastropod molluscs, echinoderms (sea urchin, starfish, brittlestar, etc), crustaceans and algae. First spawning occurs the year following the last metamorphosis. While breeding (late summer), animals may aggregate in groups of 20 or more individuals close to the shore. In the eastern Channel, spawning occurs between March and June though it can also occur at the begining of summer. Eggs (50,000 to 500,000 eggs per female), attached to the pleopods, develop under the female's abdomen. Incubation lasts two to three months. Larvae have a pelagic life stage lasting two to three weeks. After metamorphosis, when their benthic life begins, spider crabs are 2 mm long.

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore).

Benthic habitat - This species is found on rocks, among algae, but also on soft bottoms that the spider crab prefers during several stages of life cycle. It is found down to about 50 m in depth.

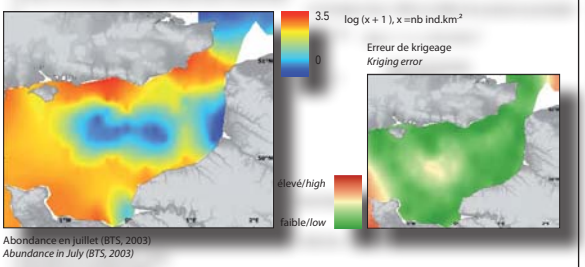
Geographical distribution - Found from the southern North Sea to the west and south-west of the British Isles, Bay of Biscay, Iberian peninsula and south of Cape Verde Islands.

Why we consider it? It is a commercial species.

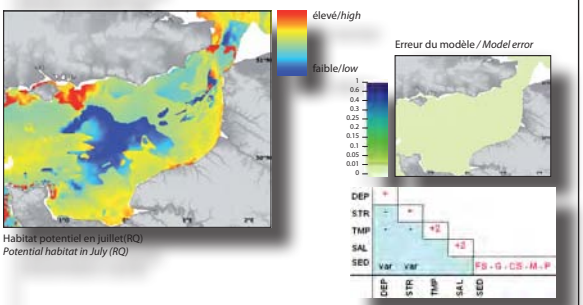
1 Certains auteurs confondent cette espèce avec *Maja squinado* (Herbst, 1788) qui est méditerranéenne. / *A number of authors confuse this species with* Maja squinado *(Herbst, 1788), which is a Mediterranean species.*

Distribution spatiale

En juillet 2003, l'abondance des araignées de mer était forte le long des côtes britanniques, notamment aux niveaux de Selsey, Shoreham, Dungeness et Folkestone, l'espèce étant néanmoins absente des côtes est et nord du Kent. Du côté des côtes françaises, l'espèce était abondante sauf en baies de Seine, Somme, Authie et Canche. L'erreur de krigeage était plus importante au large et aux extrémités ouest et est, c'est à dire là où les observations étaient plus clairsemées.



Abondance en juillet (BTS, 2003)
Abundance in July (BTS, 2003)



Habitat potentiel en juillet(RQ)
Potential habitat in July (RQ)

En octobre, la probabilité de présence entre 1993 et 2006 suivait un patron de distribution semblable à celui de juillet, mais l'étendue des zones couvertes était bien plus restreinte. L'erreur de krigeage était plus importante dans les zones où l'abondance était très variable.

Le modèle d'habitat potentiel pour juillet était complexe : toutes les variables testées étaient significatives (certaines avec des relations non linéaires), et il y avait des interactions entre plusieurs variables. Ce modèle était peu en accord avec la distribution de campagne, mais il avait été développé avec une seule année de données (2003), ce qui peut expliquer sa performance limitée de prédiction.

Spatial distribution

In July 2003, spider crab abundance was high along the British coats, notably off Selsey, Shoreham, Dungeness and Folkestone, though the species was absent from the north and east coast of Kent. On the French side, the species was abundant except in the Bays of Seine, Somme, Authie and Canche. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse.

In October from 1993 to 2006, the presence probability followed a spatial pattern similar to that of July, but much more restricted spatially. The kriging error was higher where abundance levels were more variable.

The habitat model for July was complex: all the tested variables were significant (some of them with non-linear relationships), and there were interactions between several variables. This model agreed little with the survey distribution, but it was developed with data from one survey year (2003), which might explain its limited prediction performance.

In contrast, the probable habitat model was better at predicting the species' presence in October, notably along the British coast, though the model error re-

Distribution spatiale en Manche orientale (voir Méthodes de la partie Poissons et céphalopodes)

Spatial distribution in the eastern English Channel (see Methods of section Fish and cephalopods)

Modèle d'habitat, son erreur de prédiction et un tableau récapitulatif de ses paramètres (voir Méthodes de la partie Poissons et céphalopodes)

Habitat model, its prediction error and a summary table of its parameters (see Methods of section Fish and cephalopods)

Abra alba

(Wood, 1802)

Syndesmie blanche
White furrow shell

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Bivalvia
Ordre-Order : Veneroida
Famille-Family : Semelidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Coquille blanche, ovale, fine et brillante. Le périostracum, en général de couleur rouille, et la coquille peuvent se colorer en noir quand l'animal vit dans des sédiments réduits. Cette espèce vivant dans les sédiments envasés atteint une taille de 15 à 18 mm (maxi 25 mm).

Biologie- Espèce pouvant être trouvée en très grande abondance (jusqu'à 9 000 ind.m^{-2}). Mais les abondances fluctuent fortement entre les années (forte mortalité des juvéniles pendant les premiers mois après le recrutement ou mortalité des adultes). Croissance maximale au printemps (0.1 mm/j). Sexes séparés. Adultes matures entre juin et septembre. Deux périodes de ponte distinctes en été et en automne. Recrutement maximal en été. Larve planctonique pendant un mois.

Groupe trophique - Déposivore de surface.

Habitat benthique - Espèce vivant dans les sables fins plus ou moins envasés.

Répartition géographique - Distribution large en Manche. Se retrouve de la Norvège à la Méditerranée et l'Afrique de l'ouest.

Pourquoi l'avoir choisie ? Typique des sables fins envasés à *A. alba*. Ressource importante pour les poissons plats.

Description - White, oval, thin and bright shell. The periostracum is generally of a rusty colour, whilst the shell's colour may turn black when the animal lives in areas having reduced sediments. This species can grow up to 15-18 mm (max 25 mm).

Biology - Species found in very high abundance (up to 9,000 ind.m^{-2}). However, abundance strongly fluctuates between years (strong mortality of young individuals during the first months just after the recruitment, or adults mortality). Maximum growth in spring (0.1 mm/d). Separate sexes. Adults mature between June and September. Two distinct periods of spawning in summer and autumn. Maximum recruitment in summer. The planktonic larval stage lasts for one month.

Trophic group - Surface deposit feeder.

Benthic habitat - The species lives preferentially in muddy sandy sediments.

Geographical distribution - Widespread distribution in the Channel. Found from Norway to the Mediterranean and West Africa.

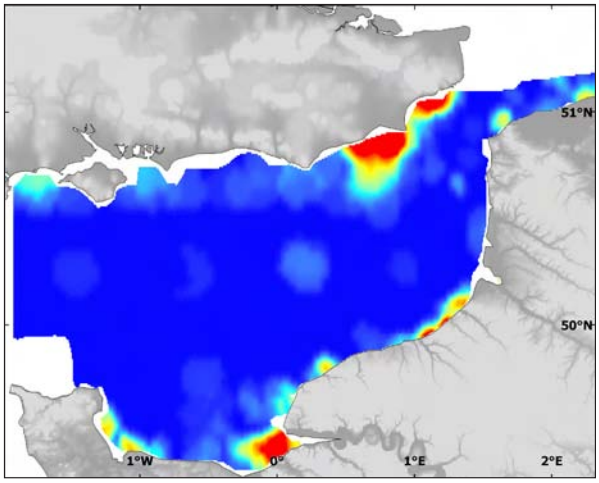
Why we consider it? Typical species of muddy fine sands. Important food source for flatfish.

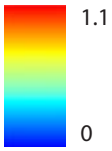
Evolution spatio-temporelle

Cette espèce est en général rencontrée dans les fonds côtiers peu profonds localisés de part et d'autre du détroit du Pas-de-Calais. Elle semble moins abondante sur les côtes du Pays de Caux en 1998-2007 que dans les années 1971-1976, alors qu'elle s'est étendue vers le sud des côtes britanniques.

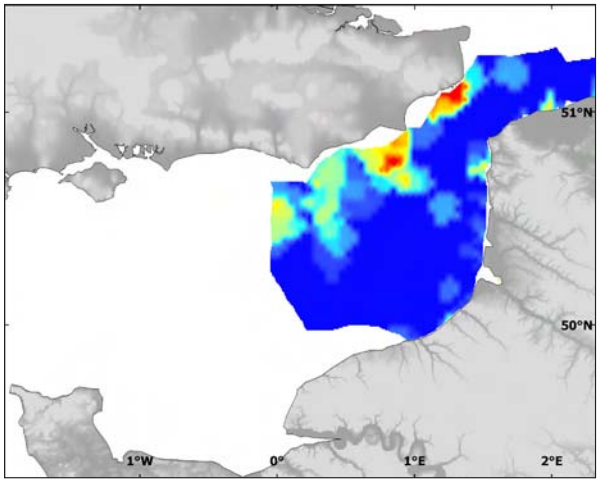
Spatio-temporal change

This species is usually encountered in coastal shallow sediments located near the Dover Strait. It appeared to be less abundant on the coast of the Pays de Caux in 1998-2007 than in 1971-1976, whereas it has spread southwards along the British coast.





log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

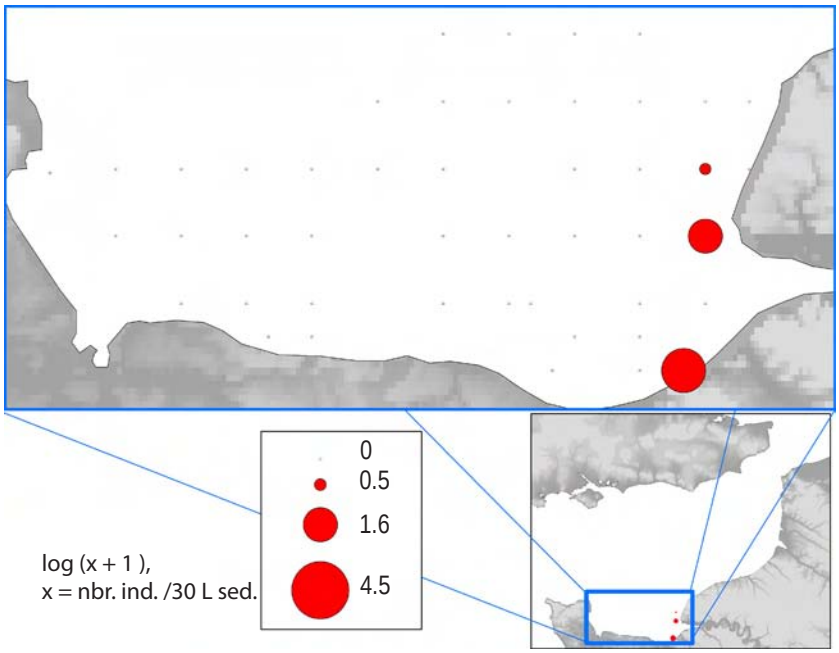
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

A. alba était localisée à la fois à l'embouchure et dans la baie des Veys dans la période 1971-1976. En 1999, l'espèce n'a été échantillonnée qu'au niveau de l'embouchure de la Seine.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

A. alba was located both at the mouth of the Seine estuary and in the Bay of Veys in the 1971-1976 period. In 1999, the species was sampled only at the mouth of the Seine estuary.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Aequipecten opercularis[1]

(Linnaeus, 1758)

Vanneau
Queen scallop

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Bivalvia
Ordre-Order : Pterioida
Famille-Family : Pectinidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Espèce ressemblant à une petite coquille Saint-Jacques (80 mm, adultes jusqu'à 90 mm). Les individus possèdent une coquille épaisse, équivalve et équilatérale. Les oreilles ne sont pas symétriques et leur couleur très variable : rouge, rose, marron, orange, jaune, pourpre exceptionnellement blanc.

Biologie - Les jeunes individus vivent attachés à un byssus puis deviennent libres et capables de se déplacer.

Groupe trophique - Suspensivore.

Habitat benthique - Vit dans des dépressions dans le sable grossier ou la gravelle, jusqu'à 100 m de profondeur.

Répartition géographique - Espèce commune en Manche. Distribuée de la Norvège à la Méditerranée et îles Canaries.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial.

Description - Species very similar to the King scallop but of a smaller size (80 mm, adults size up to 90 mm). Individuals have a solid equivalve and equilateral shell. Ears are not symmetrical and their coloration is very variable: red, pink, brown, orange, yellow, purple and exceptionally white.

Biology - Attached by a byssus when small; they are later free and capable of swimming.

Trophic group - Suspension feeder.

Benthic habitat - Lives in depressions in coarse sand or gravel down to 100 m.

Geographical distribution - Common in the Channel. Distributed from Norway to the Mediterranean and the Canary Isles.

Why we consider it? Commercial species.

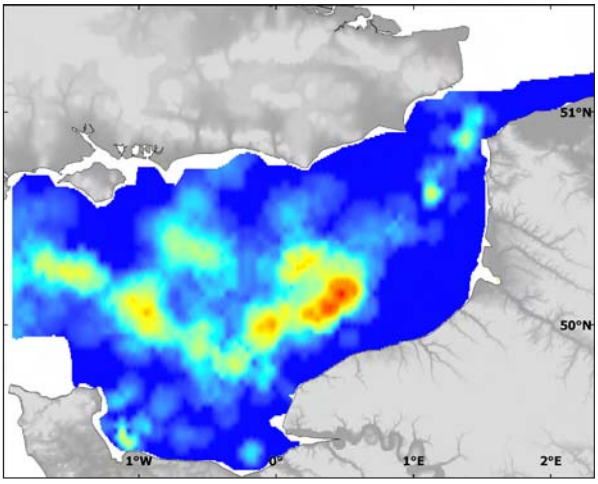
1 ou/*or Chlamys opercularis*

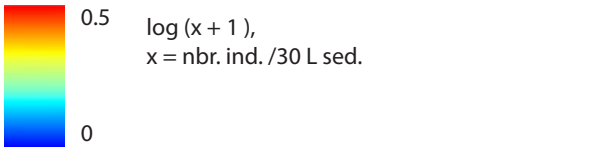
Evolution spatio-temporelle

Aux deux périodes d'étude, l'espèce est présente dans toute la partie centrale de la Manche. Elle est aussi observée aux abords du détroit du Pas-de-Calais pendant les deux périodes d'étude. L'étude de l'évolution étant effectuée à partir de campagnes d'échantillonnages différentes, les comparaisons d'abondances absolues ne peuvent être faites.

Spatio-temporal change

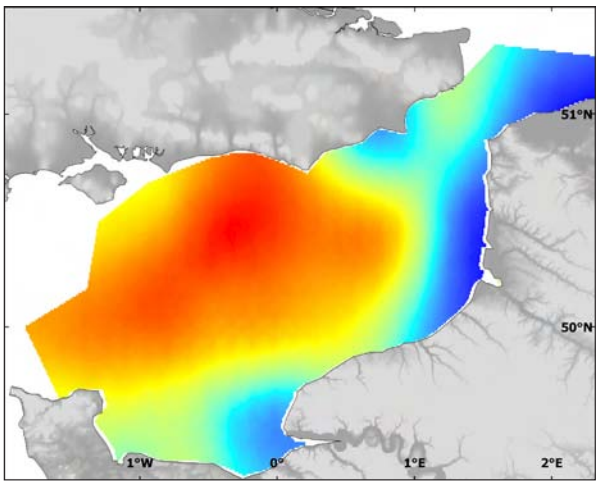
During the two time periods, the species was encountered in the central part of the Channel. It is also observed near the Dover Strait during both periods. Different sampling gears and strategies were used in the 1971-1976 and 1998-2007 periods; thus comparisons of absolute abundance is impossible.





log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)



log (x + 1),
x = nbr. ind. /km^2

Abondance (CGFS, 2007)
Abundance (CGFS, 2007)

Ampelisca spinipes

Boeck, 1861

© A.Foveau

© A.Foveau

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Amphipoda
Famille-Family : Ampeliscidae

Description - Dimorphisme sexuel. Jusqu'à 15 mm. Le segment 1 de l'urosome porte une carène arrondie (particulièrement marquée chez le mâle). Plaque épimérale 3 sans dent. Antennes et antennules plus grandes que la moitié du corps. Couleur jaune pâle avec des ombres et des tavelures orangées.

Biologie - Espèce tubicole. Espèce rendue vulnérable à la prédation par le chalutage. Migration suprabenthique.

Groupe trophique - Déposivore de surface et suspensivore.

Habitat benthique - Sables grossiers, graviers fins et moyens et sédiments hétérogènes.

Répartition géographique - Atlantique Nord.

Pourquoi l'avoir choisie ? Appartient à la communauté des graviers à *Amphioxus*. Proie pour le rouget barbet, les grondins, la roussette et le merlan.

Description - Exhibits sexual dimorphism. Grows to 15 mm. Segment 1 of the urosome carries a rounded carena (particularly marked in the male). Epimeral plate 3 without tooth . Antennas and antennules longer than half of a body length. Pale yellow in colour with orange speckles and shades.

Biology - Tube dwelling amphipod. Species are more vulnerable to predation after trawling. A suprabenthic species.

Trophic group - Surface deposit feeder and suspension feeder.

Benthic habitat - Coarse sands, fine and medium gravels and mixed sediments.

Geographical distribution - North Atlantic Ocean

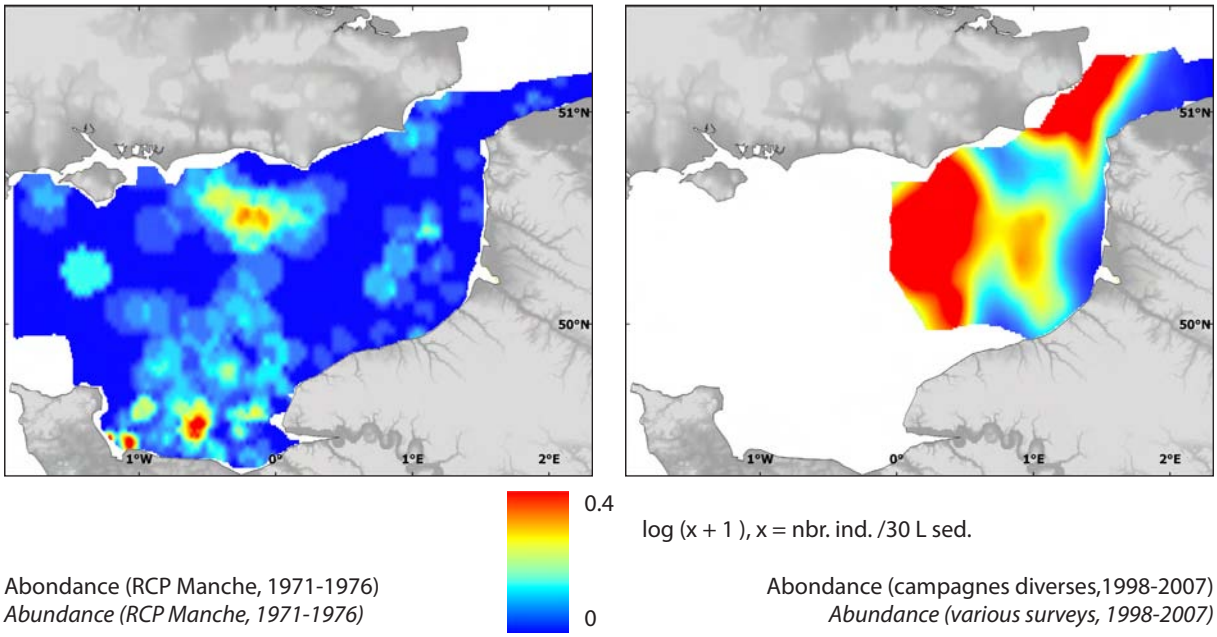
Why we consider it? Belongs to the *Amphioxus* gravel community. Prey for the red mullet, gurnards, dogfish and whiting.

Evolution spatio-temporelle

La répartition spatiale de *A. spinipes* a changé entre les deux périodes. En effet, en 1971-1976, cette espèce était localisée dans la partie occidentale du bassin oriental de la Manche sur des fonds grossiers. En 1998-2007, elle se trouve dans des sédiments plus fins à proximité des côtes britanniques. La fréquence d'occurrence a peu évolué entre 1971-1976 (9 %) et 1998-2007 (11 %). Hormis les stations de fortes abondances (station F115 en 1971-1976; station 271 en 1998-2007), les ordres de grandeur des abondances sont les mêmes.

Spatio-temporal change

The spatial distribution of *A. spinipes* changed between the two survey periods. Thus, in 1971-1976 this species was found in the western part of the eastern English Channel on coarse bottoms. In 1998-2007 surveys, it occured in finer sediments near the British coast. The frequency of occurrence changed little between 1971-1976 (9 %) and 1998-2007 (11 %). Except for the stations showing high abundance (station F115 in 1971-1976 and station 271 in 1998-2007), abundance levels are about the same in magnitude.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

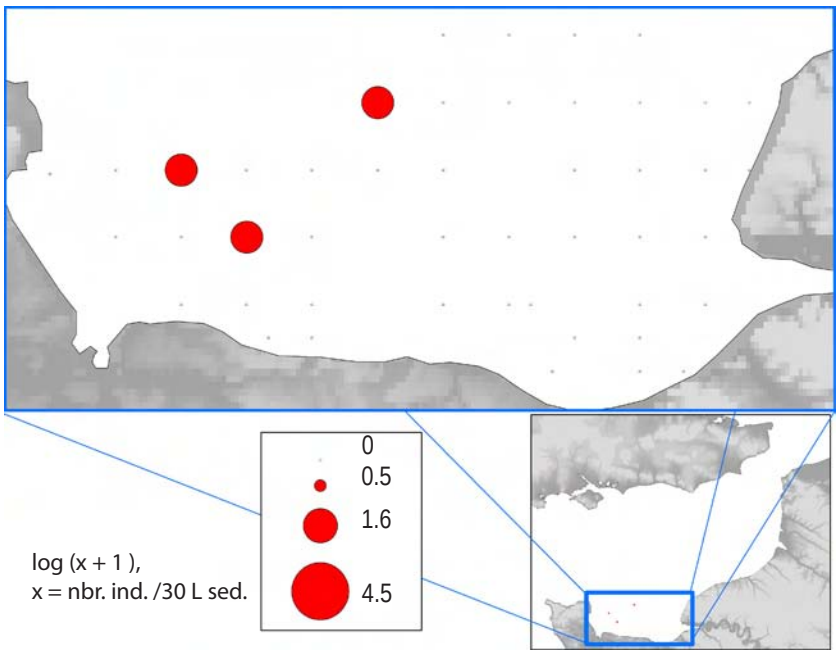
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En baie de Seine, *A. spinipes* a été observé dans trois stations (sur les 46 échantillonnées). Ces stations sont sablo-graveleuses et se situent dans la partie occidentale de la baie.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In the Bay of Seine, *A. spinipes* was observed at three stations (out of the 46 sampled). These stations have sandy gravel bottoms and are located in the western part of the Bay.



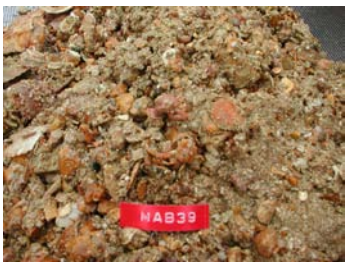
Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Asterias rubens

Linnaeus,1758

Astérie rouge, Etoile de mer commune
Common starfish

Embranchement-Phylum : Echinodermata
Classe-Class : Stelleroidea
Ordre-Order : Forcipulatida
Famille-Family : Asteriidae



© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Jusqu'à 52 cm de diamètre (mais communément entre 20 et 30 cm). Disque petit. Cinq bras (parfois plus quand elle se régénère). La face dorsale est molle, contenant le délicat réseau du squelette. De courtes épines, entourées de pédicellaires, sont dispersées sur la surface, laissant de grandes surfaces nues. La face ventrale comprend les pieds ambulacraires. Couleur brun-rougeâtre, orange ou violet avec des épines plus claires.

Biologie - Le caprellidé *Pariambus typicus* est souvent trouvé attaché à ses épines. L'astérie peut se trouver à plus de 800 ind.m^{-2}.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique - Sur des sables, des graviers et des roches, souvent colonisés par des moules.

Répartition géographique - De l'Arctique à l'Afrique de l'ouest.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce de la mégafaune représentant la plus forte biomasse.

Description - Grows up to 52 cm in diameter (but commonly between 20 and 30 cm). Has small disc and five arms (sometimes more when they are regenerated). The dorsal face is soft, containing the delicate skeletal network. Short spines, surrounded by pedicellariae, are dispersed on the surface, leaving naked surface patches. The ventral face includes the tube feet. Reddish brown, orange or purple in colour with clear spines.

Biology - A caprellid amphipod, *Pariambus typicus* is often found attached to the starfish's spines. The starfish can be found at densities of more than 800 ind.m^{-2} .

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore).

Environment - Found on sands, gravels and rocks with mussels.

Geographical distribution - From the Arctic to West Africa.

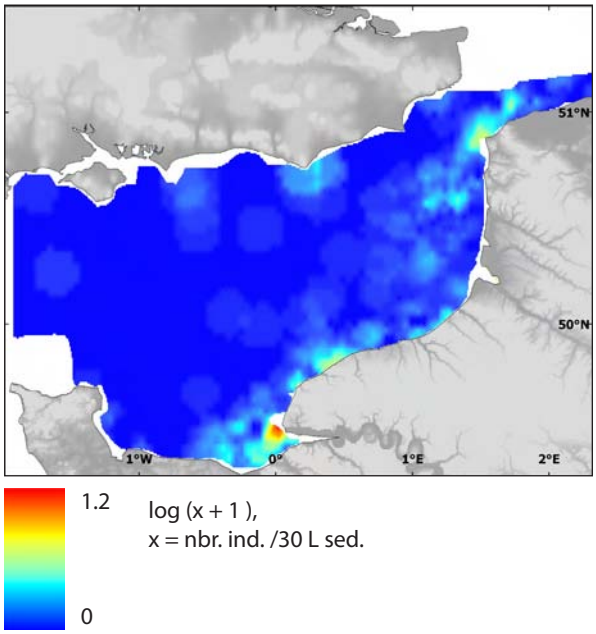
Why we consider it? Megafaunal species having the largest biomass.

Evolution spatio-temporelle

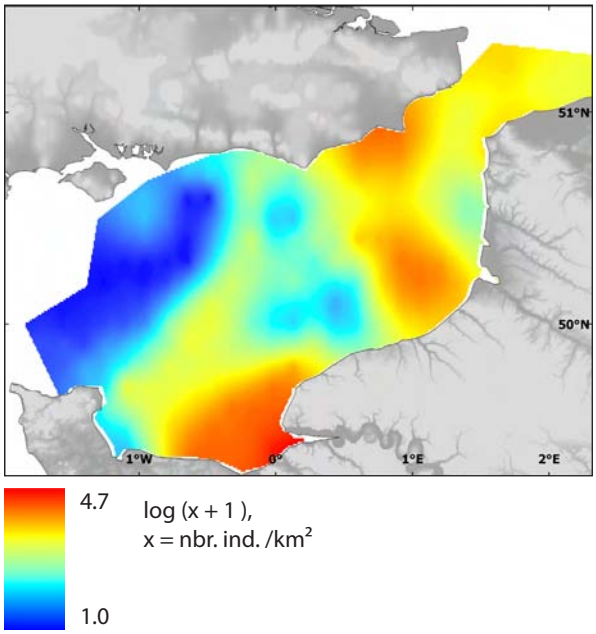
En 1971-1976, l'astérie présente une distribution en patches, avec de nombreux "hot spots", notamment le long des côtes françaises. En 2007, les plus fortes abondances sont observées dans les zones de sédiments fins de la baie de Seine et au centre de la Manche orientale, ainsi qu'au niveau des sédiments plus grossiers (détroit du Pas-de-Calais). La fréquence d'observation est plus élevée en 2007 (64 %) qu'en 1971-1976 (22 %), bien que les différences de protocole d'échantillonnage rendent les comparaisons d'abondances difficiles.

Spatio-temporal change

In 1971-1976, the starfish presented a patchy distribution with many hot spots, in particular along the French coast. In 2007, the highest abundance was observed in the zones of fine sediment in the Bay of Seine and in the central eastern English Channel, for instance on coarser sediments near to the Dover Strait. The frequency of observation was higher in 2007 (64 %) than in 1971-1976 (22 %) though different sampling gears were used, making abundance comparisons difficult.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)



Abondance (CGFS, 2007)
Abundance (CGFS,2007)

Branchiostoma lanceolatum[1]

(Pallas, 1774)

Amphioxus
Lancelet

Embranchement-Phylum : Cephalocordata
Classe-Class : Leptocardii
Famille-Family : Branchiostomidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Long de 5 à 6 cm, l'Amphioxus possède une nageoire continue qui se trouve sur la ligne dorsale médiane et se termine ventralement. Une série de blocs de fibres musculaires striées séparés par des feuillets de tissu conjonctif est bien visible sur la totalité du corps. L' Amphioxus possède une corde (ébauche embryonnaire de la colonne vertébrale) s'étendant tout le long du corps jusque dans la tête mais sans cerveau caractérisé.

Biologie - Cet invertébré ressemblant à un poisson se tient planté verticalement dans le gravier de façon à ce que seule la bouche sorte du sédiment.

Groupe trophique - Suspensivore.

Habitat benthique - Graviers grossiers propres ("Gravelle à *Amphioxus*").

Distribution géographique - Présent sur toutes les côtes européennes, du nord des îles britanniques jusqu'à la mer Noire en passant par les côtes espagnoles et de Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Caractérise le peuplement biosédimentaire de la "gravelle à *Amphioxus*" (que l'on peut appeler aussi gravelle à *Branchiostoma lanceolatum)*.

Description - 5 to 6 cm in length, the lancelet displays a continuous fin running from the medium dorsal line to the ventral part of the animal. A series of compact, striated, muscular fibres, separated by layers of connective tissue are clearly visible all over the body. The lancelet has a cord (ancestral vertebral column) spreading along the length of the body all the way to the head. This animal does not have a characterised brain.

Biology - This fish-like invertebrate stands vertically in the gravels so that only the mouth emerges from the sediment.

Trophic group - Suspension feeder.

Benthic habitat - Clean coarse gravels ("*Amphioxus*" gravel).

Geographical distribution - This species has been recorded along all European coasts, from the north of British Isles to the Black Sea including Spanish and Mediterranean coasts.

Why we consider it? Gives its name to the "*Amphioxus*" gravel.

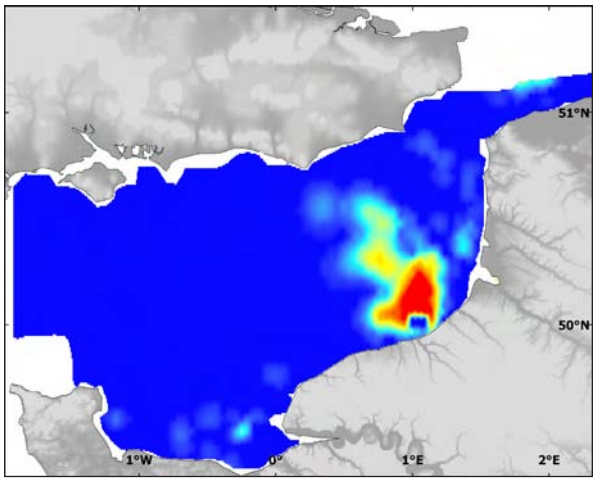
1 ou/*or Amphioxus lanceolatus*. Cette espèce n'est pas un invertébré à proprement parler, mais elle est caractéristique d'un peuplement biosédimentaire de Manche, d'où sa présence dans la section / *This species does not belong to th invertebrate group, but as it gives its name to a sedimentary community, it is placed in this section.*

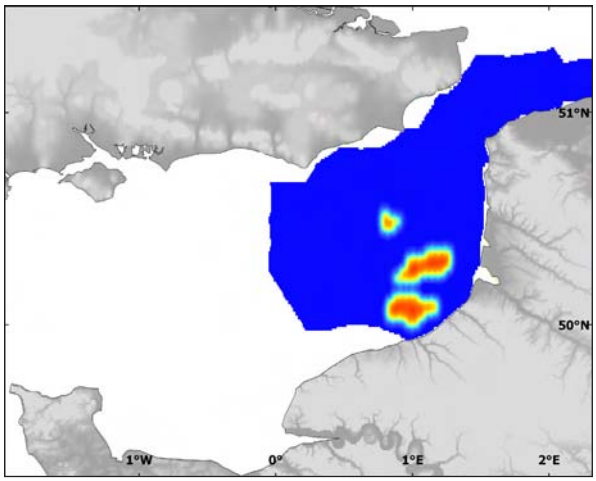
Evolution spatio-temporelle

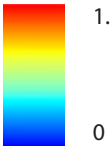
En Manche orientale, les nouvelles données montrent une diminution de la fréquence de l'espèce entre les deux périodes. En effet, on observe une restriction de la zone où l'Amphioxus est présent. L'aire de forte abondance au large de la Haute-Normandie est beaucoup moins étendue. Le noyau d'abondance du sud de la mer du Nord ainsi que les taches éparses ne sont plus visibles dans les données les plus récentes.

Spatio-temporal change

The new data have revealed a decrease in the species' frequency of occurence. The area with high abundance off the Haute-Normandy coast was much more resctricted in 1998-2007. The area of high abundance in the Southern Bight of the North Sea and lower abundance patches were no longer visible in recent data.







log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

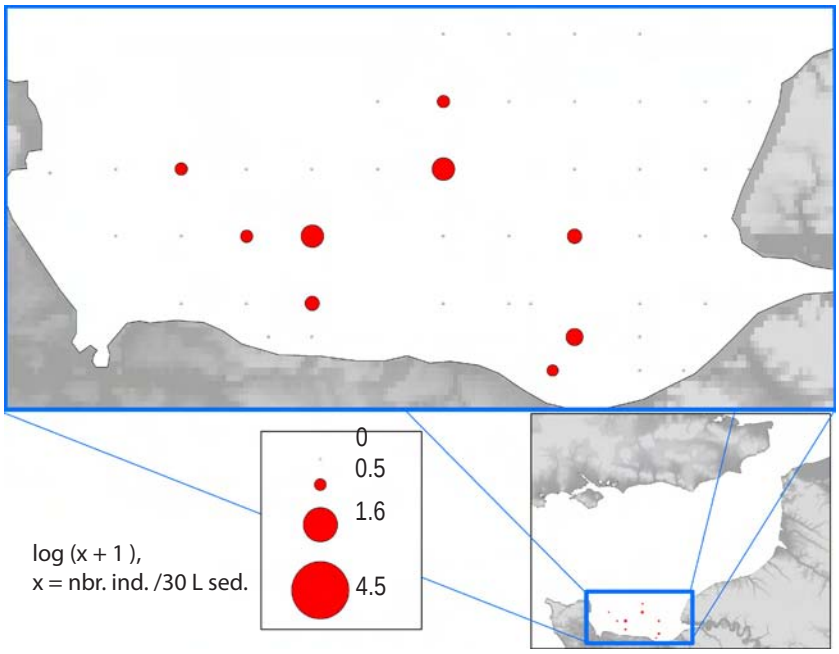
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En 1971-1976, la distribution de l'abondance de l'Amphioxus en baie de Seine se résume à quelques patches tout le long de la baie, avec la présence d'un petit "hot spot" au large de l'embouchure de la Seine. En 1998-2007, la distribution reste assez éparse également mais aucun "hot spot" n'est discernable.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In 1971-1976, the abundance map of the lancelet in the Bay of Seine could be described as having a patchy distribution all along the Bay, with the noticeable presence of a hot spot off-shore of the mouth of the Seine estuary. In 1998-2007, the distribution was also very patchy, but no hot spots were then visible.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

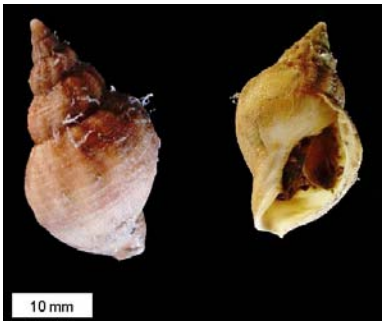
Buccinum undatum

Linnaeus, 1758

Buccin, Bulot
Whelk

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Gastropoda
Ordre-Order : Neogastropoda
Famille-Family : Buccinidae

© A.Foveau



© A.Foveau

Description - Large coquille (jusqu'à 100 mm de haut pour 60 mm de large). Solide coquille avec 7-8 spires (hélices) avec des stries en spirales. L'ouverture est largement ovale se terminant par un court canal en forme de siphon. Coquille jaunâtre marron.

Biologie - Sexes séparés. Maturité sexuelle vers 4 ans. Reproduction par fécondation interne vers novembre-décembre. Des amas de capsules chitineuses (jusqu'à 15 000 capsules) sont formés et fixés sur un substrat direct. Chaque capsule peut contenir entre 50 et 2 000 œufs. Développement direct : les petits, ressemblant aux adultes, sortent des œufs vers février.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore). Cette espèce débarrasse les fonds marins des cadavres ou débris d'animaux de par son rôle de nécrophage.

Habitat benthique - Tout type de sédiment meuble des sables aux graviers. On peut rencontrer le bulot du bas de la zone intertidale jusqu'à des profondeurs atteignant 1200 m.

Distribution géographique - Abondant dans l'Atlantique Nord. Quelques observations dans des zones saumâtres.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial.

Description - A large whelk (up to 100 mm or more in height, 60 mm in width). A solid shell with 7-8 whorls having spiral ridges. The aperture is broadly oval, tapering to a point with a short, wide siphonal canal leading from the base of the aperture. The shell is yellowish brown.

Biology - Separate sexes. Sexual maturity around 4 years old. Reproduction by internal fertilisation around November-December. Clusters of chitinous capsules (up to 15,000 capsules) are formed and fixed on a hard substratum. Each capsule can contain between 50 and 2,000 eggs. Direct development: adult-like young individuals leave eggs around February.

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore). It "cleans" the sea floor by eating animal detritus or bodies.

Benthic habitat - All kinds of soft sediments from sand to gravel. This large whelk can be found from the lower part of the intertidal zone, down to 1,200 m in depth.

Geographical distribution - Abundant throughout the North Atlantic. It extends into some brackish zones.

Why we consider it? Important commercial species.

Evolution spatio-temporelle

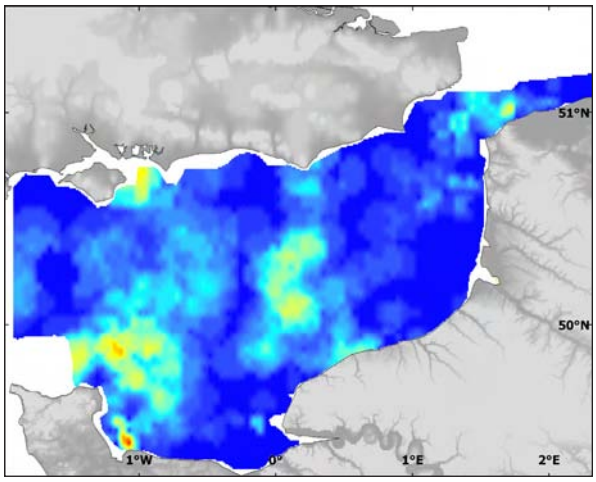
La comparaison des deux périodes montre que la répartition du buccin semble s'être légèrement modifiée. L'espèce était présente en quatre zones notables de forte abondance, au milieu du détroit du Pas-de-Calais (au large du cap Gris-Nez), à proximité de l'île de Wight ainsi qu'au nord de la baie de Seine, et au nord de la baie des Veys. Ces dernières étaient reliées l'une à l'autre en un continuum de patches d'abondance plus ou moins forte.

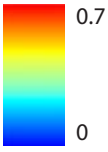
Malgré la différence des protocoles de prélèvements entre les deux périodes, la récente répartition de l'espèce semble indiquer une diminution de l'occurrence de l'espèce sur la zone. En effet, les zones du détroit et de l'île de Wight n'apparaissent plus. En revanche, même si le patron de distribution a légèrement migré vers le sud, la zone au nord de la baie de Seine et de la baie des Veys présente encore un grand nombre d'individus.

Spatio-temporal change

The comparison between the two time periods indicates a change in distribution. The species was mainly found in four zones of high abundance: in the central part of the Dover Strait (off Cape Gris-Nez), near the Isle of Wight, and two large patches north of the Bay of Seine and north of the Bay of Veys, the latter two areas being linked to each other by a continuum of patches of lesser abundance.

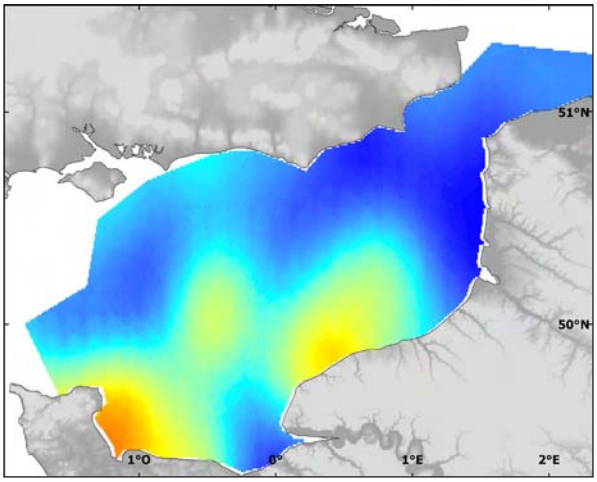
Though sampling protocols are not comparable, recent data suggests a decline of this species abundance in the study area. In fact, the Dover Strait and the Isle of Wight hotspots are no longer present. Meanwhile, although the abundance pattern has moved south towards the coast, the Bay of Seine and the Bay of Veys hot spots remain strong.





log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)



log (x + 1),
x = nbr. ind. /km^2

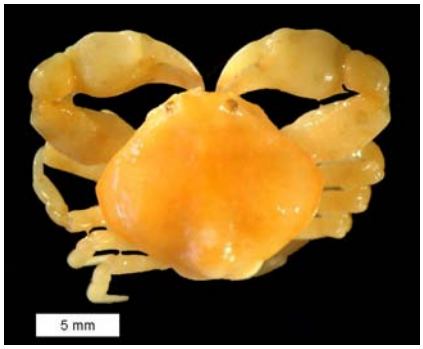
Abondance (CGFS, 2007)
Abundance (CGFS, 2007)

Ebalia spp.[1]

Ebalie
Nut crabs

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Leucosiidae

© A.Foveau



© A.Foveau

Description - La carapace est plus longue que large, la longueur de la carapace mesurant de 10 à 17 mm. Selon les espèces, la surface dorsale est plus ou moins granuleuse. De même, la marge antérieure est plus ou moins convexe. Les chélipèdes sont de taille égale sauf chez les mâles, où ils sont plus longs. Espèces polychromiques (du rougeâtre au jaune-grisâtre; certains individus sont même bruns ou blancs). Parfois, des marques colorées (bandes ou points) sont observées.

Biologie - Selon les espèces, les femelles sont ovigères, soit de janvier à août, soit toute l'année. Les larves se trouvent toute l'année dans le plancton.

Groupe trophique - Omnivore.

Habitat benthique - Genre se trouvant des sables aux cailloutis, avec plus ou moins de vase.

Répartition géographique - Commun sur les côtes françaises et britanniques. De la Norvège à l'Afrique de l'Ouest. Méditerranée (sauf pour *E. tumefacta*).

Pourquoi l'avoir choisie ? Appartient à la communauté des graviers à Amphioxus.

Description - The carapace is longer than it is wide; the length of the carapace ranges between 10 and 17 mm. Depending on the species, the dorsal surface is more or less coarse and the anterior margin is more or less convex. The chelipeds are of equal size but for the males they are longer. Polychromic species with colours varying from reddish to yellowish-grey, though some individuals are even brown or white. Sometimes, bands or points of colour are observed.

Biology - Depending on the species, females are ovigerous, either from January to August or all year long. Larvae are found all year round in the plankton.

Trophic group - Omnivore.

Benthic habitat - This genus prefers living on sandy to stony substrates, though it tolerates varying amounts of mud.

Geographical distribution - Common on the French and British coasts. Found from Norway to West Africa, including the Mediterranean (except for *E. tumefacta*).

Why we consider it? Belongs to the *Amphioxus* gravel community.

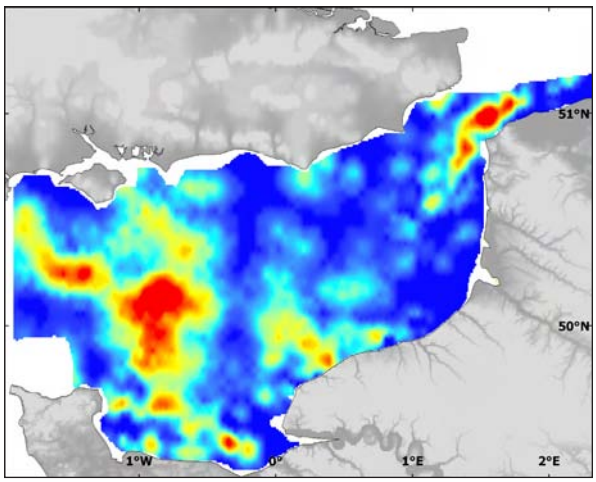
1 *Ebalia tumefacta* (Montagu, 1808) et/*and Ebalia tuberosa* (Pennant, 1777).

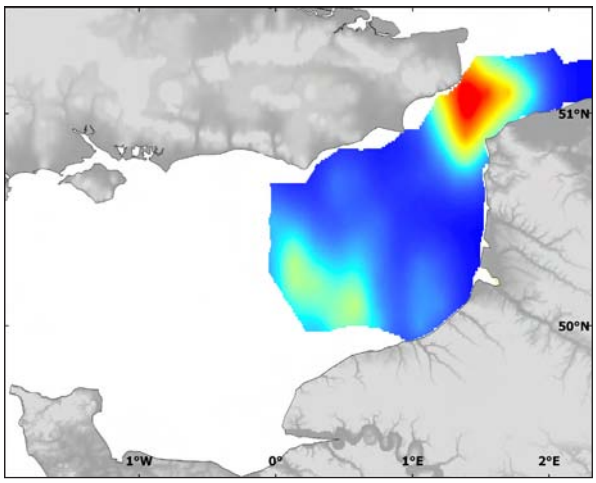
Evolution spatio-temporelle

La répartition spatiale de *Ebalia* spp. a peu évolué en Manche orientale entre 1971-1976 et 1998-2007. Un "hot spot" est toujours observable dans le détroit du Pas-de-Calais. La fréquence d'occurrence a fortement diminué entre les deux périodes : 27 % en 1971-1976 contre 7 % en 1998-2007. Les ordres de grandeur pour les abondances maximales restent les mêmes (une vingtaine d'individus pour 30 L de sédiments).

Spatio-temporal change

The spatial distribution of Ebalia spp. has not changed significantly in the eastern English Channel between 1971-1976 and 1998-2007. A hot spot was always found in the Dover Strait. The frequency of occurrence strongly decreased between the two periods: from 27 % in 1971-1976 to 7 % in 1998-2007. The order of magnitude for maximum abundance remained the same (around twenty individuals for 30 L of sediments).





log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

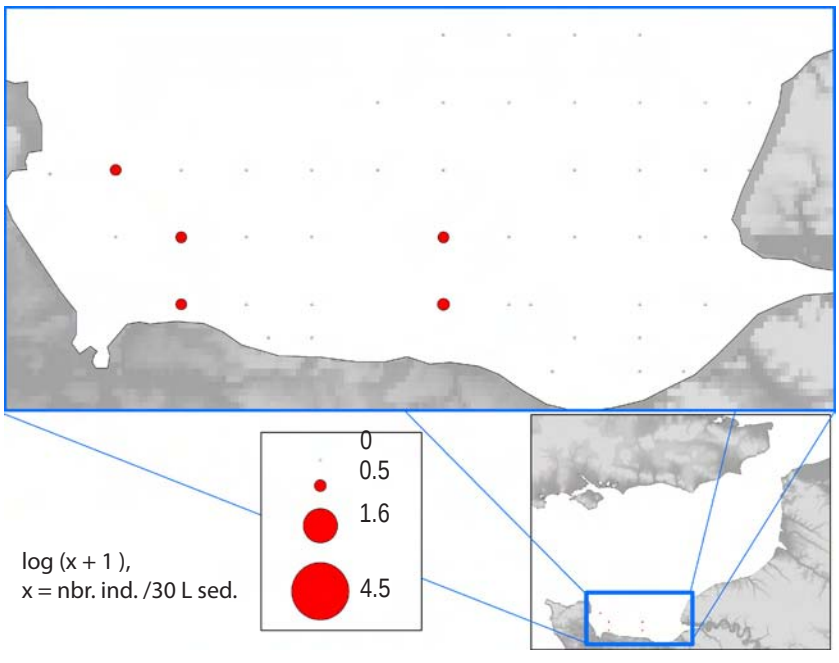
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en Baie de Seine

En baie de Seine, *Ebalia* spp. se trouve dans cinq stations sur les 46 échantillonnées. Ces cinq stations sont à l'intérieur de la baie (deux au nord de Ouistreham et trois dans la partie occidentale de la baie) et sont de type gravelo-sableux. La plus forte abondance est observée sur une station contenant de la vase (station 147).

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In the Bay of Seine, *Ebalia* spp was present at five stations out of the 46 sampled. These five stations were inside the bay (two in the north of Ouistreham and three in the western part of bay) and they were of gravelly sand type. The strongest abundance was observed at a station containing mud.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

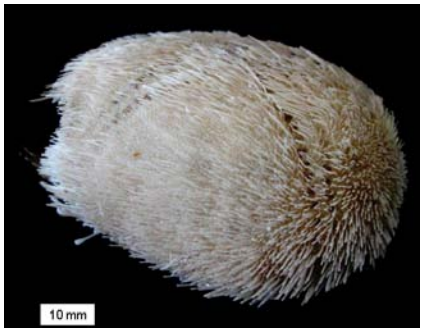
Echinocardium cordatum

(Pennant, 1777)

Oursin coeur
Sea potato, heart urchin

Embranchement-Phylum : Echinodermata
Classe-Class : Echinoidea
Ordre-Order : Clypeasteroida
Famille-Family : Spatangidae

© A.Foveau



© A.Foveau

Description - Oursin irrégulier en forme de cœur de taille moyenne. Test (squelette) lisse avec de petites épines, et des épines plus grandes en face dorsale. Il peut atteindre 90 mm et est de couleur jaune-marron.

Biologie - *E. cordatum* est un oursin irrégulier vivant enfoui dans le sable jusqu'à environ 10 cm. Un à deux centimètres de croissance par an. Longévité probable d'une dizaine d'années. Sexes séparés. Larves pélagiques se métamorphosant 39 jours après la fertilisation. Recrutement sporadique. Souvent associé aux ophiures *Amphiura filiformis* et *Ophiura albida* et aux astéries *Asterias rubens* et *Astropecten johnstoni*. Commensal avec l'amphipode *Urothoe marina* et le bivalve *Tellimya ferruginosa*.

Groupe trophique - Déposivore de sub-surface.

Habitat benthique - Espèce vivant dans les sables. On le trouve principalement en zone intertidale (zone de balancement des marées), mais aussi en subtidal jusqu'à 230 m de profondeur.

Répartition géographique - Communs sur les côtes britanniques et françaises. Espèce cosmopolite: de la Norvège à l'Afrique du Sud, Méditerranée, Japon, Australie.

Pourquoi l'avoir choisie ? Présence dans les sables fins à moyens.

Description - Irregular, medium-sized, heart-shaped sea urchin. It presents a smooth coat of short spines, and longer spines on the dorsal side. Its size can be up to 90 mm in length and it is yellowish-brown in colour.

Biology - *E. cordatum* is a sea urchin that lives buried about 10 cm in depth in the sand. Growth of one to two centimetres per year. Longevity: probably ten years. Separate sexes. Pelagic larvae metamorphosis 39 days after fertilisation. Sporadic recruitment. Often associated with the ophiuroids *Amphiura filiformis* and *Ophiura albida* and the asteroids *Asterias rubens* and *Astropecten jonstoni*. Commensal with the amphipod *Urothoe marina* and the bivalve *Tellimya ferruginosa*.

Trophic group - Sub-surface deposit feeder.

Benthic habitat - This species lives in the sand. It can be found in the intertidal zone, but also in the subtidal zone down to 230 m.

Geographical distribution - Common on the British and French coasts. Cosmopolitan species: found from Norway to South Africa, and in the Mediterranean, Japan, and Australia.

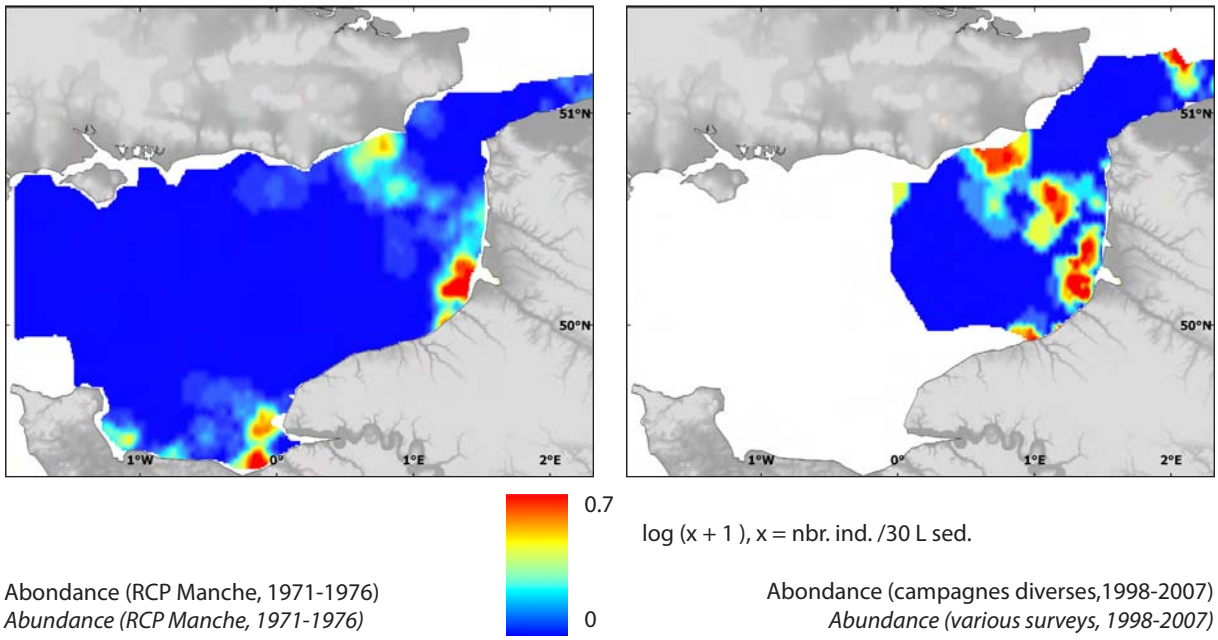
Why we consider it? It is present in fine and medium sands.

Evolution spatio-temporelle

La répartition de *E. cordatum* n'a pratiquement pas évolué entre 1971-1976 et 1998-2007. L'espèce est principalement présente dans le sud de la zone, avec des abondances importantes (jusqu'à 108 ind. /30 L sed.) selon un axe sud-est/nord-ouest en face de la baie de Somme. Le seul changement notable est une apparente augmentation des abondances dans la partie centrale de cette zone de répartition.

Spatio-temporal change

The spatial distribution of *E. cordatum* has remained similar between the 1970's and the 2000's. This species is mainly found in the southern part of the area where it can exhibit high abundance (up to 108 ind. /30 L sed.). The distribution follows a south-east/north-west axis near the Bay of Somme. The only apparent change between surveys is the higher abundance encountered in the central part of this axis.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

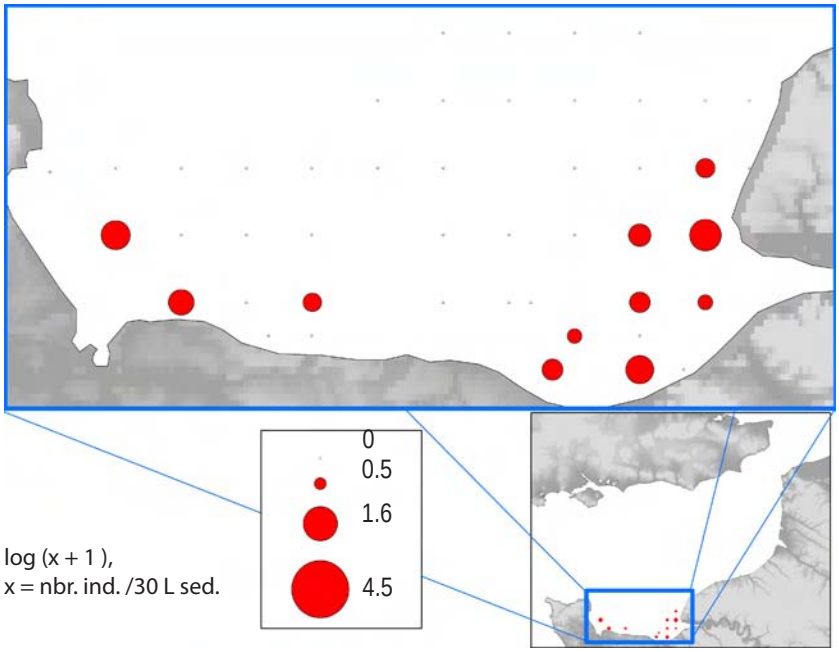
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

Pour les deux périodes, *E. cordatum* est localisé principalement à l'est (embouchure) et à l'ouest (baie des Veys) de la baie de Seine.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

At both sampling periods, *E. cordatum* was located both in the eastern part (mouth) and the western part (Bay of Veys) of the Bay of Seine.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Echinocyamus pusillus

(O.F. Müller, 1776)

Fève de mer
Pea urchin

Embranchement-Phylum : Echinodermata
Classe-Class : Echinoidea
Ordre-Order : Clypeasteroida
Famille-Family : Fibulariidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Petit oursin irrégulier, de forme ovale, avec la bouche et l'anus sur la face inférieure (face orale ; l'anus étant situé en position postérieure par rapport à la bouche). Plus précisément, le test (squelette) est de forme pentagonale (voire elliptique), parfois pointu vers la terminaison antérieure, et est fortement renflé sur la face dorsale. Il est de petite taille (au maximum 1.5 cm). Les épines sont relativement petites et proches du corps, donnant à l'animal un aspect duveteux. Deux sortes d'épines se distinguent cependant : des épines "longues" et pointues et d'autres plus petites se finissant en une couronne dentelée. Cet oursin est de couleur blanche à jaune verdâtre-brunâtre. Il a la particularité de tourner au vert vif quand il est endommagé (comme par exemple quand il est remonté en surface).

Biologie - C'est une espèce spécialisée, et non primitive comme certains auteurs le pensent (la différenciation des épines et de la ciliation commune à tous les Clypeasteroida, laisse penser que *Echinocyamus* est une forme ancestrale des vrais oursins des sables). Sa petite taille est certainement due à une adaptation à la vie dans les interstices du sédiment, souvent remanié.

Groupe trophique - Déposivore de sub-surface (mange des détritus et des foraminifères qu'il trouve dans les interstices du sédiment). Il a un mécanisme de nutrition atypique pour les Clypeasteroida, puisqu'il choisit les particules de sédiment utiles à sa nutrition.

Habitat benthique - Espèce vivant dans les sables grossiers à graviers fins.

Répartition géographique - Commun en Manche. Se retrouve dans la mer Baltique, en Islande, Afrique (Sud et Ouest) ; Açores et Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Présence dans les sédiments graveleux.

Description - Small irregular sea urchin, with an oval shape; the mouth and the anus are situated on the lower face (oral face; the anus being located in a posterior position compared to the mouth). More precisely, the test (shell), convex on the dorsal face, shows a pentagonal shape (sometimes elliptic), which can be spiny towards the anterior end. It is of small size (a maximum of 15 mm). The spines are relatively small and close to the body, giving the animal a furry appearance. Two sorts of spines are seen: "long" and pointed spines and other smaller spines finishing in a notched crown. The sea urchin colour ranges from white to yellow-green or yellow-brown. It can turn to a sharp green when it is damaged (for example when it is pulled up to the surface).

Biology - It is a specialised species, and not primitive as certain authors think (with the differentiation of the spines and the ciliation common to all Clypeasteroida, perhaps *Echinocyamus* is an ancestral form of true sands sea urchins). Its small size is certainly the result of an adaptation to life in the interstices of the sediment, which is often disturbed.

Trophic group - Sub-surface deposivore (eats detritus and Foraminifera that are found in the interstices of the sediment). Has an atypical nutrition mechanism for Clypeasteroida, since it selects the sediment particles to eat.

Benthic habitat - This species prefers to live in coarse sand and fine gravels.

Geographical distribution - Common species in the English Channel. Found elsewhere in the Baltic, Iceland, Africa (south and west), the Azores and the Mediterranean.

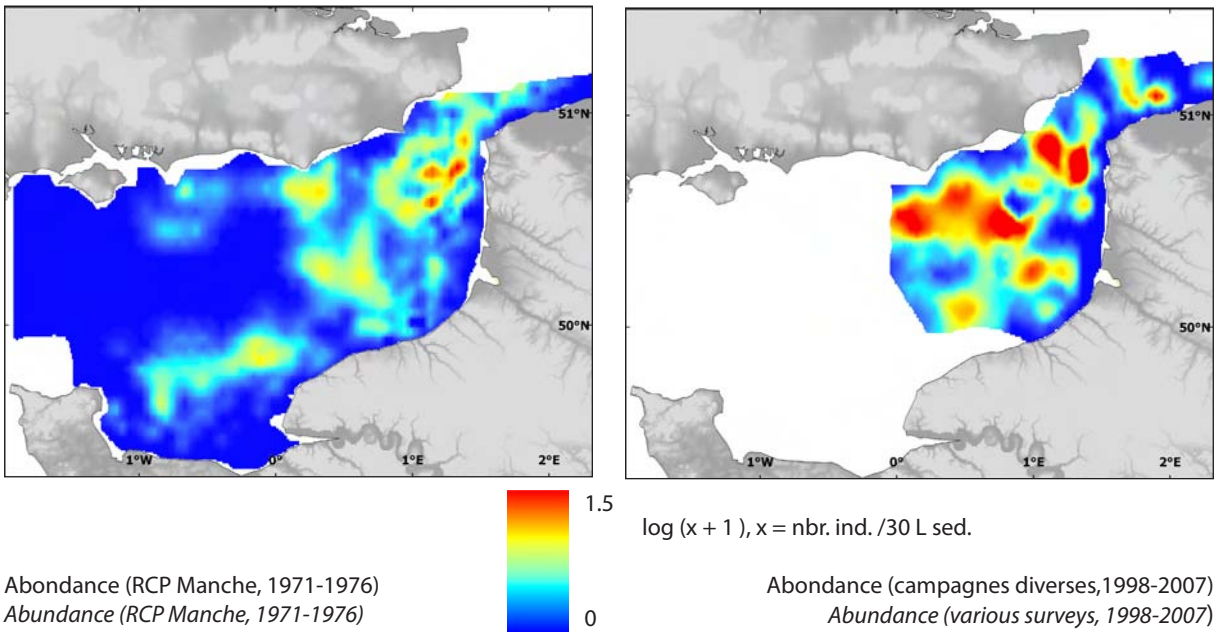
Why we consider it? It is present in gravelly substrates.

Evolution spatio-temporelle

La répartition spatiale de *E. pusillus* a peu changé depuis 1971-1976. Les plus fortes abondances se rencontrent en une seule station (plus de 1 000 ind./30 L), alors que les abondances des années 1970 n'excèdent pas 300 ind./30 L. Cependant, la fréquence d'occurrence a peu diminué entre les deux périodes : 29 % en 1971-1976 contre 24 % en 1998-2007.

Spatio-temporal change

The spatial distribution of *E. pusillus* has evolved little since 1971-1976. The highest abundance level (> 1,000 ind./30 L) was only found at one station in recent yeras, whilst abundance in the 1970s did not exceed 300 ind./30 L. However, the frequency of occurrence has remained slightly similar between the two periods: from 29 % in 1971-1976 to 24 % in 1998-2007.



log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

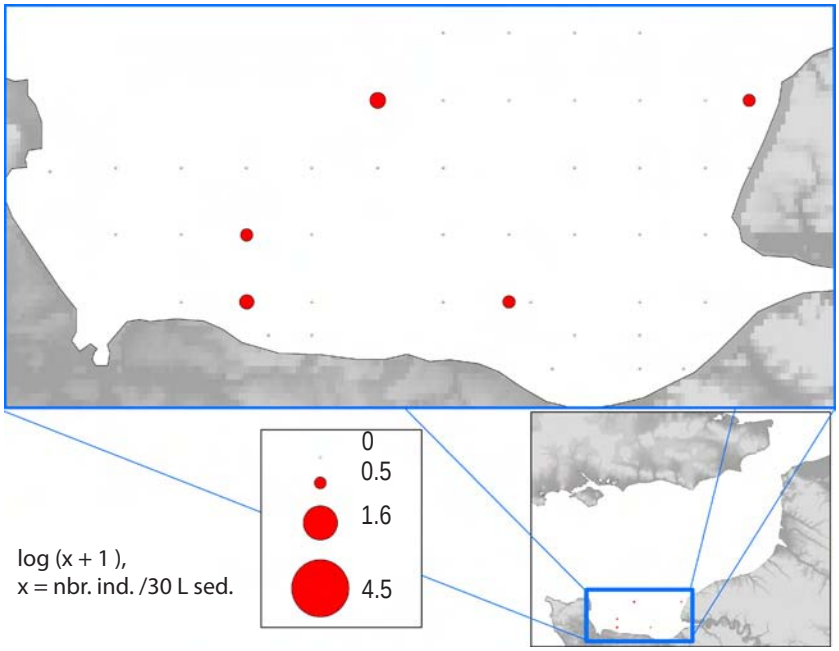
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En baie de Seine, *E. pusillus* se trouve dans cinq stations sur les 46 échantillonnées. Ces cinq stations sont réparties dans toute la baie et présentent des sédiments sablo-graveleux.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In the Bay of Seine, *E. pusillus* was present at five sampling stations out of the 46. These five stations were distributed across the entire bay, where sandy gravel sediments are found.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Galathea intermedia

Liljeborg, 1851

Petite galathée, galathée naine
Dwarf squat lobster

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Galatheidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Espèce de petite taille (de 12 à 20 mm). C'est la plus petite galathée connue des îles britanniques. Sa carapace possède des stries transverses ciliées. Les marges latérales ont de nombreuses épines. Le rostre est terminé par une forte pointe et est bordé par quatre petites épines. Elle est reconnaissable aux deux épines sur le segment basal de l'antennule (les autres galathées en possédant trois). Cette espèce va du jaune au brun-rouge, en passant par le rose, parfois avec des points bleus.

Biologie - Elle peut se rencontrer en assez grand nombre (elle est souvent trouvée avec les *Pisidia longicornis* : le nombre de *Galathea* étant souvent inversement proportionnel au nombre de *Pisidia*, observations non publiées). Elle peut vivre sur les sédiments grossiers. Les femelles sont ovigères de mars à juillet; les larves se trouvent dans le plancton de février à décembre (avec un maximum d'abondance de juin à septembre).

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique - Espèce vivant sur des substrats grossiers et cailloutis.

Répartition géographique - Très commune sur les côtes françaises et britanniques. De la Norvège au Sénégal. Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Appartient à la communauté des cailloutis à épibiose sessile.

Description - A species of small size (from 12 to 20 mm). It is the smallest *Galathea* from the British Isles. Its carapace has ciliated transverse striae. The lateral margins possess several spines. The rostrum is terminated by a sharp spine and its lateral margins have four pairs of small spines. It is recognisable by the two spines on the basal segment of the antennule (other *Galathea* having three spines). This species colour varies from the yellow to the brown-red, passing through pink, and sometimes having blue points.

Biology - It can be found in high numbers and is often found with *Pisidia longicornis*. The number of *Galathea* is often inversely proportional to the number of *Pisidia* (unpublished observations). It can live on coarse sediments. The females are ovigerous from March to July, and pelagic larvae are found in the plankton from February to December (with a peak abundance from June to September).

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore).

Benthic habitat - This species lives in coarse substrata including pebbles.

Geographical distribution - Very common along all British and French coasts. Found from Norway to Senegal and in the Mediterranean.

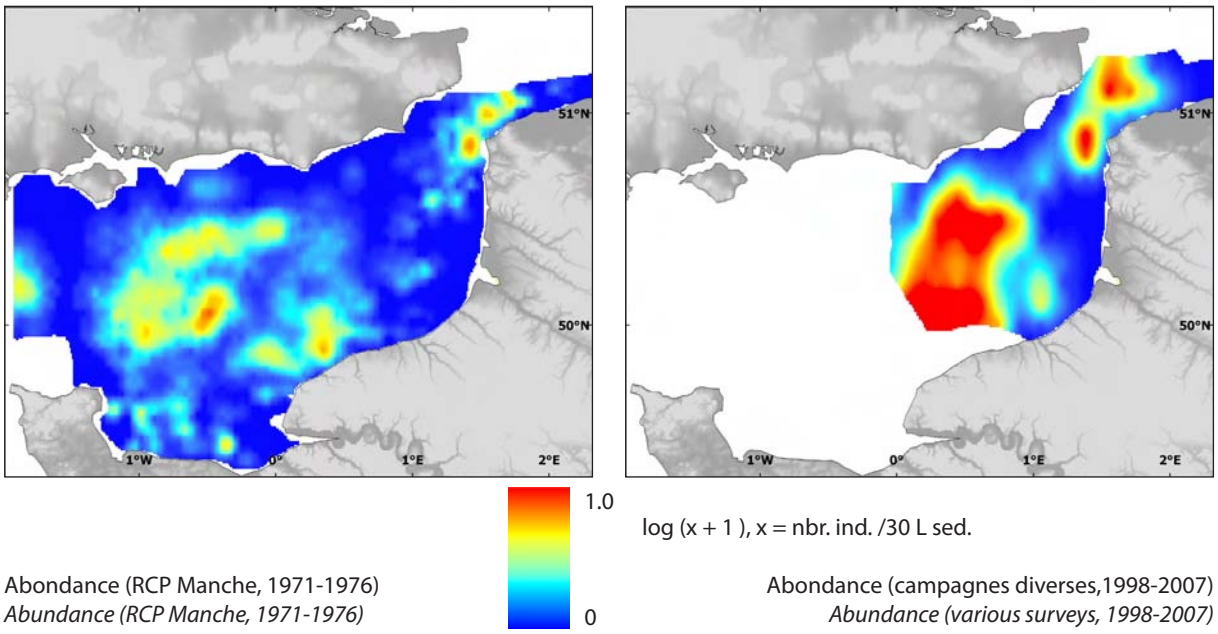
Why we consider it? It belongs to the community of pebbles with non-mobile epifauna.

Evolution spatio-temporelle

La répartition spatiale de *G. intermedia* a peu changé. Les "hot spots" d'abondances se trouvent dans les zones à cailloutis (détroit du Pas de Calais, centre de la Manche vers les côtes normandes). La fréquence d'occurrence a également peu évolué entre 1971-1976 (22 %) et 1998-2007 (18 %). Les abondances en 1998-2007 sont du même ordre de grandeur qu'en 1971-1976 (le maximum étant un peu plus élevé en 1998-2007 (144 ind./ 30 L de sédiment, contre 49 en 1971-1976).

Spatio-temporal change

The spatial distribution of *G. intermedia* did not change much between the two time periods: the hot spots of abundance were found in the pebbly sediments (e.g. the Dover Strait, and in the central English Channel towards the Normandy coast). The frequency of occurrence has also changed little between 1971-1976 (22 %) and 1998-2007 (18 %). Abundance in 1998-2007 was of the same order of magnitude as in 1971-1976, though the maximum was a little higher in 1998-2007 (144 ind./ 30 L of sediment, versus 49 in 1971-1976).



log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

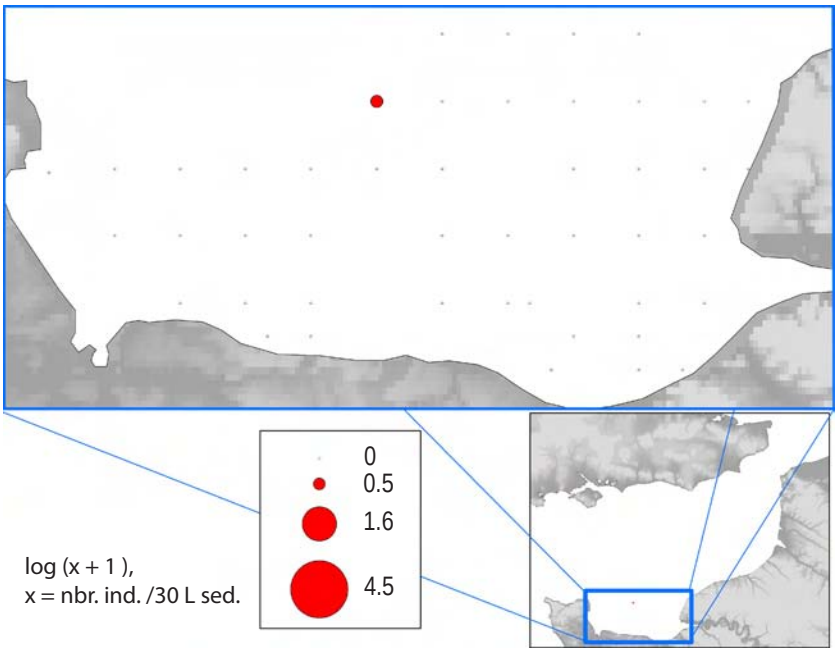
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

G. intermedia n'a été trouvée qu'en une seule station en 1999 (station sur sédiments sablo-graveleux).

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

G. intermedia was only found at one station in 1999 (station on sandy gravel sediments).



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Gastrosaccus spinifer[1]

(Goës, 1864)

Opossum shrimp

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Mysida
Famille-Family : Mysidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Long d'environ 21 mm, ce petit crustacé à l'allure de crevette est très facilement reconnaissable par son abdomen étroit avec, au niveau du cinquième segment, la présence d'une épine caractéristique en position dorsale. L'animal est transparent avec quelques pigments rouges/jaunes diffus.

Biologie - Cette espèce de mysidacé vit en majorité sur le fond, partiellement enfouie dans le sable et les herbiers de zostères. Ce sont des animaux suprabenthiques. En effet, cette espèce effectue des migrations régulières de cycle journalier : pendant les heures de jour elle reste sur le fond puis migre vers la surface pendant les heures d'obscurité.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique - Sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*.

Distribution géographique - Très fréquente du nord de la Norvège jusqu'aux côtes marocaines, Méditerranée et mer Noire.

Pourquoi l'avoir choisie ? Caractérise le peuplement biosédimentaire des sables fins. C'est l'espèce de mysidacé la plus fréquente et abondante en Manche orientale.

Description - Up to 21 mm in length, this little shrimp-like crustacean is easily recognisable by its narrowed abdomen with the 5th segment ending in a spine. The species is transparent with diffuse yellowish-red pigment.

Biology - This mysid lives mainly on the bottom, partially buried in sand, or among *Zostera* beds. It is a suprabenthic species. Indeed, this species displays a diel rhythm: it stays at the bottom during the day and migrates to the surface at night.

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore).

Benthic habitat - Clean medium to fine sand with *Ophelia borealis*.

Geographical distribution - Very common from the north of Norway to the Moroccan coast, the Mediterranean and the Black Sea.

Why we consider it? Typical of the "clean medium to fine sands with *O. borealis*"; it is the most abundant mysid species in the eastern English Channel.

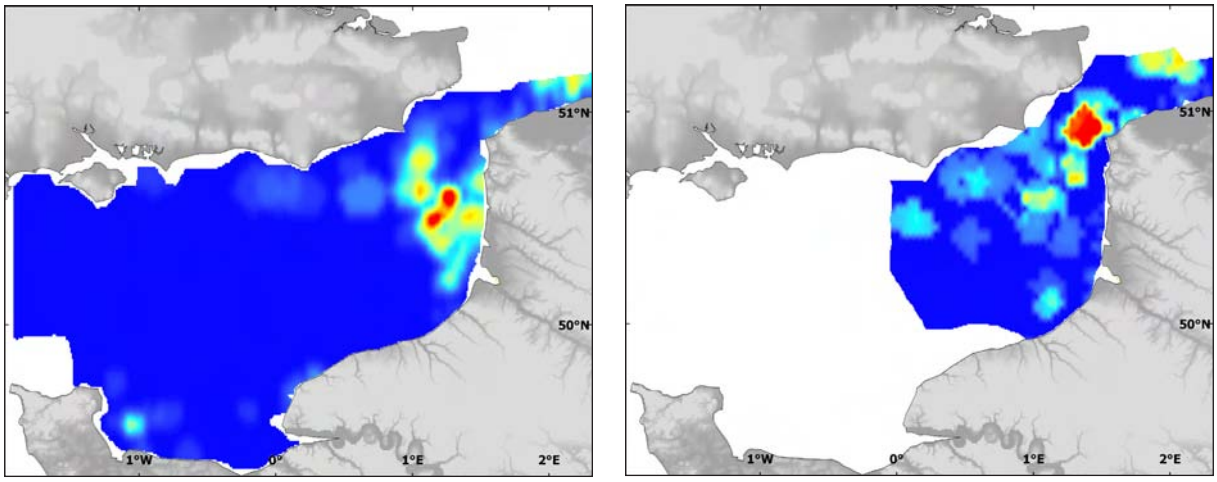
1 ou/*or Gastrosaccus spiniferus*, ou/*or Mysis spinifera*.

Evolution spatio-temporelle

La distribution de l'espèce se présente essentiellement selon trois zones de forte abondance dans les années 1971-1976 (détroit du Pas-de-Calais, baie sud de la mer du Nord et baie des Veys). Le patron de distribution des années 1998-2007 apparaît sous forme de patches d'abondance. L'espèce semble localisée plus au large en 1998-2007 alors qu'elle était plus côtière dans les années 1971-1976. Elle semble également plus fréquente durant la seconde période.

Spatio-temporal change

The species distribution in 1971-1976 was mainly located in three areas (the Dover Strait, Southern Bight of the North Sea and the bay of Veys). The 1998-2007 data show that recent distributions display a patchy pattern. The species seems to have been present further offshore in 1998-2007 than in 1971-1976 when it showed a more coastal distribution. The species is more abundant in 1998-2007 than it was in 1971-1976.



log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

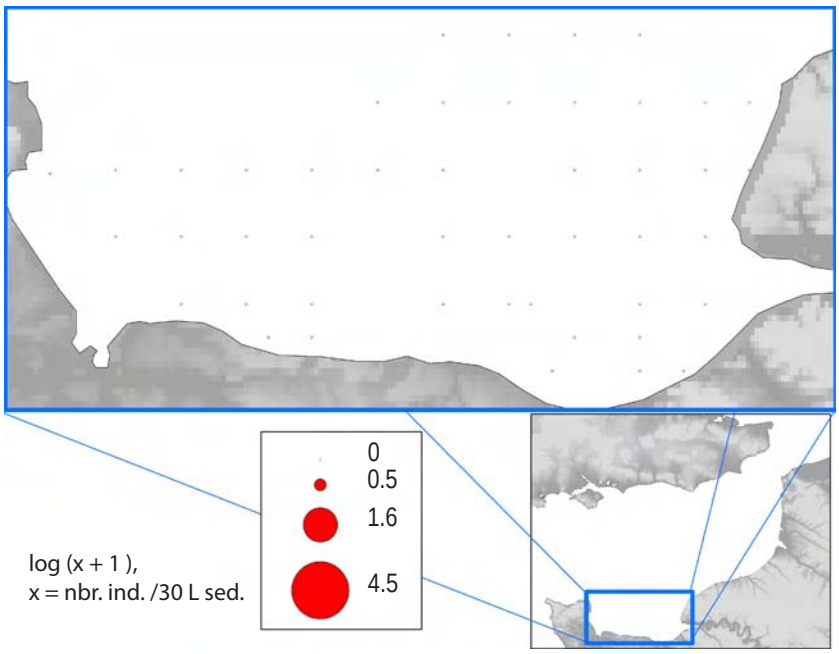
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En 1971-1976, l'espèce avait été localisée en quelques endroits en baie de Seine et principalement dans la baie des Veys. Les données récentes n'ont pas enregistré la présence de l'espèce.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In 1971-1976, the species was recorded in the Bay of Seine and mainly within the Bay of Veys. The recent surveys did not show any record of the species.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

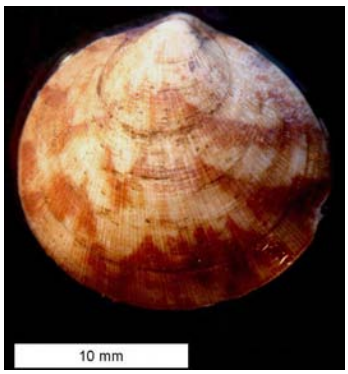
Glycymeris glycymeris

(Linnaeus, 1758)

Amande de mer
Dog cockle

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Bivalvia
Ordre-Order : Arcoida
Famille-Family : Glycymeridae

© A.Foveau



© A.Foveau

Description - L'amande de mer possède une coquille solide équivalve et équilatérale pouvant atteindre 65 mm de diamètre. Elle possède une coquille très colorée : marron foncé ou marron-jaune avec quelques touches de rouge.

Biologie - Ce bivalve vit faiblement enfoui dans le sédiment, dans les graviers fins ou les graviers sablo-vaseux. Des amas importants de coquilles vides peuvent s'accumuler dans certaines parties de la Manche orientale.

Groupe trophique - Suspensivore.

Habitat benthique - Espèce vivant sur les fonds de graviers, sablo-vaseux et coquilliers, typique de la communauté à *Branchiostoma lanceolatum*. Il est présent du bas de la zone intertidale jusqu'à une centaine de mètres de profondeur.

Distribution géographique - Espèce commune sur toutes les côtes britanniques et françaises. Distribuée de la Norvège et de la mer Baltique à la Méditerranée et aux côtes ouest de l'Afrique.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial, très abondante dans la gravelle à *Branchiostoma lanceolatum*.

Description - This bivalve has a solid shell, of equivalve and equilateral nature, that can reach 65 mm. Its colouring ranges from yellow-brown to dark brown and occasionally some touches of red.

Biology - This bivalve is a shallow burrower in fine shell-gravels, or sandy/muddy gravels. In some areas of the Channel, dead shells often accumulate in extensive deposits.

Trophic group - Suspension feeder.

Benthic habitat - This species prefers to live on muddy, sandy and shelly gravels, typical of the *Branchiostoma lanceolatum* community. It is present offshore down to about 100 m.

Geographical distribution - Common on all British and French coasts. Distributed from Norway and the Baltic to the Mediterranean and West Africa.

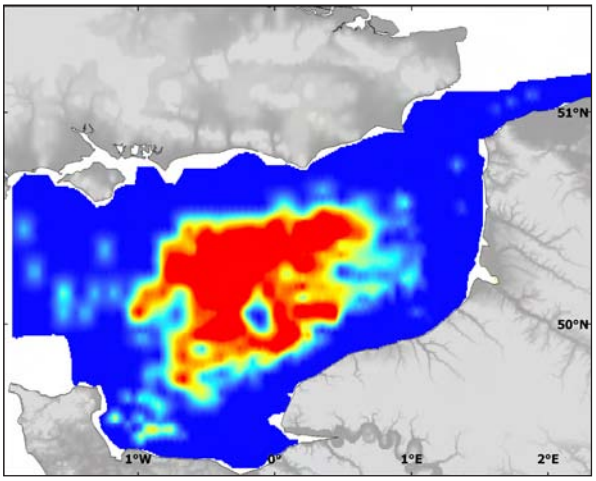
Why we consider it? It is a commercial species, common among the *Branchiostoma lanceolatum* community.

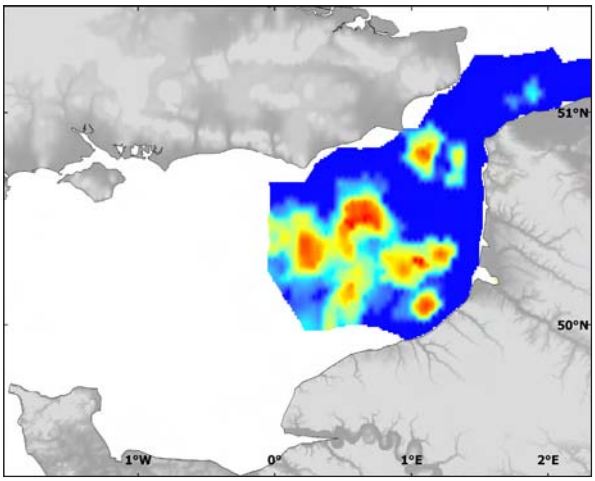
Evolution spatio-temporelle

En 1971-1976, la zone de forte abondance de cette espèce se situait au milieu du bassin oriental de la Manche. Même si les données récentes ne permettent d'avoir une représentation que partielle de cette zone, il semblerait qu'il y ait un décalage vers l'est avec une "nouvelle" population présente au large du cap Gris-Nez. La distribution s'étendait en effet jusqu'à environ la longitude Fécamp en 1971-1976 pour se décaler jusqu'à proximité des côtes du boulonnais en 1998-2007.

Spatio-temporal change

In 1971-1976, there was an area of high abundance in the central part of the eastern English Channel. The recent data does not extend fully accross the central English Channel but it seems that there is an eastwards shift of the distribution, with the presence of a "new" population off Cape Gris-Nez. In fact, the eastern limit of the distribution in 1971-2007 was approximately at the longitude of Fécamp. It is now found off Boulogne-sur-mer.





log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

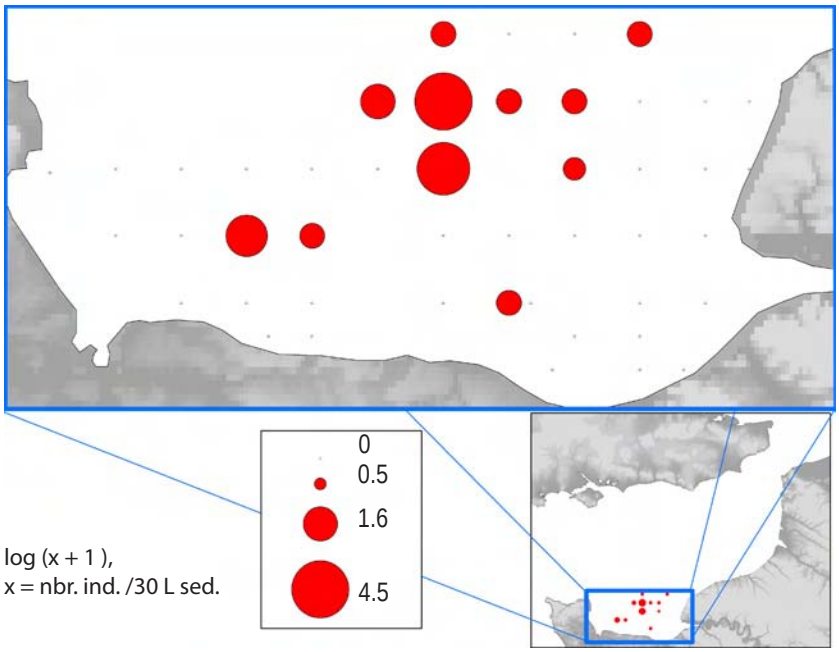
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

La zone de forte abondance de l'amande de mer en 1971-1976 s'étendait jusqu'au nord de la baie de Seine. Quelques patches de plus faible intensité pouvaient également être observés à proximité de la baie des Veys. En 1998-2007, on retrouve la présence de l'espèce mais avec un petit nombre d'individus au nord et à l'est de la baie. Il s'agit des marges extérieures de la distribution.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

The high abundance area noted in 1971-1976 reached the north of the Bay of Seine. Few patches were also observed near the Bay of Veys. In 1998-2007, the species was also present but in lower abundance mainly in the north and western parts of the bay. These are the external margins of the species distribution.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Homarus gammarus

(Linnaeus, 1758)

Homard
Lobster, European lobster

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Nephropidae

© P. Porché

Caractères démographiques **-** Taille maximale (céphalothorax) 70 cm ; taille commune 35-45 cm ; taille minimale de capture 8.5 cm (UE) ; âge et taille à maturité 5 ans et 9.7 cm (F).

Biologie **-** Le homard est un chasseur nocturne qui détecte sa nourriture à distance grâce à des récepteurs olfactifs. Il a un comportement agressif et peut attaquer une grande variété d'animaux dont la taille est inférieure à la sienne : coquillages, vers, échinodermes, autres crustacés, poissons … Il capture de préférence ses proies vivantes mais se satisfait d'organismes morts. De plus, il semble sélectionner ses proies en fonction de ses besoins physiologiques et non de l'abondance des proies dans le milieu. Les pontes ont lieu entre juillet et décembre et l'incubation des 5 000 à 50 000 œufs dure de 7 à 10 mois en fonction de la température. A l'éclosion, deux tiers des œufs ont survécu ; la libération des larves s'effectue de nuit et il faut 2 à 3 semaines à la femelle pour libérer toute sa progéniture.

Groupe trophique **-** Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique **-** Animal solitaire, il vit sur les fonds accidentés susceptibles de lui procurer alimentation et abri. On le trouve en zone intertidale et jusqu'aux profondeurs de 200 m mais il est assez rare au-delà de 100 m. Le plus souvent ce sont des fonds rocheux naturels, mais il colonise également les épaves ou les enrochements créés par l'activité humaine. Les juvéniles se trouvent également sur des fonds sableux ou vaseux parsemés de roches ou de supports leur permettant d'édifier un abri.

Répartition géographique **-** Atlantique est, des îles Lofoten jusqu'au Maroc, en Méditerranée et en mer Noire.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial.

Life history parameters **-** Maximum (cephalothorax) length 70 cm; common length 35-45 cm; minimum landing length 8.5 cm (EU); age and length at maturity 5 years and 9.7 cm (F).

Biology **-** The lobster is a nocturnal predator that detects its food using olfactory receptors. It has an aggressive behaviour and will prey upon a large variety of animals smaller than itself: shells, worms, echinoderms, other shellfish, fish, etc. Preferably, it captures live prey, but it also eats dead animals. Moreover, it seems to select its preys according to its physiological needs and not according to the abundance of the prey in the environment. Spawning takes place between July and December and the incubation of the 5,000 to 50,000 eggs lasts from 7 to 10 months, depending on the temperature. At hatching two thirds of the eggs have survived; the larvae are released at night and it takes 2 to 3 weeks for the female to release all of its offspring.

Trophic group **-** Omnivore (preferentially carnivore).

Benthic habitat **-** A solitary species, lobsters live on rocky bottom strata for food and shelter. Found in the tidal zone down to 200 m in depth but rarely over 100 m. Lobsters are also found around wrecks and man-made reefs. Juveniles are found on sandy or muddy bottoms, with rocks or other elements that they use to build a shelter.

Geographical distribution **-** Eastern Atlantic, from the Lofoten Islands to Morocco, and in the Mediterranean and Black Seas.

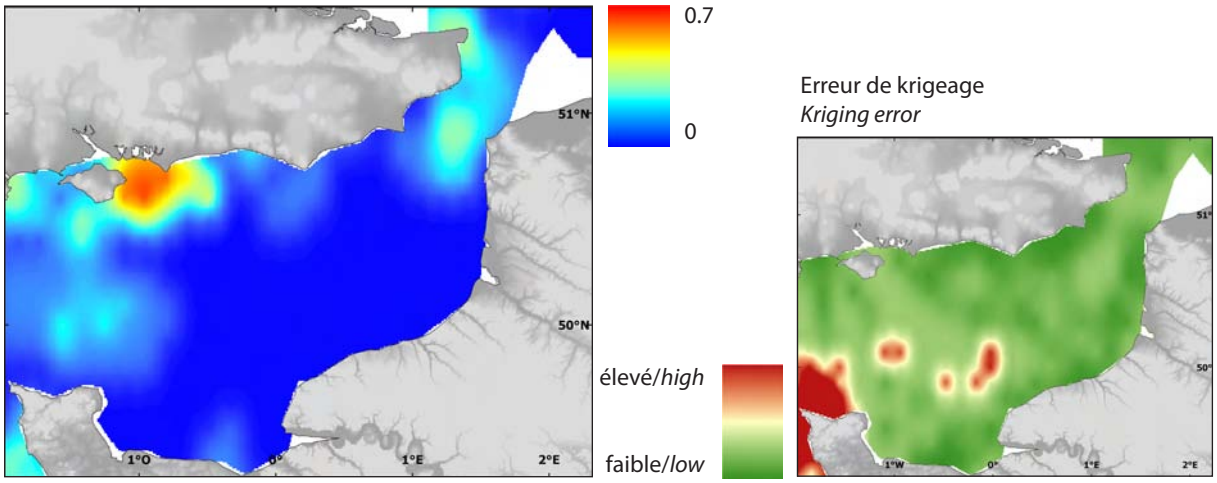
Why we consider it? It is a commercial species.

Distribution spatiale

Entre 1990 et 2006, la probabilité de présence au mois de juillet est importante à l'est de l'île de Wight, et plus faible au centre du détroit du Pas-de-Calais et le long de la côte nord du Kent. Au nord et à l'ouest de la presqu'île du Cotentin, cette espèce est bien moins présente. Cette distribution spatiale correspond en partie avec des fonds durs (cailloux et graviers).

Spatial distribution

Between 1990 and 2006 in July, the species had a high presence probability to occur east of the Isle of Wight, and lower probability at the centre of the Dover Strait and along the north coast of Kent. North and west of the Cherbourg Peninsula, this species was far less present. This spatial distribution is partly correlated with the presence of hard bottoms (gravels and pebbles).



Probabilité de présence en juillet (BTS, 1990-2006)
Presence probability in July (BTS, 1990-2006)

Le chalut perche utilisé lors de cette campagne échantillonne assez mal cette espèce. La distribution spatiale de probabilité de présence est néanmoins cohérente avec la distribution des débarquements par rectangle statistique CIEM (voir chapitre Activités de pêche).

The beam trawl used during the survey is not able to catch this species representatively. The spatial distribution of presence probability is, however, consistent with the landings distribution by ICES divisions (see chapter Fishing activities).

Maja brachydactyla[1]

Balss, 1922

Araignée de mer
Spider crab

© P. Porché

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Majidae

Caractères démographiques - Taille maximale (longueur de carapace) 20 cm ; taille minimale (largeur de carapace) de capture 12 cm ; longévité maximale 8 ans (UE) ; âge et taille (longueur de carapace) à maturité 2-3 ans et 8.5 à 16.5 cm.

Biologie - L'araignée se nourrit d'organismes fixés ou peu mobiles et les proies sont variables selon les disponibilités dans les différents milieux qu'elle fréquente : mollusques bivalves et gastéropodes, échinodermes (oursins, étoiles de mer, ophiures …), crustacés et algues. La première reproduction n'intervient que l'année suivant la mue terminale. Au moment de la reproduction (fin de l'été), les animaux peuvent s'entasser en groupes de 20 individus au plus près du rivage. En Manche, la ponte a lieu entre mars et juin, pouvant être suivie par une deuxième ponte au début de l'été. Les œufs (50 000 à 500 000 œufs par femelle), fixés aux soies des pléopodes, se développent sous l'abdomen de la femelle. L'incubation dure deux à trois mois. Les larves ont une vie pélagique pendant deux à trois semaines. Après la métamorphose, lorsque débute sa vie benthique, l'araignée mesure 2 mm.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique - On rencontre cette espèce sur les rochers, parmi les algues, mais également sur les fonds meubles qu'elle préfère à certaines périodes de son cycle vital. Se trouve jusqu'à 50 m de profondeur.

Répartition géographique - Du sud de la mer du Nord jusqu'à l'ouest et au sud-ouest des îles britanniques, golfe de Gascogne et péninsule Ibérique et sud des îles du cap Vert.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial.

Life history parameters - Maximum (carapace) length 20 cm; minimum landing size (carapace width) 12 cm (EU); maximum lifespan 8 years; age and (carapace) length at maturity 2-3 years and 8.5 to 16.5 cm.

Biology - Spider crab feeds on sessile organisms or those having limited mobility, and prey items vary depending on the location. Prey include bivalves and gastropod molluscs, echinoderms (sea urchin, starfish, brittlestar, etc), crustaceans and algae. First spawning occurs the year following the last metamorphosis. While breeding (late summer), animals may aggregate in groups of 20 or more individuals close to the shore. In the eastern Channel, spawning occurs between March and June though it can also occur at the begining of summer. Eggs (50,000 to 500,000 eggs per female), attached to the pleopods, develop under the female's abdomen. Incubation lasts two to three months. Larvae have a pelagic life stage lasting two to three weeks. After metamorphosis, when their benthic life begins, spider crabs are 2 mm long.

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore).

Benthic habitat - This species is found on rocks, among algae, but also on soft bottoms that the spider crab prefers during several stages of life cycle. It is found down to about 50 m in depth.

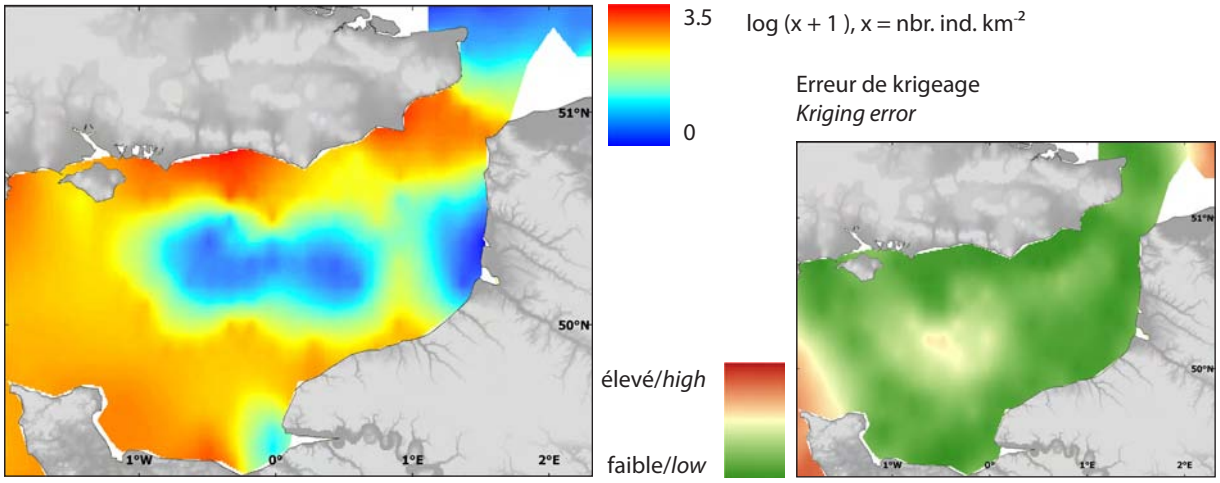
Geographical distribution - Found from the southern North Sea to the west and south-west of the British Isles, Bay of Biscay, Iberian peninsula and south of Cape Verde Islands.

Why we consider it? It is a commercial species.

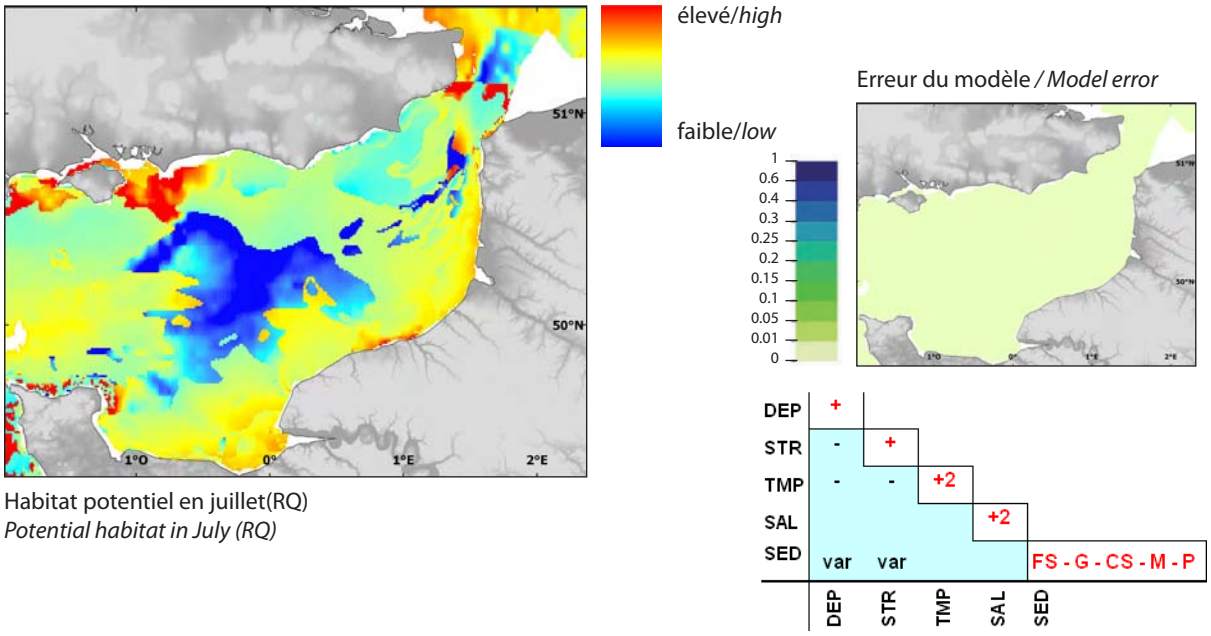
1 Certains auteurs confondent cette espèce avec *Maja squinado* (Herbst, 1788) qui est méditerranéenne. / *A number of authors confuse this species with* Maja squinado *(Herbst, 1788), which is a Mediterranean species.*

Distribution spatiale

En juillet 2003, l'abondance des araignées de mer est forte le long des côtes britanniques, notamment aux niveaux de Selsey, Shoreham, Dungeness et Folkestone, l'espèce étant néanmoins absente des côtes est et nord du Kent. Du côté des côtes françaises, l'espèce est abondante sauf en baies de Seine, Somme, Authie et Canche. L'erreur de krigeage est plus importante au large et aux extrémités ouest et est, c'est-à-dire là où les observations sont plus clairsemées.



Abondance en juillet (BTS, 2003)
Abundance in July (BTS, 2003)



Habitat potentiel en juillet(RQ)
Potential habitat in July (RQ)

En octobre, la probabilité de présence entre 1993 et 2006 suit un patron de distribution semblable à celui de juillet, mais l'étendue des zones couvertes était bien plus restreinte. L'erreur de krigeage est plus importante dans les zones où l'abondance est très variable.

Le modèle d'habitat potentiel pour juillet est complexe : toutes les variables testées sont significatives (certaines avec des relations non linéaires), et il y a des interactions entre plusieurs variables. Ce modèle est peu en accord avec la distribution de campagne, mais il a été développé avec une seule année de données (2003), ce qui peut expliquer sa performance limitée de prédiction.

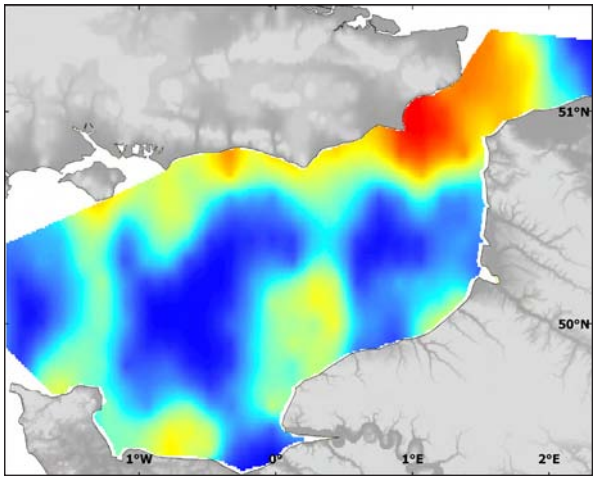
Spatial distribution

In July 2003, spider crab abundance was high along the British coasts, notably off Selsey, Shoreham, Dungeness and Folkestone, though the species was absent from the north and east coast of Kent. On the French side, the species was abundant except in the Bays of Seine, Somme, Authie and Canche. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse.

In October from 1993 to 2006, the presence probability followed a spatial pattern similar to that of July, but much more restricted spatially. The kriging error was higher where abundance levels were more variable.

The habitat model for July was complex: all the tested variables were significant (some of them with non-linear relationships), and there were interactions between several variables. This model agreed little with the survey distribution, but it was developed with data from one survey year (2003), which might explain its limited prediction performance.

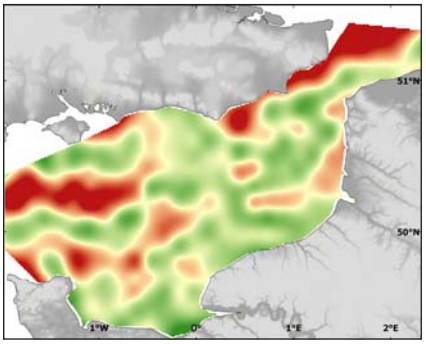
In contrast, the probable habitat model was better at predicting the species' presence in October, notably along the British coast, though the model error re-



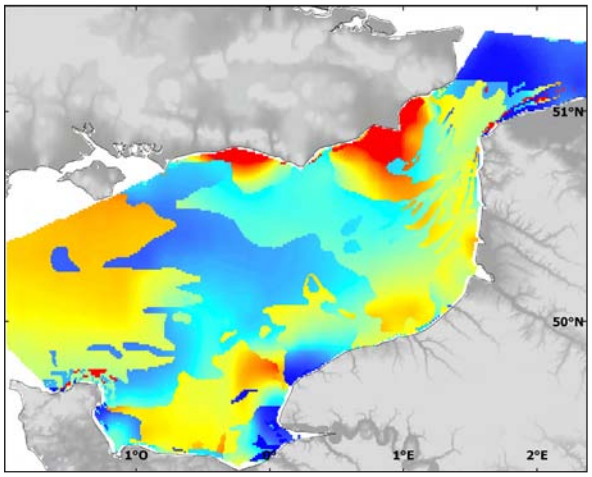
élevé/*high*

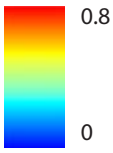
faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

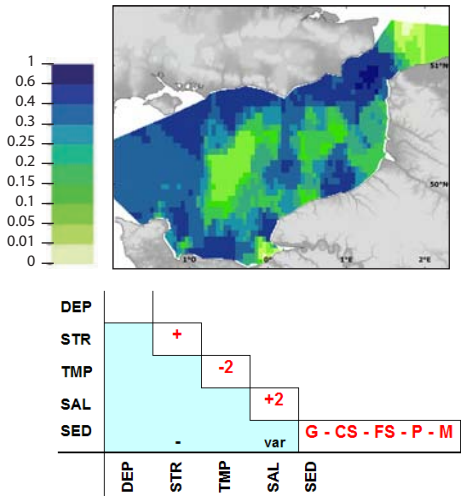


Probabilité de présence en octobre (CGFS 1993-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1993-2006)





Erreur du modèle / *Model error*



Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)

En revanche, le modèle d'habitat probable est légèrement plus performant à prédire la présence de cette espèce en octobre, notamment le long des côtes britanniques, mais l'incertitude du modèle reste nettement élevée.

(Pour l'interprétation des tableaux accompagnant les modèles d'habitat, voir section Poissons et céphalopodes.

mained relatively high.

(To interpret the tables associated to the models, see section Fish and cephalopods).

Ophelia borealis

Quatrefages, 1866

Ophélie boréale
Ophelia

Embranchement-Phylum : Annelida
Classe-Class : Polychaeta
Ordre-Order : Opheliida
Famille-Family : Opheliidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Corps fusiforme court (5 cm) et épais possédant une gouttière ventrale très marquée. La tête est pointue sans appendice. Sa couleur varie du rose à la couleur rouge brique.

Biologie - L'espèce vit dans les sédiments à dominance sableuse (sables moyen à grossiers) dépourvus de pélites. Elle ingère le sédiment et la matière organique déposée et digère le microphytobenthos, les protozoaires, etc. vivant dans le sédiment.

Groupe trophique - Déposivore.

Habitat benthique - Sables fins à moyens propres.

Distribution géographique - Côtes atlantiques européennes.

Pourquoi l'avoir choisie ? Caractérise le peuplement biosédimentaire des "sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*". Espèce recherchée par les poissons démersaux.

Description - Short (5 cm) and thick streamlined body with a marked abdominal groove. The head is pointed with no appendage. Colours range from bright pink to a flesh-like shade of pink.

Biology - This species lives in sandy sediment (medium to coarse sands) without mud particles. It ingests sediment and any settled organic matter, and then digests microphytobenthos, protozoans, etc. that live in the sediment.

Trophic group - Deposit-feeder.

Benthic habitat - Clean medium to fine sands.

Geographical distribution - Atlantic coasts of Europe.

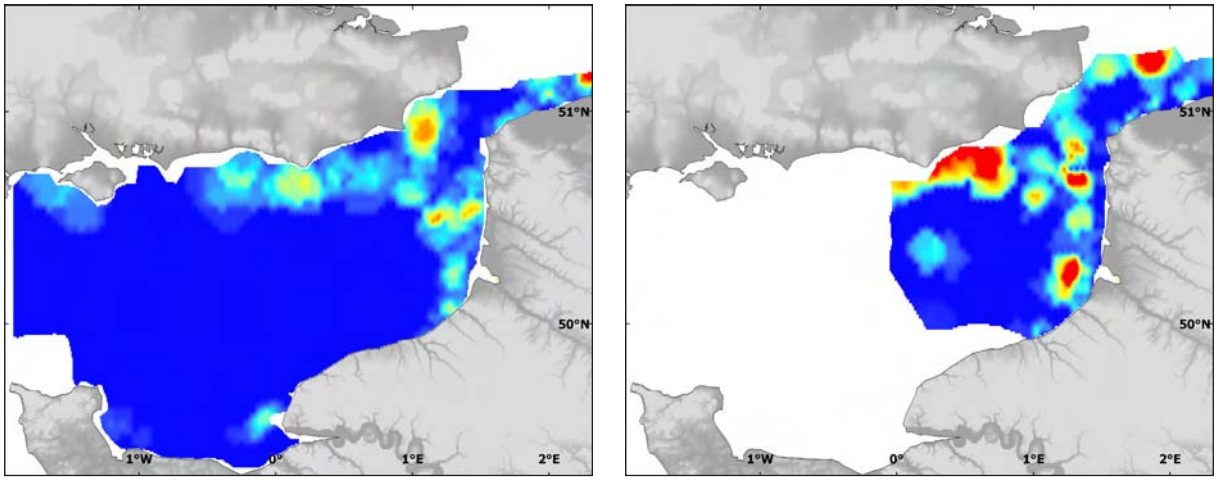
Why we consider it? Gives its name to the "clean medium to fine sands with *Ophelia borealis*" community. Constitutes an important food source for demersal fish.

Evolution spatio-temporelle

En 1998-2007, les abondances et la répartition de l'espèce le long des côtes britanniques ainsi que sur les bancs sableux de Manche orientale sont bien repérables. En revanche, la population présente sur les bancs des Flandres dans les années 1971-1976 est également présente mais située plus au nord de sa distribution initiale.

Spatio-temporal change

In 1998-2007, *Ophelia* distribution and abundance along the British coast and on the banks of the eastern English Channel was clear. However, Flanders Banks population of *O. borealis* that was well represented in 1971-1976, was still present but located further north.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

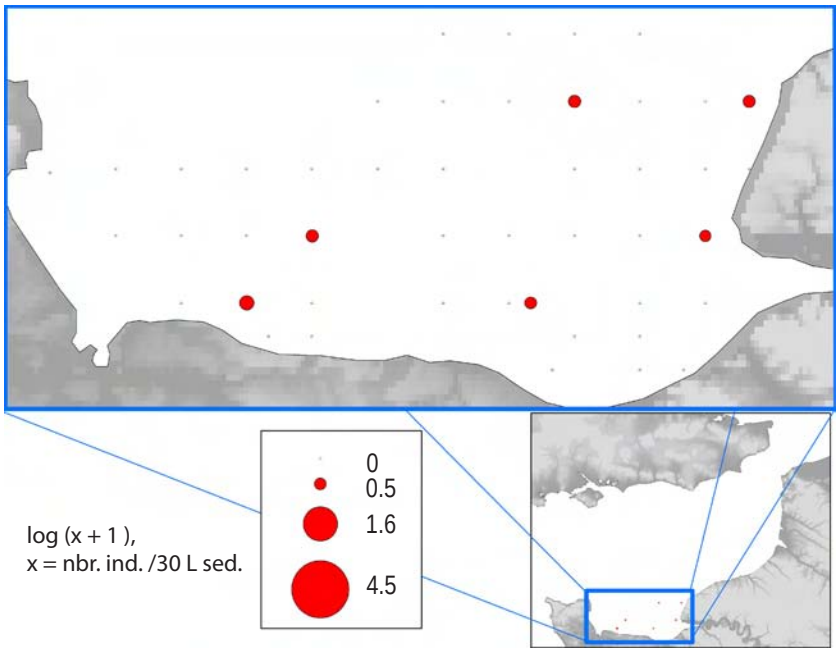
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En 1971-1976, comme pour le complexe *Ophiura* spp, on peut distinguer deux zones de part et d'autre de la baie de Seine, où *Ophelia borealis* est présente. La zone est comporte plus d'individus que la zone ouest qui a une abondance plus faible. En 1999, on retrouve la population de l'embouchure de Seine, mais la population de la baie de Veys semble s'être décalée vers l'est ; de plus cette dernière semble plus abondante.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In 1971-1976, as for the *Ophiura* spp. complex, we observed two areas located on both sides of the Bay of Seine where *Ophelia borealis* is present. The eastern zone contains more individuals than the western one. In 1999, the population at the mouth of the river Seine was still present while the Bay of Veys population had shifted eastward and its abundance had increased.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Ophiothrix fragilis

(Abilgaard, 1789)

Ophiure fragile
Common brittlestar

Embranchement-Phylum : Echinodermata
Classe-Class : Ophiuroidea
Ordre-Order : Ophiurida
Famille-Family : Ophiothricidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Une grande ophiure avec de longs bras : un disque jusqu'à 20 mm de diamètre et des bras jusqu'à 100 mm. Les bras sont couverts d'épines longues et courtes, sauf sur de larges plaques radiales, souvent nues. Les bras sont très fragiles, souvent cassés. Les plaques du dessus des bras sont nues, les épines ne se situant que sur les côtés. Espèce polychromique selon les variétés (du blanc au violet, en passant par le verdâtre), les bras sont souvent striés de bandes noires.

Biologie - Cette espèce se rencontre à l'état solitaire (niveaux inférieurs des plages) ou sous forme de bancs très denses (plus de 5 000 ind. /m^2). Elle se déplace par reptation sur le fond, les bras effectuant des mouvements dans le seul plan horizontal.

Groupe trophique - Suspensivore, microphage (pour se nourrir, elle dresse les bras verticalement pour capter les particules en suspension lors des périodes de plus faible courant).

Habitat benthique - Espèce affine des cailloutis.

Répartition géographique - Très commune sur les côtes françaises et britanniques. Distribution large dans l'Atlantique est (de la Norvège au Cap de Bonne Espérance).

Pourquoi l'avoir choisie ? Appartient à la communauté des cailloutis à épibiose sessile.

Description - A large ophiuroid with long arms: the disc can be up to 20 mm in diameter, and the arms up to 100 mm in length. The arms are covered with long and short spines, except on large radial plates, which are usually naked. The arms are very fragile, often broken. Plates on the upper arms are naked, spines being located on the sides. Polychromic species depending on the variety considered (from white to violet, through greenish); arms are often striated with dark lines.

Biology - This brittlestar can be solitary (on lower levels of beaches) or part of dense concentrations (over 5,000 ind. /m^2). It moves by crawling on the seabed, with its arms moving only in the horizontal plane.

Trophic group - Suspension feeder, microphage (when currents are weak, it feeds by erecting its arms vertically to collect suspended particles).

Benthic habitat - This species lives preferentially on pebbles.

Geographical distribution - Very common on French and British coasts. Widely distributed in the eastern Atlantic (from Norway to the Cape of Good Hope).

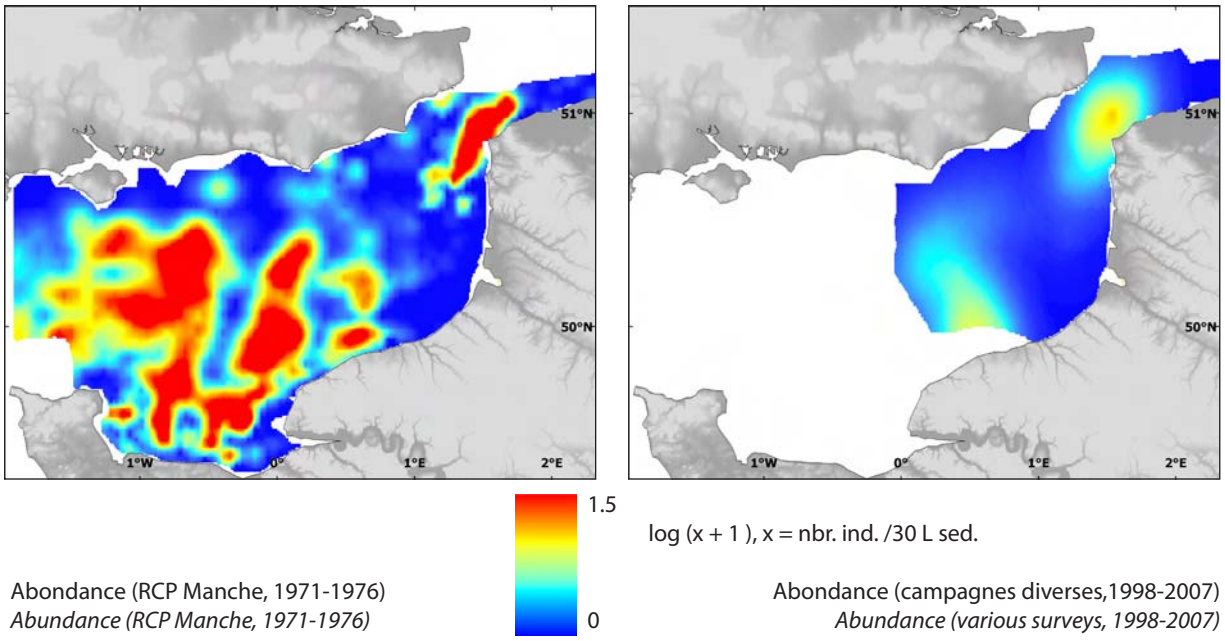
Why we consider it? Belongs to the sessile epifauna community.

Evolution spatio-temporelle

La répartition spatiale d'*O. fragilis* a peu évolué au cours de ces dernières décennies. Cependant, la fréquence d'occurrence de cette espèce a évolué : *O. fragilis* a été trouvée dans 37 % des stations en 1971-1976 et seulement dans 13 % en 1998-2007. De même, les valeurs maximales ont fortement changé, dépassant les 9 000 ind. /30 L sed. récoltés en 1971-1976 alors qu'en 1998-2007, elles n'excèdent pas 6 130 ind. /30 L sed.

Spatio-temporal change

The spatial distribution of *O. fragilis* has not evolved significantly over the last decades. However, its occurrence frequency has changed since the 1970s: *O. fragilis* was found in 37% of stations sampled in 1971-1976 and only 13% in 1998-2007. Similarly, the maximum abundance values strongly declined, exceeding 9,000 ind. /30 L sed. collected in 1971-1976 whereas in 1998-2007, they did not exceed 6,130 ind. /30 L sed.



log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

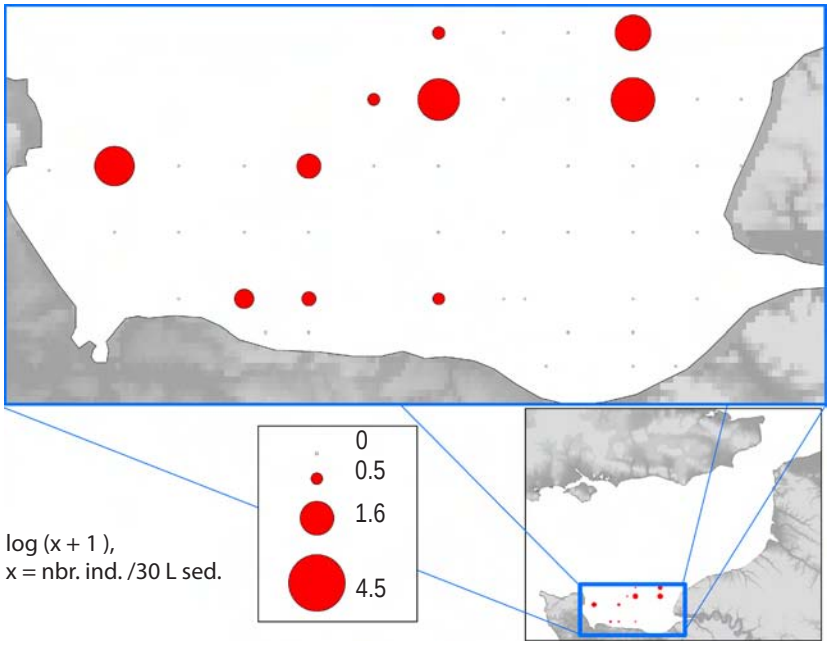
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En baie de Seine, *O. fragilis* se trouve dans 10 stations sur les 46 échantillonnées en 1999 : sept à l'ouverture de la baie sur la Manche et trois stations plus à l'intérieur de la baie (à l'est de la baie de Veys et au nord de Ouistreham). La particularité d'*O. fragilis* en baie de Seine est qu'elle peut être trouvée sur des fonds de graviers sableux, voire des fonds hétérogènes (alors que son habitat préférentiel correspond aux cailloutis).

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In the Bay of Seine, *O. fragilis* was found at 10 stations out of the 46 sampled in 1999: seven at the mouth of bay leading to the English Channel and three stations further inside the bay (to the east of Bay of Veys and north of Ouistreham). Interestingly, *O. fragilis* in the Bay of Seine can be found on sandy gravel bottoms, and even on heterogeneous bottoms (whereas its usual preferential habitat is pebbly bottoms).



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine, 1999)

Ophiura spp.

Ophiura ophiura (O. texturata) (Linnaeus, 1758)
Ophiure
Serpent Star

Ophiura albida Forbes, 1839
Ophiure blanche
Brittle Star

© A.Foveau

© A.Foveau

Embranchement-Phylum : Echinodermata
Classe-Class : Stelledoidea
Ordre-Order : Ophiuroidea
Famille-Family : Ophiurida

Description - Dans le complexe *Ophiura* spp., *O. ophiura* est la plus grosse des deux, le diamètre du disque pouvant atteindre 35 mm et 120 mm (les bras y compris) contre 15 et 60 mm pour *O. albida*. Les deux espèces sont de couleur marron plus ou moins rouge. *O. albida* présente deux petites taches blanches de part et d'autre de l'insertion des bras sur la face dorsale.

Biologie - *O. albida* et *O. ophiura* se ressemblent beaucoup tant pour l'écologie que pour la morphologie. Elles présentent toutes les deux une larve ophiopluteus planctonique et leur période de reproduction se déroule en été.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore) (prédateur/nécrophage).

Habitat benthique - Les deux espèces sont trouvées dans les sables ou les sables vaseux, *O. albida* a une tolérance plus forte à l'augmentation de la taille des grains de sables, on peut la trouver sur des graviers fins. Ceci aboutit à une distribution plus littorale abritée pour *O. ophiura* alors qu'*O. albida* peut être trouvée dans des zones d'hydrodynamisme plus marqué. Elles peuvent être trouvées du bas de la zone intertidale jusqu'à environ 200 m de profondeur.

Distribution géographique - Du nord de la Norvège aux Açores et en Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Ce sont des espèces très fréquentes et abondantes en Manche orientale fortement associées à leur sédiment préférentiel.

Description - *O. ophiura* is the largest of the two species; its disk size is up to 35 mm, and the whole animal is up to 120 mm long versus 15 and 60 mm sizes for *O. albida*. The coloration is reddish brown for the upper side and white for the underside. *O. albida* has two white spots on the dorsal part of the arm/disk connection.

Biology - The ecology and morphology of *O. albida* and *O. ophiura* are very similar. Both of them have ophiopluteus planktonic larvae and have their breeding periods during the summer.

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore) (predator/scavenger).

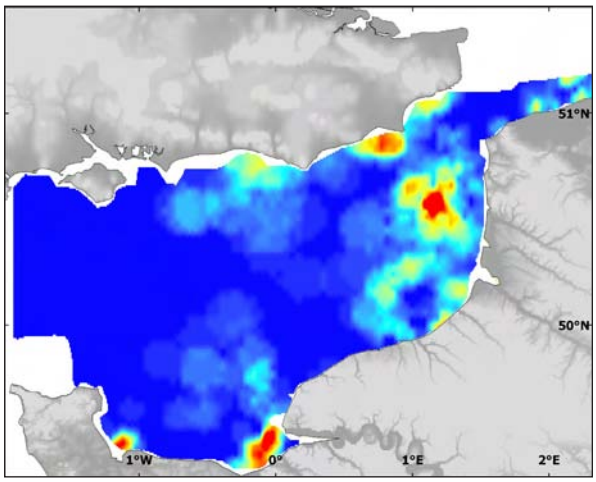
Benthic habitat - Both of the species are found on sandy or muddy-sandy bottoms. *O. albida* has a higher tolerance to increasing grain size, *O. ophiura* can thus be found in low hydrodynamic areas such as bays, whereas *O. albida* may be found under higher hydrodynamic conditions. Both species may be found from the lowest part of the intertidal zone down to a depth of 200 m.

Geographical distribution - Found from the north of Norway to the Azores and Mediterranean.

Why we consider it? The species are very abundant in the eastern English Channel and are strongly associated with their preferred sediments.

Evolution spatio-temporelle

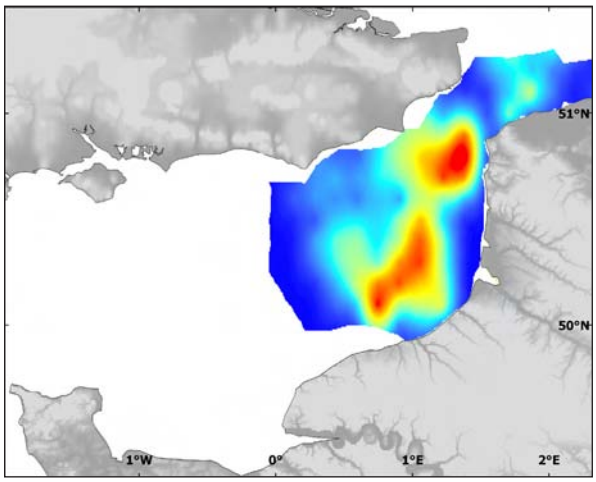
Pour les deux périodes étudiées, le complexe *Ophiura* spp. présente une forte abondance partant du large du Boulonnais et de la Normandie jusqu'au centre du détroit du Pas-de-Calais. Un noyau d'abondance présent sur les côtes flamandes en 1971-1976 n'est cependant pas observé en 1998-2007.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

Spatio-temporal change

For both periods (1971-1976 and 1998-2007), the *Ophiura* spp. complex shows a high abundance area that starts off the Boulogne-sur-mer and Normandy coasts and finishes in the centre of the Dover Strait. The 1971-1976 data shows a population located near the Flanders coast which is not observed in the recent surveys.



log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

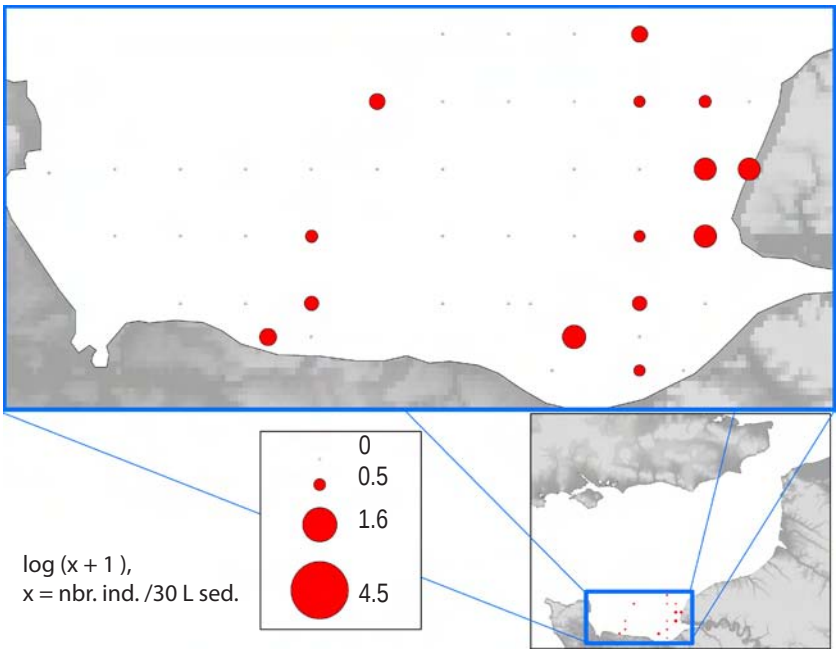
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

La répartition du complexe *Ophiura* spp. dans les années 1971-1976 montre deux zones de forte abondance de part et d'autre de la baie de Seine. Le hot spot situé à l'embouchure de la Seine se retrouve dans les données récentes (1999) alors que la zone en baie des Veys semble s'être légèrement décalée vers l'est.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

The *Ophiura* spp. distribution in the 1971-1976 period highlights two abundance hot spots located in different parts of the Bay of Seine. The high abundance area near the mouth of the Seine is also found in the recent data (1999), whereas the other high abundance area of the Bay of Veys seems to have shifted eastwards in 1999.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Pecten maximus

Linnaeus, 1758

Coquille Saint-Jacques
Scallop, King scallop

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Bivalvia
Ordre-Order : Pterioida
Famille-Family : Pectinidae

© G. Paulmier

Description - Coquille épaisse, quasi-circulaire et à côtes rayonnantes (17 côtes épaisses et arrondies sur chaque valve). Sur la ligne de charnière, existence de deux "oreilles" bien développées. Elle est inéquivalve (valve droite très creuse et valve gauche plate). Elle peut atteindre jusqu'à 15 cm de diamètre.

Biologie - Animal hermaphrodite (sexes non séparés: corail avec une partie blanche mâle et une partie orangée femelle). Animal mature vers sa troisième année (la longévité de l'espèce est d'une vingtaine d'années) avec plusieurs cycles de ponte annuels. Larve pélagique pendant 30 jours avant fixation sur un substrat. Croissance plus ou moins rapide en fonction des zones (forme définitive vers 2 mois d'existence).

Groupe trophique - Suspensivore.

Habitat benthique - Espèce vivant sur les fonds de graviers, sablo-vaseux et coquilliers. De l'infra-littoral jusqu'à une centaine de mètres, mais rencontrées surtout entre 10 et 50 m.

Répartition géographique - Espèce commune en Manche. Espèce vivant dans les eaux tempérées et froides, de la Norvège au Portugal.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce d'intérêt commercial.

Description - Thick shell, almost circular and with radiant ridges (17 thick and round ridges on each valve). On the hinge line, presence of two well-developed "ears". Inequivalve (very concave right valve and flat left valve). Up to 15 cm in diameter.

Biology - Hermaphrodite animal (non separate sexes: the white part of the 'coral' is male and the orange part is female). Mature animal at about three years old (the longevity of the species is about 20 years), spawning several times per year. Larvae are pelagic for 30 days, before attachment to the substrate. Growth may be quite fast, depending on the area considered (the final shape is reached at about 2 months old).

Trophic group - Suspension feeder.

Benthic habitat - This species lives preferentially on gravely, muddy-sandy and shelly bottoms. Sub-littoral up to 100 m, but mainly found between 10 and 50 m.

Geographical distribution - Widespread in the Channel. Found in temperate and cold waters, from Norway to Portugal.

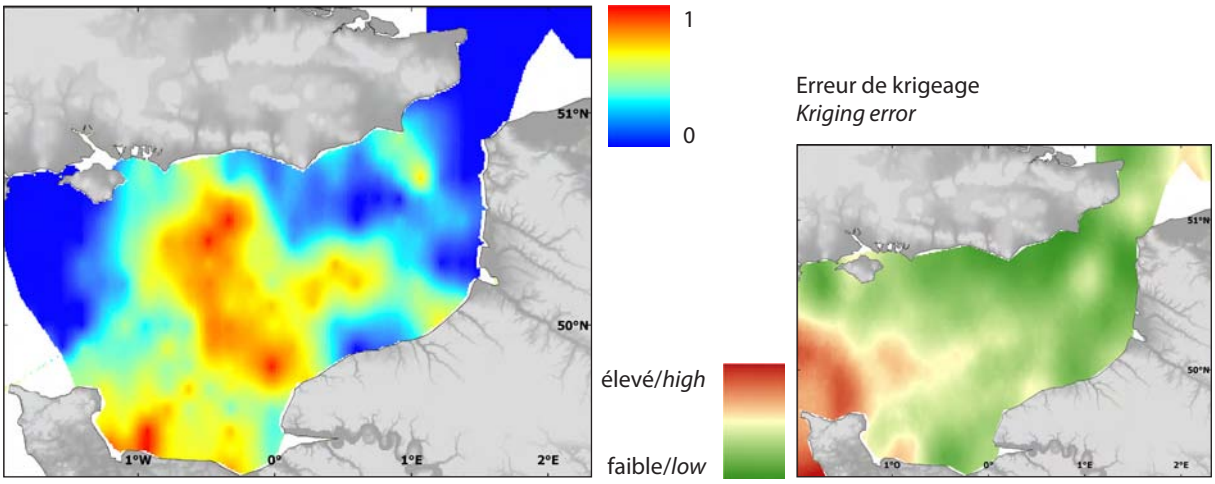
Why we consider it? It is a commercial species.

Distribution spatiale

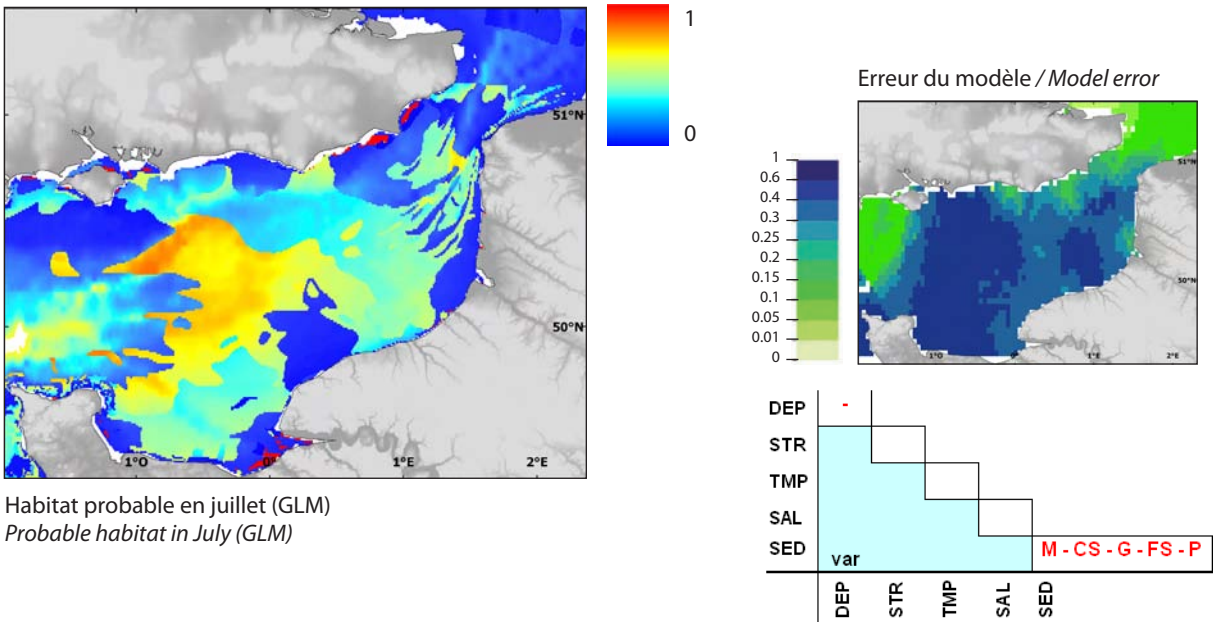
Les données de distribution de campagne (juillet, octobre) montrent que cette espèce est présente en baie des Veys, au large du pays de Caux jusque dans la partie centrale de la Manche orientale, mais aussi au large de Dieppe et Dungeness (juillet), et à l'est du Kent (octobre). L'erreur de krigeage est plus importante là où les observations sont plus variables (octobre) et clairsemées (juillet et octobre).

Spatial distribution

Survey distributions for July and October show that this species was present in the Bay of Veys, off the Pays de Caux up to the central part of the eastern Channel, but also off Dieppe and Dungeness (July) and east of Kent (October). The kriging error is higher where occurrence is more variable (October) and more sparse (July and October).



Probabilité de présence en juillet (BTS, 2005-2006)
Presence probability in July (BTS, 2005-2006)



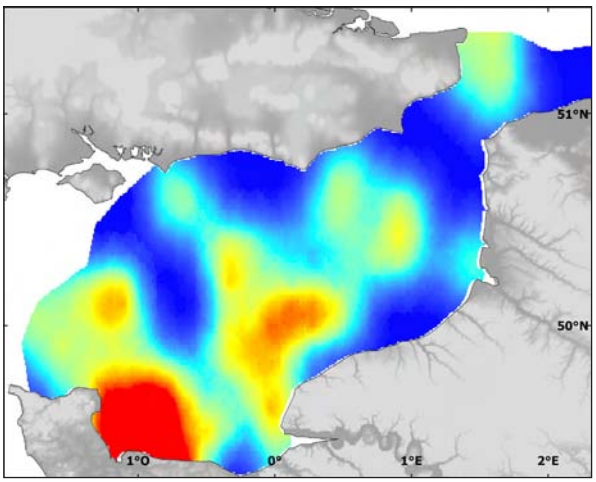
Habitat probable en juillet (GLM)
Probable habitat in July (GLM)

Le modèle d'habitat probable en juillet montre une relation négative avec la profondeur et une préférence pour les sédiments sableux et vaseux, ce qui est en accord avec la distribution de campagne, bien que l'incertitude du modèle reste relativement élevée sur pratiquement toute la zone d'étude.

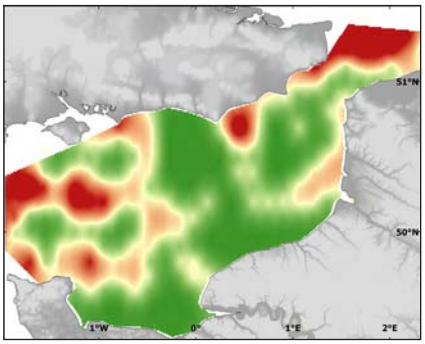
Le modèle d'habitat probable en octobre prédit bien les fortes probabilités de présence en baie des Veys et partie centrale de la Manche orientale (zones de sables grossiers), mais prédit de faibles probabilités de présence au large du Pays de Caux, alors que la probabilité de présence reste forte dans les données de campagne. L'erreur du modèle d'habitat probable est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais faible dans les autres zones, signifiant qu'il y a

The probable habitat model for July showed a negative relationship with depth and a preference for sandy and muddy bottoms, in agreement with the survey distribution, though model error remain relatively high across most of the surveyed area.

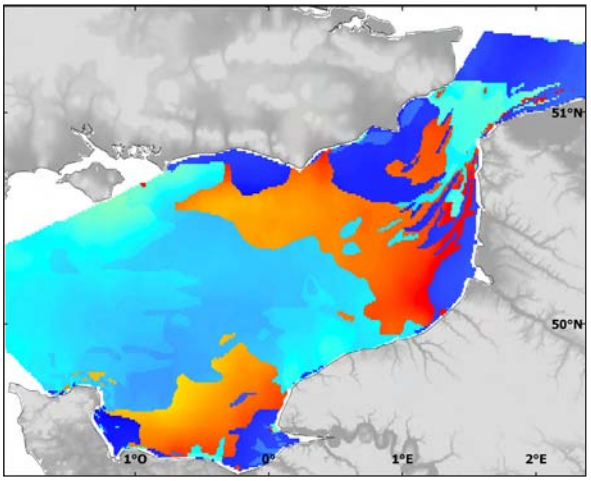
The probable habitat model for October predicts high presence probabilities in the Bay of Veys and the central part of the eastern Channel (areas with coarse sand), but predicts low presence probabilities off the Pays de Caux, whilst presence probability is high in the survey data. The error of the probable habitat model is higher in the zones of greater occurrence but low in other areas, indicating that there is little uncertainty concerning the extent of the areas where this species is absent.



Erreur de krigeage
Kriging error

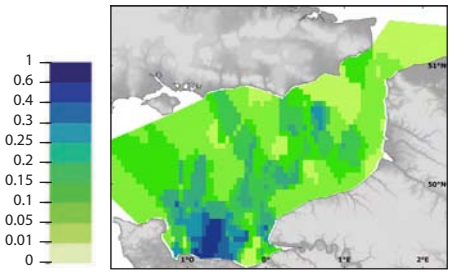


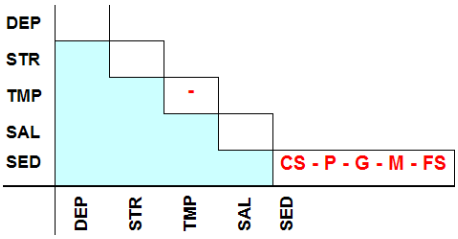
Probabilité de présence en octobre (CGFS, 1998-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1998-2006)



Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)

Erreur du modèle / *Model error*





peu d'incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

(Pour l'interprétation des tableaux accompagnant les modèles d'habitat, voir section Poissons et céphalopodes.

(To interpret the tables associated to the models, see section Fish and cephalopods).

Pisidia longicornis[1]

(Linnaeus, 1767)

Crabe porcelaine
Long-clawed porcelain crab

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Porcellanidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - Petit crabe d'environ 9 mm, possédant des pinces et une carapace lisse.

Biologie - Espèce de petite taille incapable de nager. Peut exister jusqu'à des densités de 640 ind.m^{-2}. Pourrait avoir une longévité de 3 ans. Sexes séparés. La reproduction est sporadique au cours de l'année. Les œufs sont présents de mars à septembre. Larves planctoniques, s'installant après 1 à 2 mois.

Groupe trophique - Suspensivore (mais considéré nécrophage par certains auteurs).

Habitat benthique - Cailloutis et galets. Très commun sur les estrans rocheux, *P. longicornis* peut vivre jusqu'à 100 m de profondeur.

Distribution géographique - Abondant sur les côtes britanniques et françaises. Distribué de la Norvège à l'Angola, les Canaries et la Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce très commune.

Description - A small crab, 9 mm long that has a smooth carapace and claws.

Biology - A small species that cannot swim. Densities up to 640 ind.m^{-2}. May live for 3 years. Separate sexes. The reproduction is sporadic during the year. The eggs are present from March to September. Planktonic larvae, settling after 1 to 2 months.

Trophic group - Suspension feeder (but classed as scavenger by certain authors).

Benthic habitat - Pebbles and cobbles. Very common on intertidal rocky shores, *P. longicornis* may be found down to 100 m depth.

Geographical distribution - Abundant on all British and French coasts. Distributed from Norway to Angola, Canaries and the Mediterranean.

Why we consider it? It is a very common species.

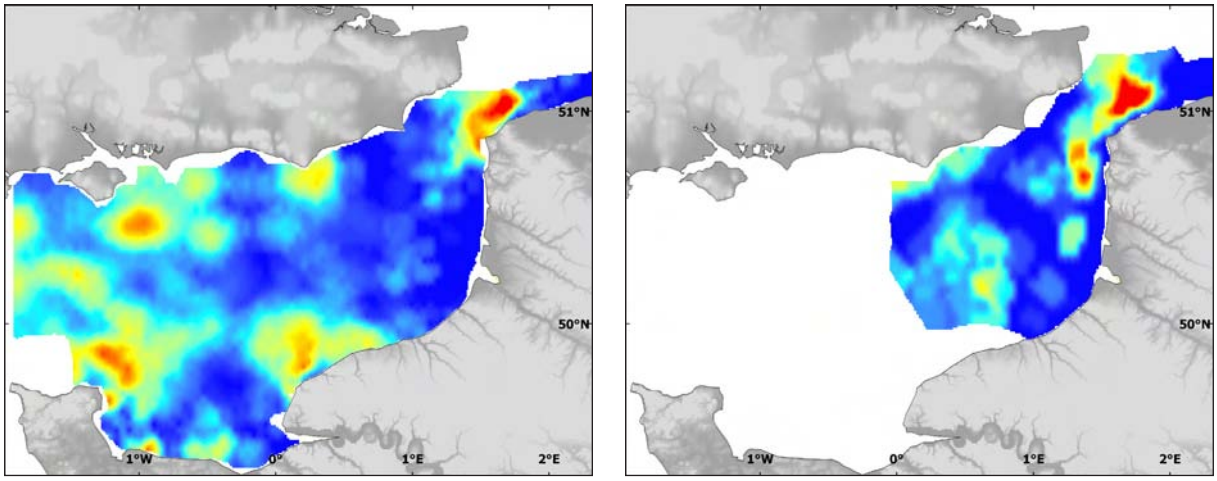
1 ou/*or Porcellana longicornis.*

Evolution spatio-temporelle

Cette espèce très représentée en Manche orientale (jusqu'à 2 000 ind. /30 L sed.) vit sur les fonds de cailloutis en face du Pays de Caux et dans le détroit du Pas-de-Calais. Alors qu'elle était principalement présente dans le nord du détroit dans les années 1971-1976, sa répartition s'est étendue au sud de la zone en 1998-2007.

Spatio-temporal change

This species, abundant in the eastern Channel (up to 2,000 ind. /30 L sed.), lives on pebbly bottoms off the Pays de Caux and in the Dover Strait. It was mainly found in the northern part of the Dover Strait in 1971-1976, and appears to have spread southwards in 1998-2007.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

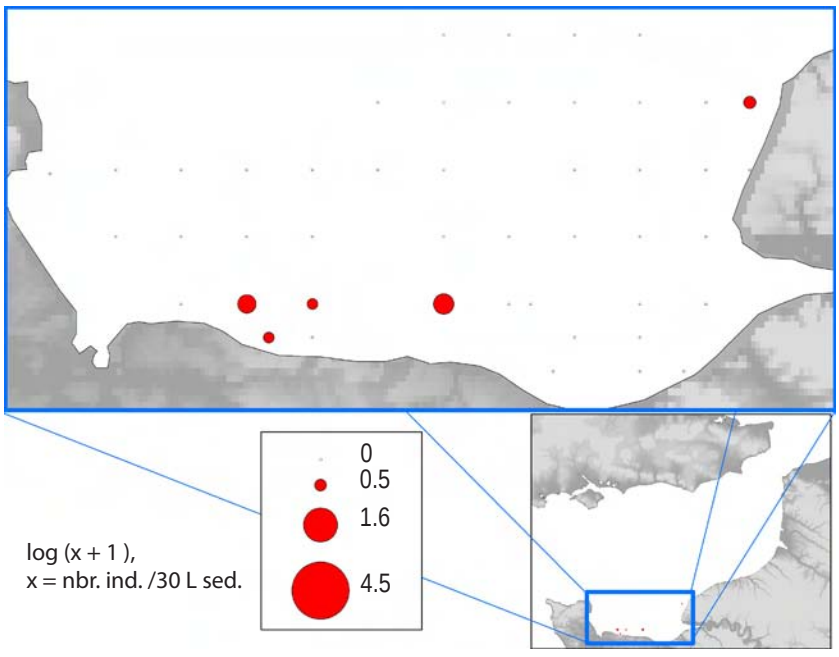
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

La répartition de l'espèce n'a pas changé entre les deux périodes. *P. longicornis* est localisée principalement sur les fonds de cailloutis du sud de la baie.

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

The geographical distribution of the species did not change between the two sampling periods. *P. longicornis* was mainly located on pebbly bottoms in the southern part of the bay.



Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Pomatoceros spp.[1]

Tubeworms

Embranchement-Phylum : Annelida
Classe-Class : Polychaeta
Ordre-Order : Sabellida
Famille-Family : Serpulidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description **-** Tube calcaire pouvant atteindre 3.5 mm de large et jusqu'à 25 mm de long. Il est blanc, lisse et irrégulièrement incurvé. Une arête médiane (parfois complétée par des arêtes latérales) se termine par une projection au-delà de l'ouverture. L'opercule est différent en fonction des espèces (conique et concave chez *P. triqueter*, portant le plus souvent trois pointes ; convexe et avec un nombre de pointes variables - maximum trois - chez *P. lamarcki)*. La coloration du corps est lumineuse mais variable (souvent jaunâtre). La couronne de tentacules (radioles) est striée avec des couleurs variables (bleu, verdâtre, entièrement blanche…).

Biologie **-** Il est encroûtant. Le recouvrement des substrats peut être supérieur à 70 % de la surface étudiée. La reproduction est de type hermaphrodite protandre et a lieu toute l'année.

Groupe trophique **-** Suspensivore.

Habitat benthique **-** Sur toutes sortes de sédiments grossiers, cailloutis et sur les coquilles.

Répartition géographique **-** Commun et largement répandu sur les côtes françaises et britanniques. Se trouve sur les côtes de l'Atlantique est (de l'Islande à la Mauritanie) et en mer Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Caractéristique des peuplements à épibiose sessile. Structure tridimensionnelle offrant de nombreux microhabitats.

Description **-** Calcareous tube up to 3.5 mm wide and 25 mm in length. It is white, smooth and irregularly curved. A median ridge (sometimes supplemented by side ridges) ends in a projection beyond the opening. The operculum differs according to the species (conical and concave for *P. triqueter*, and generally carrying three points; convex with a variable number of points - maximum three - for *P. lamarcki*). The colour of the body is bright but variable (often yellowish). The crown of tentacles (radioles) is striated with variable colours (blue, greenish, entirely white, etc).

Biology **-** It is encrusting. The covering of the substrates can be as high as 70 % of the studied surface. The reproduction is protandrous hermaphrodite and occurs all the year.

Trophic group **-** Suspension feeder.

Benthic habitat **-** Found on all kinds of coarse sediments, pebbles and shells.

Geographical distribution **-** Common and widespread on the French and British coasts. Also occurs on the coasts of the eastern Atlantic (from Iceland to Mauritania) and in the Mediterranean.

Why we consider it? Characteristic of the sessile epifauna community. Has a three-dimensional structure offering many microhabitats.

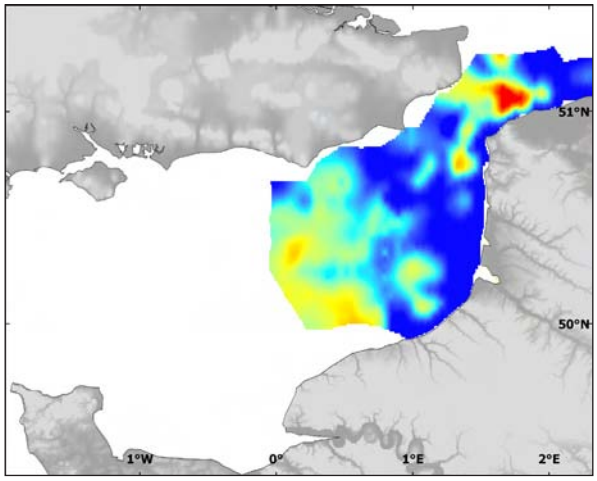
1 *Pomatoceros triqueter* (Linnaeus, 1758) et/*and Pomatoceros lamarcki* (de Quatrefages, 1866).

Distribution spatiale

Les données pour *Pomatoceros* spp. ne sont présentées que pour 1998-2007 car elles ne sont pas disponibles pour la période 1971-1976. Les deux espèces du genre ont ici été regroupées. Néanmoins, les déterminations en laboratoire permettent de préciser que *P. lamarcki* a une distribution plus côtière que *P. triqueter*. Les "hot spots" de distribution de *Pomatoceros* spp. se trouvent dans les zones de cailloutis (centre de la Manche orientale, côtes normandes et détroit du Pas-de-Calais). Des spécimens de *Pomatoceros* spp. ont été observés sur 27 % des stations échantillonnées. Le nombre maximal d'individus observés est de 3 868 ind. /30 L sed.

Spatial distribution

Data for *Pomatoceros* spp. are only presented for 1998-2007 because they were not available for the period 1971-1976. Both species of the genus are mapped together, though laboratory examinations indicate that *P. lamarcki* has a more coastal distribution compared to *P. triqueter*. The distribution hot spots of *Pomatoceros* spp. were in pebbly zone (in the centre of the eastern English Channel, off the Normandy coast and in the Dover Strait). *Pomatoceros* spp. was observed at 27 % of the sampled stations. The maximum number of individuals observed was 3,868 ind. /30 L sed.



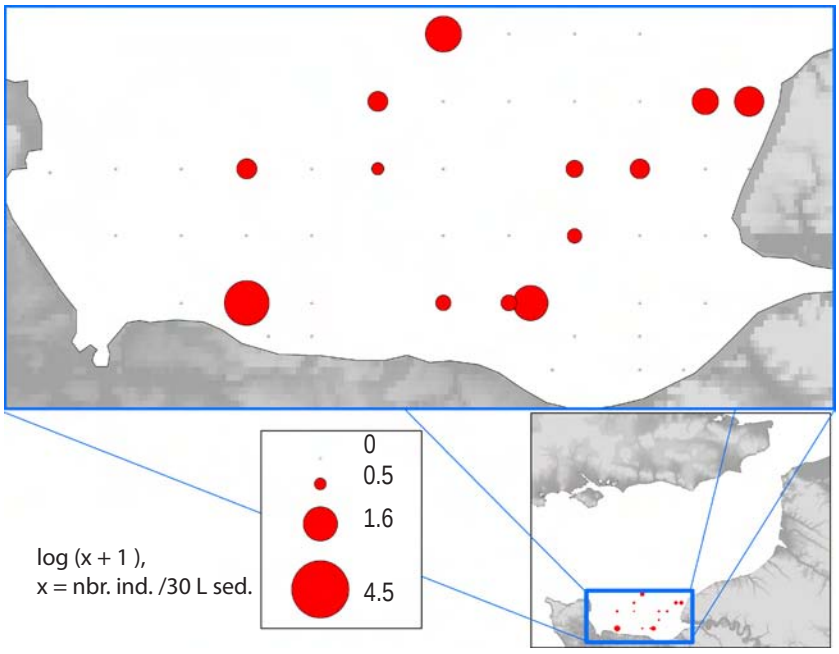
Abondance (campagnes diverses, 1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)
log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En baie de Seine, *Pomatoceros* spp. se trouve dans 13 stations sur les 46 échantillonnées - huit stations à l'ouverture de la baie sur la Manche et cinq stations plus à l'intérieur de la baie (à l'est de la baie des Veys et au nord de Ouistreham). Toutes ces stations sont de type sablo-graveleux ou gravelo-sableux. *Pomatoceros* spp. ne se rencontre pas au sein des stations comportant de la vase (même si ces stations contiennent des sédiments plus grossiers), hormis une station (155b), de type hétérogène.

Spatio-temporal change in the bay Seine

In the Bay of Seine, *Pomatoceros* spp. was present at 13 of the 46 sampled stations - eight stations near the opening of the bay onto the English Channel and five stations inside the bay (to the east of the Bay of Veys and to the north of Ouistreham). All these stations were of sandy gravel or gravely sand type. *Pomatoceros* spp. were not found on muddy stations (even if these stations contained coarser sediment), except one station (155b), which was of heterogeneous type.



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

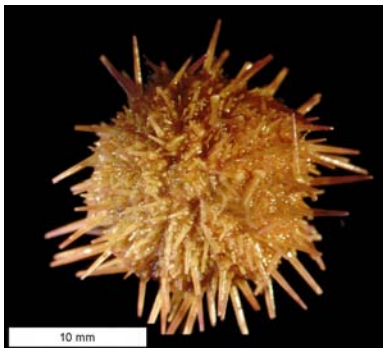
Psammechinus miliaris

(P.L.S. Müller, 1771)

Oursin vert
Green sea urchin

Embranchement-Phylum : Echinodermata
Classe-Class : Echinoidea
Ordre-Order : Echinoida
Famille-Family : Echinidae

© A.Foveau



© A.Foveau

Description - Oursin régulier, la bouche est située sur la face inférieure et l'anus sur la face supérieure de l'animal. Le test (squelette) d'un diamètre maximum de 50 mm est de couleur gris-vert. Les piquants sont courts et épais à pointe violette.

Biologie - Il se déplace sur les rochers pour se nourrir en broutant la surface. Cet oursin a peu de prédateurs; seuls certains poissons sont capables de broyer son test. Sexes séparés. Fécondation externe. Reproduction d'avril à septembre avec un pic en juin-juillet. La durée de vie des larves planctoniques est de deux semaines. Lors de la métamorphose, les petits oursins font 2-3 mm de diamètre. Associé au polychète *Flabelligera affinis* qui vit parmi ses piquants.

Groupe trophique - Herbivore et déposivore de surface.

Habitat benthique - Espèce vivant sur les fonds très grossiers à rocheux. On rencontre cet oursin de petite taille depuis la zone intertidale jusqu'à une profondeur de 100 m.

Répartition géographique - Espèce fréquente en Manche. Distribuée de l'Islande jusqu'au Maroc et aux Açores (espèce absente de Méditerranée).

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce très commune typique des cailloutis et zones rocheuses.

Description - This sea urchin is regular in shape with the mouth located on the under side and the anus on the top side of the animal. The test (shell) does not exceed 50 mm and is greenish-grey coloured. The spines are short and thick with purple tips.

Biology - It moves on the rocks to graze on their surface. A limited number of predators feed on this species; only a few fish are able to crush its test. Separate sexes. External fertilisation. Reproduction from April to September with a peak in June-July. The lifespan of the planktonic larvae is two weeks. At the time of the metamorphosis, the small sea urchins are 2-3 mm in diameter. Associated the annelida *Flabelligera affinis* which lives among its spines.

Trophic group - Herbivore and surface deposit feeder.

Benthic habitat - This species lives preferentially on hard bottom and gravels. This small sea urchin can be found from the intertidal zone down to 100 m in depth.

Geographical distribution - This species is common in the Channel. It is distributed from Iceland southwards to Morocco and the Azores (but not in Mediterranean).

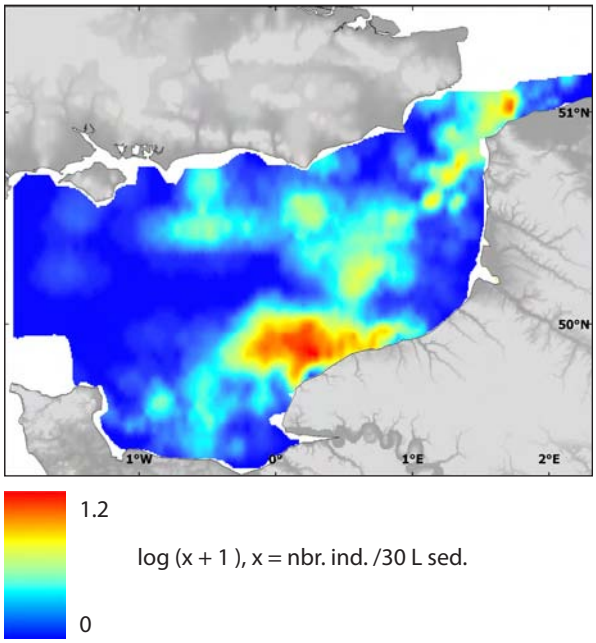
Why we consider it? Very common species, typical of pebbles and rocky areas.

Evolution spatio-temporelle

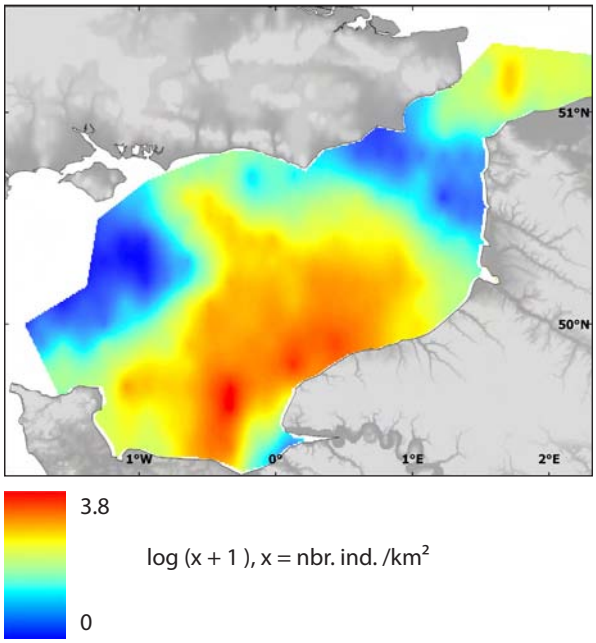
L'espèce montre une répartition similaire entre 1971-1976 et 2007. L'espèce se retrouve (jusqu'à 200 ind. /30 L sed.) sur les fonds de cailloutis en face du Pays de Caux, dans le détroit du Pas-de-Calais et au large de la baie de Seine. L'étude de l'évolution étant effectuée à partir de campagnes d'échantillonnages différentes, les comparaisons d'abondances absolues ne peuvent être faites.

Spatio-temporal change

This species exhibits the same overall spatial distribution in 1971-1976 and 2007. *P. miliaris* was found on pebbles (up to 200 ind. /30 L sed.) located off the Pays de Caux, in the Dover Strait and off the Bay of Seine. Different sampling gears and strategies were used in 1971-1976 and 2007; comparisons of absolute abundance values are hence not possible.



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)



Abondance (CGFS, 2007)
Abundance (CGFS, 2007)

Thia scutellata[1]

(Fabricius, 1793)

Crabe écusson
Polished crab

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Thiidae

© A.Foveau

© Hans Hillewaert

Description - Long d'environ 22 mm, ce crabe a une carapace en forme de cœur dont la surface dorsale est lisse.

Biologie - Cette espèce de crabe s'enfouit dans le sédiment. La période de reproduction est comprise entre juin et octobre.

Groupe trophique - Omnivore (surtout carnivore).

Habitat benthique - Substrat sableux. Il a été trouvé du bas de la zone de balancement des marées jusqu'à 45 m de profondeur.

Distribution géographique - Du nord des îles britanniques à la côte ouest africaine et en Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Une des plus originales et remarquables espèces de crabe de Manche orientale.

Description - 22 mm long, this crab (also known as thumbnail crab) has a heart shaped carapace with a smooth dorsal surface.

Biology - This species burrows into sandy sediment. Reproduction period takes place between June and October.

Trophic group - Omnivore (preferentially carnivore).

Benthic habitat - Sandy substrate. It may be found from the lower part of the intertidal zone down to 45 m depth.

Geographical distribution - From the north of the British Isles to the west coast of Africa and the Mediterranean.

Why we consider it? One of the most noteworthy crab species in the eastern English Channel.

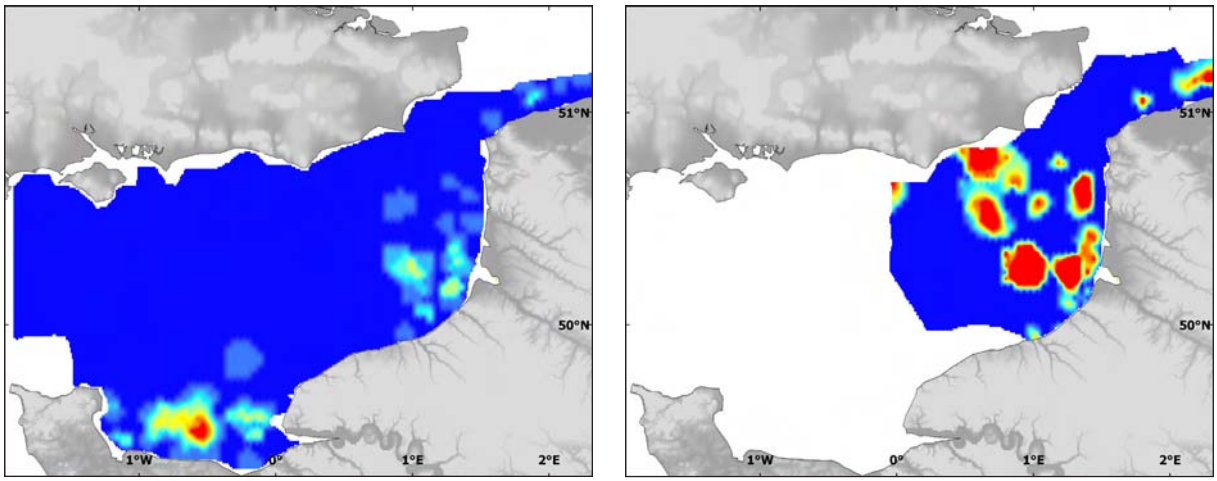
1 ou/*or Thia polita*.

Evolution spatio-temporelle

Au cours des années 1971-1976, le crabe écusson présentait trois zones d'abondance - la baie de Seine, le large de la baie de Somme et dans une moindre mesure les côtes flamandes. En 1998-2007, la population des côtes flamandes ne semble pas s'être modifiée, alors que la population de la baie de Somme, dont l'étendue ne dépassait pas le milieu du détroit du Pas-de-Calais en 1971-1976, atteint les côtes britanniques en 1998-2007.

Spatio-temporal change

In the 1971-1976 surveys, the polished crab was present in three patches where it was very abundant - the Bay of Seine, Bay of Somme and the Flanders coast. In 1998-2007, the Flanders coast population did not really change, whereas the Bay of Somme population, which in 1971-1976 was limited to the central Dover Strait, reached the British coast .



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)

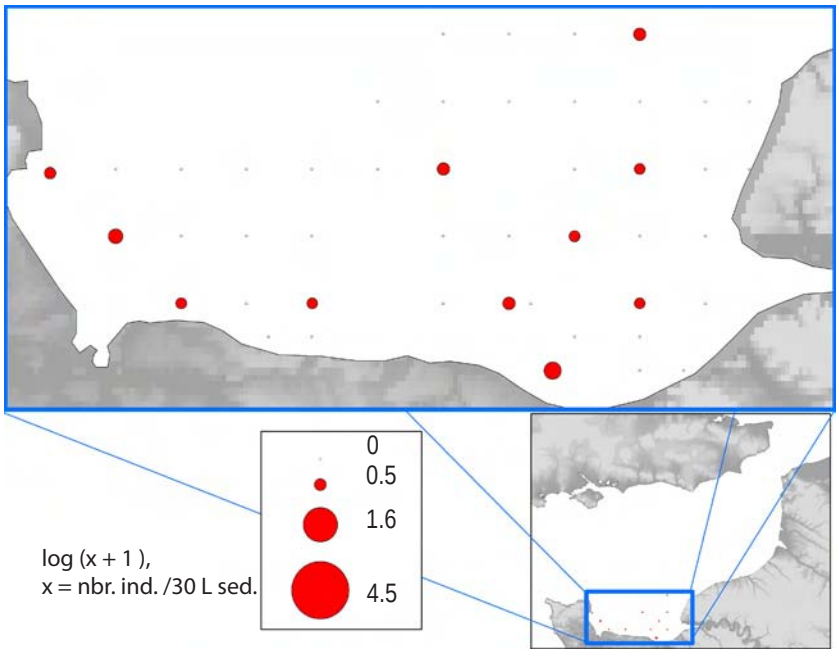
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

Le crabe écusson était bien représenté en baie de Seine dans les années 1971-1976 ; il couvrait quasiment la totalité de la zone et y était présent en forte abondance. En 1999, l'espèce est encore fréquente et couvre approximativement toute la zone avec de plus fortes abondances à la côte. Cependant, les valeurs d'abondances n'atteignent pas celles de 1971-1976.

Spatio-temporal changein the Bay of Seine

The polished crab was strongly present in the Bay of Seine in 1971-1976; it covered almost the whole area and presented high abundance. In 1999, the species was still frequent, but with higher abundance near to the coast. However, abundance values did not reach those of 1971-1976.



Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Upogebia deltaura

(Leach, 1815)

Grande gébie
Great mud shrimp

Embranchement-Phylum : Arthropoda
Classe-Class : Malacostraca
Ordre-Order : Decapoda
Famille-Family : Upogebiidae

© A.Foveau

© A.Foveau

Description - La plus grande des *Upogebia* (de 10 à 15 cm). La partie antérieure de la carapace présente un rostre poilu, sans épine oculaire. Les chélipèdes sont égaux en taille et robustes (le dactyle mobile étant un peu plus long que le "pouce") sans touffe de poils prononcée. L'abdomen est long et relativement mou. Couleurs variables (jaune sale, blanchâtre, verdâtre, parfois rougeâtre, mais aussi orange vif ou blanc).

Biologie - Animal vivant dans des tubes (il peut occuper les tubes d'autres animaux). Les femelles sont ovigères d'avril jusqu'à juillet. Les larves se trouvent dans le plancton d'avril à novembre (abondantes de juin à août). Les larves mégalopes se trouvent de juillet à octobre.

Groupe trophique - Suspensivore.

Habitat benthique - Espèce vivant dans les sédiments fins sablo-vaseux, parfois dans des sables grossiers, recouverts de sédiments meubles, fins et propres. Se trouve de la zone intertidale jusqu'à 120 m de profondeur.

Répartition géographique - De la Suède au Golfe de Guinée. Méditerranée.

Pourquoi l'avoir choisie ? Espèce affine de sédiments plutôt envasés.

Description - This is the largest *Upogebia*, its size ranging from 10 to 15 cm. The front of the carapace shows a hairy rostrum, without ocular spine. The chelipeds are equal in length and robust (the mobile dactyl being a little longer than the "thumb"), and without marked tuft of hairs. The abdomen is long and relatively soft. Of variable colours (yellowish, whitish, greenish, sometimes reddish, but also bright orange or white).

Biology - This animal lives in burrows (it can occupy the tubes of other animals). The females are ovigerous from April to July. The larvae are found in the plankton from April to November (abundant from June to August). The megalope larvae are observed from July to October.

Trophic group - Suspension feeder.

Benthic habitat - This species lives preferentially in fine sediment, with sand and mud, sometimes found in coarse sand covered by fine, clean soft sediments. It lives from the intertidal zone down to 120 m in depth.

Geographical distribution - Occurs from Sweden to the Gulf of Guinea and the Mediterranean.

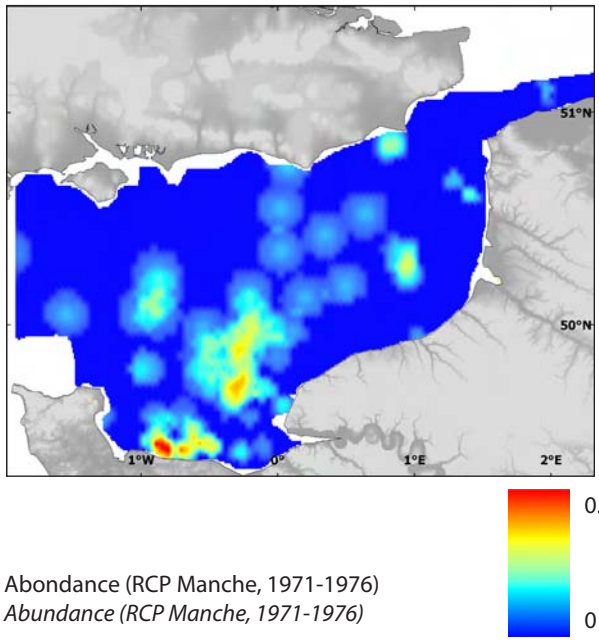
Why we consider it? It is found in muddy sediments.

Evolution spatio-temporelle

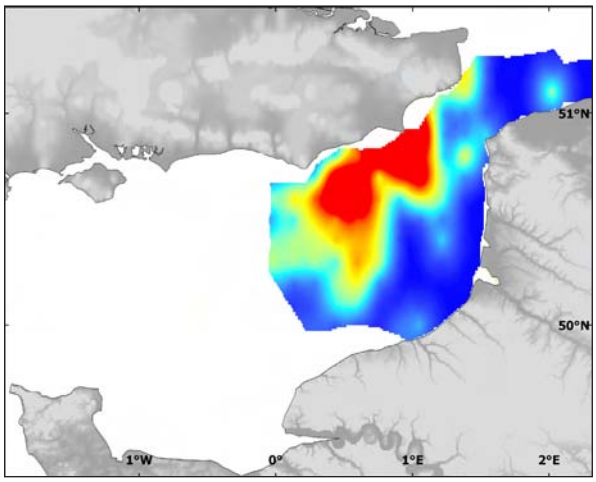
Cette espèce se retrouve dans les zones de dépôts de sédiments fins (côté français : essentiellement dans la zone de dépôt du panache de la Seine, mais aussi vers les autres estuaires - ex. Somme, Canche ; côté britannique dans les zones de dépôts du panache de la Tamise et Dungeness). Les "hot spots" se situent uniquement du côté britannique en 1998-2007. La fréquence d'occurrence de cette espèce a peu évolué entre 1971-1976 (4 %) et 1998-2007 (3 %). Les abondances restent dans le même ordre de grandeur entre les deux périodes (au maximum 14 ind. /30 L sed. en 1971-1976 contre 20 ind. /30 L sed. en 1998-2007).

Spatio-temporal change

This species is found in zones of fine sediments (on the French side, primarily in the plume of the Seine river, but also near the other estuaries - e.g. Somme, Canche; on the British side, in the plume of the Thames river and around Dungeness). Hot spots are only found on the British side in 1998-2007. The frequency of occurrence of this species changed slightly from 1971-1976 (4 %) to 1998-2007 (3 %). Abundances remain in the same order of magnitude between the two periods (to a maximum of 14 ind. /30 L sed. in 1971-1976 against 20 ind. /30 L sed. in 1998-2007).



Abondance (RCP Manche, 1971-1976)
Abundance (RCP Manche, 1971-1976)



log (x + 1), x = nbr. ind. /30 L sed.

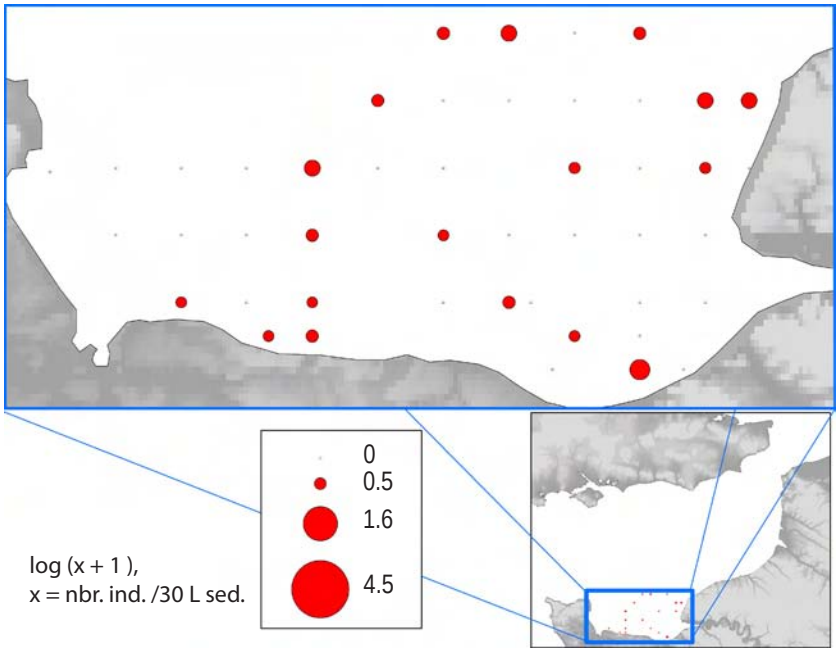
Abondance (campagnes diverses,1998-2007)
Abundance (various surveys, 1998-2007)

Evolution spatio-temporelle en baie de Seine

En baie de Seine, *U. deltaura* se trouve dans 18 stations sur les 46 échantillonnées : neuf à l'ouverture de la baie avec la Manche et neuf plus à l'intérieur de la baie. Elle se trouve en plus grande abondance dans les stations contenant de la vase (comme une station située devant l'embouchure de la Seine).

Spatio-temporal change in the Bay of Seine

In the Bay of Seine, *U. deltaura* was present at 18 out of 46 sampled stations. Nine were in the opening of the bay to the English Channel and nine were inside the bay. It was found in greater abundance in survey stations containing mud (such as one station, in front of the mouth of the River Seine).



log (x + 1),
x = nbr. ind. /30 L sed.

Abondance (Benthoseine99, 1999)
Abundance (Benthoseine99, 1999)

Partie
Poissons et céphalopodes

Section
Fish and cephalopods

Résumé

Cette section concerne les espèces de poissons et de céphalopodes de Manche orientale, à travers de nombreuses cartes de distribution et d'habitats modélisés. Lorsque les données étaient disponibles, les différents segments du cycle de vie sont présentés, bien que les données sur les jeunes stades (œufs et larves) restent limitées comparées aux données sur les autres stades (juvéniles et adultes). Les campagnes en mer au cours desquelles les données ont été collectées sont présentées, ainsi qu'un résumé des méthodes analytiques suivies dont le détail peut être trouvé en annexe 2 .

Introduction

La Manche orientale soutient une activité de pêche commerciale très importante au niveau européen, tant en quantité de poisson qu'en nombre d'espèces exploitées. Cette zone n'est pas seulement importante pour la pêche du fait de l'abondance de nombreuses espèces commerciales, mais également en raison de la présence de frayères (c'est-à-dire de zones de ponte), de nourriceries et de routes migratoires liées à des caractéristiques environnementales spécifiques. De nombreux stocks présents dans cette zone sont exposés à une exploitation de pêche intense, ce qui rend la pêche commerciale de plus en plus sensible aux fluctuations du recrutement de jeunes individus dans ces stocks. Afin de préserver les stocks sur le long terme, il est essentiel de bien connaître le cycle de vie des espèces de poissons. Cet atlas a pour but de contribuer à cette connaissance en offrant des cartes de distribution et d'habitats modélisés pour de nombreuses espèces de poissons et de céphalopodes, à des stades divers de leur cycle de vie (selon les données disponibles). Comme le montre la figure 15, le cycle de vie de la plupart des poissons se compose de quatre phases

Abstract

This section focuses on fish and cephalopod species of the eastern English Channel using a number of maps of their spatial distribution and modelled habitats. Where data were sufficient, the different stages of their life cycle are presented, though data on the early life stages (eggs and larvae) are relatively limited compared to data on other developmental stages (juveniles and adults). The sea surveys during which data were collected are presented, along with a summary of the analytical methods employed, the details of which can be found in annex 2.

Introduction

The eastern English Channel constitutes one of the richest commercial fisheries in Europe, in terms of both quantities of fish and number of fish species. This area is an important resource for fisheries, not only because many commercial fish species are abundant here, but also because of the presence of spawning and nursery areas, and migratory routes linked to specific environmental characteristics. Many of the fish stocks in this zone are either fully or over-exploited, which makes commercial fisheries more sensitive to the fluctuations of the recruitment of young individuals to the stock. In order to preserve the stocks in the long term, it is essential to understand the full life cycle of fish species. This atlas aims to make a contribution towards this understanding, by providing distribution and habitat maps for a number of fish and cephalopod species, at different stages of their life cycle (depending on the availability of data). As illustrated in figure 15, the life cycle of most fish is made up of four main phases: egg, larva, juvenile and adult.

In this atlas, habitat is defined as those waters and

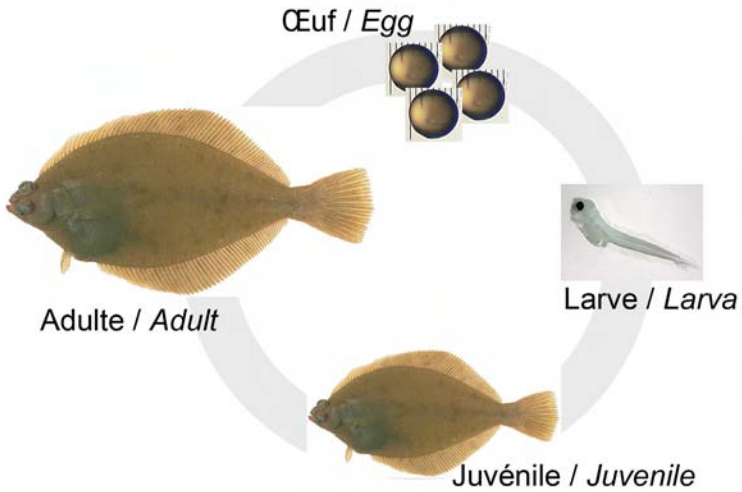


Figure 15. Cycle de vie des poissons (cas de la limande commune): de l'œuf à l'adulte (échelle non respectée) / *Fish life cycle (here common dab): from egg to adult stage (not to scale)* © P. Koubbi (larve/*larva*), © IFREMER (autres/*others*)

principales : œuf, larve, juvénile et adulte.

Dans cet atlas, l'habitat est défini comme les masses d'eaux et substrats nécessaires à la croissance, la reproduction, la survie et l'alimentation. Cette définition inclut les propriétés physiques, chimiques et biologiques des zones marines et des sédiments et assemblages biologiques associés qui soutiennent les populations de poissons durant la totalité de leur cycle de vie. Pour que les ressources halieutiques soient exploitées de façon durable, il est nécessaire de comprendre la nature et la qualité des habitats qu'elles exigent durant leur cycle de vie. De plus, une meilleure compréhension de la façon dont l'environnement influence ces habitats souvent sensibles, aidera à prévoir les conséquences potentielles résultant par exemple de l'extraction de granulats, du changement climatique, etc.

L'ichtyoplancton comprend les œufs et larves de poissons vivant dans la masse d'eau. Le frai (c'est-à-dire la ponte et fertilisation) est un élément essentiel du cycle de vie des poissons, et les œufs représentent une étape particulièrement vulnérable. Les œufs au stade de développement 1 n'ont pas encore d'embryon visible et l'on considère qu'ils sont les plus proches, dans le temps et l'espace, des frayères où ils ont été pondus. La localisation des aires de ponte peut donc être déduite de la distribution des œufs de stade 1. Ces stades permettent de préciser les distributions spatiales larvaires et les cycles migratoires.

La cartographie des habitats des différents stades larvaires permet d'étudier comment les structures océanographiques influencent les jeunes stades, les plus vulnérables. Tout comme les œufs, des stades de développement larvaires sont définis, notamment par rapport à la morphologie et à la pigmentation (figure 16). Les stades 1 correspondent aux larves avec réserves vitellines. Les stades 2 montrent une pré-flexion de la notochorde, une nutrition externe et la perte totale des réserves vi-

substrate necessary to fish for growth, reproduction, survival and feeding. This definition includes the physical, chemical and biological properties of marine areas and the associated sediment and biological assemblages that sustain fish population throughout their life cycle. For fish stocks to be exploited in a sustainable manner, it is necessary to understand the nature and quality of the habitats that they require throughout their life cycle. Moreover, a better understanding of how the environment shapes these often sensitive habitats will help in predicting the potential consequences resulting e.g. from aggregate extraction, climate change, etc.

Ichthyoplankton comprises fish eggs and larvae living in the water column. Spawning (i.e. egg laying and fertilisation) is an essential element of the fish life cycle, and eggs represent a particularly vulnerable stage. Eggs at developmental stage 1 do not yet have a visible embryo and are generally considered to be closest, in time and space, to the original spawning location. The spawning areas may therefore be inferred from the distribution of stage 1 eggs.

Mapping habitats of fish larval stages provides the opportunity to study how oceanographic features influence early fish stages, i.e. when fish are at their most vulnerable. Just like eggs, fish larvae can be sorted into developmental stages. In larvae, these are defined largely in terms of morphological and pigmentation patterns (figure 16). Staging helps to determine larval spatial distributions and to study their migratory cycles. Stage 1 are yolk-sac larvae. Stage 2 larvae show a pre-flexing of the notochord, feeding on prey and no longer on their own yolk. The transition from internal to external feeding is critical for larvae, as they can face high mortality if prey are scarce. Stage 3 are characterised by a post-flexing of the notochord and the formation of dorsal and anal fins. In stage 4 (transition larva), all fins are formed but the larva still has its markings. In stage 5 (in flatfish such as common sole), there is eye mi-

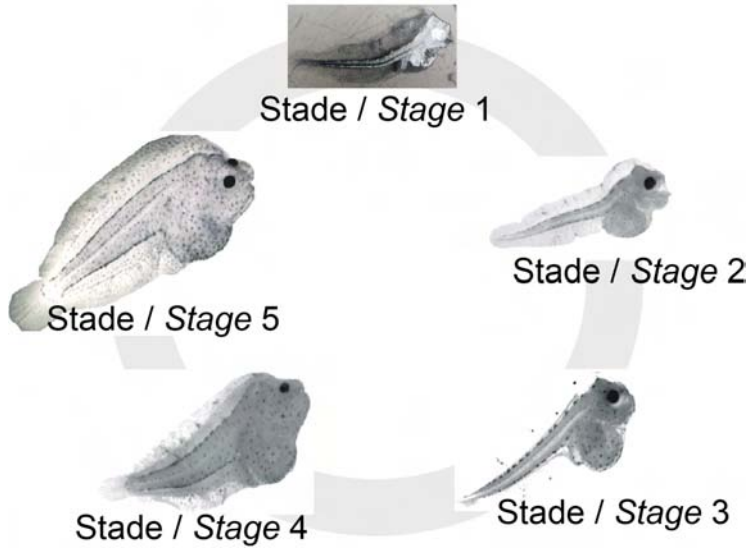


Figure 16. Les cinq stades de développement des larves (ichtyoplancton) (ici la sole commune). / *The five developmental stages of larvae (ichthyoplankton) (here common sole).* © P. Koubbi

tellines. Le passage du stade 1 au stade 2 marque une période critique pour les larves qui risquent de mourir si elles ne trouvent pas en abondance leurs proies. Les stades 3 montrent une post-flexion de la notochorde et l'apparition des nageoires dorsales et anales. Les stades 4 sont des larves en transition (les rayons des nageoires sont tous formés), le poisson gardant toutefois une livrée larvaire. Les stades 5 (pour les poissons plats, telle la sole commune) montrent la migration de l'œil et la métamorphose. Suit la métamorphose donnant les juvéniles.

La région de la Manche orientale est considérée comme très importante pour la production des larves de poissons qui alimenteront les zones côtières de la Manche en juvéniles mais aussi le bassin sud de la mer du Nord. La distribution spatiale des stades de développement des poissons peut être superposée aux structures océanographiques.

Pour quelques espèces, les frayères, nourriceries (lieu de croissance des jeunes stades de développement en juvéniles) et les adultes sont séparés géographiquement en fonction des courants. En Manche orientale, on observe une dispersion des larves des frayères aux nourriceries de la mer du Nord, sous conditions normales de vent. Le long des côtes françaises, le courant résiduel est aussi dirigé vers le Nord mais avec une moindre intensité. Les larves durant leur développement, soit se retrouvent en mer du Nord assez rapidement, notamment sur les bancs de sable de Belgique, soit traversent le front côtier français. Les nourriceries côtières des larves plus âgées et des juvéniles sont souvent associées à des processus de rétention (gyres ou zones frontales), qui sont nécessaires pour la survie et la croissance. Ces habitats larvaires et des juvéniles peuvent être expliqués par des conditions nutritives optimales et une plus grande stabilité hydrologique. Ces zones sont des panaches estuariens ou bien se situent le long des côtes françaises où un front limite les eaux côtières des eaux du large. Ces zones de rétention doivent temporairement être déstructurées pour permettre l'immigration et l'émigration d'individus mais aussi la régénération de la production planctonique.

Pour effectuer ces déplacements des zones de frayères aux nourriceries côtières, Grioche *et al*. (2000) ont montré que les migrations verticales des larves de poissons peuvent aussi être importantes pour comprendre comment elles se maintiennent dans un secteur de fort courant et comment elles choisissent leur direction de nage. Des études spatiales tout au long de l'année sont nécessaires pour délimiter les zones de ponte et les habitats larvaires, alors que les habitats des juvéniles sont mieux connus. Les mesures de conservation doivent prendre en compte l'écologie ichtyoplanctonique car ce stade de développement montre la plus forte mortalité naturelle dans le cycle de vie d'un poisson. Ces données restent, cependant, assez limitées comparées aux données sur les juvéniles et les adultes. Les distributions spatiales et les habitats modélisés de ces stades plus avancés représentent donc la majorité des données présentées dans cette section.

gration and a metamorphosis. Metamorphosis to a juvenile stage then follows.

The eastern English Channel is a key area for the production of fish larvae that will reach the coastal zones of the Channel but also the Southern Bight of the North Sea. Fish spatial distribution, during fish development, can be superimposed on to oceanographic features.

For some species, spawning grounds, nurseries (where early developmental stages grow into juveniles) and adults are geographically separated as a function of the currents. In the English Channel, larvae spread from spawning sites to North Sea nurseries under average wind conditions. Along the French coast, the residual current is also to the north, but less strong. During their development, larvae will either quite rapidly reach the North Sea, especially the Belgian sandbanks, or will cross the French coastal frontal zone. The coastal nurseries of older larvae and juveniles are often associated with retention processes (gyres or frontal zones), which are necessary for survival and growth. These larval and juvenile habitats can be explained by optimal foraging conditions and better hydrological stability. These areas are either in river plumes or along the French coastal zone, and their offshore limit is defined by a front. These retention structures need to be temporarily broken down to allow immigration and emigration of individuals but also to regenerate plankton production.

In moving from spawning grounds to coastal nurseries, the vertical behaviour of fish larvae is also important as it may allow them to stay in areas of hig current velocities, or choose their swimming directions (*Grioche et al.*, 2000). More intensive spatial surveys throughout the year are needed to define spawning and larval habitats, whilst juvenile habitats are better understood. Conservation measures should take into account ichthyoplanktonic ecology as this developmental stage shows the highest natural mortality in the fish life cycle. Such data are, however, relatively scarce compared to data on juvenile and adult fish. Spatial distributions and modelled habitats of such life stages thus represent the bulk of the data presented in this section.

Méthodes

Collecte des données : campagnes en mer

Des données sur 33 espèces ou groupes d'espèces de poisson et céphalopodes ont été utilisées pour produire les cartes présentées dans cette partie (tableau 2).

Campagnes d'œufs : IBTS 2007

Dans le cadre du programme *International Bottom Trawl Survey* (IBTS, ou campagne internationale au chalut de fond), IFREMER organise chaque année

Methods

Data collection: sea surveys

Data from 33 fish and cephalopod species or groups of species were used to produce the maps presented in this section (table 2).

Egg surveys: IBTS 2007

Within the framework of the International Bottom Trawl Survey (IBTS) programme, IFREMER organises annual sea surveys in the Dover Strait (since 2006)

Tableau 2. Espèces (ou groupes) de poissons et céphalopodes présentés, avec les pages correspondantes dans l'atlas (les espèces marquées de * sont séparées male/femelle). / *Fish and cephalopod species (or groups of species) presented, with the corresponding atlas pages (species marked with * are shown as male/female).*

Nom scientifique *Scientific name*	Nom français *French name*	Nom anglais *English name*	Œuf *Egg*	Larve *Larva*	Nourriceries *Nurseries*	< 1 an/*year old*	> 1 an/*year old*	Tous âges/*All ages*	Page
Ammodytidae	Lançons d'Europe	*European sand eels*		√				√	174
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	*Red gurnard*				√	√		180
Buglossidium luteum	Petite sole jaune	*Solenette*						√	190
Callionymidae	Callionymes	*Dragonets*	√	√				√	194
Clupea harengus	Hareng commun	*Atlantic herring*				√	√		202
Dicentrarchus labrax	Bar commun	*European seabass*			√			√	208
Engraulis encrasicolus	Anchois commun	*European anchovy*						√	214
Gadus morhua	Morue commune	*Atlantic cod*	√		√	√	√	√	216
Galeorhinus galeus	Requin hâ	*Tope*						√	224
Gobiidae	Gobies	*Gobies*		√				√	228
Limanda limanda	Limande commune	*Common dab*	√	√	√	√	√		234
Loligo forbesi	Encornet veiné	*Northern squid*						√	250
Loligo vulgaris	Encornet	*European squid*						√	254
Lotidae	Motelles	*Rocklings*	√					√	258
Merlangius merlangus	Merlan	*Whiting*	√	√	√	√	√		264
Microstomus kitt	Limande sole	*Lemon sole*			√	√	√	√	280
Mullus surmuletus	Rouget barbet	*Red mullet*				√	√		290
Platichthys flesus	Flet commun	*European flounder*	√	√	√			√	298
Pleuronectes platessa	Plie commune	*European plaice*	√		√	√	√		310
Raja clavata *	Raie bouclée	*Thornback ray*				√	√	√	324
Raja montagui *	Raie douce	*Spotted ray*						√	338
Sardina pilchardus	Sardine commune	*European pilchard*						√	346
Scomber scombrus	Maquereau commun	*Atlantic mackerel*						√	350
Scyliorhinus canicula *	Petite roussette	*Lesser spotted dogfish*				√	√	√	354
Scyliorhinus stellaris	Grande roussette	*Nursehound*						√	368
Sepia officinalis	Seiche commune	*Common cuttlefish*						√	372
Solea solea	Sole commune	*Common sole*	√	√	√			√	378
Spondyliosoma cantharus	Griset	*Black bream*				√	√		390
Sprattus sprattus	Sprat	*Sprat*		√	√			√	398
Squalus acanthias	Aiguillat commun	*Spurdog*						√	404
Trachurus trachurus	Chinchard commun	*Horse mackerel*				√	√		408
Trisopterus luscus	Tacaud commun	*Pouting*		√	√			√	412
Trisopterus minutus	Petit tacaud	*Poor cod*						√	420

des campagnes en mer dans le détroit du Pas-de-Calais (depuis 2006 seulement) et la moitié sud de la mer du Nord à bord du *NO Thalassa* (figure 17). Depuis 2006 et parallèlement à ses travaux habituels, la campagne IBTS française utilise un système appelé CUFES pour *Continuous Underway Fish Egg Sampler*. Ce matériel permet de pomper les œufs pélagiques de poisson, le pompage s'effectuant tout au long du trajet du navire (Checkley *et al.,* 1997). Le CUFES se compose d'un système de pompage immergé, d'un concentrateur et d'un échan-

and the southern half of the North Sea, carried out by the *RV Thalassa* (figure 17). Since 2006 and in parallel to its regular scientific activities, the French IBTS has used the Continuous Underway Fish Egg Sampler (CUFES), a pumping device successfully used to collect pelagic fish eggs from a moving research vessel (Checkley *et al.,* 1997). The CUFES consists of a submersible pumping system, concentrator and sample collector (figures 18 & 19). Water is continuously pumped at 5 m depth and sent to the concentrator. Particles (including fish eggs) are

Figure 17. La campagne IBTS de l'IFREMER s'effectue à bord du NO *Thalassa*. / *IFREMER's IBTS is carried out on-board RV* Thalassa. © C. Martin/IFREMER

Figure 18. Concentrateur du CUFES à bord du NO *Thalassa*. / *CUFES concentrator on-board RV* Thalassa © C. Martin/IFREMER

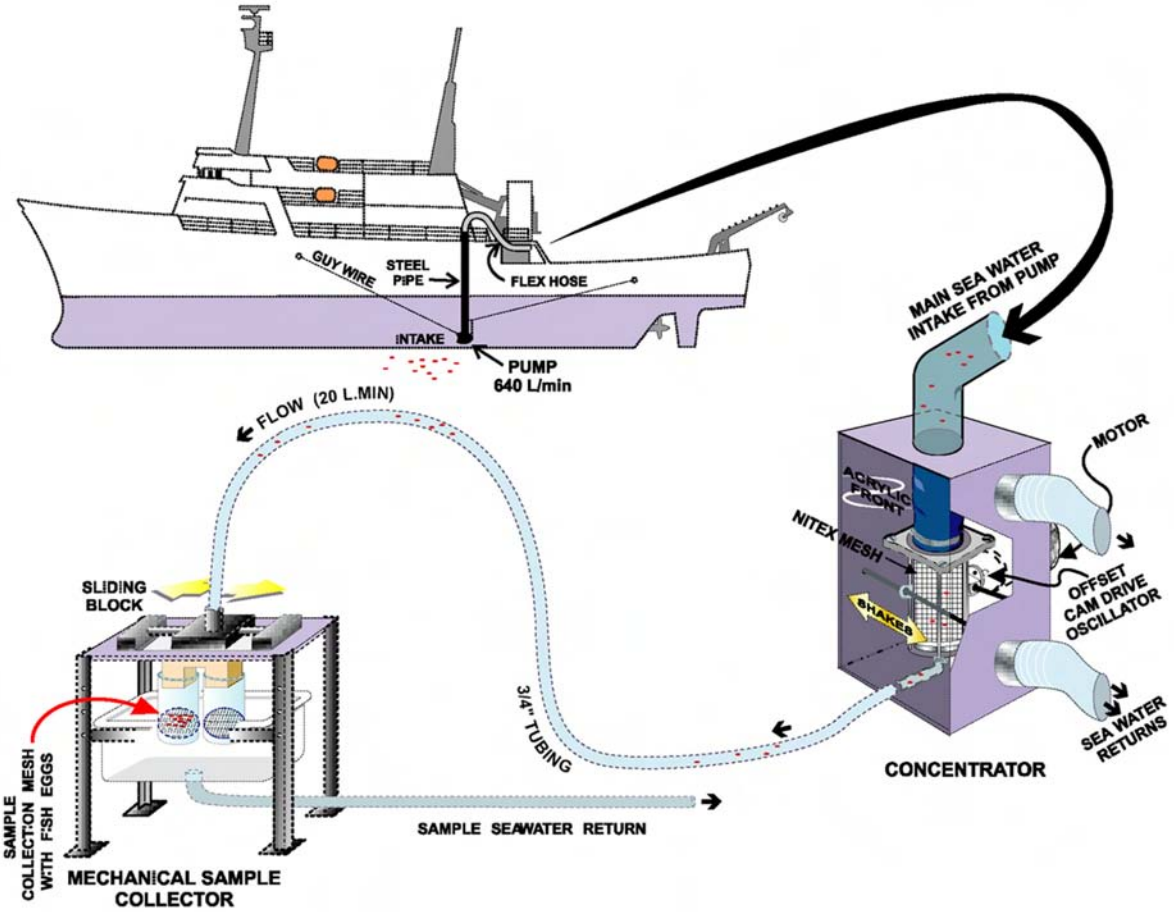


Figure 19. Installation d'un échantillonneur en continu d'œufs de poisson sur un navire océanographique / *Continuous Underway Fish Egg Sampler (CUFES) as fitted to a research vessel. © Checkley et al.*

tillonneur (figures 18 & 19). L'eau est pompée de façon continue à 5 m de profondeur, et envoyée vers le concentrateur. Les particules (dont les œufs) sont concentrées par un filet agitateur (mailles de 500 µm), et le concentré qui en sort est transféré vers le collecteur d'échantillon où les particules sont retenues par un filet maillé de même taille que le concentrateur, sur des intervalles séquentiels de 30 minutes. Les échantillons sont ensuite préservés dans une solution formolée à 4%.

A l'aide de ce système, une partie de la Manche orientale a été échantillonnée en janvier 2007 (figure 20). Le CUFES a été utilisé de façon continue lors de la campagne (179 échantillons en Manche), fournissant ainsi des estimations en temps réel d'abondance volumétrique d'œufs pélagiques (abondances standardisées en nombre d'individus pour 20 m^3, ou nbr. ind. /20 m^3) à la profondeur échantillonnée. Les œufs ont été identifiés par espèce et triés par stade de développement à l'aide du microscope

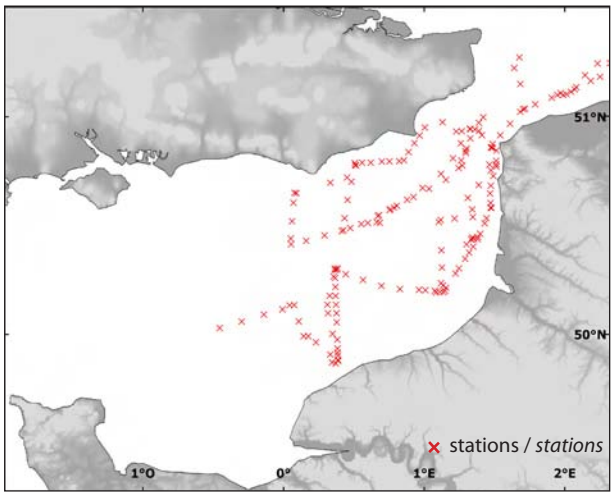


Figure 20. Localisation des stations échantillonnées pendant la campagne française IBTS de 2007 / *Location of eastern Channel sampling stations during the 2007 French IBTS.*

(figure 21), en accord avec les références taxonomiques disponibles (Russel, 1976 ; Munk & Nielsen, 2005). Les œufs de stade 1 de huit espèces (ou groupes) de poissons ont été utilisés pour produire les cartes de distribution et d'habitat présentées dans cet atlas (tableau 2, colonne 'œuf').

Campagnes de larves : REISE 1 & 2 1995, BCD 1999

En 1995, deux campagnes REISE (Répartition de l'Ecophase Ichtyoplanctonique entre la baie de Seine et l'Escaut) ont été réalisées (tableau 3, figure 22 a & b). La campagne BCD (Biodiversité et Cartographie dans le détroit du Pas-de-Calais) a été réalisée fin avril 1999 (tableau 3, figure 22 c) et avait pour objectif de comparer les assemblages planctoniques des côtes britanniques et françaises. Pour les campagnes REISE et BCD, l'ichtyoplancton a été échantillonné avec un double collecteur bongo (filet à plancton de 500 µm de maillage, figure 23). La procédure de pêche consistait à faire des traits

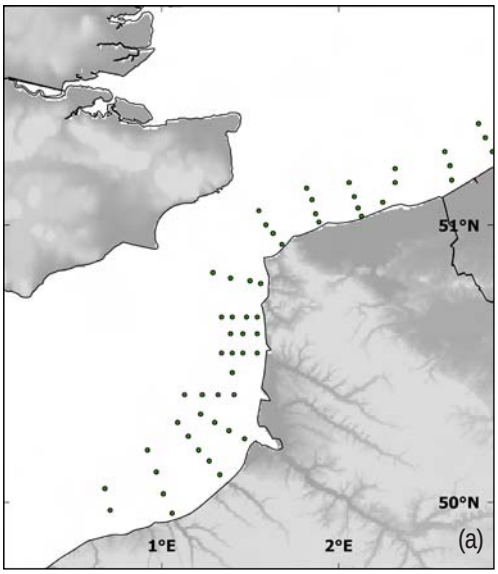
concentrated by an oscillating net (500 µm mesh) and the concentrate passed to the sample collector where particles are retained over sequential sampling intervals (30 minutes) on a codend the same mesh size as in the concentrator. Samples are then preserved in formalin (4%).

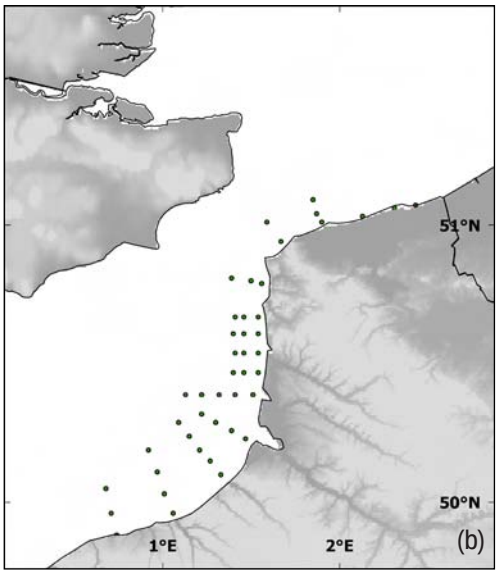
Using this system, part of the eastern English Channel was sampled in January 2007 (figure 20). The CUFES operated continuously during the survey (179 samples in the Channel), providing real-time estimates of the volumetric abundance of pelagic fish eggs (standardised as number of individuals per 20 m^3, nbr. ind. /20 m^3) at pump depth. Eggs were identified by species and sorted according to developmental stage under the microscope (figure 21) according to taxonomic references (Russel, 1976; Munk & Nielsen, 2005). Stage 1 eggs of eight fish species (or groups of species) were used to produce the distribution and habitat maps presented in this atlas (table 2, column 'egg').

Figure 21. Utilisation du microscope pour identifier les œufs de poisson par espèce et les classer par stade de développement / *The microscope was used to identify fish egg species and sort these according to developmental stages. © IFREMER*

Larval surveys: REISE 1 & 2 1995, BCD 1999

In 1995, two REISE surveys (Distribution of ichthyoplankton between the Scheldt and Seine estuaries) were held to collect ichthyoplankton (table 3, figure 22 a & b). The BCD survey (Biodiversity and Cartography throughout the Dover Straits) was carried out at the end of April 1999 (table 3, figure 22 c) and aimed study the spatial distribution of larval stages (and plankton), and to compare planktonic assemblages on the French and British coasts. For the REISE and BCD surveys, ichthyoplankton was sampled with a double-framed bongo net (plankton nets of 500 µm mesh size, figure 23), during diagonal tows





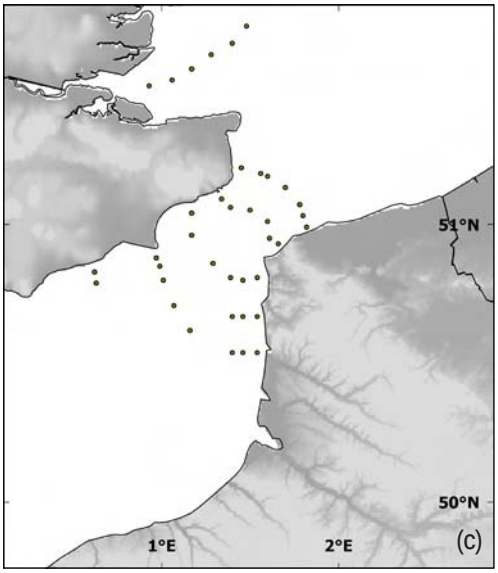


Figure 22. Localisation des stations échantillonnées pendant les campagnes (a) REISE 1,avril 1995, (b) REISE 2, mai 1995 et (c) BCD, avril 1999. / *Location of sampling stations for the surveys (a) REISE 1, April 1995, (b) REISE 2, May 1995, and (c) BCD, April 1999.*

Figure 23. Filet Bongo, utilisé pour l'échantillonnage de l'ichtyoplancton / *Bongo net used to sample ichthyoplankton*. © C. Martin

obliques à une vitesse de 2 nœuds, le filet étant descendu à proximité du fond.

Après la campagne, les échantillons ont été analysés pour identifier les espèces de larves présentes, ainsi que leurs stades de développement. Les abondances larvaires ont été standardisées en nombre d'individus pour 100 m^3 (nbr. ind. /100 m^3). Les larves de neuf espèces (ou groupes) de poissons ont été utilisées pour produire les cartes de distribution et d'habitat des larves présentées dans l'atlas (tableau 2, colonne 'larve').

at speed of 2 knots, from the surface to the proximity of the seabed.

After collection, the samples were analysed to identify larval species and developmental stages. Larval abundance was standardised as numbers of individuals per 100 m^3 (nbr. ind. /m^3). Data from nine fish species (or group of species) were used to produce the distribution and habitat maps of larvae presented in the atlas (table 2, column 'larva').

Tableau 3. Dates des campagnes de larves et nombre de stations échantillonnées (Koubbi *et al.*, 2006). / *Larva survey dates and numbers of sampling stations (Koubbi* et al.*, 2006).*

Campagne / *Survey*	Début / *Start*	Fin / *End*	Stations échantillonnées / *Sampling stations*
REISE 1	11/04/1995	13/04/1995	45
REISE 2	02/05/1995	04/05/1995	60
BCD	27/04/1999	01/05/1999	39

Campagnes de nourriceries côtières : YFS 1977-2006

Chaque année en septembre depuis 1981, le Cefas effectue une campagne ciblant les nourriceries (Young Fish Survey, YFS) situées le long des côtes britanniques. Cette campagne utilise un chalut à perche de 2 m qui est traîné à la vitesse d'un nœud (pendant 35 minutes), à des profondeurs situées entre 1 et 20 m. IFREMER a aussi effectué des campagnes similaires entre 1977 et 2006 en septembre. Le jeu de données français utilisé dans ce document rassemble des données qui ont été collectées lors de quatre campagnes ayant eu lieu à des périodes différentes (baie des Veys, 1977-1981 ; baie de Seine, 1995-2002 ; baie de Somme, 1998-2006 ; DYFS 1977-1983). De façon générale, les engins et les méthodologies utilisés pendant les campagnes YFS françaises étaient similaires à ceux des campagnes YFS britanniques ; les données ont cependant dû être standardisées afin d'aplanir, par exemple, les différences entre les caractéristiques des engins (largeur du chalut, nombre de chaînes et taille du maillage). Par exemple, la campagne YFS française qui a lieu en baie de Somme et baie de Seine (figure 24) utilise un chalut à perche de 3 m en dehors des baies et de 2 m à l'intérieur des baies (figure 25). Grâce à cette standardisation, les taux de capture des campagnes françaises et britanniques sont comparables. Com-

Coastal nursery surveys: YFS 1977-2006

Every year in September since 1981, Cefas has carried out a Young Fish Survey (YFS) along the Channel British coast. This survey uses a 2 m beam trawl towed for 35 min. at a speed of one knot, at depths ranging from 1 to 20 m. IFREMER conducted several similar YFS in September between 1977 and 2006. The French dataset used in the present study gathers data from four surveys covering different periods (Bay of Veys, 1977-1981; Bay of Seine, 1995-2002; Bay of Somme, 1998-2006; DYFS 1977-1983). Overall, the gear and sampling methodology of the French YFS were similar to that of the British YFS, though data sometimes had to be standardised to take into account e.g. the difference in gear characteristics (trawl width, number of chains, mesh size). For instance, the French YFS taking place in the Bays of Somme and Seine (figure 24) uses a 3 m beam trawl outside of the bays, but a 2 m beam trawl within the bays (figure 25). If the data are standardised, there is good coherence in catch rates where French and British YFS coincide. As size data were not available for all the datasets used, the results refer to fish of all sizes, though essentially juveniles.

Abundance data were expressed as numbers of individuals per km^2 (nbr. ind. /km^2). French and UK data

Figure 24. Le *Côte d'Azur*, bateau professionnel utilisé lors de l'une des campagnes françaises sur les nourriceries côtières de baie de Seine / *The fishing vessel* Côte d'Azur *used during one of the French YFS in the Bay of Seine.* © IFREMER

Figure 25. Chalut à perche utilisé en baies de Somme et de Seine lors des campagnes françaises sur les nourriceries côtières. / *Beam trawl used in the Bays of Somme and Seine during the French YFS.* © IFREMER

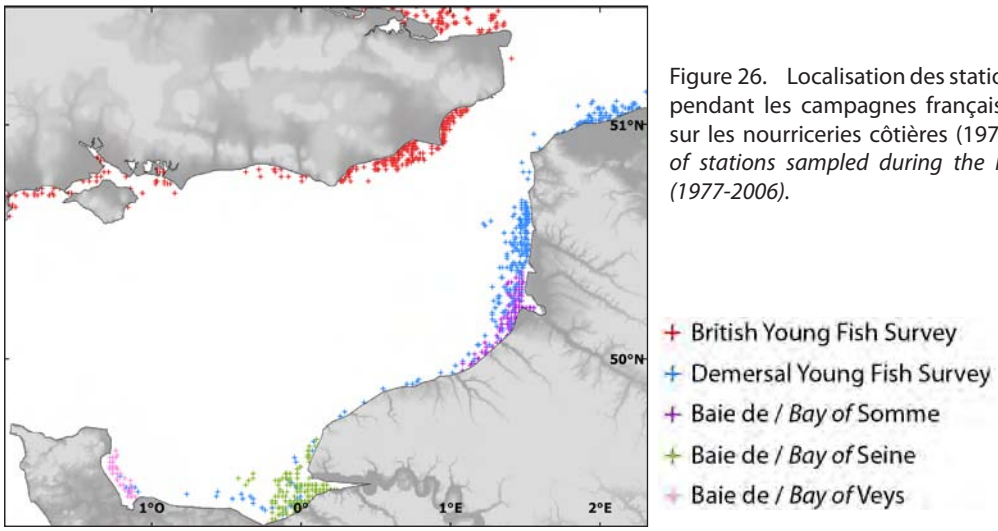


Figure 26. Localisation des stations échantillonnées pendant les campagnes françaises et britanniques sur les nourriceries côtières (1977-2006) / *Locations of stations sampled during the French and UK YFS (1977-2006).*

me les informations sur les longueurs des individus n'étaient pas disponibles pour tous les jeux de données utilisés, les données comportent des individus de toutes tailles, même si ce sont essentiellement des juvéniles.

Les données d'abondance ont été exprimées en nombre d'individus par km² (nbr. ind. /km²). Les données françaises et britanniques ont été regroupées et moyennées sur les séries temporelles et étendues spatiales disponibles (figure 26). Les données sur dix espèces (ou groupes) de poissons ont été utilisées pour produire les cartes de distribution et d'habitat présentées dans cet atlas (tableau 2, colonne 'nourriceries').

Campagnes britanniques de juvéniles et adultes : BTS 1989-2006

La campagne BTS (Beam Trawl Survey) du Cefas (figure 27) est une campagne au chalut à perche qui a lieu chaque année en juillet/août depuis 1989. L'engin de pêche utilisé est un chalut à perche de 4 m (figure 28) qui est traîné à une vitesse de quatre nœuds pendant 30 minutes ; environ 100 stations sont échantillonnées (figure 29 ; 75 dans le secteur CIEM VIId en Manche orientale, et 25 dans le rectangle CIEM IVc en mer du Nord). Le cul du chalut est équipé d'une maille de 40 mm pour retenir les petits poissons. La pêche s'effectue pendant le jour, car la distribution verticale de certaines espèces varie entre le jour et la nuit.

Le but de cette campagne est de fournir des indices indépendants (non commerciaux) de l'abondance des stocks. Ces données sont ensuite intégrées aux évaluations de stocks faites par les groupes de travail du CIEM. A l'origine, la campagne avait pour objectif de fournir des indices d'abondance pour les groupes d'âge 1 et 2 de plie et de sole, ainsi que des données d'abondance et de longueur pour toutes les espèces capturées, et autres données (dont l'âge) pour les espèces d'importance commerciale).

A chaque station, les poissons et céphalopodes capturés sont triés, pesés, comptés, mesurés et sexés (quand pertinent), avec détermination du stade de maturité. Pour certaines espèces, des prélèvement d'otholites et/ou d'écailles ont lieu pour l'âgeage. Des paramètres environnementaux, tels la température et la salinité, sont mesurés à l'aide d'une sonde.

En utilisant les mensurations des espèces et les paramètres de la courbe de croissance de von Bertalanffy, la longueur à un an a été calculée. Pour certaines espèces (tableau 4), les individus de moins de un an ont été séparés de ceux de plus de un an (voir ci-après pour les détails). Lorsque c'était le cas (dix espèces), ces individus de moins ou plus d'un an ont été cartographiés et modélisés séparément. Les données d'abondance ont été exprimées en nbr. ind. /km². Les données de 25 espèces ou groupes d'espèces de poissons et céphalopodes ont été utilisées pour produire les cartes de distribution et d'habitat présentées dans cet atlas (tableau 2, colonnes 'Tous âges', '< 1 an' ou '> 1 an').

were combined and averaged over all the available time series and spatial extent (figure 26). Data from ten fish species (or group of species) were used to produce the distribution and habitat maps presented in this atlas (table 2, column 'nurseries').

British surveys of adults and juveniles: BTS 1989-2006

The BTS (Beam Trawl Survey) has been conducted annually by CEFAS (figure 27), each July/August, since 1989. It uses a commercial 4 m beam trawl (figure 28), towed for 30 minutes at a speed of four knots, at about 100 stations (figure 29; 75 stations in ICES division VIId, i.e. eastern Channel; and 25 stations in ICES division IVc, i.e. southern North Sea). The trawl has a 40 mm codend liner to retain small fish. Fishing is only carried out in daylight, as the vertical distribution of some species is known to vary diurnally.

The aim of the survey is to provide independent (of commercial fisheries) indices of stock abundance. These data are then integrated into the stock assessments carried out under the auspices of ICES Assessment Working Groups. The survey was initially designed to provide abundance indices for pre-recruit (1 and 2 year old) plaice and sole, while also providing abundance and length data for all species caught, and age and other biological data for commercially important species.

At each sampling station, fish and cephalopod species are sorted, weighed, counted, measured and (where relevant) sexed (with determination of maturity stage). For selected species, calcified structures (otoliths) and/or scales are collected (for ageing). Environmental parameters such as temperature and salinity are recorded using a probe.

Based on fish length and von Bertalanffy growth curve parameters, the length at one year old was computed. For some species (table 4), individuals of less than one year could be distinguished from those of more than one year (see below for details). Where this was the case (ten species), they were mapped and modelled separately. Abundance data were expressed as nbr. ind. /km². Data on 25 fish and cephalopod species or group of species were used to produce the distribution and habitat maps presented in this atlas (table 2, coluumns 'All ages', '< 1 year old' or '> 1 year old').

Alongside the species considered above, a number of benthic invertebrate species (macro-invertebrates) are caught in the beam trawl, and the data were deemed sufficiently accurate (i.e. the sam-

Figure 27. La campagne BTS du Cefas s'effectue à présent à bord du NO *Endeavour.* / *Cefas' Beam Trawl Survey is now carried out using RV* Endeavour. © M. Page

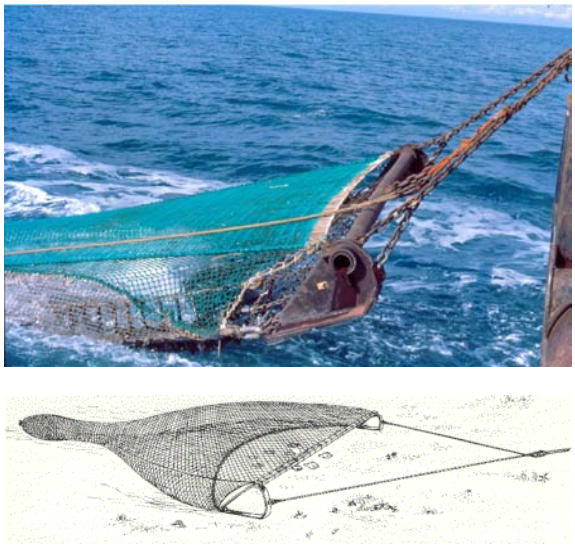


Figure 28. Le chalut à perche utilisé lors de la campagne BTS / *The beam trawl used during the BTS.* © J. Ellis / Cefas

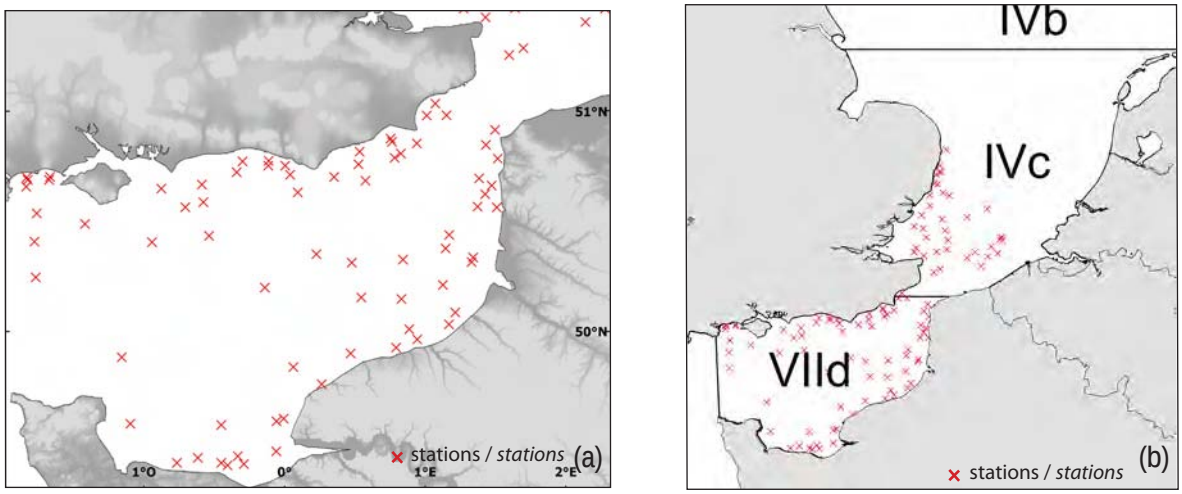


Figure 29. Localisation des stations échantillonnées pendant la campagne BTS (ici les stations en 2006) : (a) sur la zone CHARM II (en 2006) et (b) par rapport au découpage du CIEM. / *Locations of stations sampled during the BTS: in the CHARM II zone (in 2006), and (b) superimposed to ICES divisions.*

En plus des espèces mentionnées ci-dessus, certaines espèces d'invertébrés benthiques (macro-invertébrés) sont capturés dans le chalut à perche, et les données ont été considérées acceptables (c'est-à-dire que l'engin utilisé était suffisamment adapté à leur capture) pour être cartographiées. C'est le cas de l'araignée de mer *M. brachydactyla*, de la coquille Saint-Jacques *P. maximus* et du homard *H. gammarus*, qui sont présentés dans la partie Invertébrés benthiques de ce même chapitre .

Campagnes françaises de juvéniles et adultes : CGFS 1988-2006

Représentant la France aux groupes de travail du CIEM sur les principaux stocks de poisson exploités en mer du Nord et en Manche orientale, l'IFREMER participe à l'acquisition des données biologiques de base en réalisant chaque année en Manche orientale une campagne de chalutage appelée Channel Ground Fish Survey (CGFS). Les données alimentent ensuite les séries historiques indispensables à

pling gear sampled them representatively) to be used mapped. This was the case of spider crab *M. brachydactyla*, king scallop *P. maximus* and lobster *H. gammarus*, which are presented in the section Benthic invertebrates of this same chapter.

French surveys of adults and juveniles: CGFS 1988-2006

IFREMER, the French representative at ICES Assessment Working Group meetings on the main fish stocks exploited in the North Sea and eastern English Channel, contributes to the collection of basic biological data through its annual bottom trawl survey, the CGFS (Channel Ground Fish Survey), carried out in October since 1988 (figure 30). The data collected are fed into the historical time-series that

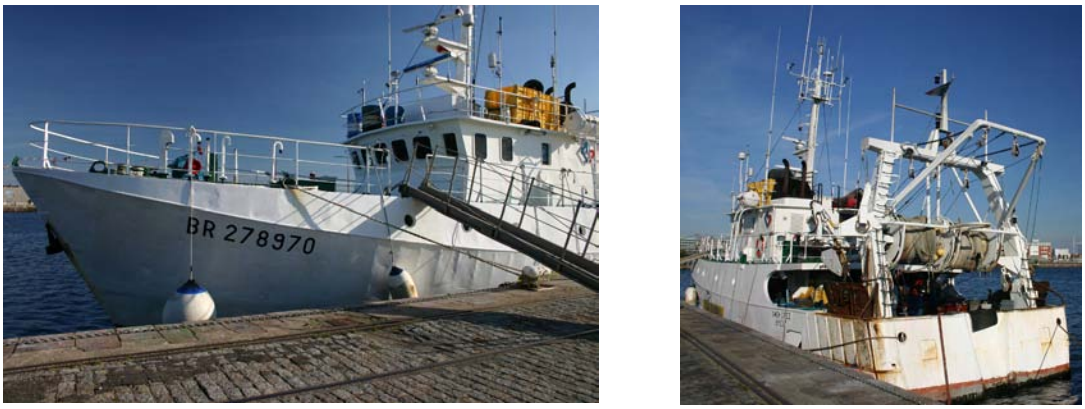


Figure 30. La campagne CGFS d'IFREMER s'effectue à bord du *NO Gwen Drez. / IFREMER's Channel Ground Fish Survey is carried out on-board* RV Gwen Drez. © C. Martin/IFREMER

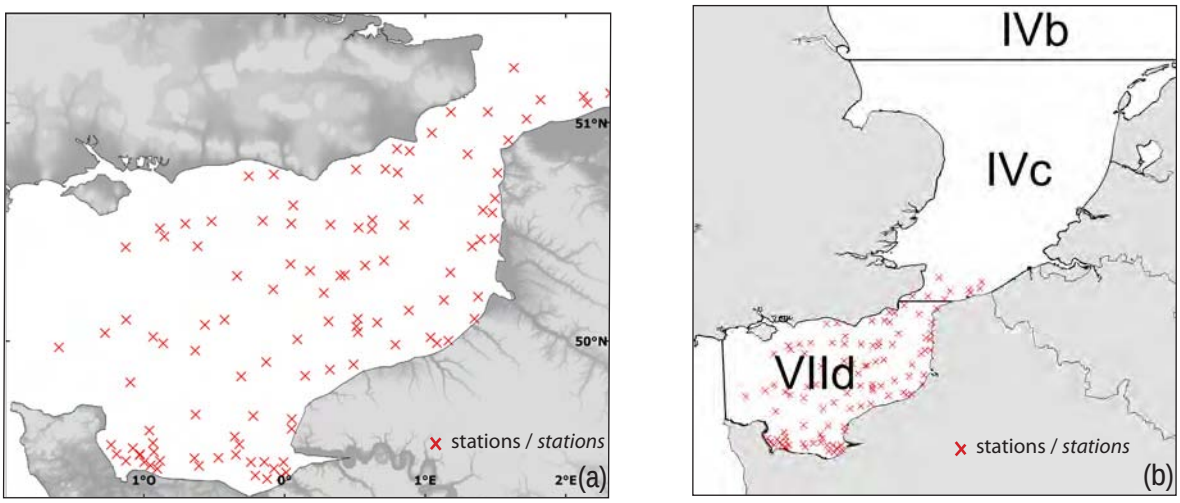


Figure 31. Localisation des stations échantillonnées pendant la campagne CGFS (ici les stations en 2006) : (a) sur la zone CHARM II (en 2006) et (b) par rapport au découpage du CIEM. */ Locations of stations sampled during the BTS: in the CHARM II zone (in 2006), and (b) superimposed to ICES divisions.*

l'évaluation annuelle des ressources d'importance économique majeure. Les campagnes CGFS sont effectuées chaque année depuis 1988 en octobre, à bord du NO *Gwen-Drez* (figure 30). Elles couvrent la Manche orientale et le sud de la mer du Nord correspondant, respectivement, aux rectangles VIId et IVc du CIEM (figure 31).

L'engin de pêche utilisé est un chalut de fond à Grande Ouverture Verticale (GOV, figure 32) choisi en priorité pour la capture des espèces démersales, avec un maillage de 10 mm de côté pour la capture des jeunes individus. Un ou deux chalutages sont effectués à l'intérieur de chaque rectangle de la grille 'CGFS', leur durée étant fixée à 30 minutes. Depuis 1997, la température et la salinité sont mesurées *in situ* à l'aide d'une sonde fixée sur la corde dorsale du chalut. A chaque station, les poissons et céphalopodes capturés sont triés, pesés, comptés, mesurés (figure 33) et sexés (quand pertinent), avec détermination du stade de maturité. Pour certaines espèces, des prélèvement d'otholites (figure 34) et/ou d'écailles ont lieu pour l'âgeage.

Comme pour les données BTS, en utilisant les mensurations des espèces et les paramètres de la courbe de croissance de von Bertalanffy, la longueur à un

are essential for the annual assessment of marine resources of major economic importance. The sampling area extends from the eastern English Channel to the southern North Sea (figure 31, ICES divisions VIId, i.e. eastern Channel, and IVc, i.e. Southern North Sea).

The sampling gear is a Very High Vertical Opening (VHVO) bottom trawl (or "GOV", figure 32), well adapted for catching demersal species, with a 10 mm mesh size for catching juveniles. One or two 30 minutes hauls are performed within each division of the 'CGFS grid'. Since 1997, temperature and salinity have been measured using a probe attached to the headrope of the trawl. At each sampling station, fish and cephalopod species are sorted, weighed, counted, measured (figure 33) and (where relevant) sexed (with determination of maturity stage). For selected species, calcified structures (otoliths, figure 34) and/or scales are collected (for ageing).

As for BTS data and based on fish length and von Bertalanffy growth curve parameters, the length at one year old was computed and, for some species, individuals of less than one year could be distinguished from those of more than one year (see below for details). Where this was the case (eight spe-

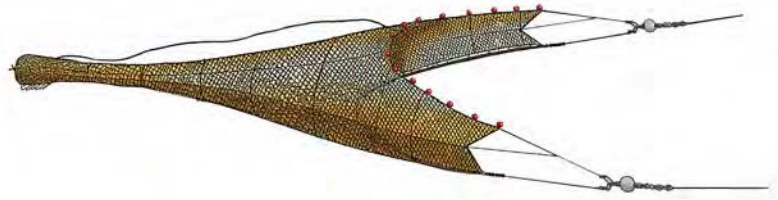


Figure 32. Le chalut de fond GOV (ouvertures verticale 3 m, horizontale 10 m) utilisé lors de la campagne CGFS. / *The VHVO (or "GOV"; 3 m vertical and 10 m horizontal openings) bottom trawl used during the CGFS*. © IFREMER (diagramme / *diagram*), © C. Martin/IFREMER (photo / *photo*)

Figure 33. Mensuration des espèces (ici une raie bouclée). / *Measurement of species length (here a thornback ray).* © C. Martin/IFREMER

Figure 34. Prélèvement d'otholites sur une morue. / *Collection of otholits on cod.* © C. Martin/IFREMER

an a été estimée et, pour certaines espèces (tableau 4), ceux de moins de un an ont été séparés des individus de plus de un an (voir ci-après pour les détails). Lorsque c'était le cas (huit espèces), ces individus de plus ou moins un an ont été cartographiés et modélisés séparément. Les données d'abondance ont été exprimées en nbr. ind. /km^2. Les données sur 33 espèces (ou groupes) de poissons et céphalopodes ont été utilisées pour produire les cartes de distribution et d'habitat présentées dans cet atlas (tableau 2, colonnes 'Tous âges', '< 1 an' ou '> 1 an').

En plus des espèces mentionnées ci-dessus, certaines espèces d'invertébrés benthiques (macro-invertébrés) sont capturés dans le chalut GOV, et les données ont été considérées acceptables (c'est-à-dire que l'engin utilisé était suffisamment adapté à leur capture) pour être cartographiées. C'est le cas de l'araignée de mer *M. brachydactyla* et de la coquille Saint-Jacques *P. maximus*, qui sont présentés dans la partie Invertébrés benthiques de ce même chapitre.

Analyse des données

De plus amples détails sur les méthodes analytiques, dont la cartographie, sont disponibles en annexe 2.

cies), they were mapped and modelled separately. Abundance data were expressed as nbr. ind. /km^2. Data of 31 fish and cephalopod species (or group of species) were used to produce the distribution and habitat maps presented in this atlas (table 2 , columns 'All ages', '< 1 year old' or '> 1 year old').

Alongside demersal species, a number of benthic invertebrate species (macro-invertebrates) are caught in the VHVO trawl, and the data were deemed sufficiently accurate (i.e. the sampling gear sampled them representatively) to be used mapped. This was the case of spider crab *M. brachydactyla* and of king scallop P. maximus, which are presented in the section Benthic invertebrates of this same chapter.

Data analyses

Details of analytical methodologies, including cartography, are available in annex 2.

Tableau 4. Espèces pour lesquelles les individus de moins d'un an sont distingués des individus plus âgés, la discrimination se faisant par la longueur à un an (voir texte pour détails, ainsi que annexe 3). / *Species for which individuals of less than one year are separated from older ones, on the basis of length at year 1 (see text for details, and also annex 3).*

Nom scientifique *Scientific name*	Nom français *French name*	Nom anglais *English name*	Paramètres de von Bertalanffy *von Bertalanffy parameters*			L_1 *(cm)*	Commentaires et sources des données *Comments and data sources*	Campagnes *Surveys*
			t_0	k (an/yr^{-1})	L_∞ (cm)			
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	Red gurnard	-0.44	0.49	39.70	18.93	CGFS (1988-2001) Correction + 0.5 an/*year*	BTS, CGFS
Clupea harengus	Hareng commun	Atlantic herring	-0.67	0.37	29.20	13.46	Mahé *et al.*, 2006	CGFS
Gadus morhua	Morue commune	Atlantic cod	-0.71	0.01	1697.00	28.77	CGFS (1991-2006) Correction + 0.75 an/year	BTS
Limanda limanda	Limande commune	Common dab	Ø	0.26	27.00	6.18	Froese & Pauly, 2005, North Sea, UK	BTS, CGFS
Merlangius merlangus	Merlan	Whiting	-0.37	0.63	40.24	22.40	CGFS (1990-2006) Correction + 0.75 an/year	BTS, CGFS
Microstomus kitt	Limande sole	Lemon sole	Ø	0.42	37.00	12.69	Froese & Pauly, 2005, North Sea, UK	BTS
Mullus surmuletus	Rouget barbet	Red mullet	-1.21	0.19	51.35	17.30	CGFS (2004-2005) Correction + 0.33 an/year	BTS, CGFS
Pleuronectes platessa	Plie commune	European plaice	-0.83	0.23	71.65	18.07	CGFS (1990-2006) Correction + 0.75 an/*year*	BTS, CGFS
Raja clavata	Raie bouclée	Thornback ray	Ø	0.14	118.00	15.42	Froese & Pauly, 2005, North Sea, UK	BTS
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	Lesser spotted dogfish	Ø	0.2	88.00	15.95	Froese & Pauly, 2005, North Sea, UK	BTS
Spondyliosoma cantharus	Griset	Black bream	-0.83	0.19	42.80	12.73	Mahé *et al.*,2006	BTS, CGFS
Trachurus trachurus	Chinchard commun	*Horse mackerel*	Ø	0.13	40.20	5.14	Nazarov, 1978	CGFS

Taille à un an

Pour les données BTS et CGFS, la distinction entre individus de moins d'un an et les individus plus âgés est basée sur la longueur estimée à un an. Bien que pour beaucoup d'espèces ces individus ne puissent être considérés comme adultes à un an (car il n'ont pas encore atteint leur pleine maturité sexuelle), ils sont néanmoins capables de rejoindre et de se nourrir sur les mêmes habitats que leurs aînés. Les poissons de moins d'un an cependant, peuvent être plus limités dans leur capacités de nage et de compétition et confinés à des zones différentes.

L'âge peut être déterminé en comptant les anneaux d'accroissement sur les pièces calcifiées (écailles, otolithes, rayons ou dents). La lecture d'otolithes est considérée comme une méthode de détermination plus fiable (pour la plupart des espèces) mais les obtenir et les préparer avant âgeage est très laborieux. En conséquence, seuls les âges d'une petite proportion de poissons sont déterminés directement et sont ensuite utilisés pour construire une relation taille-âge qui pourra être généralisée à toute la population.

La Fonction de Croissance de von Bertalanffy (FCVB) introduite par von Bertalanffy en 1938 prédit la longueur d'un poisson en fonction de son âge (voir annexe 3). La forme de la courbe reflète théoriquement des caractéristiques variées de croissance à différentes périodes de tous les cycles de vie des poissons. Les paramètres de la FCVB peuvent être déterminés à partir des lectures d'âge disponible à partir des données de campagne (corrigées pour prendre en compte le nombre de mois séparant le poisson de sa saison de naissance) au moyen de la méthode d'ajustement statistique des moindres carrés, ou être obtenus dans la littérature. Ces paramètres ont été appliqués pour déterminer la taille moyenne à un an, L_1. Ce seuil a été utilisé pour séparer les poissons de moins d'un an des individus plus âgés pour les espèces listées dans le tableau 4.

Classification des peuplements halieutiques

La classification des communautés halieutiques est basée sur les données de la campagne CGFS (1988-2004). Elle comprend 84 espèces au total dont deux espèces de céphalopodes et trois espèces de macro-invertébrés benthiques. Cette classification a été obtenue en utilisant la méthode TWINSPAN de Hill *et al.* (1975), alliant ordination et classification dichotomique (Vaz *et al*., 2007). Il s'agit d'un algorithme hiérarchique divisif basé sur une Analyse Factorielle Détendancée (AFD) de la matrice primaire (site x espèce), résumant les tendances principales de la donnée. Les sites sont divisés en deux groupes en fonction de leur signe sur le premier axe de l'ordination. La classification obtenue comprend quatre sous-communautés (classes 1 à 4). Chacune est caractérisée par une ou des espèces indicatrices (c'est-à-dire ayant un poids statistique important dans la distinction de cette communauté) et par des espèces préférentielles (c'est-à-dire ayant une forte affinité pour cette classe), aussi bien en fréquence d'occurrence qu'en abondance.

Length at one year old

For BTS and CGFS data, the distinction between individuals of less than one year and those older was done on the basis of length at year 1. Although for many species these individuals are not considered as adult at one year old (since they have yet to reach their full sexual maturity), they are nonetheless generally able to reach and feed on the same habitat as older fish. Fish of less than one year, however, may be more limited in their swimming and competitive abilities and may be confined to different areas.

Age can be determined by counting growth rings in calcified structures of fish (scales, otoliths, spines or teeth). Otolith reading is considered the most reliable method for age determination for most species but obtaining and preparing otolith is labour intensive. As a result, only a small proportion of fish are aged directly and these data are used to build a length-age relationship that can then be generalised to the entire population.

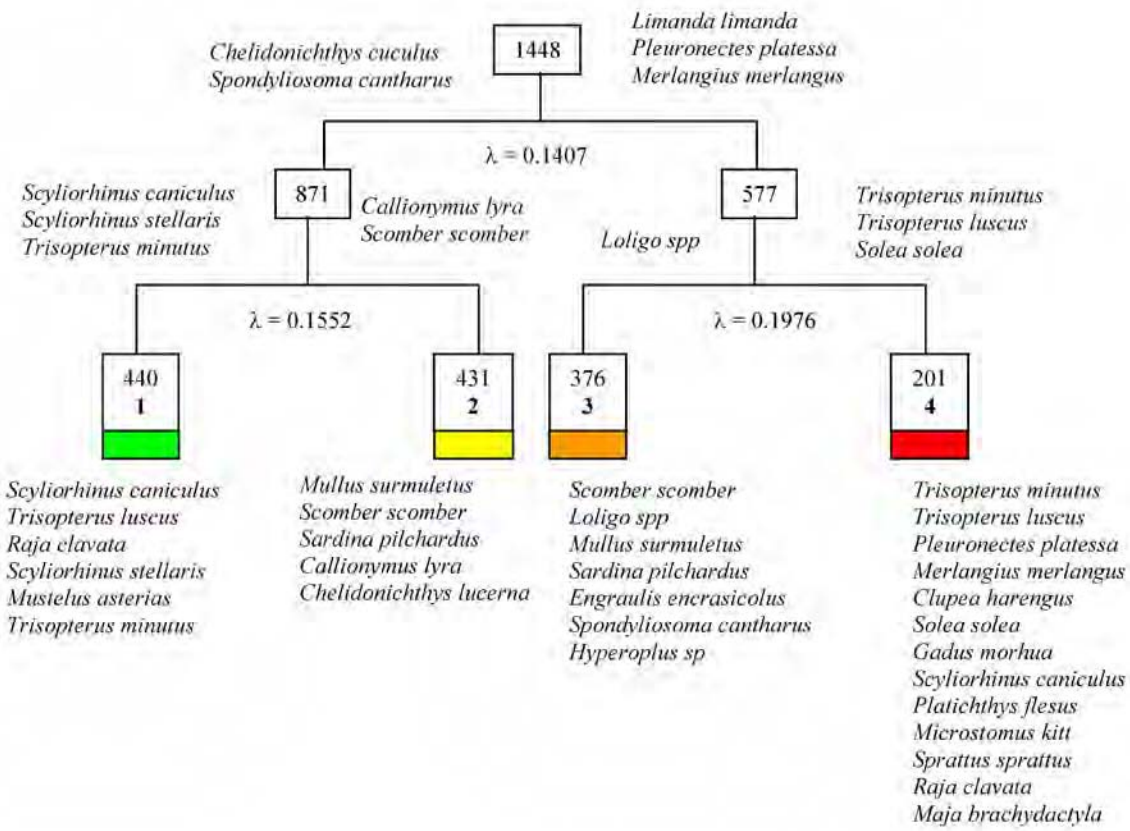
The von Bertalanffy Growth Function (VBGF) introduced by von Bertalanffy in 1938 predicts the length of a fish as a function of its age (see annex 3). The shape of the curve theoretically reflects various growth characteristics during different periods in the overall life cycle of fish. The VBGF parameters may be determined from age readings available from survey data (corrected to account for the number of months separating the fish from its season of birth) by means of a statistical maximum likelihood fitting method; or may be found elsewhere in the literature. These parameters were applied to determine the average length at one year old, L_1. This threshold length was then used to separate individuals of less than one year from older ones for the species listed in table 4.

Classification of marine fish communities

The classification of the communities was based on data from the CGFS survey (1988-2004). It comprises a total of 84 species, including two cephalopods and three macro-invertebrate benthic species. This classification was obtained using the TWINSPAN method described in Hill *et al.* (1975), a method allying ordination and dichotomous classification (Vaz *et al.*, 2007). It is a hierarchical divisive algorithm based on a Detrended Correspondence Analysis (DCA) of the original (site x species) data matrix, which attempts to summarise the major trends in the data. Sites are divided in two groups based on their signs along the first ordination analysis axis. This classification consists of four sub-communities (classes 1 to 4). Each class is characterised by indicator species, i.e. which have a statistical weight in the discrimination of a given sub-community and by and preferential species, i.e. having a strong affinity for a given sub-community, both in occurrence frequency and abundance.

Figure 35. Le dendrogramme TWINSPAN (voir texte pour explications ; équivalence noms communs : voir tableau 2). / *TWINSPAN dendrogram (see text for details; common name equivalence: see table 2).*

Notes: *Mustelus asterias* = émissole tâchetée ; ailleurs dans cet atlas, *Callionymus lyra* et *Hyperoplus sp.* : sous les regroupements Callionymidae et Ammodytidae, respectivement.
Notes: *Mustelus asterias* = starry smooth-hound; elsewhere in this atlas, *Callionymus lyra* and *Hyperoplus sp.*: under the groupings Callionymidae and Ammodytidae, respectively.



Classification TWINSPAN de la communauté halieutique : le dendrogramme (figure 35) représente les deux premiers niveaux de division. Les valeurs propres du premier axe de l'ordination sont représentées pour chaque division avec les espèces indicatrices correspondantes. Le nombre d'observations dans chaque sous-communauté est indiqué dans les boites. Les espèces préférentielles des quatre sous-communautés sont listées au bas du dendrogramme.

La distribution spatiale des sous-communautés ainsi définies a ensuite été obtenue par krigeage indicatif de chaque type de communautés. Cette technique d'interpolation adaptée aux variables nominales (Webster & Oliver, 1990) permet d'obtenir pour chaque classe une carte correspondant à la probabilité d'occurrence de cette communauté en un point donné. Les cartes de distribution des quatre communautés ont ensuite été combinées en choisissant pour un point donné la communauté dont la probabilité d'occurrence était la plus forte. Les sous-communautés se révèlent être très structurées dans l'espace et ont été nommées en fonction de leurs répartitions géographiques respectives dans la zone étudiée.

TWINSPAN classification of fish communities: the dendrogram (figure 35) shows the first two levels of division. DCA first axis eigenvalues (numbers that represent how much something has been scaled up by) are shown for each division and for each group, along with corresponding indicator species. The number of samples in each sub-group is indicated in the boxes. The preferential species of the four sub-communities are listed at the bottom of the dendrogram.

The spatial distribution of the sub-communities hence defined was then obtained using indicator kriging of each community type. This interpolation technique is adapted to nominal variables (Webster & Oliver, 1990) and allows the production of a map giving the occurrence probability of the community type at any given location. The distribution map for the four types were then combined, choosing at each location the community type displaying the highest occurrence probability. The sub-communities were found to be strongly spatially structured and were named after their spatial distribution in the study area.

Cartes de distribution

La majorité des cartes interpolées ont été produites par krigeage géostatistique à partir des données de campagnes en mer. Une méthodologie détaillée est disponible en annexe 2, et le tableau 5 récapitule les types de cartes de distribution présentés dans l'atlas. Pour certaines espèces, les données ne permettaient pas de produire des cartes d'abondance, ce pourquoi des cartes de probabilité de présence (rassemblant toutes les données disponibles) ont été produites à la place. Pour de nombreuses espèces, les abondances pouvaient être cartographiées année par année (de campagne, produisant ainsi des séries temporelles), tandis que pour d'autres, les données disponibles ont été rassemblées pour produire des cartes d'abondance pluriannuelles. Les séries temporelles sont accompagnées de courbes illustrant l'évolution de la densité (nbr. ind. / km^2) moyenne sur toute la zone prospectée (avec en gris les intervalles de confiance à 95%). Le calcul est basé sur les estimations interannuelles krigées, limitées à la zone la plus grande qui a été continuellement couverte au cours de la période disponible. De même, les cartes d'abondance moyenne (et leurs cartes d'écart-type associé) ont été produites à partir des estimations interannuelles krigées. Finalement, les cartes interpolées sont accompagnées de cartes d'erreur de krigeage (voir annexe 2 pour détails), qui illustrent la qualité du krigeage.

Cartes d'habitat modélisé

Les cartes d'habitat probable/préférentiel ont été produites par modélisation linéaire généralisée (GLM) tandis que les cartes d'habitat potentiel ont été produites avec la modélisation par Régression Quantile (RQ). En simplifiant, les modèles d'habitat de type GLM prédisent la réponse moyenne de l'espèce aux facteurs environnementaux tandis que les modèles de type RQ prédisent la réponse maximale. Lorsque des données d'abondance sont modélisées par GLM, c'est l'habitat préférentiel qui est prédit, alors que c'est l'habitat probable qui est prédit lorsque ce sont des données binaires de présence-absence. Une méthodologie détaillée est disponible en annexe 2 et le tableau 6 récapitule les types de cartes d'habitat présentés dans l'atlas. De façon plus générale, les modèles d'habitat ont utilisé toutes les données disponibles pour une espèce donnée, ainsi que des prédicteurs environnementaux qui étaient la température (TMP), la salinité (SAL), la tension de cisaillement sur le fond (STR), la profondeur (DEP), la concentration en chlorophylle *a* (CHL, pour les œufs), la fluorescence (FLU, pour les larves), et le type de sédiments de fond (SED). Cinq types de sédiment de fond ont été utilisés : sable fin (FS), sable grossier (CS), gravier (G), cailloutis (P), vase (M). Toutes les cartes d'habitat sont accompagnées d'une carte d'erreur du modèle (voir annexe 2 pour détails) qui illustre la performance de prédiction du modèle.

Pour tous les stades de développement, sauf le stade larvaire, des tableaux récapitulent les paramètres des modèles (figure 36). Dans l'exemple donné, le modèle final (c'est-à-dire l'équation) a DEP et SED en effets de premier ordre, STR et SAL

Distribution maps

Kriging interpolation, based on geostatistics, was used to produce the majority of species distribution maps, from sea survey data. Details of the interpolation method can be found in annex 2, and table 5 summarises the types of distribution maps presented in the atlas. For a number of species, data were such that abundance maps could not be produced and thus presence probability maps (pooling all available data) are presented instead. For many species, data were such that the abundance could be mapped separately for each survey year (thereby producing time-series of maps showing interannual variations). For others, the available data were pooled to produce multi-annual abundance maps averaged over the time span examined. For temporal series, the XY plot directly underneath the series shows the evolution of mean density (nbr. ind. / km^2) across the area surveyed (with 95% confidence intervals in grey). This density is calculated from kriged estimates limited to the largest area that was continuously surveyed during the study period. Similarly, the mean distribution maps (and associated standard-deviation maps) were produced using interannually kriged estimates. Finally, interpolated maps are associated with a map of kriging error (see annex 2 for details), illustrating the quality of kriging estimation.

Modelled habitat maps

Probable/preferential habitat maps were the result of Generalised Linear Modelling (GLM) whilst potential habitat maps were produced by Regression Quantile (RQ) modelling. In short, models based on GLMs predict the mean response of the species to environmental factors whilst models based on RQ predict the maximal response. When GLM uses abundance data, the preferential habitat is predicted, whilst the probable habitat is predicted when GLM uses binary presence-absence data. Details of the methods followed can be found in annex 2, and table 6 summarises the types of habitat maps available in the atlas. As a general rule, habitat models used all available data for a given species, as well as a set of environmental predictors. These were temperature (TMP), salinity (SAL), bed shear stress (STR), depth (DEP), chlorophyll *a* concentration (CHL, only for egg stages), fluorescence (FLU, only for larval stages) and seabed sediment type (SED). There were five seabed sediment types: fine sand (FS), coarse sand (CS), gravel (G), pebbles (P) and mud (M). All habitat map are associated with a map of model error (see annex 2 for details), illustrating the prediction performance of the model.

For all developmental stages except the larval stage, tables summarising the models' parameters are provided (figure 36). In the example given, the final model (i.e. the equation) has DEP and SED as first order effect, STR and SAL as second order effect, whilst TMP is not a significant parameter (and hence is absent from the final model). The coefficients for DEP and STR are negative, whilst the one for SAL is positive (note: if there is no sign in front of the figure "2", it is implied that the first order effect had a null coef-

Tableau 5. Types de cartes de distribution (et autres) basées sur les données de campagnes en mer. / *Distribution (and other) maps based on data collected during the sea surveys.*

Stade du cycle de vie *Stage of the life cycle*	Paramètre *Parameter*	Période étudiée *Temporal framework*	Traitement des données *Data treatment*	Unité *Unit*	Campagne *Survey*
Œufs */ Eggs*	Abondance */ Abundance*	Une campagne */ One survey*	Interpolation par krigeage (géostatistiques) / *Kriging interpolation (geostatistics)*	Log (x+1), x = nbr. ind. /20 m^3	IBTS
Larves */ Larvae*	Abondance */ Abundance*	Par campagne */ Per survey*	Camembert par stade de développement larvaire / *Pie per larval development stage*	nbr. ind. /100 m^3	REISE 1 & 2, BCD
Œufs, nourriceries côtières, tous âges confondus et/ou < 1 an ou > 1 an / *Eggs, coastal nurseries, fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Abondance pluriannuelle / *Multi-annual abundance*	Toutes années disponibles confondues / *All avalaible years pooled*	Interpolation par krigeage (géostatistiques) / *Kriging interpolation (geostatistics)*	Log (x+1), x = nbr. ind. /km^2	IBTS, YFS, CGFS, BTS
Tous âges confondus et/ou < 1 an ou > 1 an / *Fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Probabilité de présence / *Presence probability*	Toutes années disponibles confondues / *All avalaible years pooled*	Interpolation par krigeage (géostatistiques) / *Kriging interpolation (geostatistics)*	% (0 = absence/*absence*, 1 = présence/*presence*)	CGFS, BTS
Tous âges confondus et/ou < ou > 1 an / *Fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Abondance interannuelle / *Interannual abundance*	Série temporelle / *Temporal series*	Interpolation par krigeage (géostatistiques) / *Kriging interpolation (geostatistics)*	Log (x+1), x = nbr. ind. /km^2	CGFS, BTS
Œufs, nourriceries côtières, tous âges confondus et/ou < 1 an ou > 1 an / *Eggs, coastal nurseries, fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Erreur de krigeage / *Kriging error*	Associé à chaque carte d'abondance / *Associated with each abundance map*	Voir annexe 2 / *See annex 2*	Sans objet / *Not applicable*	IBTS, YFS, CGFS, BTS
Tous âges confondus et/ou < ou > 1 an / *Fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Abondance moyenne & écart-type / *Mean abundance & standard-deviation*	Associé à une série temporelle / *Linked to a temporal series*	Moyenne des cartes interannuelles & écart-type associé / *Mean of the interannual maps & associated standard deviation*	Log (x+1), x = nbr. ind. /km^2	CGFS, BTS
Tous âges / *All ages*	Capture d'individus / *Catch of (an) individual(s)*	Toutes années disponibles confondues / *All avalaible years pooled*	Camemberts / *Pie charts*	1 ou plusieurs individus / *1 or several individuals*	BTS

Note : pour les abondances transformées en logarithme, une valeur de 2 dans la légende indique une abondance dix fois plus élevée qu'une valeur de 1, et ainsi de suite.
Note: for log-transformed abundance, a value of 2 in the legend means that the abundance is 10 times that of a value of 1.

en effets de second ordre, tandis que TMP n'est pas un paramètre significatif (et donc, il est absent du modèle final). Les coefficients pour DEP et STR sont négatifs, tandis que celui de SAL est positif (note : s'il n'y a pas de signe devant le chiffre "2", cela signifie que l'effet de premier ordre avait un coefficient nul). Il y a des interactions significatives entre SAL et DEP, SED et DEP, et entre SED et STR ("var" indique que le coefficient peut être positif et négatif, vu que chaque type de sédiment apparaît comme paramètre séparé dans l'équation du modèle). Finalement, les types de sédiment de fond sont listés dans l'ordre de leur coefficient (du plus important

ficient). There are significant interactions between SAL and DEP, between SED and DEP, and between SED and between SED and STR ("var" indicates that the coefficient can be positive and negative, given that each sediment type appears as a separate parameter in the model equation). Finally, the seabed sediment types are listed in the order of their coefficient (from most to least important). For RQ models, one summary table is presented, whilst for GLM models, two such tables are presented: one for the presence-absence model (noted "0/1 GLM") and one for the positive-only model (noted "+ GLM") as GLM has a two-step approach (see annex 2 for de-

Tableau 6. Types de modèles d'habitat spatialisés. / *Spatial habitat models.*

Stade du cycle de vie *Stage of the life cycle*	Paramètre *Parameter*	Période étudiée *Temporal framework*	Traitement des données *Data treatment*	Unité *Unit*	Campagnes *Surveys*
Œufs, larves , tous âges confondus et/ou < ou > 1 an / *Eggs, larvae, fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Habitat probable / *Probable habitat*	Toutes années disponibles confondues / *All avalaible years pooled*	GLM sur données binaires / *GLM on binary data*	% (0 = absence/*absence*, 1 = présence/*presence*)	IBTS, REISE-BCD combined, BTS, CGFS
Œufs, larves, nourriceries côtières, tous âges confondus et/ou < 1 an ou > 1 an / *Eggs, larvae, coastal nurseries, fish of all ages and/or < 1 yr old or > 1 yr old*	Habitat préférentiel / *Preferential habitat*	Toutes années disponibles confondues / *All availaible years pooled*	GLM sur données d'abondance / *GLM on abundance data*	Qualitative / *Qualitative*	IBTS, REISE-BCD combined, YFS, BTS, CGFS
Idem / *Same as above*	Habitat potentiel (ou maximal) / *Potential habitat (or maximal habitat)*	Toutes années disponibles confondues / *All avalaible years pooled*	RQ sur données d'abondance / *RQ on abundance data*	Qualitative / *Qualitative*	IBTS, REISE-BCD combined, YFS, BTS, CGFS
Idem / *Same as above*	Erreur du modèle / *Model error*	Associé à chaque modèle d'habitat / *Associated with each habitat model*	Voir annexe 2 / *See* annex 2	Sans objet / *Not applicable*	IBTS, REISE-BCD combined, YFS, BTS, CGFS

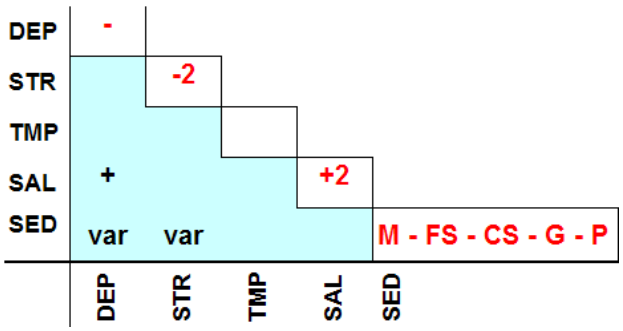


Figure 36. Tableau récapitulatif des paramètres d'un modèle d'habitat (ici le modèle RQ des callionymes juvéniles/adultes en octobre). DEP : profondeur, STR : tension de cisaillement sur le fond, TMP : température, SAL : salinité, SED : type de sédiment de fond (FS : sable fin, CS : sable grossier, G : gravier, P : cailloutis, M : vase). Pour lecture du tableau, voir texte / *Table summarising a habitat model's parameters (here the RQ model for juvenile/adult dragonets in October). DEP: depth, STR: bed shear stress, TMP: temperature, SAL: salinity, SED: Seabed sediment type (fine sand (FS), coarse sand (CS), gravel (G), pebbles (P) and mud (M)). For interpreting the table, see text.*

au plus faible). Pour les modèles de type RQ, un tableau récapitulatif est présenté, tandis que pour les modèles de type GLM, deux tableaux sont présentés : un pour le modèle de présence-absence (noté "0/1 GLM") et un pour le modèle dit d'abondance positive (noté "+ GLM"), car la modélisation GLM est en deux étapes (voir annexe 2 pour détails). A noter que les interactions n'ont pas été testées pour le stade œuf (et donc les tableaux récapitulatifs sont plus simples). Si le tableau récapitulatif est vide, c'est qu'aucun des paramètres testés n'a été retenu : le modèle est donc "constant".

tails). Note that the interactions were not tested for the egg stage (hence the summary tables are simpler). If the summary table is empty, this means that none of the tested parameters has been retained: the model is hence "constant".

Résultats

Classification des peuplements halieutiques

Les communautés halieutiques sont présentées en figure 37.

Classe 1 est un peuplement du large représenté principalement par des sélaciens (roussette, raie et émissole) et des tacauds, et présente une diversité plus faible qu'en zone côtière. Cette classe est caractérisée par des fonds durs, des conditions hydrologiques océaniques (température et salinité fortes en octobre), de forts courants de marées et des profondeurs importantes pour la zone.

Classe 2 est un peuplement intermédiaire entre la côte et le large représenté par des espèces de poissons pélagiques (sardine, maquereau) et démersaux (callionymes, grondins, rouget barbet). De diversité comparable à la communauté plus au large, cette classe est néanmoins caractérisée par des fonds de sables grossiers et de conditions hydrologiques et bathymétriques intermédiaires entre le large et la côte.

Classe 3 est un peuplement côtier homogène représenté par les encornets, des espèces de poissons pélagiques (sardine, maquereau et anchois) et démersaux (griset, lançons et rouget barbet) et de diversité biologique plus importante que les deux premières classes. Cette classe est caractérisée par des fond sableux fins, des conditions hydrologiques et bathymétriques côtières (température et salinité faibles en octobre, profondeurs et forces de courants de marées faibles).

Results

Classification of marine fish communities

Fish communities are presented figure 37.

Class 1 is an offshore community mainly represented by elasmobranch species (sharks, skates and rays) and poor cod, and displaying a relatively lower diversity than in coastal areas. This class is characteristic of hard sediment types, oceanic hydrological conditions (high salinity and warm temperature in October), strong tidal currents and relatively great depths.

Class 2 is an intermediate community between coastal and offshore, represented by both pelagic (sardine, mackerel) and demersal (dragonets, gurnards, red mullet) species. Displaying a comparable diversity to the offshore community, this class is characteristic of coarse sand sediment types with hydrological and bathymetric conditions intermediary between offshore and the coast.

Class 3 is a coastal homogeneous community represented by squids, pelagic (sardine, mackerel and anchovy) and demersal (black seabream, sandeels, red mullet) fish species, with higher diversity levels than the two first classes. This class is characteristic of fine sand sediment type, coastal hydrological and bathymetric conditions (low salinity and temperature in October, shallow waters and weak current).

Class 4 is a coastal heterogeneous community represented by pouting, poor cod and sole and is preferential of many flatfish species. It displays the

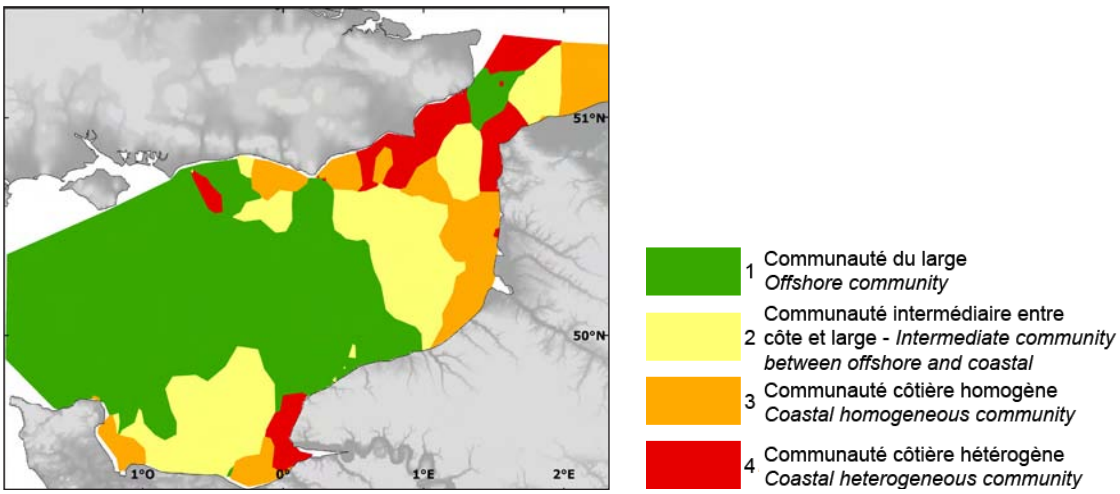


Figure 37. Classification des peuplements halieutiques / *Classification of marine fish communities.*

Classe 4 est un peuplement côtier hétérogène représenté par les tacauds et la sole et préférentiel de beaucoup d'espèces de poissons plats. Il est caractérisé par une plus grande diversité d'espèces, sur des fonds plus hétérogènes allant des vases aux sables grossiers et des conditions hydrologiques et bathymétriques côtières.

Résultats par espèce

Au total, 33 espèces ou groupes d'espèces sont présentées : noms communs, classification phylogénétique, informations générales, cartes de distribution et d'habitat pour un ou plusieurs stades de développement (pages référencées en tableau 2).

highest diversity levels and is characterised by heterogeneous sediment types (from mud to coarse sands) and by coastal hydrological and bathymetric conditions.

Results for each species

A total of 33 species or groups of species are presented: common names, phylogenetic classification, general information, spatial distribution and habitat maps for one or several developmental stages (pages are referenced in table 2).

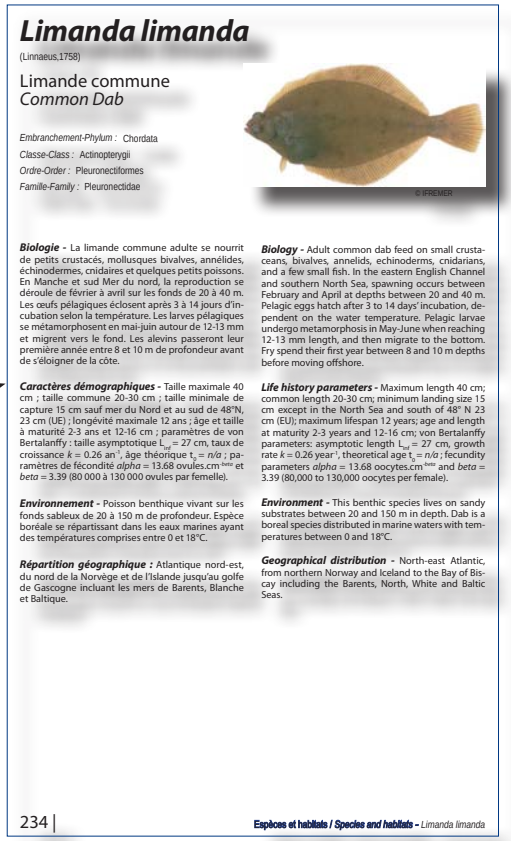
Cartographie
Poissons et céphalopodes

Cartography
Fish and cephalopods

Structure des pages
Page structure

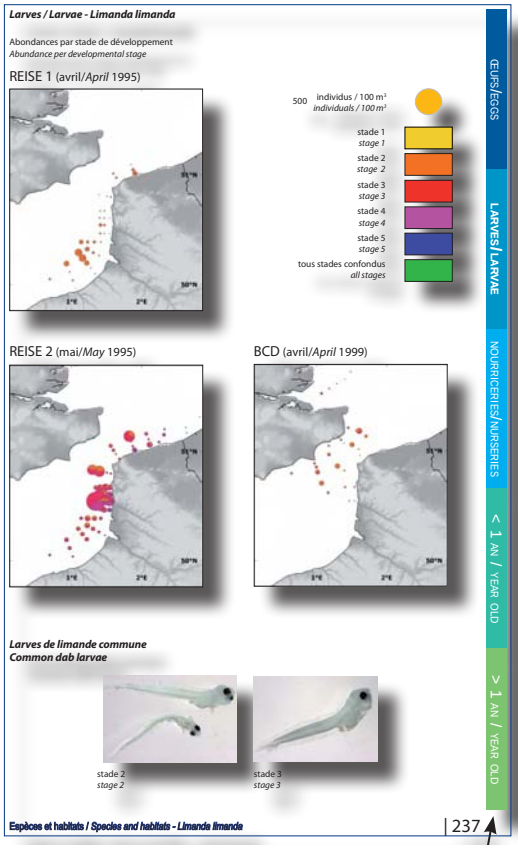
Noms communs, classification phylogénétique

Common names, phylogenetic classification



Informations générales (voir annexe 3 pour le § "Caractères démographiques")

General information (see annex 3 the § "Life history parameters")

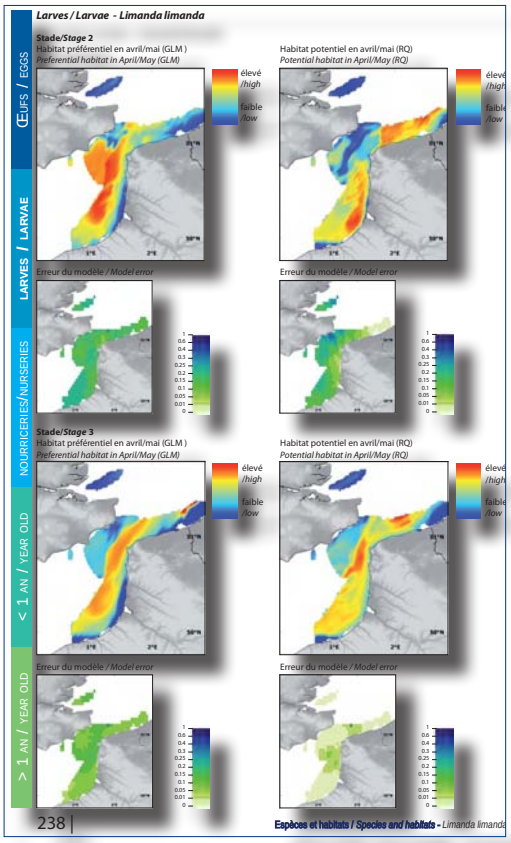


Abondance des larves

Larval abundance

Modèles d'habitats et leurs erreurs de prédiction

Habitat models and their prediction errors

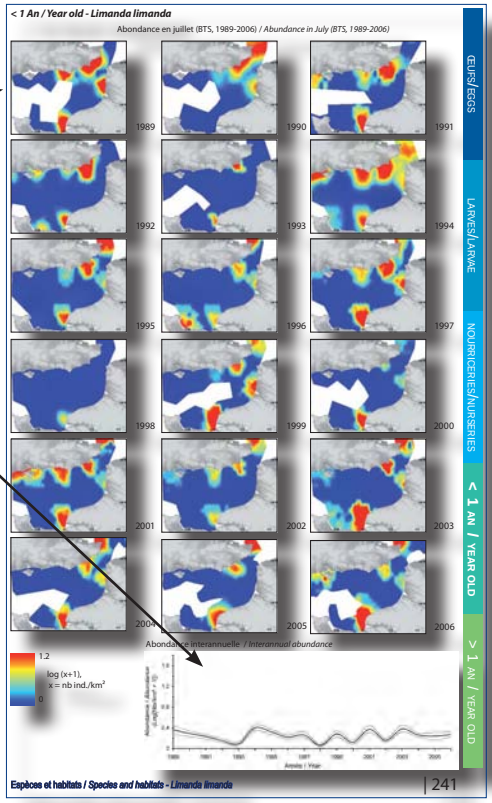


Les données disponibles pour chaque espèce sont indiquées par l'intercalaire : œufs, larves, nourriceries côtières, < 1 an, > 1 an, ou tous âges confondus

For each species, available data are listed on the side of the page: eggs, larvae, coastal nurseries, < 1 year old, > 1 year old, or fish of all ages

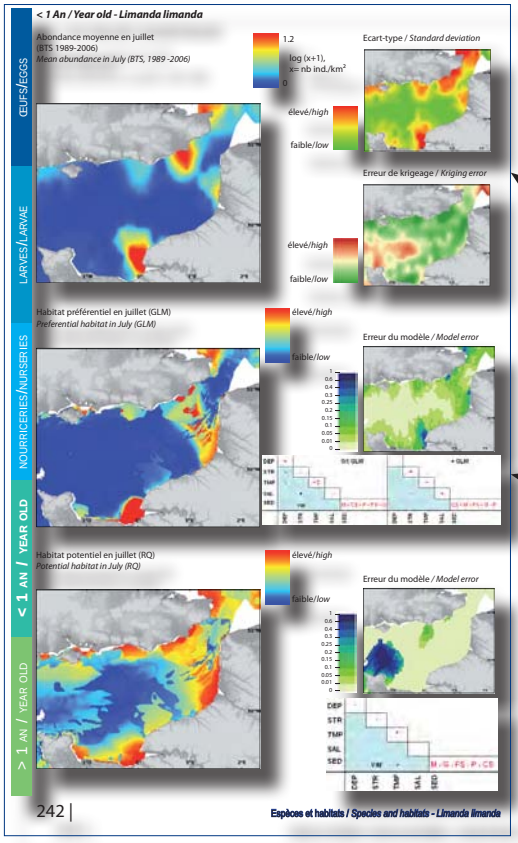
Série temporelle de distribution spatiale

Time-series of spatial distribution



Courbe illustrant l'évolution de la densité moyenne avec intervalles de confiance à 95%

Evolution of mean density, with 95% confidence intervals



Abondance moyenne, son écart-type et l'erreur de krigeage

Mean abundance, its standard deviation and kriging error

Modèles d'habitat, leurs erreurs de prédiction et tableaux récapitulatifs de leurs paramètres

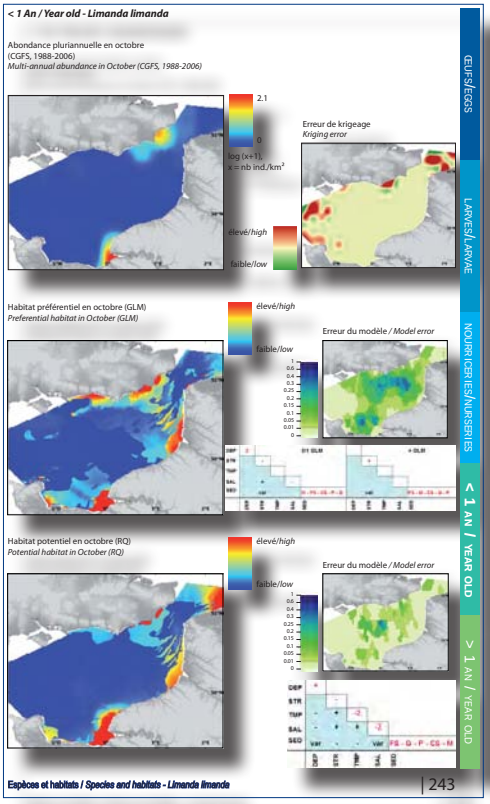
Habitat models, their prediction errors and summary tables of their parameters

Abondance pluriannuelle et son erreur de krigeage

Multi-annual abundance and its kriging errors

Modèles d'habitat, leurs erreurs de prédiction et tableaux récapitulatifs de leurs paramètres

Habitat models, their prediction errors and summary tables of their parameters



Ammodytidae

Lançons d'Europe
European sandeels

H. immaculatus © IFREMER

H. lanceolatus © IFREMER

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Ammodytidae

Biologie - Quatre espèces sont fréquentes en Manche : les lançons commun et jolivet (*Hyperoplus lanceolatus* (Le Sauvage, 1824) et *H. immaculatus* (Corbin, 1975), illustrés ci-dessus), de plus grande taille moyenne, dont les mâchoires protractiles sont soudées dans la partie supérieure et qui possèdent deux dents visibles sous le vomer ; et les lançons équille (*Ammodytes tobianus ;* Linnaeus, 1758) et nordique (*A. marinus ;* Raitt, 1934) qui ne présentent pas ces caractéristiques. Les adultes et les juvéniles se nourrissent de zooplancton, et alternent entre une chasse active dans la colonne d'eau le jour et une inactivité, posés sur le substrat la nuit. Cependant, *H. lanceolatus* et *H. immaculatus* se nourissent à l'âge adulte de petits poissons (Clupeidae, et petits lançons). En Manche, la reproduction se déroule de novembre à avril : toutes les espèces libèrent des œufs qui adhèrent sur les grains de sable. Les larves et post-larves sont pélagiques et peuvent dominer l'ichtyoplancton, notamment au printemps.

Caractères démographiques (*H. lanceolatus* et *H. immaculatus*) - Taille maximale 40 et 35 cm respectivement ; taille commune *n/a* ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale *n/a* ; âge et taille à maturité 2-3 ans et 11-15 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = *n/a*, taux de croissance *k* = *n/a*, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Caractères démographiques (*A. marinus et A. marinus*) - Taille maximale 20 et 25 cm respectivement; taille commune *n/a* ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 7 et 10 ans ; âge et taille à maturité 2-3 ans et 11-15 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 19.7 et 21.8 cm respectivement, taux de croissance *k* = 0.704 et 0.89 an^{-1} respectivment, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Espèces cantonnées aux zones peu profondes, de sable ou gravier fins du plateau continental, des habitats littoraux aux zones du large (ex. centre de la mer du Nord).

Répartition géographique - Atlantique nord-est, de 74° N à 49° N (îles anglo-normandes, partie ouest de la Manche), est du Groenland, l'Islande, la mer de Barents et la mer Baltique.

Biology - Four species of sandeels occur commonly in the English Channel: the greater sandeels (*Hyperoplus lanceolatus* (Le Sauvage, 1824) and *H. immaculatus* (Corbin, 1975), both pictured above), of greater average size, with protractile jaws knitted in their upper part and which exhibit two teeth under the vomer; and the lesser sandeels (*Ammodytes tobianus,* Linnaeus, 1758; *A. marinus,* Raitt, 1934) that do not possess such attributes. Adults and juveniles feed on zooplankton, and alternate between active feeding in the water mass by day, and inactivity within the substrate by night. However, the two greater sandeel species, as adults, switch to a diet dominated by small fish (Clupeidae and small fish). In the English Channel, the spawning season is between November and April and all species lay demersal, adhesive eggs which attach to sand-grains. Larvae and post-larvae are planktonic and may dominate in the ichthyoplankton, particularly in spring.

Life history parameters (*H. lanceolatus* and *H. immaculatus*) - Maximum length 40 and 35 cm respectively; common length *n/a*; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan *n/a*; age and length at maturity 2-3 years and 11-15 cm; von Bertalanffy parameters - asymptotic length L_{inf} = *n/a*, growth rate *k* = *n/a*, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

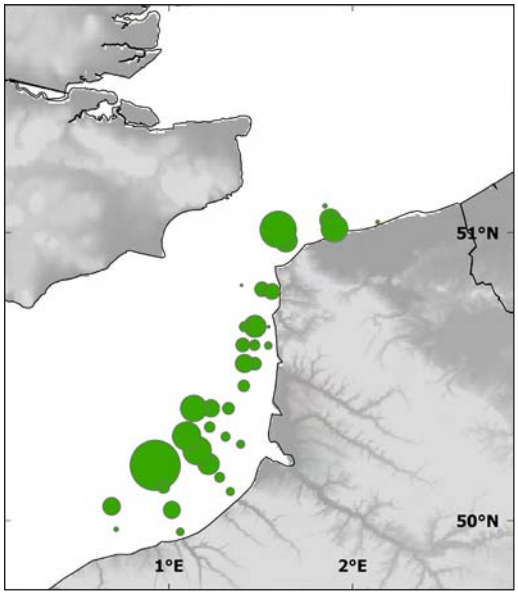
Life history parameters (*A. tobianus* and *A. marinus*) - Maximum length 20 and 25 cm respectively; common length *n/a*; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 7 and 10 years respectively; age and length at maturity 2-3 years and 11-15 cm; von Bertalanffy parameters - asymptotic length L_{inf} = 19.7 and 21.8 cm respectively, growth rate *k* = 0.704 and 0.89 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

Environment - Restricted to the shallower sand and fine gravel areas of the continental shelf from littoral to offshore (e.g. central North Sea) habitats.

Geographical distribution - North-east Atlantic from 74° N to 49° N (Channel Islands, western English Channel), eastern Greenland, Iceland, the Barents Sea and the Baltic.

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



140 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

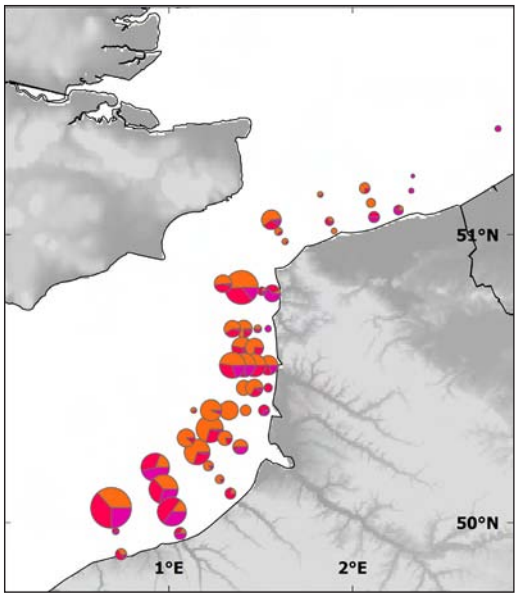
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

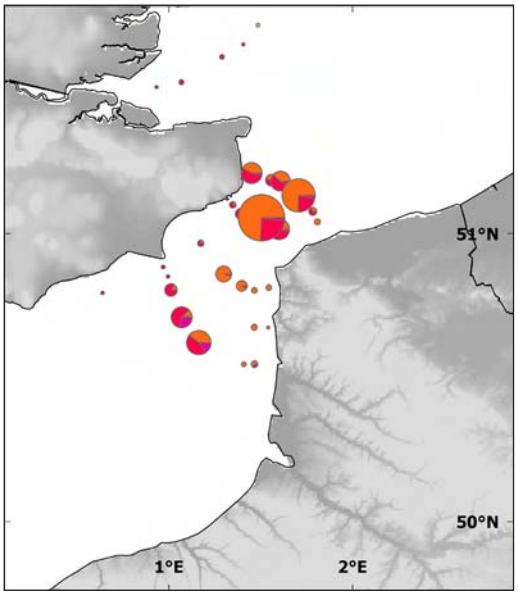
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

REISE 2 (mai/*May* 1995)



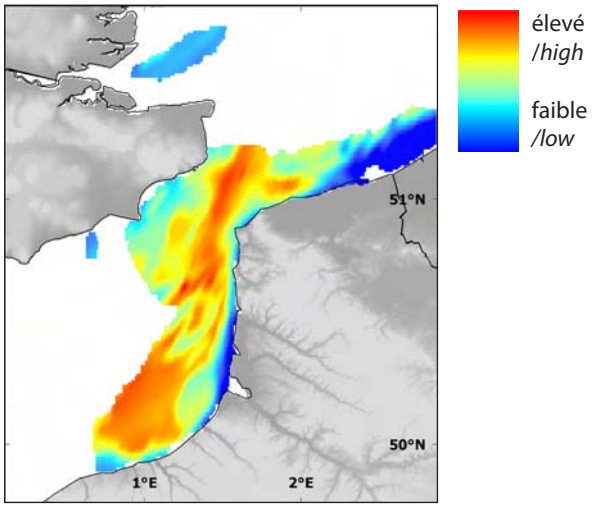
BCD (avril/*April* 1999)



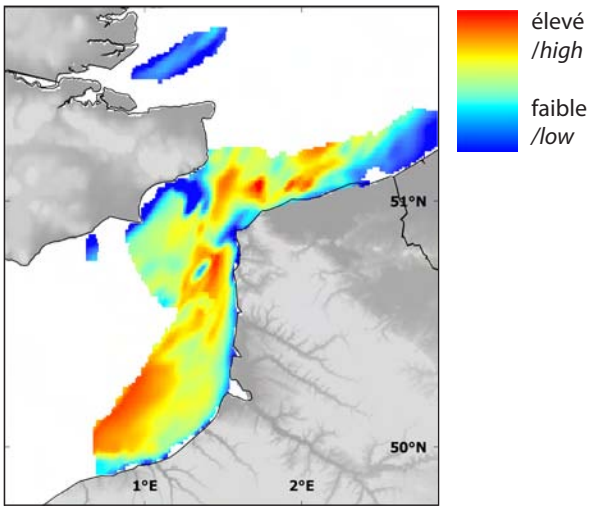
Larve de lançon
Sandeel larva

Larves (tous stades confondus) / Larvae (larvae of all all stages) - Ammodytidae

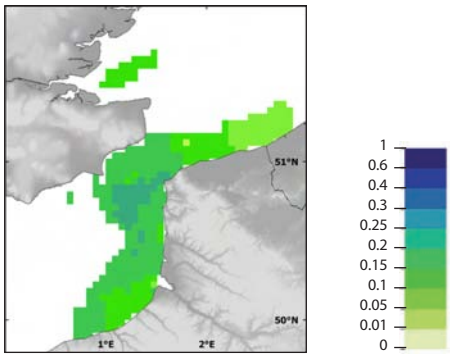
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



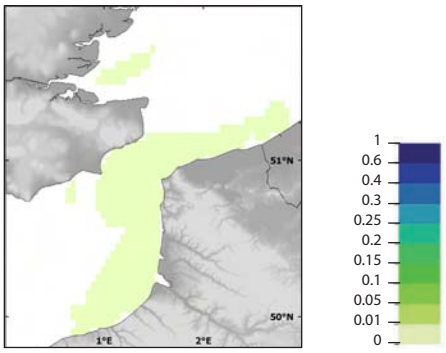
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Erreur du modèle / *Model error*



Cette famille regroupe quatre espèces principales en Manche qui n'ont pas pu être systématiquement identifiées au cours de toutes les campagnes. Ces quatre espèces ont donc été cartographiées et modélisées ensemble.

Larves

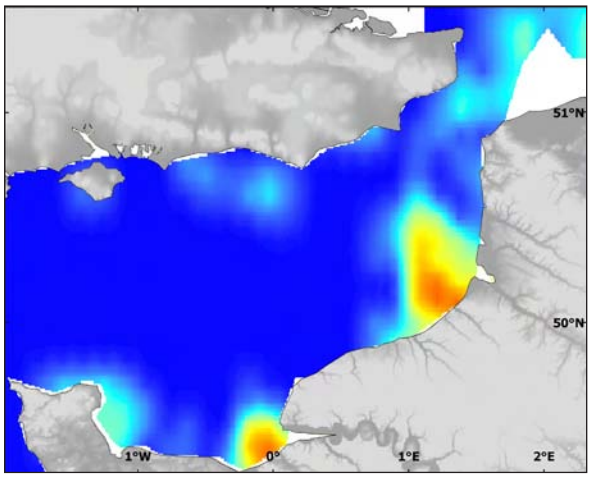
Les stades de développement larvaires des lançons n'ont pas été déterminés pour toutes les campagnes. En avril et mai, les larves de stade 2 et 3 sont dominantes. Leur distribution spatiale se limite aux eaux centrales de la Manche orientale et au détroit du Pas-de-Calais comme l'avaient décrit Grioche & Koubbi (1997) et Grioche *et al.* (1999). Les larves sont très abondantes dans le détroit du Pas-de-Calais et au sud des eaux centrales. Les frayères seraient associées à des substrats sableux ou grossiers, sachant que cette espèce est un reproducteur démersal. Cette espèce ne répond pas au schéma classique de migration vers les nourriceries côtières et ses larves restent totalement pélagiques au cours de tout leur développement.

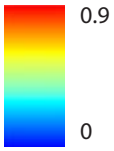
In the English Channel, there are four main species that could not be systematically identified during all the surveys. These four species were thus mapped and modelled together.

Larvae

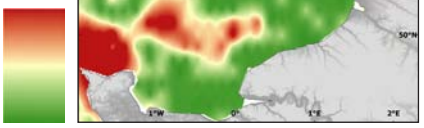
Though larval developmental stages of sandeels were not determined for all surveys, in April and May larvae of stages 2 and 3 were dominant. Their spatial distribution was mainly in the central waters of the eastern English Channel and Dover Strait as also recorded by Grioche & Koubbi (1997) and Grioche *et al.* (1999). Larvae were very abundant in the Dover Strait and in the south central Channel waters. Spawning grounds seem to be determined by substratum preference since this demersal spawner requires clean sand or gravel. These species do not follow the classical scheme of migration towards coastal nurseries and their larvae remain highly pelagic during all stages of development.

Probabilité de présence pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual presence probability in July (BTS, 1989-2006)

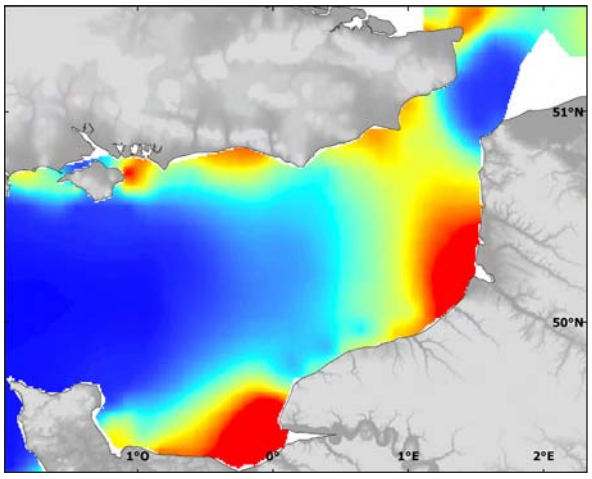


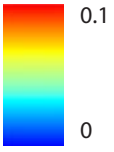


Erreur de krigeage / *Kriging error*

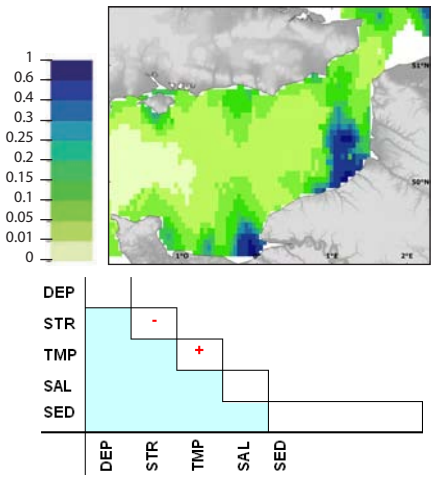


Habitat probable en juillet (GLM)
Probable habitat in July (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



Tous âges confondus

Les données décrivant la distribution de cette famille sont disponibles sur deux saisons. Malheureusement les engins de pêche utilisés ne capturent pas efficacement ces espèces et ne permettent pas une bonne représentation de leur abondance. Seules les données de présence/absence ont été utilisées et la probabilité de présence moyenne sur la période 1988/9–2006 a été cartographiée pour chacune d'elles. De même, seul un modèle d'habitat probable, prédisant la probabilité d'occurrence de ces espèces a été développé pour chacune d'elles.

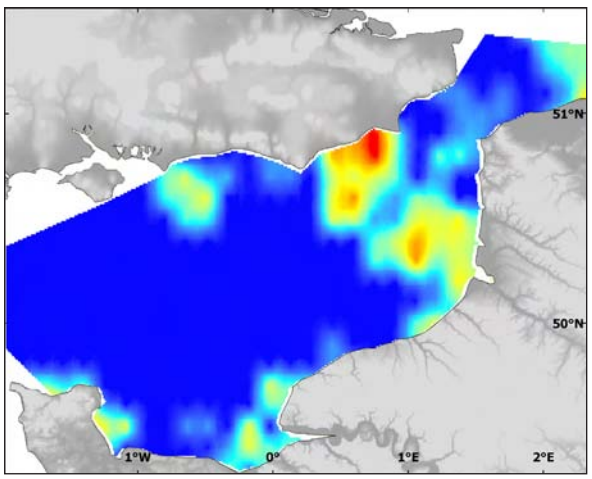
En juillet, les lançons sont plus fréquents le long des côtes françaises face aux estuaires de Seine, Somme, Canche et Authie. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat probable étend les zones d'occurrence aux baies des côtes britanniques qui pourraient constituer également des lieux favorables à la présence de ces espèces. Ce modèle révèle l'importance des zones côtières protégées des forts courants de marées (faible affinité pour les

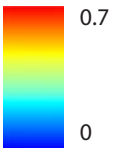
Fish of all ages

The data describing the distribution of this family are available for two seasons. Unfortunately the fishing gears used are not able to catch these species representatively and do not provide a good representation of their abundance. Only the presence/absence data were used and the average probability of presence over the period 1988/9-2006 was mapped for each season. Accordingly, only a model of probable habitat, predicting the probability of occurrence of these species, was developed for each season.

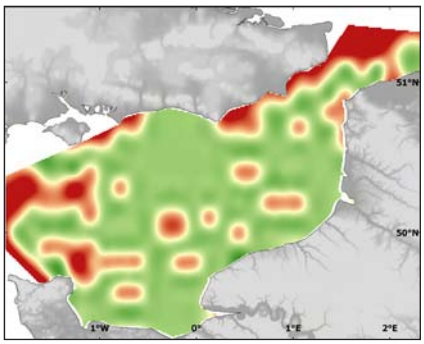
In July, sandeels were more frequent along the French coast off the Seine, Somme, Canche and Authie estuaries. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse. The model of probable habitat extends these zones to the British coast bays, which could also constitute areas favourable for the presence of these species. This model highlights the importance of the coastal zones protected from the strong tidal currents (low affinity for bed shear stress) and where seasonal waters are warmer (positive relationship to the temperature).

Probabilité de présence en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1988-2006)

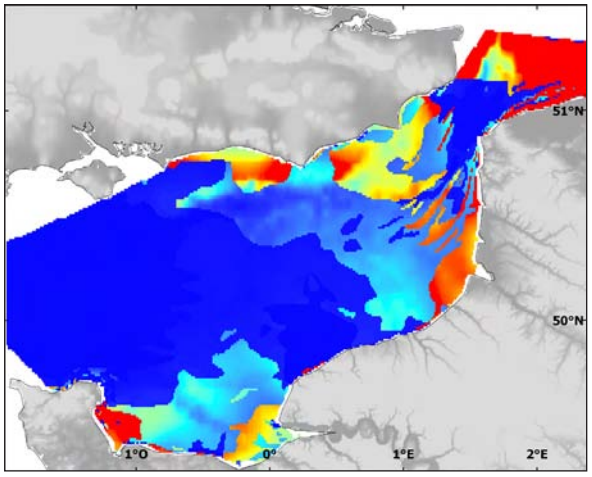


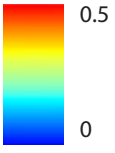


Erreur de krigeage
Kriging error

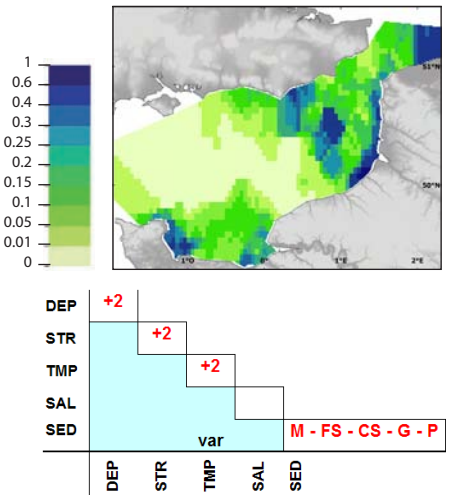


Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



fortes tensions de cisaillement) et dont les eaux sont plus chaudes en cette saison (relation positive avec la température).

En octobre, l'aire d'occupation des lançons semble s'étendre plus au large de la baie de Somme à la baie Rye. Ce schéma pourrait être dû à la différence d'efficacité entre les engins de pêche utilisés en juillet et octobre mais c'est peu probable. L'erreur de krigeage semble se répartir de façon plus aléatoire, soulignant les zones où les occurrences sont très variables. Le modèle d'habitat probable confirme cette plus grande étendue de l'aire d'occurrence et révèle l'importance de la profondeur, la tension de cisaillement et la température dans la distribution de cette espèce par des corrélations positives mais non linéaires. Ce modèle illustre également la plus grande affinité de ces espèces pour des sédiments fins (vases ou sables) fréquents dans les baies de la Manche. Pour les deux saisons, les erreurs des modèles probables sont plus fortes dans les zones de plus grande occurrence mais

In October, the surface area occupied by sandeels seemed to extend more broadly from the Bay of Somme to the Bay of Rye. This pattern could be due to the difference in efficiency between the fishing gears used in July and October but this is unlikely. The kriging error seemed distributed more randomly, underlining the zones where the occurrences were very variable. The model of probable habitat confirms that the species occurs over a broader surface area and highlights the importance of depth, bed shear stress and temperature in the distribution of this species by positive but non linear correlations. This model also illustrates the greater affinity of these species for fine sediments (muds or sands) frequent in the bays of the English Channel. In both July and October, the errors of the probable habitat model were higher in the zones of greater occurrence but very low in other areas meaning that there is almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent.

très faibles dans les autres zones, signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de ces espèces.

Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

(Linnaeus,1758)

Grondin rouge de l'Atlantique
Red gurnard

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Scorpaeniformes
Famille-Family : Triglidae

© IFREMER

Biologie - Le grondin rouge se nourrit essentiellement de petits crustacés lorsqu'il est juvénile et passe progressivement en grandissant à un régime mixte, composé de crustacés et de poissons typiquement benthiques (gobies, callionymes). En Manche, il se reproduit d'avril à août.

Caractères démographiques - Taille maximale 50 cm ; taille commune 10-25 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 21 ans ; âge et taille à maturité 3-4 ans et 25-30 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 39.7 cm, taux de croissance k = 0.49 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.44 ; paramètres de fécondité *alpha = n/a* et *beta = n/a* (200 000 à 300 000 ovules par femelle).

Environnement - Poisson benthique vivant essentiellement sur des fonds de sable et de graviers du plateau continental, situés entre 30 et 200 m de profondeur. On en trouve également sur la vase et les fonds durs. Il se déplace occasionnellement en groupe. Espèce préférant les eaux marines tempérées.

Répartition géographique - Atlantique est, du sud-est de la Norvège et du nord des îles britanniques jusqu'à la Mauritanie (dont Madère et les Açores) ; mer Méditerranée et sur les côtes de l'Afrique de l'ouest jusqu'à la latitude des îles Canaries.

Biology - Juvenile red gurnards feed almost exclusively on small crustaceans but, as it matures, progressively shift to a mixed diet composed of crustaceans and benthic fish (gobies, dragonets). In the English Channel spawning occurs between April and August.

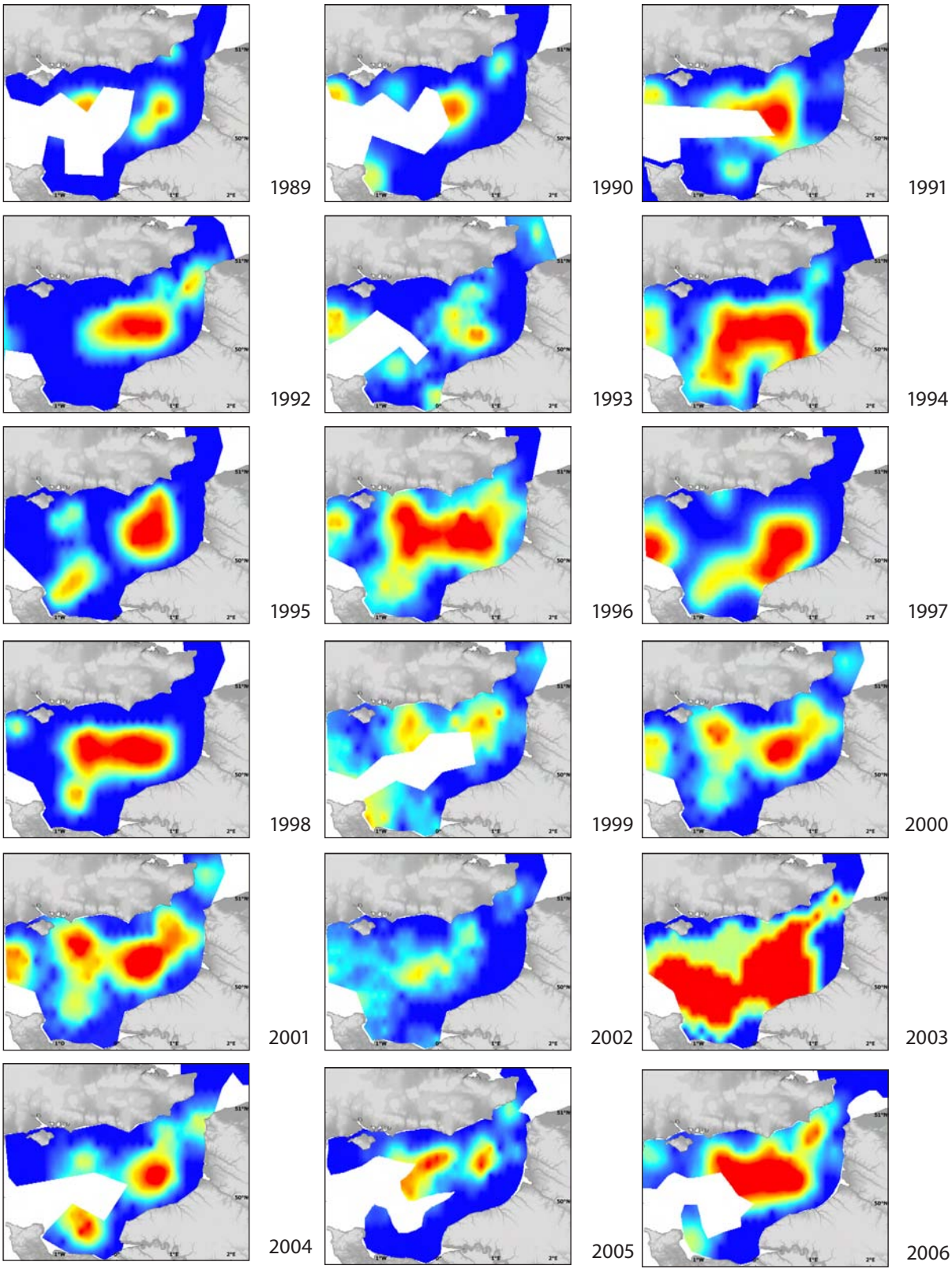
Life history parameters - Maximum length 50 cm; common length 15-40 cm; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan 21 years; age and length at maturity 3 years and 25-30 cm; von Bertalanffy parameters - asymptotic length L_{inf} = 39.7 cm, growth rate k = 0.49 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.44; fecundity parameters *alpha = n/a* and *beta = n/a* (200,000 to 300,000 oocytes per female).

Environment - This is a benthic species living mainly on sand and gravels on the continental shelf between 30 and 200 m in depth. Found also on muddy and rocky grounds. Occasionally red gurnards form schools. This species prefers marine temperate waters.

Geographical distribution - Eastern Atlantic, from south-eastern Norway and the north of the British Isles to Mauritania (including Madeira and the Azores); Mediterranean Sea and found off the coast of west Africa, down to the latitude of the Canary Islands.

< 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS,* 1989-2006)

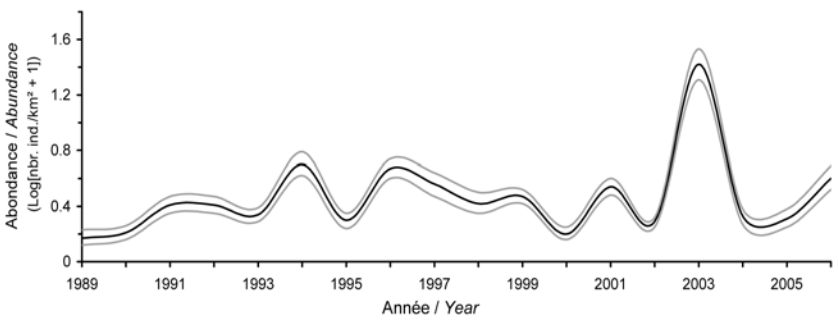


1.9

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

0

Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

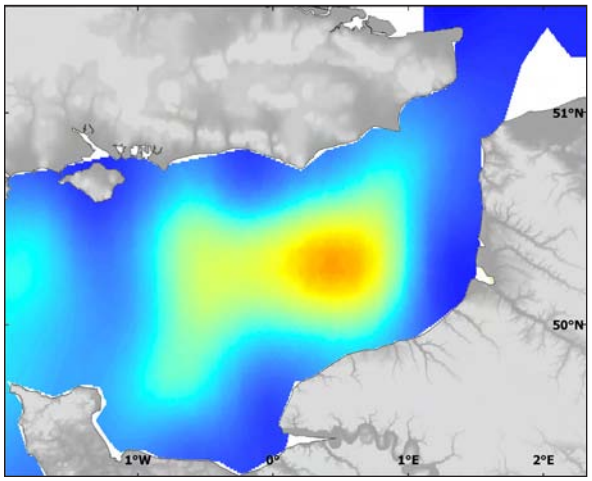


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

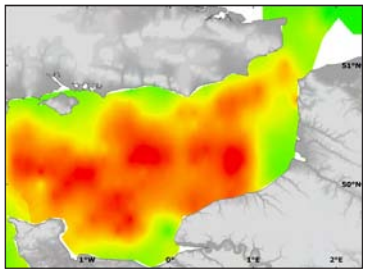
< 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

Abondance moyenne en juillet
(BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

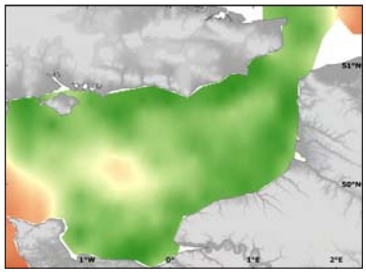


élevé/*high*
faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*

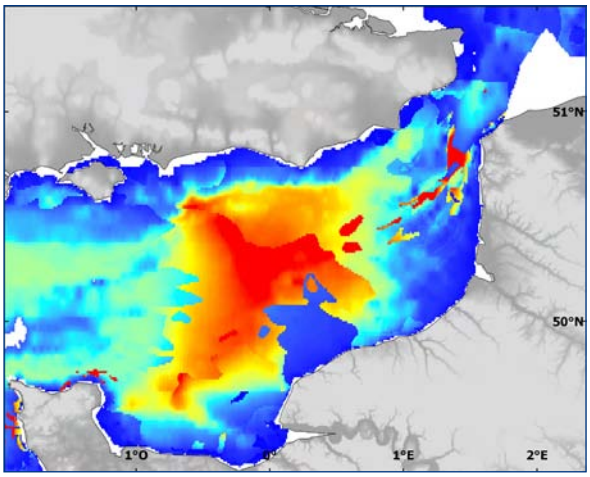


Erreur de krigeage / *Kriging error*



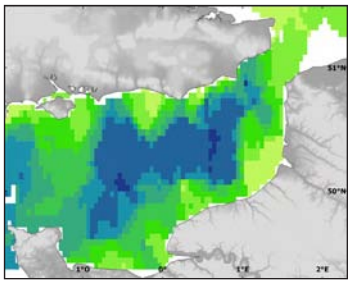
élevé/*high*
faible/*low*

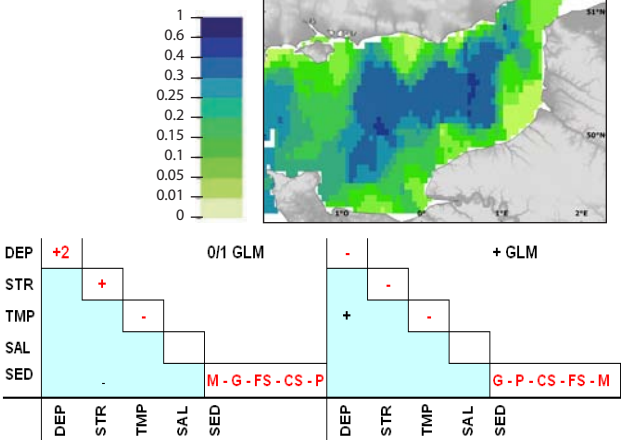
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



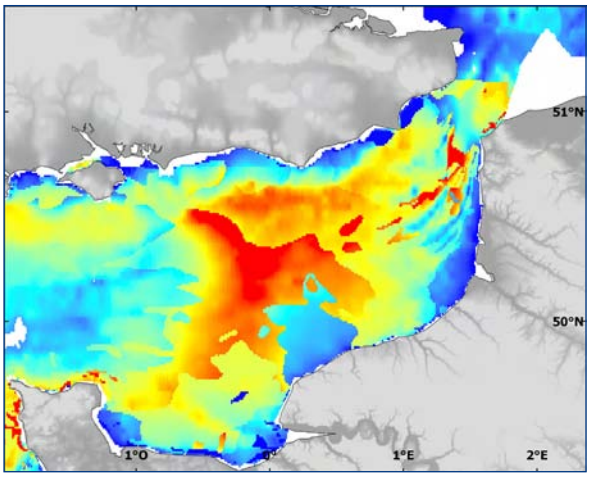
élevé/*high*
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



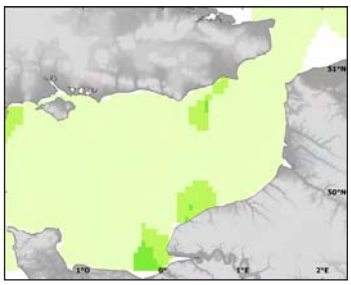


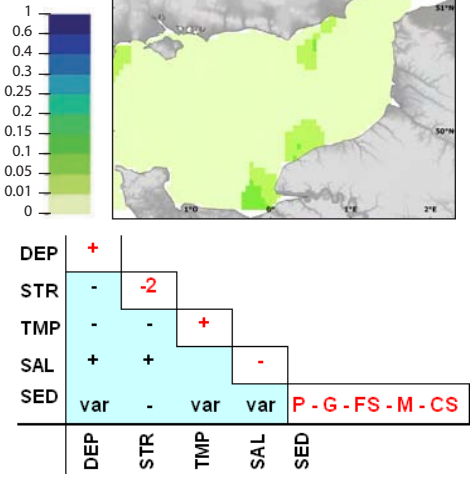
Habitat potentiel en juillet(RQ)
Potential habitat in July (RQ)



élevé/*high*
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



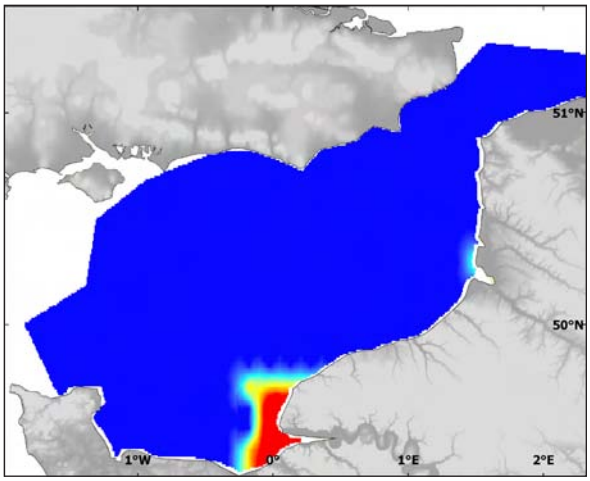


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

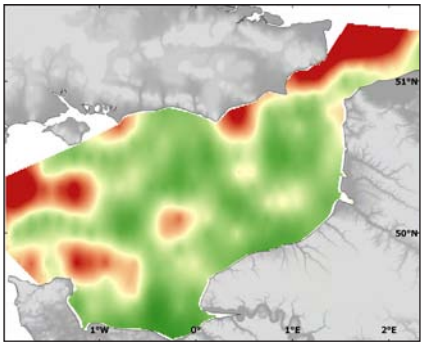
< 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

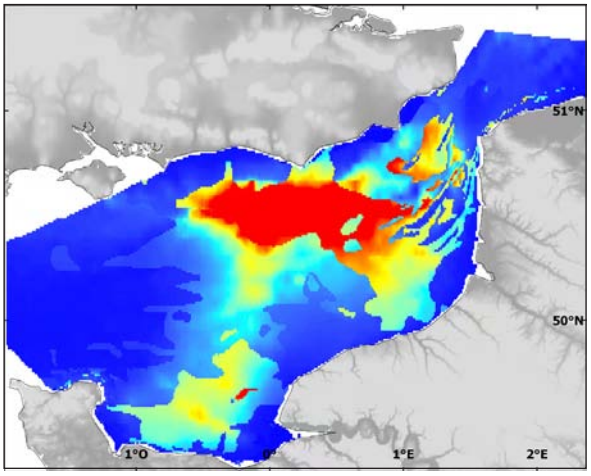


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

Erreur de krigeage
Kriging error



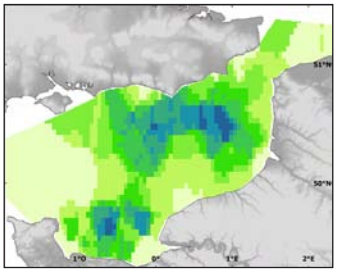
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

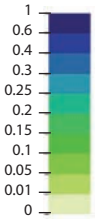


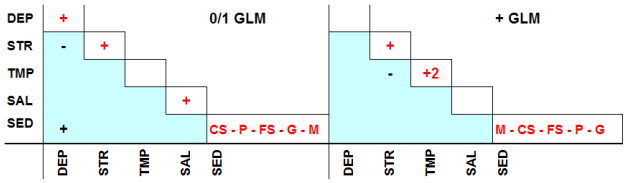
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

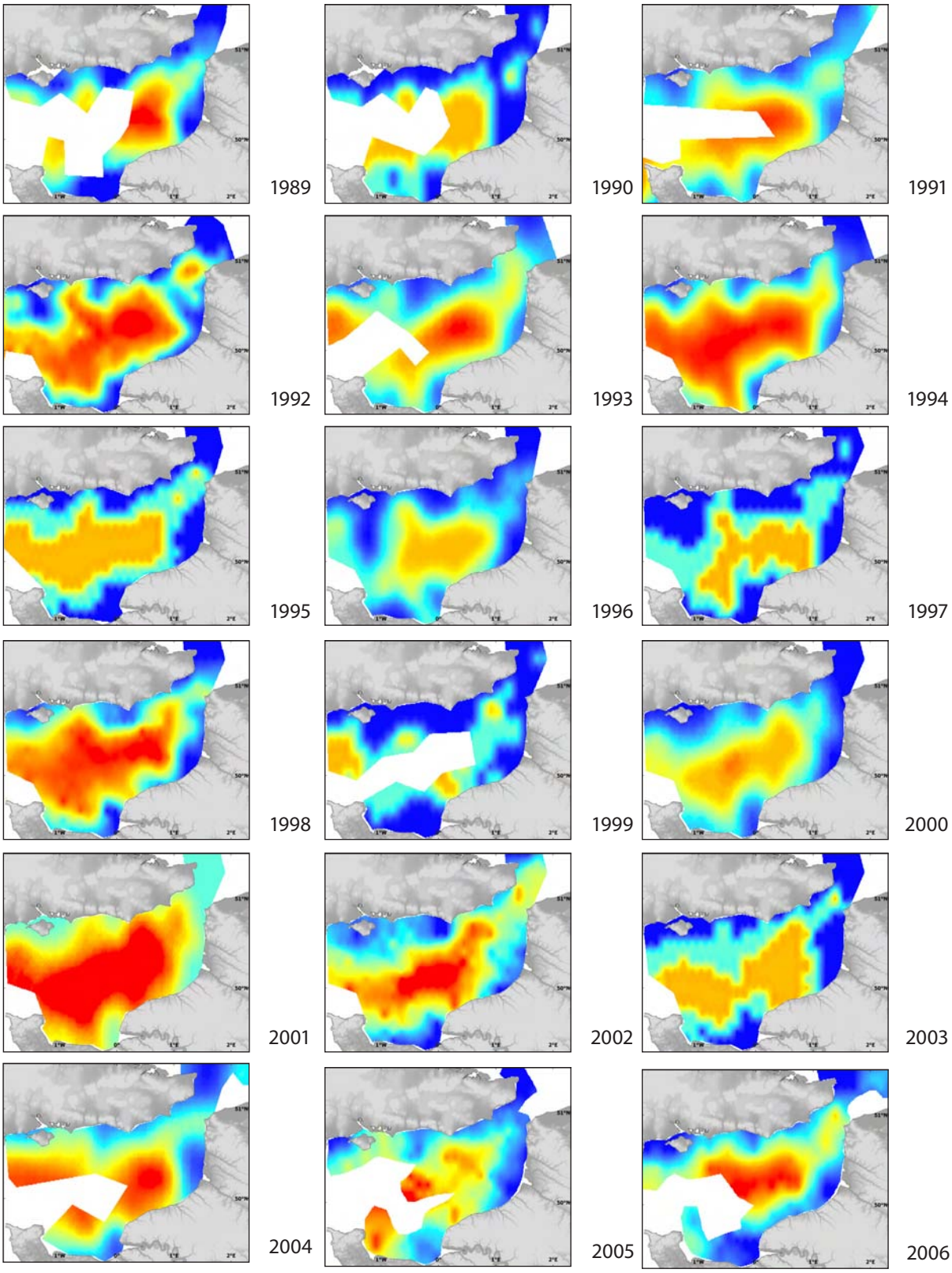






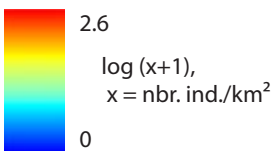
> 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*

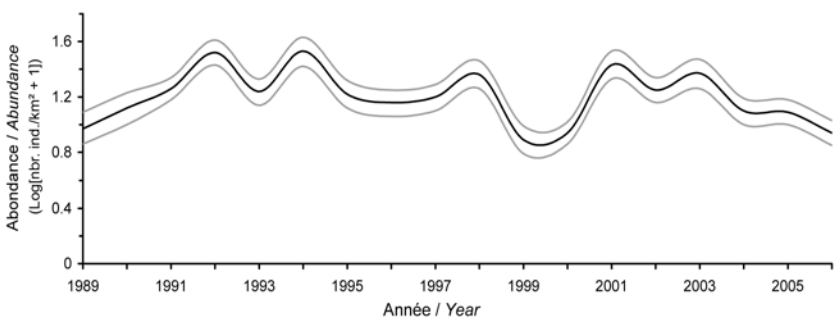


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

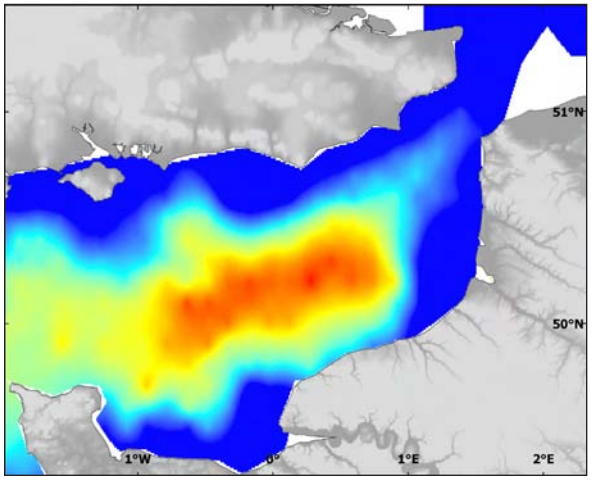


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



> 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

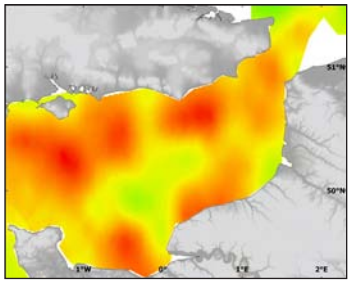
Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)



élevé/*high*

faible/*low*

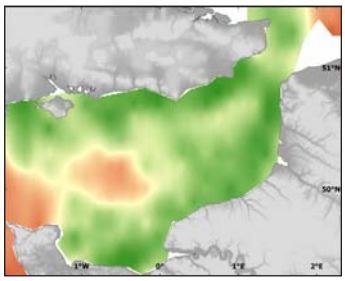
Ecart-type / *Standard deviation*



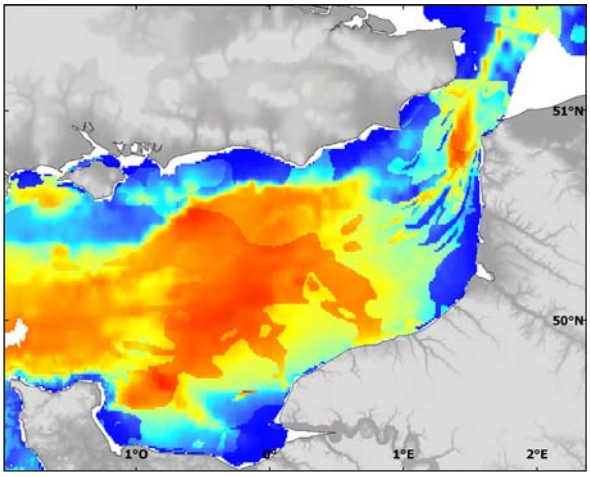
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*



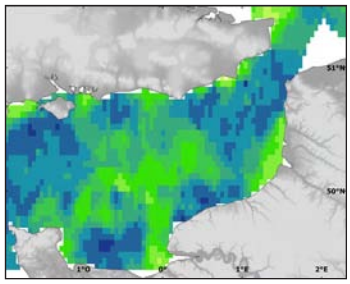
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

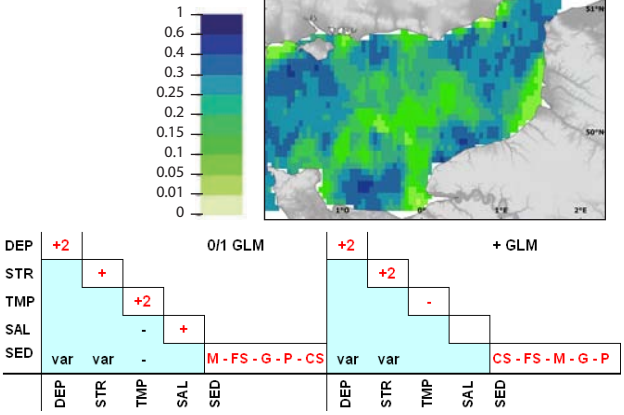


élevé/*high*

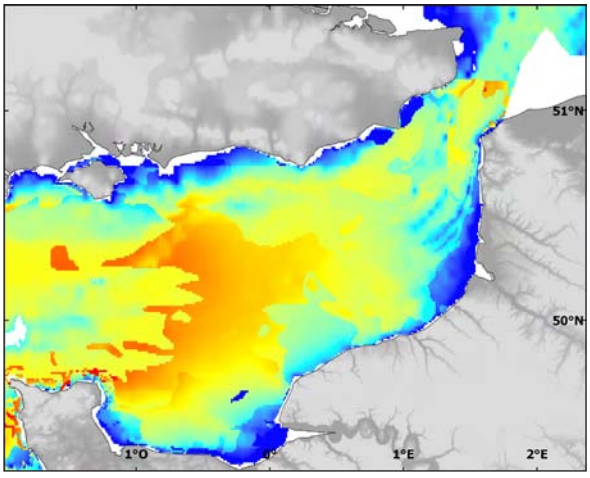
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





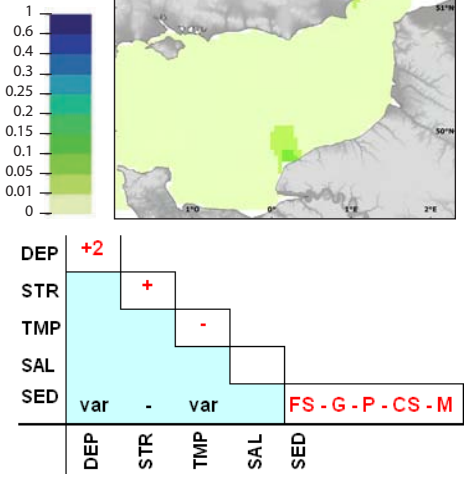
Habitat potentiel en juillet(RQ)
Potential habitat in July (RQ)



élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

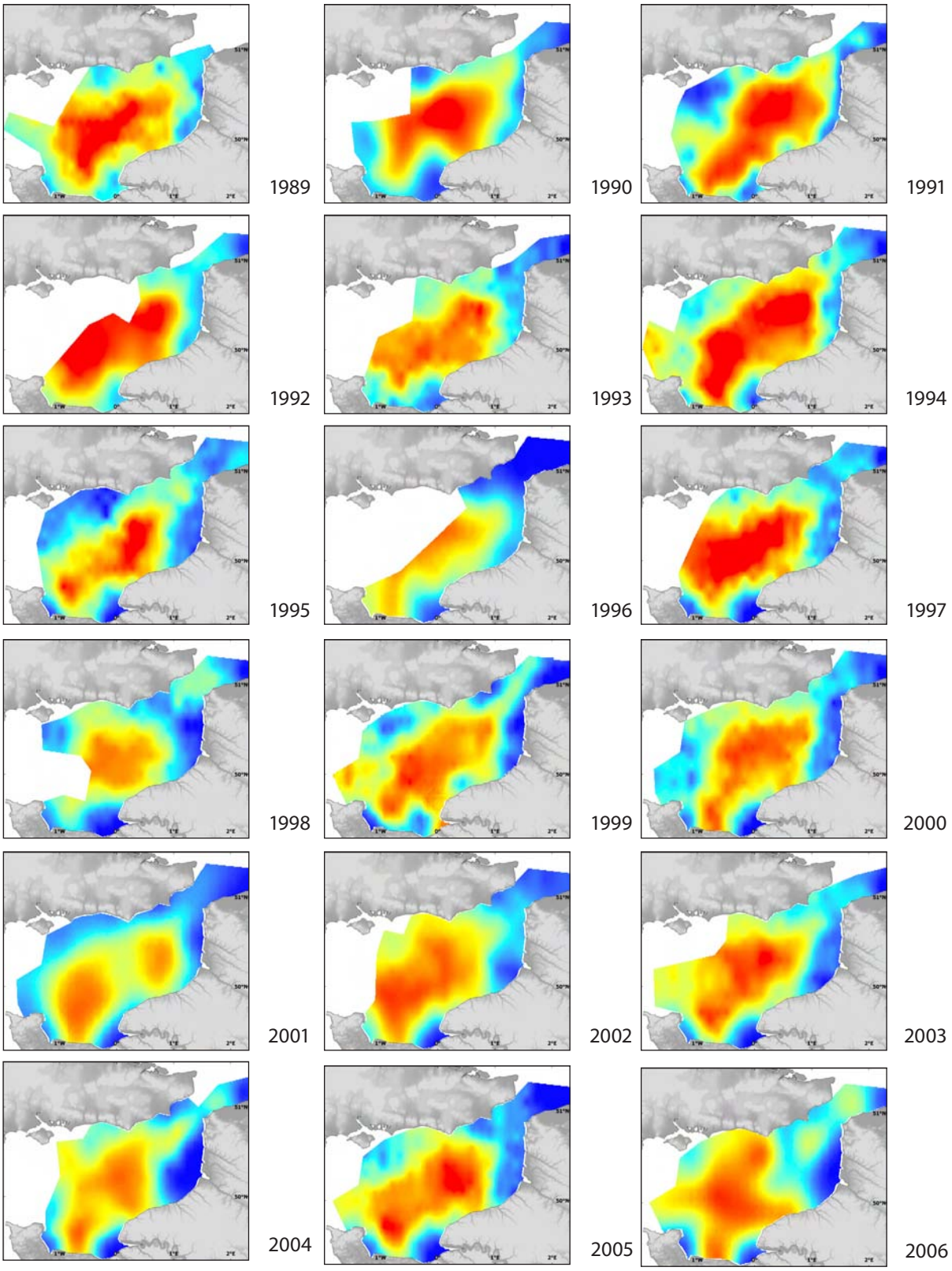


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

> 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

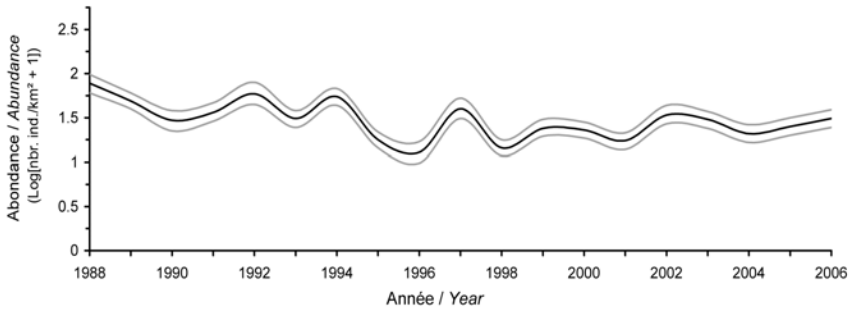
Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

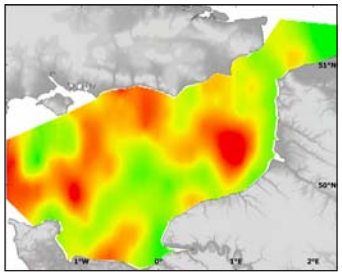
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

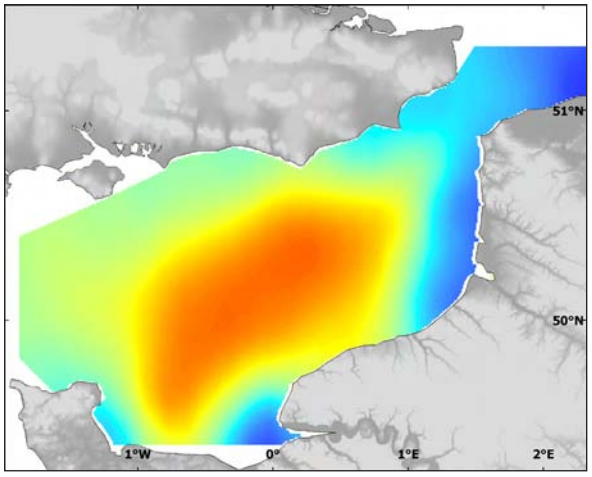


> 1 an / year old - Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

Abondance moyenne en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)

Ecart-type / *Standard deviation*

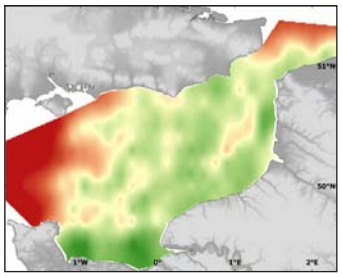




élevé/*high*

faible/*low*

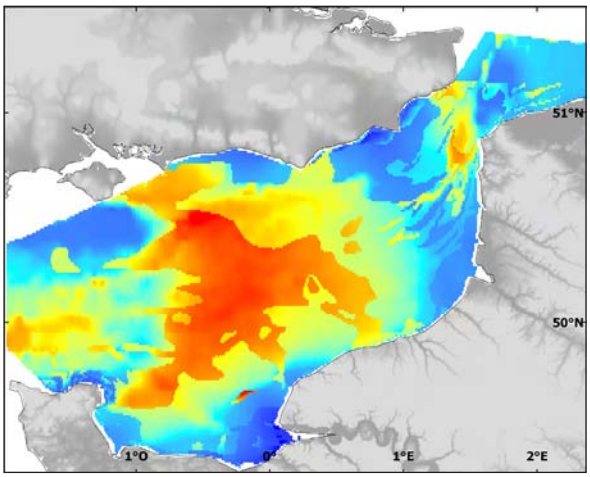
Erreur de krigeage / *Kriging error*



élevé/*high*

faible/*low*

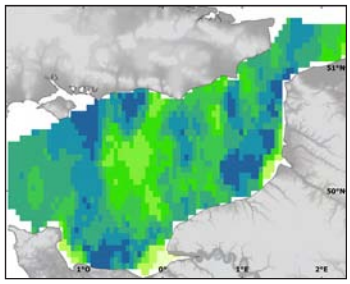
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

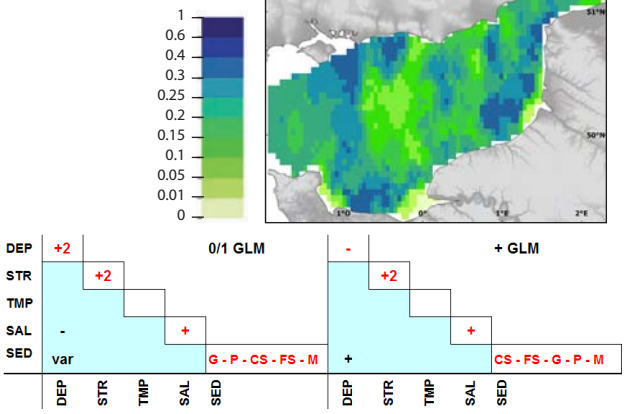


élevé/*high*

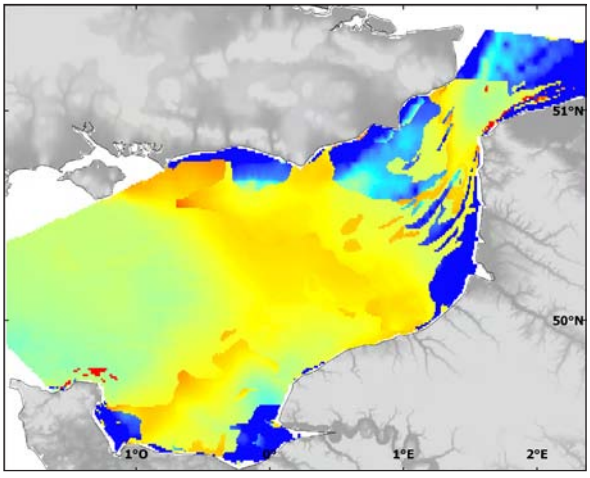
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





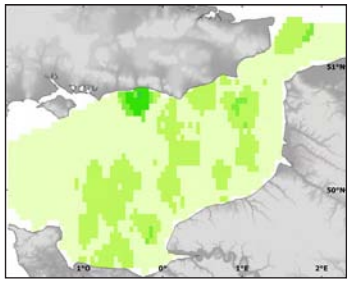
Habitat potentiel en octobre (GLM)
Potential habitat in October (GLM)

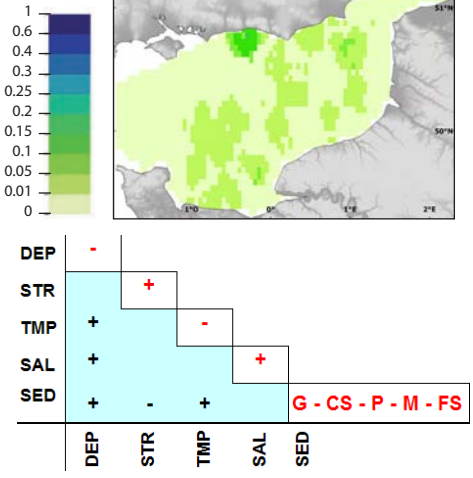


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

Les données disponibles pour cette espèce permettent de séparer les individus de moins d'un an (de taille inférieure à 18.9 cm) de ceux de plus d'un an (taille supérieure à 18.9 cm) au cours de chacune des saisons considérées (juillet et octobre). L'espèce a été relativement bien échantillonnée, exception faite des individus de moins de un an capturés en octobre (chalut de fond GOV) où seule une carte de distribution pluriannuelle et un modèle d'habitat préférentiel ont pu être réalisés.

< 1 an

En juillet, les fortes abondances de l'espèce se situent surtout dans la partie centrale de la Manche orientale, les individus de moins de un an étant aussi abondants certaines années sur les côtes de Haute-Normandie, à l'est de la presqu'île du Cotentin et à l'entrée sud du détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage est plus importante là où les observations sont plus clairsemées. L'abondance interannuelle des individus de moins de un an varie de façon plus importante (dont un pic en 2003), ce qui peut s'expliquer par une certaine vulnérabilité à la mortalité naturelle de ce stade de développement. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel corroborent bien cette information fournie par les données de campagnes, avec une étendue plus optimiste pour l'habitat potentiel. Ils font apparaître des zones de fort potentiel dans le détroit, ce qui est moins marqué dans les données de campagnes. L'incertitude du modèle est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais très faible dans les autres zones, signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce. Ces individus semblent préférer les zones profondes, à fortes tensions de cisaillement et aux fonds plutôt durs. Le modèle potentiel fait apparaître des interactions complexes entre les paramètres environnementaux.

En octobre, la distribution est uniquement située dans l'estuaire de la Seine. Le grondin rouge se reproduisant en début d'été, il semble probable que les jeunes de l'année ne puissent pas être capturés efficacement par un chalut de fond GOV en octobre. L'abondance en octobre des individus de plus de un an ne montre pas une telle distribution spatiale. Par conséquent, le modèle d'habitat préférentiel des individus jeunes, basé sur des observations incomplètes, ne correspond pas à la distribution observée.

> 1 an

En juillet et octobre, l'abondance des individus de plus de un an est plus forte dans la partie centrale de la Manche orientale, l'aire couverte en juillet étant plus restreinte que celle couverte en octobre. Les modèles d'habitats préférentiels et potentiels des deux saisons sont en cohérence avec les données de campagnes : les individus semblent préférer les zones profondes, à fortes tensions de cisaillement et aux fonds plutôt durs. Ils font apparaître des zones de fort potentiel dans le détroit, ce qui est moins marqué dans les données de campagnes. Le modèle d'habitat potentiel semble mettre en évidence des relations complexes entre certains paramètres.

Available data for this species can be split into individuals of less than one year (length < 18.9 cm) and those older than one year (length > 18.9 cm), for the two seasons (July and October). The species is well sampled, except for smaller individuals caught by VHVO (or GOV) bottom trawl in October (only one multi-annual abundance map and one preferential habitat model were produced).

< 1 year old

In July, high abundance levels were located in the central Channel; some years, high abundance levels could also be found near to the coast of Haute-Normandie, east of the Cherbourg Peninsula and at the southern entrance of the Dover Strait. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse. Interannual abundance varied significantly (including a peak in 2003) for this young and hence vulnerable (to natural mortality) developmental stage. The preferential and potential habitat models agree with the survey data, the potential habitat being more optimistic (greater surface area) than the preferential habitat. Both models suggest favourable areas in the Dover Strait, which is less obvious in the survey data. The uncertainty of the models is relatively low and there is almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent. These individuals appear to prefer deep waters with strong bed shear stress and hard substrates. The potential habitat model shows complex interactions between environmental parameters.

In October, there is only one area of high abundance: the Seine estuary. The red gurnard reproduces at the beginning of the summer and it is likely that the youngs of the year cannot efficiently be caught by VHVO (or GOV) bottom trawl in October. The preferential habitat model does not agree with the survey distribution, but rather is similar to the July survey data and modelled habitats. The abundance of more than one year old individuals in October does not show such a spatial distribution. As a result, the preferential habitat model for individuals of less than one year, based on incomplete data, do not correspond to the recorded distribution pattern.

> 1 year old

In July and Octobre, individuals of more than one year are abundant in the central Channel, the surface area highlighted by the July data being less dispersed than in October. The preferential and potential habitat models agree with the survey data: individuals prefer deep waters with strong bed shear stress and hard substrates. Complex interactions between parameters were found significant in the potential habitat model.

Buglossidium luteum

(Risso, 1810)

Petite sole jaune
Solenette

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Pleuronectiformes
Famille-Family : Soleidae

© IFREMER

Biologie - La petite sole jaune se nourrit quasi-exclusivement de proies benthiques : des annélides (polychètes), des mollusques (bivalves et gastéropodes) et des crustacés (amphipodes). C'est un prédateur nocturne qui chasse la nuit grâce à un système olfactif très développé. La reproduction a lieu à partir de juillet-août (Manche orientale, mer du Nord, ouest de l'Irlande), les femelles libérant leurs ovocytes en fonction de la température de l'eau. Les œufs fécondés évoluent entre la surface de l'eau et un mètre de profondeur. Après éclosion, les larves atteignent de 1.8 à 2.3 mm et sont également pélagiques. Après la métamorphose, les juvéniles deviennent benthiques et grandissent au sein de nourriceries très côtières, voire estuariennes.

Caractères démographiques - Taille maximale 15 cm ; taille commune 8 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 13 ans ; âge et taille à maturité 3 ans et 6-8 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 10.75 cm, taux de croissance k = 0.57 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.475 ; paramètres de fécondité *alpha = n/a* et *beta = n/a*.

Environnement - La petite sole jaune est un poisson benthique qui vit sur des fonds de 0 à 450 m avec un optimum compris entre les isobathes 10 et 40. Sur les côtes, sa distribution montre des concentrations très localisées et très importantes près des fonds sableux mais également vaseux (proches des estuaires). C'est un animal sédentaire, les juvéniles et les adultes présentant en effet les mêmes aires de répartition.

Répartition géographique - Sud de la Méditerranée jusqu'à la mer du Nord et de l'Islande à la Turquie.

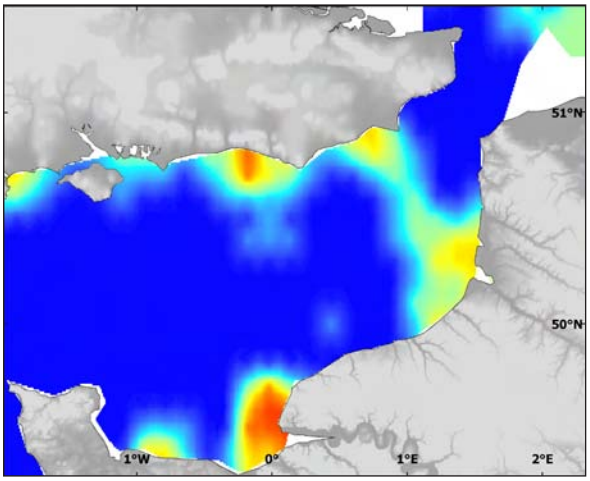
Biology - Solenette feed mainly on benthic prey: annelids (polychaetes), molluscs (bivalves and gastropods) and crustaceans (amphipods). It is a nocturnal predator hunting at night using a highly developed olfactive system. Spawning occurs from July to August in western parts of the English Channel, the North Sea, and west of Ireland, with females starting to release their oocytes depending on water temperature. Eggs are found between the surface and one metre depth. After hatching, larvae are between 1.8 and 2.3 mm long and are also pelagic. After metamorphosis, juveniles become benthic and develop in coastal, or even estuarine, nurseries.

Life history parameters - Maximum length 15 cm; common length 8 cm; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan 13 years; age and length at maturity 3 years and 6-8 cm; von Bertalanffy parameters - asymptotic length L_{inf} = 10.75 cm, growth rate k = 0.57 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.475; fecundity parameters *alpha = n/a* and *beta = n/a*.

Environment - Solenette is a coastal benthic species that lives on the seabed between 0 and 450 m but mainly from 10 to 40 m. It is distributed along the coast with high concentrations on sandy and muddy substrates (i.e. estuaries). They are sedentary species, with juveniles and adults showing the same spatial distribution.

Geographical distribution - From south of the Mediterranean to the North Sea and from Iceland to Turkey.

Abondance pluriannuelle en juillet
(BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

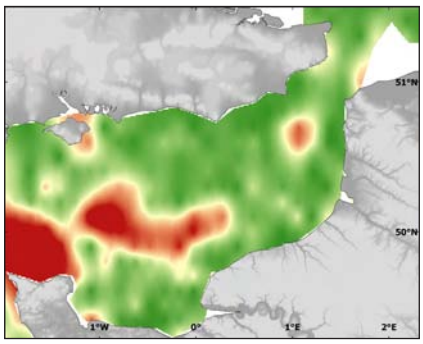


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

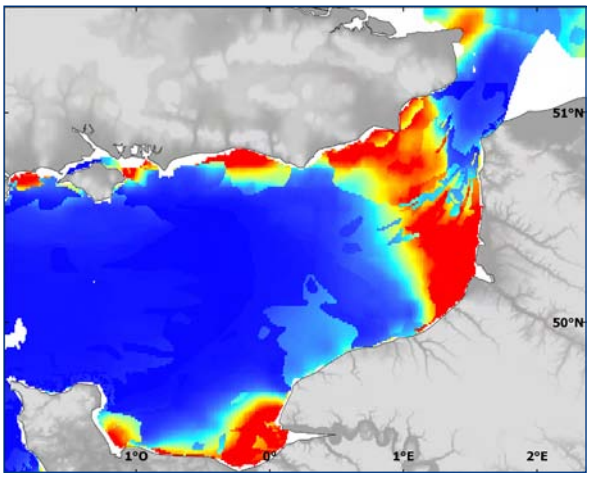
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



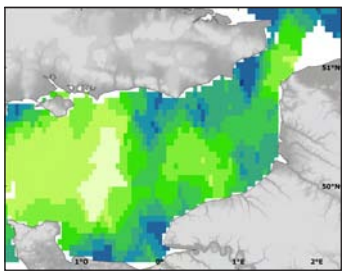
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

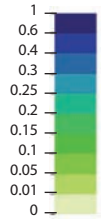


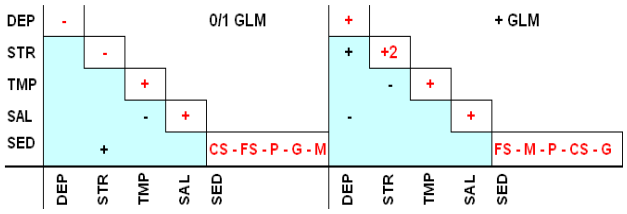
élevé/*high*

faible/*low*

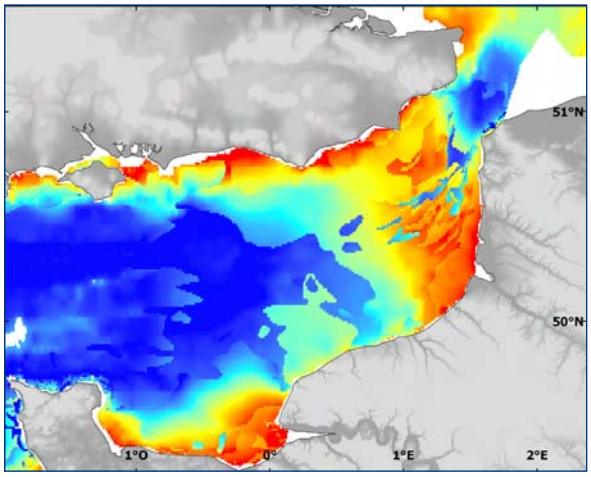
Erreur du modèle / *Model error*







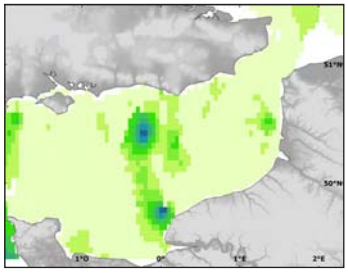
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

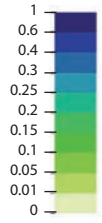


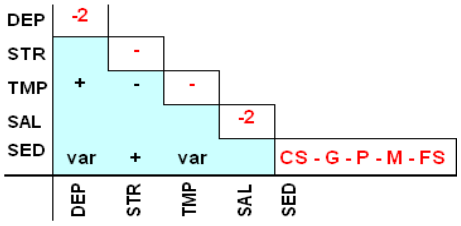
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

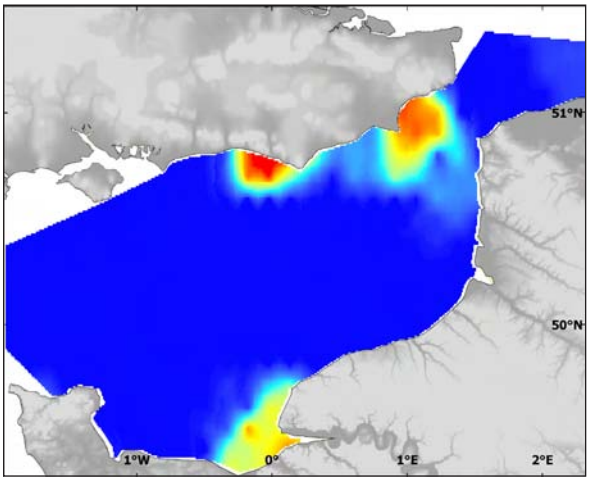






Tous âges confondus / Fish of all ages - Buglossidium luteum

Abondance pluriannuelle en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

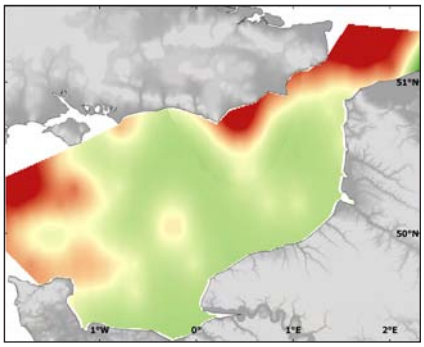


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

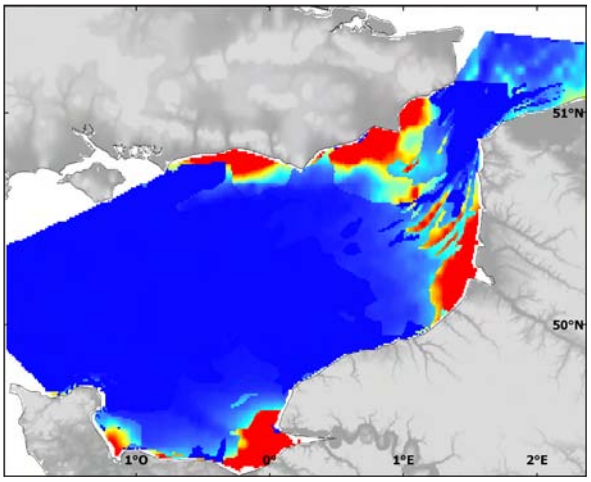
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

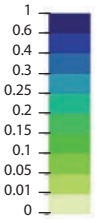


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

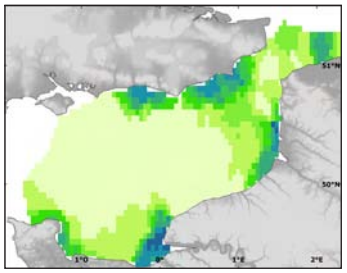


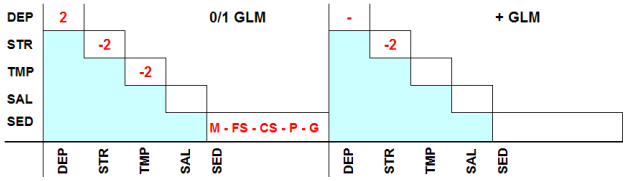
élevé/*high*

faible/*low*

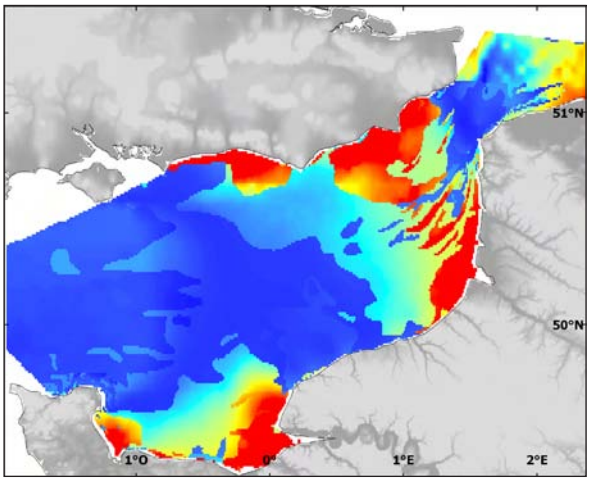


Erreur du modèle / *Model error*



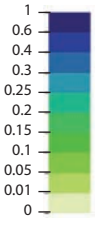


Habitat potentiel en octobre (GLM)
Potential habitat in October (GLM)

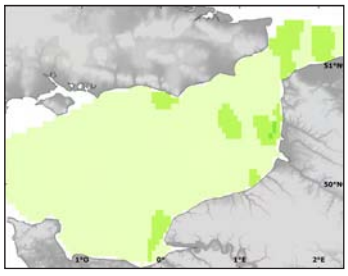


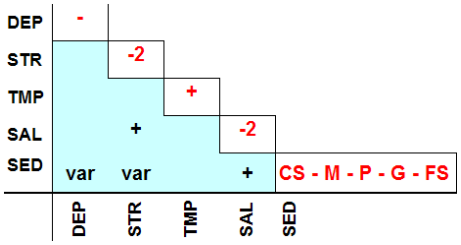
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*





Tous âges confondus

Les données décrivant l'abondance de cette espèce sont disponibles sur deux saisons. Malheureusement les engins de pêche utilisés ne capturent pas efficacement cette espèce et ne permettent pas une bonne représentation de son abondance annuelle. Seule l'abondance moyenne (donc pluriannuelle) sur la période 1989–2006 a été cartographiée et des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés, pour chacune d'elles.

En juillet, la petite sole jaune est plus fréquente le long des côtes et au sud du détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution spatiale observée et révèle l'importance des zones côtières, généralement peu profondes et protégées des forts courants de marées qui conditionnent la présence de cette espèce. Cependant on note que son abondance est plus élevée dans les zones plus profondes et aux forts courants au sud du détroit du Pas-de-Calais. Dans tous les cas, cette espèce semble préférer les eaux les plus chaudes en cette saison et où une salinité relativement importante est constatée, ainsi que des sédiments sableux. L'incertitude de ce modèle est cependant importante. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus au large encore et illustre la complexité du jeu des interactions entre les paramètres de l'environnement. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones peu profondes, protégées des forts courants de marées et montre une bonne tolérance aux conditions de température, salinité et sédimentaire de la zone.

En octobre, l'aire d'occupation des petites soles jaunes semble se concentrer le long des côtes. Ce schéma pourrait être dû à la différence d'efficacité entre les engins de pêche utilisés en juillet et octobre mais c'est peu probable. L'erreur de krigeage semble encore refléter les zones de moindres observations. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel confirment cette apparente contraction de la distribution spatiale en automne et révèlent une fois encore l'importance des faibles profondeurs et tensions de cisaillement pour favoriser la présence de cette espèce. Ces modèles illustrent également la plus grande affinité de cette espèce pour des sédiments fins. En automne, l'incertitude du modèle préférentiel est relativement faible et il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

Fish of all ages

The data describing the distribution of this species are available for two seasons. Unfortunately the fishing gears used are not able to catch this species representatively and do not provide a good picture of its yearly abundance. Only the average (or multiannual) abundance over the period 1989-2006 was mapped for each season. However, preferential and potential habitat models were developed for each season.

In July, solenette was found more frequently along the coastal zones and to the south of the Dover Strait. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse. The model of preferential habitat agrees with the survey spatial distribution and highlights the importance of the coastal zones, which are generally shallow and protected from the strong tidal currents, and which favours this species' presence. We note, however, that the abundance of this species was higher in deeper areas with stronger bed shear stress, south of the Dover Strait. Overall in July, this species seemed to prefer warmer waters, where relatively high salinity levels may also be noted as well as sandy sediment types. The model uncertainty was nonetheless important. The potential habitat model extends these preferential areas further offshore and highlights the complexity of interactions amongst environmental parameters. Overall, this species appears tied to shallow areas offering protection against bed shear stress, and exhibits a large tolerance to temperature and salinity conditions, and also to sediment types.

In October, the surface area of solenette's spatial distribution appeared to contract along the coasts. This pattern could be due to the difference in efficiency between the fishing gears used in July and October but this is unlikely. Again, the kriging error seemed to reflect areas with fewer observations. The preferential and potential habitat models confirm this contraction of the autumn spatial distribution and reveal once again the importance of shallow depths and weak bed shear stress, which are favoured by this species. These models also illustrate the higher affinity of this species for fine sediment types. In the autumn, the preferential model error was relatively low and there was almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent.

Callionymidae

Callionymes
Dragonets

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Callionymidae

© IFREMER

Biologie - En Manche, l'espèce la plus commune est *Callionymus lyra,* Linnaeus, 1758 (illustrée ci-dessus). Les espèces de callionymes se nourrissent principalement de petits invertébrés benthiques (annélides, escargots et crustacés). La reproduction a lieu de février à août, avec un comportement nuptial complexe composé de quatre phases : cour, enlacement des géniteurs, montée à la surface et libération des œufs et de la laitance pélagiques. Ensuite, les larves ont également une vie pélagique.

Caractères démographiques (*C. lyra*) : taille maximale 25 cm (F) et 30 cm (M) ; taille commune 10-20 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 7 ans ; âge et taille à maturité *n/a* ans et 17.4 cm (M) ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf}= 17.5 cm (F) et 25 cm (M), taux de croissance *k* = 0.55 an^{-1} (F) et 0.43 an^{-1} (M), âge théorique t_0= *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (*n/a* à *n/a* ovules par femelle).

Environnement - Espèces benthiques, dans les eaux tempérées et chaudes, principalement sur des fonds sableux et vaseux, parfois sous des rochers, des eaux sublittorales jusqu'à 200 m de profondeur. Espèce territoriale : les mâles ont un comportement agressif pour défendre leur territoire.

Répartition géographique - Atlantique est : sud de l'Islande et de la Norvège jusqu'à la Mauritanie, nord de la Méditerranée, Gibraltar, et l'Algérie, l'ouest de la mer Noire, la mer Egée, la mer Adriatique et les îles Açores et Canaries.

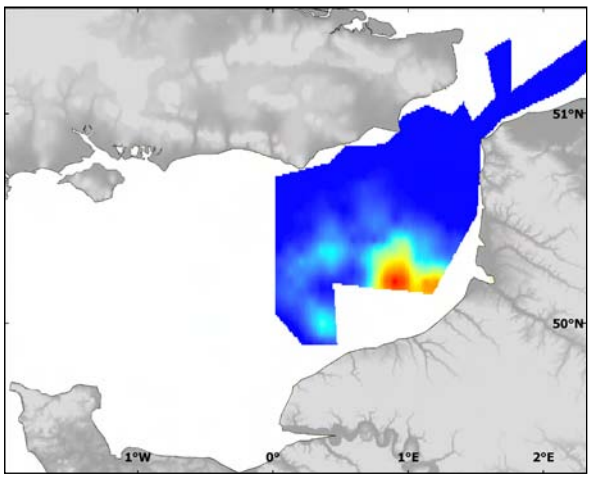
Biology - In the eastern English Channel, the most common species is *Callionymus lyra,* Linnaeus, 1758 (pictured above). Dragonets feed on small bottom invertebrates, mainly annelid worms, snails and crustaceans. Breeding occurs between February and August, with a complex courtship behaviour consisting of four phases - courtship, pairing, ascension to the surface, and release of pelagic eggs and milt. The larvae are also pelagic.

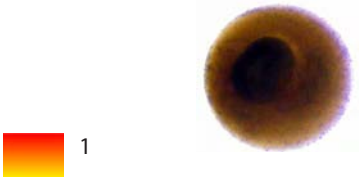
Life history parameters (*C. lyra*): maximum length 25 cm (F) and 30 cm (M) ; common length 10-20 cm; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan 7 years; age and length at maturity *n/a* years and 17.4 cm (M); von Bertalanffy parameters - asymptotic length L_{inf} = 17.5 cm (F) and 25 cm (M), growth rate *k* = 0.55 $year^{-1}$(F) and 0.43 $year^{-1}$(M), theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (*n/a* to *n/a* oocytes per female).

Environment - This is a benthic species, living in temperate and warm seas; on sandy and muddy substrates, sometimes under stones, and from the tidal zone down to 200 m. They are territorial, with males being aggressive to defend their territory.

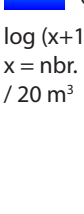
Geographical distribution - Eastern Atlantic : from southern Iceland and Norway, to Mauritania, northern Mediterranean, Gibraltar, Algeria, the western Black Sea, Aegean and Adriatic Sea, and the Azores and the Canary Islands.

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)





stade 1
stage 1

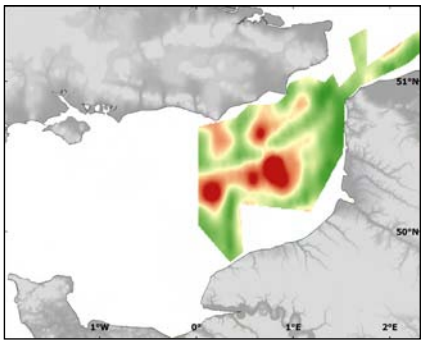


log (x+1),
x = nbr. ind.
/ 20 m^3

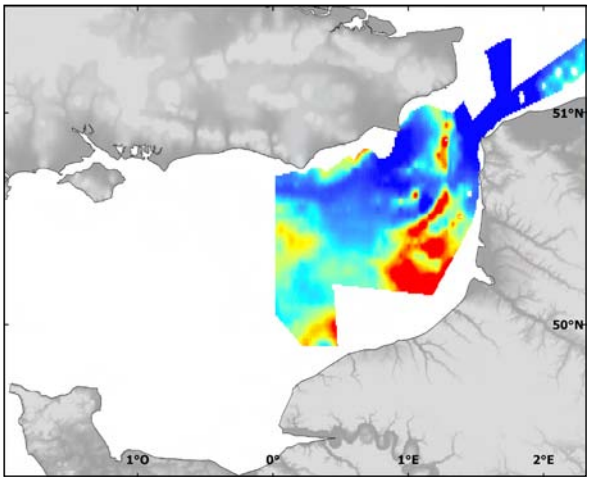
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

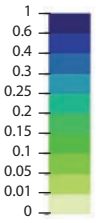


Habitat préférentiel en janvier (GLM)
Preferential habitat in January (GLM)

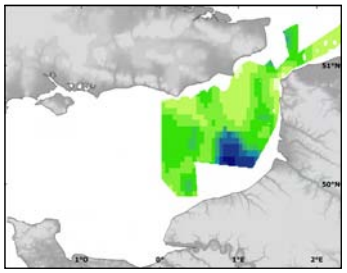


élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*



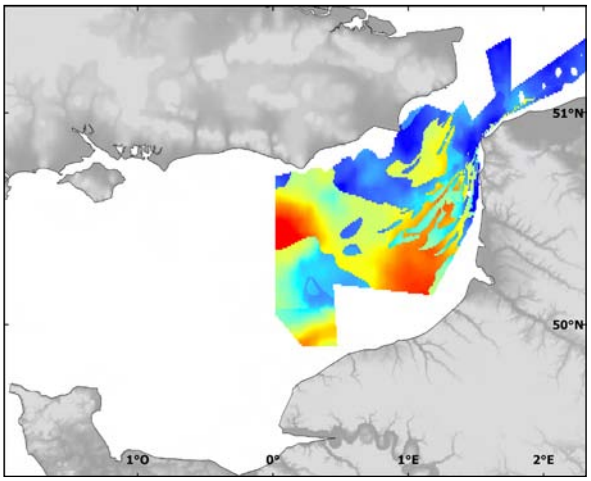
DEP	
STR	
TMP	+
SAL	+2
CHL	+2
SED	

0/1 GLM

DEP	-2
STR	+2
TMP	
SAL	
CHL	
SED	

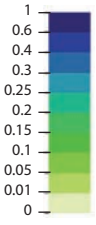
+ GLM

Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)

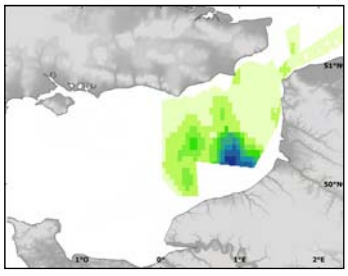


élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*

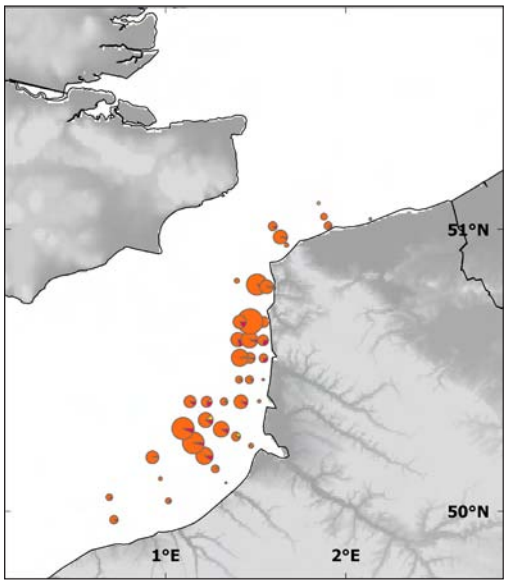


DEP	-
STR	+
TMP	+
SAL	+2
CHL	-2
SED	CS - M - G - FS - P

Larves / Larvae - Callionymidae

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



250 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

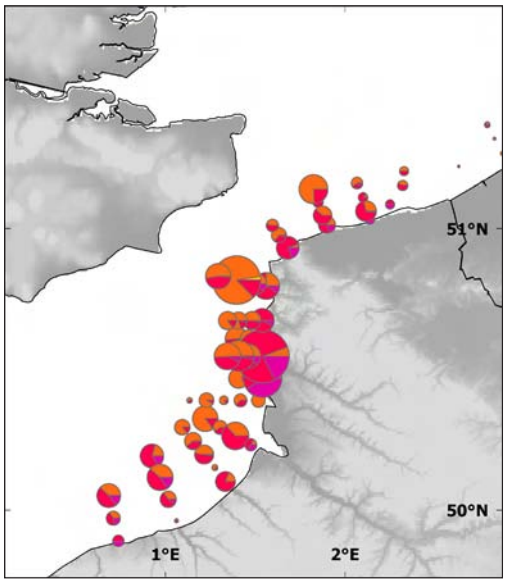
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

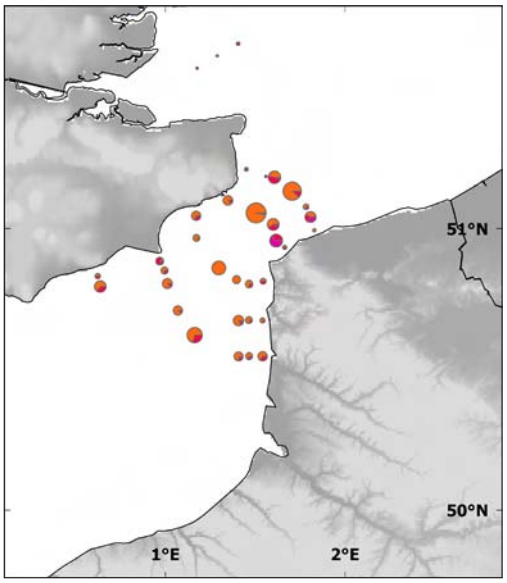
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

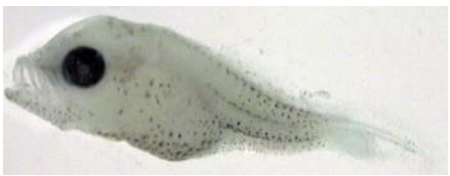
REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)



Larves de callionymes
Dragonet larvae

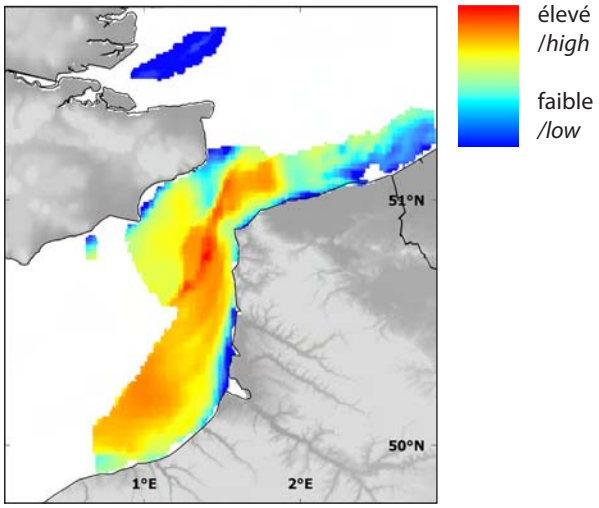


stade 3
Stage 3

stade 4
Stage 4

Stade/*Stage* 2

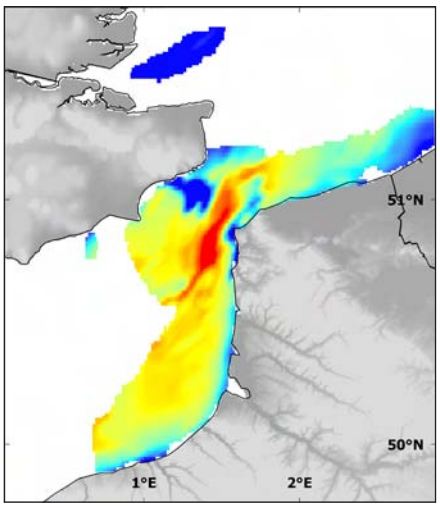
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



élevé /*high*

faible /*low*

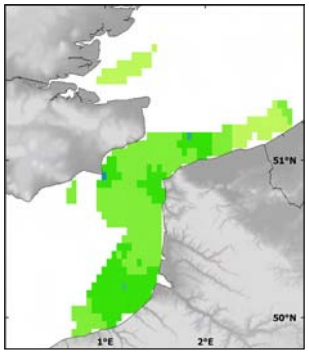
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)

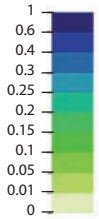


élevé /*high*

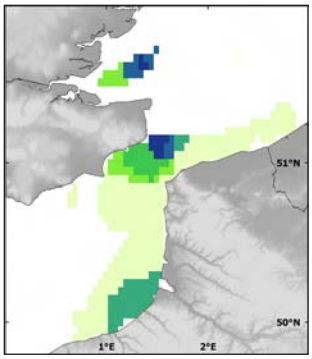
faible /*low*

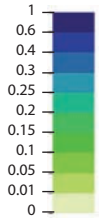
Erreur du modèle / *Model error*





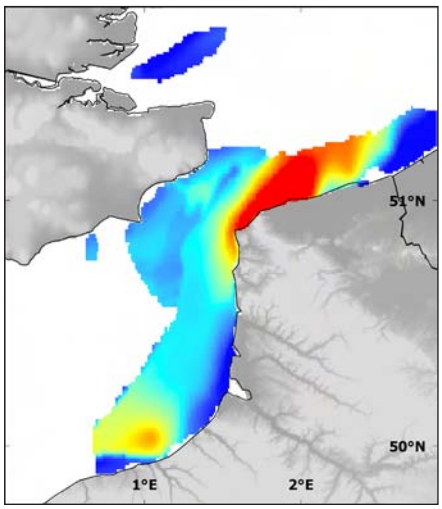
Erreur du modèle / *Model error*





Stade/*Stage* 3

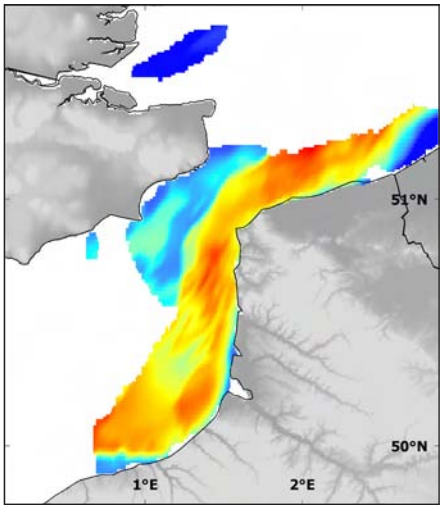
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



élevé /*high*

faible /*low*

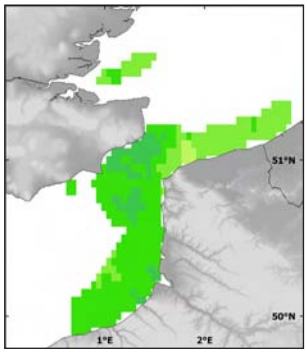
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)

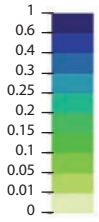


élevé /*high*

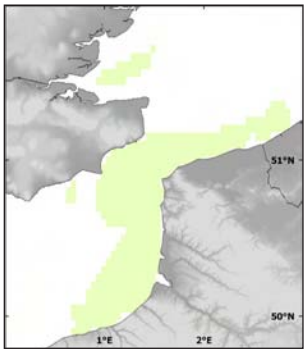
faible /*low*

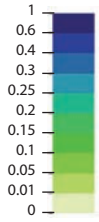
Erreur du modèle / *Model error*





Erreur du modèle / *Model error*

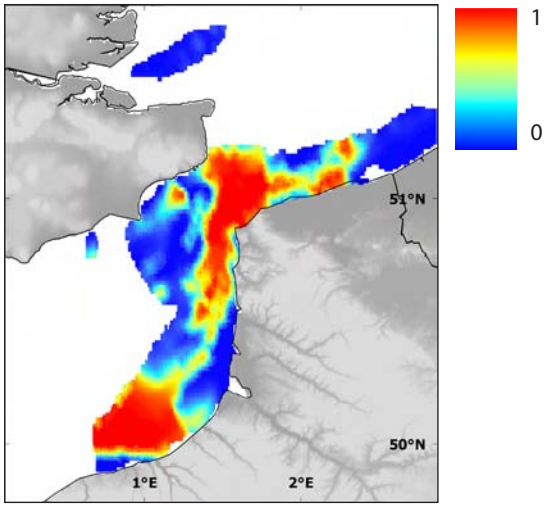




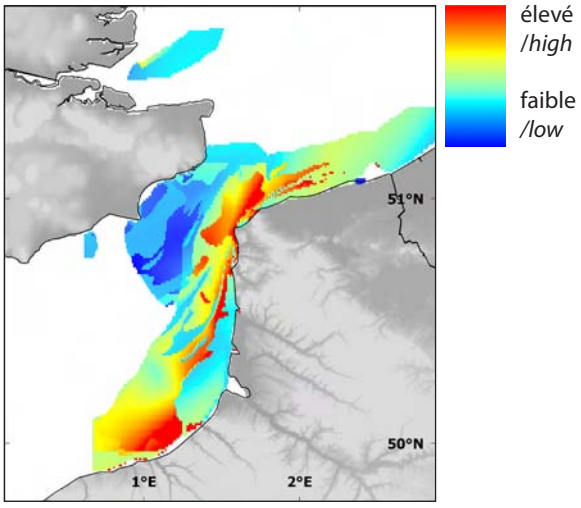
Larves / Larvae - Callionymidae

Stade / Stage 4

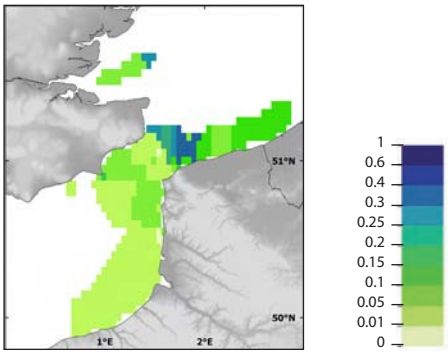
Habitat probable en avril/mai (GLM)
Probable habitat in April/May (GLM)



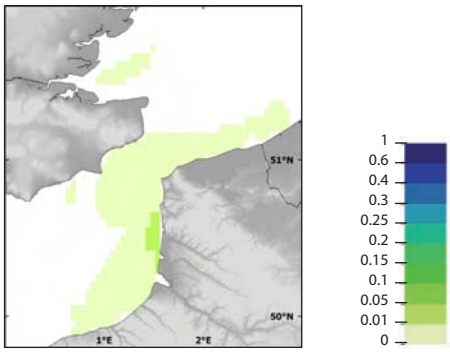
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Erreur du modèle / *Model error*



Cette famille regroupe plusieurs espèces en Manche qui n'ont pas pu être systématiquement identifiées au cours de toutes les campagnes. Ces espèces ont donc été cartographiées et modélisées ensemble mais l'espèce *C. lyra* est de loin la plus commune.

Œufs

Les callionymes pondent des œufs pélagiques principalement d'avril à août. Néanmoins, en janvier 2007, des œufs de stade 1 (pondus peu de jours auparavant) de callionymes ont été trouvés au large de la baie de Somme, et en moindre quantité au sud-ouest de la zone échantillonnée. La distribution spatiale observée pendant la campagne est comparable avec celles des modèles d'habitats préférentiel et potentiel, à l'exception de zones au nord, où la qualité d'habitat prédit est plus favorable que celle observée. Les zones de ponte semblent requérir de faibles profondeurs, mais de fortes tensions de cisaillement avec des températures et des salinités plus élevées qu'ailleurs. A noter que les interactions entre paramètres n'ont pas pu être testées dans les modèles du fait du faible nombre d'observations. L'incertitude des modèles est relativement faible et il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

Larves

Les larves de callionymes sont parmi les plus abondantes au printemps en Manche orientale. Les larves de stade 2 sont dominantes et il a été observé au cours du mois d'avril une augmentation de la proportion des larves de stade 3. Les larves montrent des différences

There are several species of this family in the English Channel, but they could not be systematically identified during all the surveys. These species were thus mapped and modelled together but *C. lyra* is by far the most common.

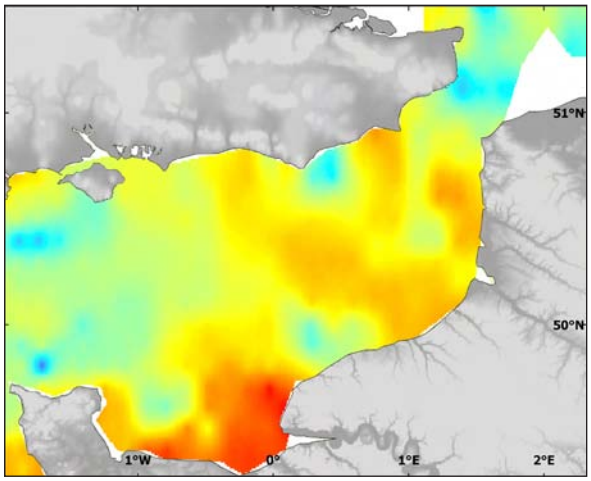
Eggs

Dragonets lay pelagic eggs mainly from April to August. However, in January 2007, stage 1 dragonet eggs (recently spawned) were found off the Bay of Somme, and in smaller quantities in the south-west of the study zone. The spatial distribution recorded during the survey was consistent with those predicted by the preferential and potential habitat models, except for an area in the north, where the quality of predicted habitat was more favourable than that recorded during the survey. The spawning areas seem to display shallow depths, but strong bed shear stress with temperature and salinities higher than elsewhere. It should be noted that interactions between parameters could not be tested in the models because of the low number of observations. The uncertainty of the models was relatively low and there was almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent.

Larvae

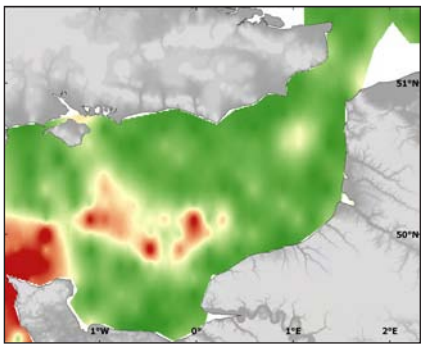
Dragonet larvae were among the dominant ones found in surveys in spring in the eastern English Channel. Larval stages 2 were dominant with increasing numbers of stage 3 larvae during April. Larvae showed differences in abundance throughout spring with greater numbers during the second REISE survey. Because of important

Abondance pluriannuelle en juillet
(BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

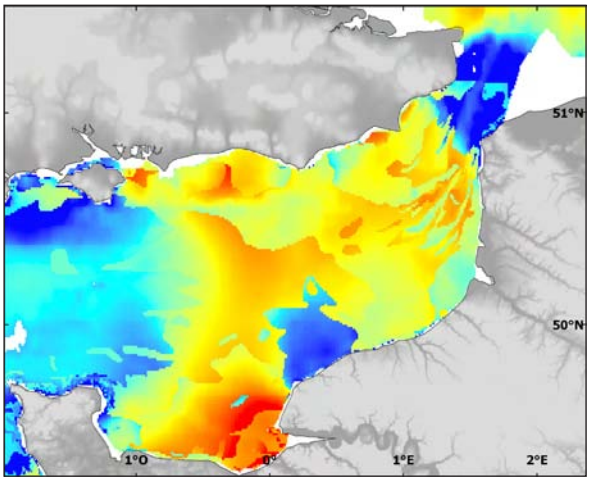


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

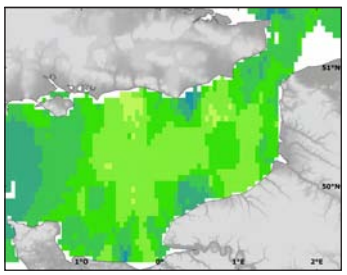
Erreur de krigeage
Kriging error

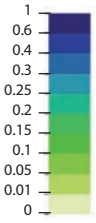


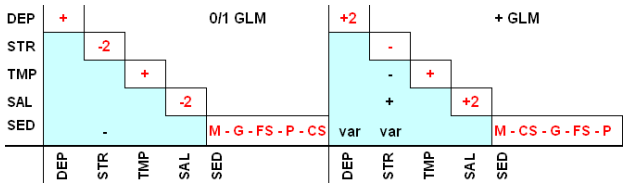
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



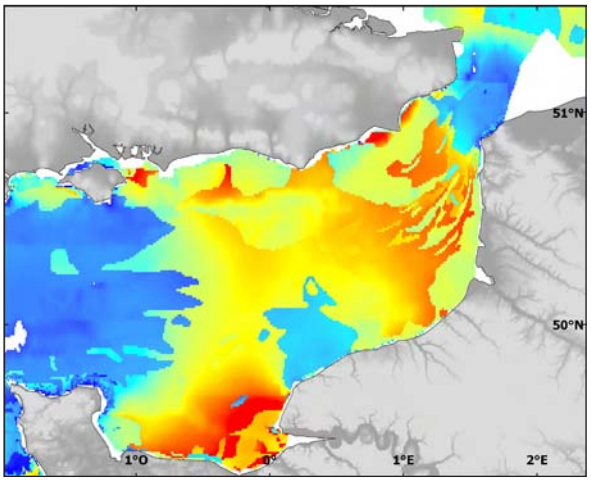
Erreur du modèle / *Model error*



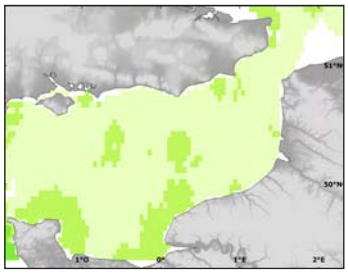


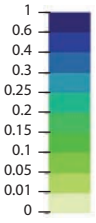


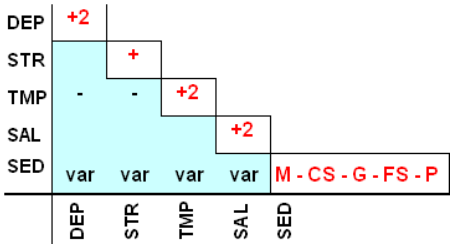
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

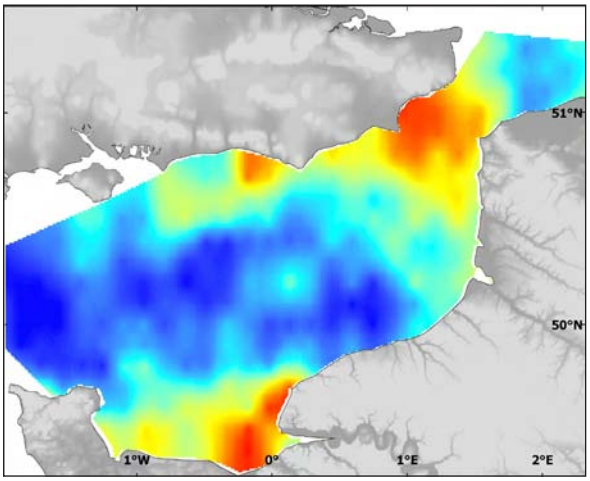






Tous âges confondus / Fish of all ages - Callionymidae

Abondance pluriannuelle en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

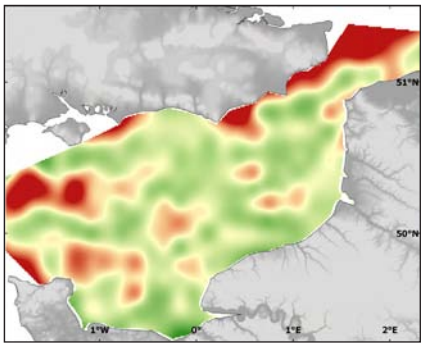


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

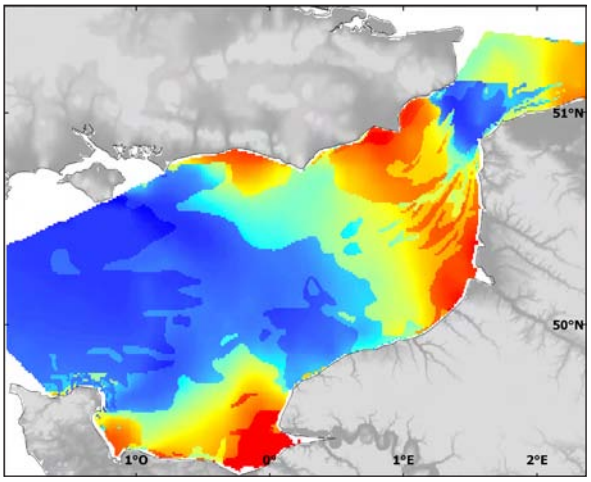
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



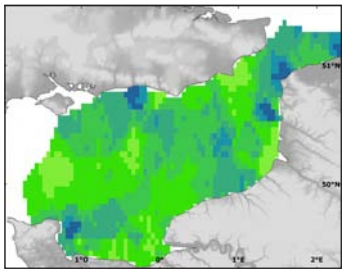
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

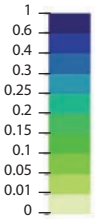


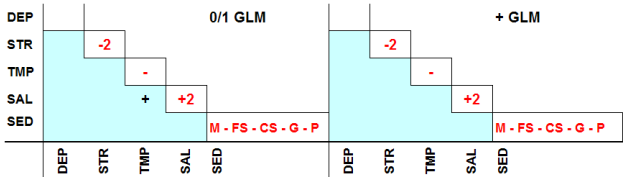
élevé/*high*

faible/*low*

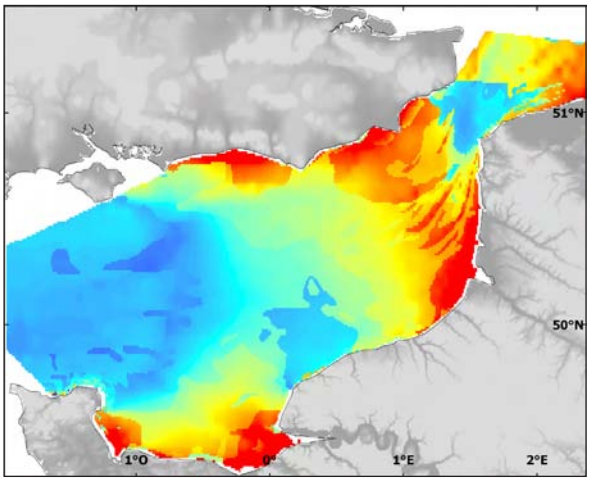
Erreur du modèle / *Model error*







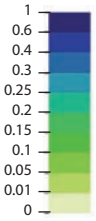
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

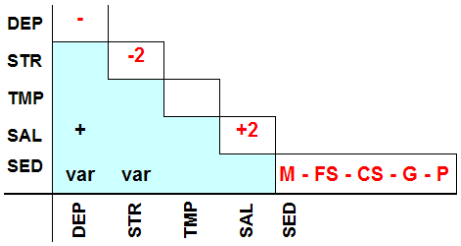


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





d'abondance au cours du printemps avec les plus fortes valeurs observées durant la campagne REISE 2. En raison de ces différences importantes entre campagnes, les modèles montrent que les prédictions sont très influencées par la campagne BCD où cette espèce était peu abondante. D'autres campagnes sont nécessaires pour délimiter plus nettement l'habitat de ces stades le long des côtes britanniques. Les larves de stade 2 ont une distribution très large à l'exception des côtes avec un maximum dans le Pas-de-Calais comme le montrent les modèles ; elles sont plus au large qu'à la côte comme l'ont décrit Grioche *et al.* (1999). Les stades plus âgés ont des maxima dans le Pas-de-Calais et le bassin sud de la mer du Nord et également au sud, face aux côtes normandes.

Tous âges confondus

Les données concernant cette famille sont disponibles sur deux saisons. Malheureusement les engins de pêche utilisés ne capturent pas efficacement ces espèces et ne permettent pas une bonne représentation de leur distribution annuelle. Seule l'abondance moyenne (ou pluriannuelle) sur la période 1988/9–2006 a été cartographiée pour chacune d'elles. Néanmoins des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont pu aussi être développés pour chacune d'elles.

En juillet, les callionymes sont présents dans toute la Manche orientale et plus abondants à l'est de la zone et en baie de Seine. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution observée et révèle l'importance des zones de profondeurs moyennes mais protégées des forts courants de marées qui conditionnent la présence de cette espèce. Dans tous les cas, cette espèce semble préférer les eaux les plus chaudes en cette saison ainsi que des sédiments fins à graveleux excluant les cailloutis. L'incertitude de ce modèle n'est cependant pas négligeable. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus au large encore et illustre la complexité du jeu des interactions entre les paramètres de l'environnement et les sédiments. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones moyennement profondes, avec des courants de marées intermédiaires et montre une grande tolérance aux conditions de température, salinité et sédimentaire de la zone.

En octobre, l'aire de répartition des callionymes semble se concentrer en baie de Seine et au sud du détroit du Pas-de-Calais. Ce schéma pourrait être dû bien que peu probable à la différence d'efficacité entre les engins de pêche utilisés en juillet et octobre. En effet, le chalut perche utilisé en juillet est plus efficace (surtout sur fond meuble) pour capturer les espèces très liées au fond, tel que les callionymes. L'erreur de krigeage semble encore refléter à la fois les zones de moindre observation et de grande variabilité de l'abondance. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel confirment cette apparente contraction de la distribution en automne et révèle cette fois une préférence plus marquée pour les faibles profondeurs et tensions de cisaillement qui favoriseraient la présence de cette espèce. Ces modèles illustrent également sa plus grande affinité pour des sédiments fins, des températures plus froides et des salinités intermédiaires, caractéristiques des zones côtières. Pourtant, en automne encore, l'incertitude du modèle préférentiel n'est pas négligeable.

differences between surveys, habitat models show that predictions in the British waters were greatly influenced by the specifics of the BCD survey as the abundance levels were quite low during that survey. Other surveys are therefore required to create a more accurate habitat map for these larval stages along the British coast. Larval stage 2 had widespread distribution except along the coast, and was most abundant in the Dover Strait in agreement with the models; they were further offshore than coastal as recorded by Grioche *et al.* (1999). Older stages showed greatest abundance in the Dover Strait and Southern Bight of the North Sea and in the south off the Normandy coast.

Fish of all ages

The data on this family were available for two seasons. Unfortunately the fishing gears used are not able to catch these species representatively and do not provide a good picture of their yearly distribution. Only their average (or multi-annual) abundance over the period 1988/9-2006 was mapped for each season. However, preferential and potential habitat models were built for each season.

In July, dragonets were present over the whole eastern English Channel and were more abundant in the eastern part of the area and in the Bay of Seine. The kriging error was higher offshore where the observations were more sparse. The model of preferential habitat agrees with the survey distribution and highlights the importance of intermediate depth zones protected from strong tidal currents, creating good habitat conditions for this species. Overall in July, this species seemed to prefer warmer waters as well as fine to gravely sediment types, excluding pebbles. The model uncertainty was nevertheless significant. The potential habitat model extend this preferential areas further offshore and highlights the complexity of the interactions between environmental parameters and sediments. Overall, this species appears tied to intermediate depths and bed shear stress, and exhibited good tolerance to temperature and salinity conditions and to sediment types.

In October, the surface area occupied by dragonets seemed to contract in the Bay of Seine and south of the Dover Strait. This pattern could be due (though unlikely) to the difference in efficiency between the fishing gears used in July and October. The beam trawl that is used during the July survey is more efficient (especially on soft substrates) for catching species associated to the seabed, such as dragonets. Again, the kriging error seemed to reflect areas with fewer observations and with large recorded abundance variability. The preferential and potential habitat models confirm this contraction of the autumn distribution and again reveal the importance of shallow depth and weak bed shear stress, favoured by this species. These models also illustrate the higher affinity of this species for fine sediment types, cooler temperatures and intermediate salinity levels that characterise coastal areas. However, in the autumn again, the preferential model error was relatively high.

Clupea harengus

Linnaeus,1758

Hareng commun
Atlantic herring

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Clupeiformes
Famille-Family : Clupeidae

© IFREMER

Biologie - Poisson pélagique vivant en bancs, se nourrissant de zooplancton (copépodes, amphipodes et mysidacés) dont ils suivent les migrations verticales journalières : du fond le jour à la surface la nuit (migrations nycthémérales). En Manche, la reproduction a lieu en hiver, de fin novembre à février, dans les eaux peu profondes (5 à 20 m) à fond graveleux, de Boulogne-sur-mer à Fécamp. Une fois fécondés, les œufs tombent sur le fond auquel ils adhèrent pour éclore 2 à 3 semaines plus tard. Les alevins sont alors transportés à la surface et se laissent dériver au gré des courants jusqu'à la taille de 12 mm à partir de laquelle ils commencent à nager activement.

Caractères démographiques - Taille maximale 40 cm ; taille commune 20-25 cm ; taille minimale de capture 20 cm sauf Skagerrak et Kattegat 18 cm (UE) ; longévité maximale 11 ans ; âge et taille à maturité 3 ans et 20-30 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 29.2 cm, taux de croissance k = 0.37 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.67 ; paramètres de fécondité *alpha* = 0.013 ovules.cm^{-beta} et *beta* = 4.61 (20 000 à 100 000 ovules par femelle).

Environnement - Espèce pélagique vivant depuis la surface jusqu'au fond sur tout le plateau continental (de 0 à 200 m de profondeur), se répartissant dans les eaux marines à saumâtres avec des températures entre 1 et 18°C.

Répartition géographique - Tout l'Atlantique nord-est, du nord du golfe de Gascogne en passant par la Manche, les mers du Nord, Baltique, Blanche et de Barents ; Atlantique nord-ouest.

Biology- This is a pelagic fish forming schools, feeding on zooplankton (copepods, amphipods and mysids) following a diel vertical migration : between deeper waters by day and the sea surface at night. In the English Channel, spawning occurs during winter, between the end of November and February, in shallow waters (5 to 20 m) characterised by gravely substrates, from Boulogne-sur-mer to Fécamp. After fertilisation, eggs descend to the bottom where they stick to the substrate until hatching, which occurs after two to three weeks. Fry are then transported to the surface where they drift with the currents until they are able to swim actively at 12 mm in length.

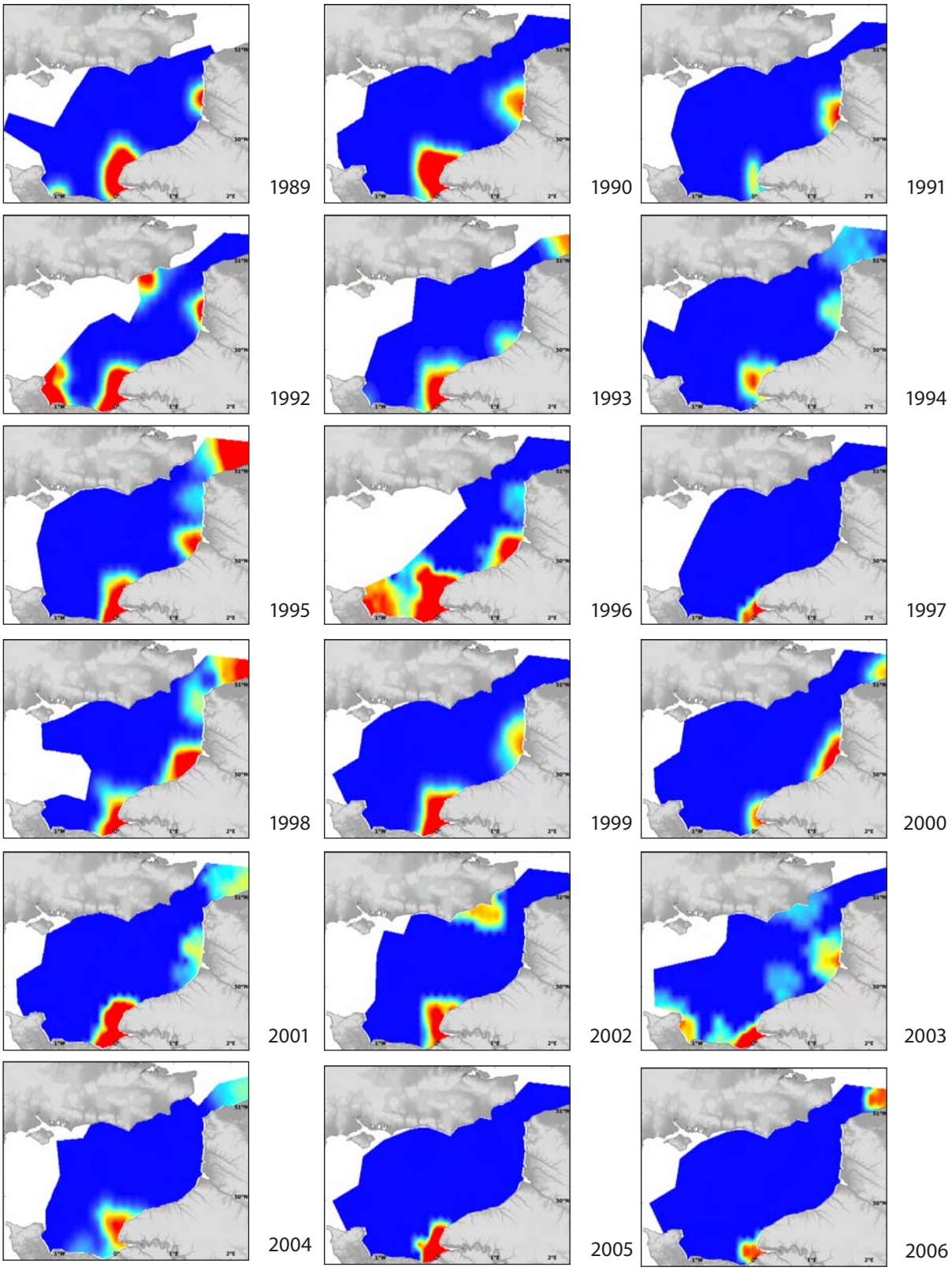
Life history parameters - Maximum length 40 cm; common length 20-25 cm; minimum landing size 20 cm, except Skagerrak and Kattegat 18 cm (EU); maximum lifespan 11 years; age and length at maturity 3 years and 20-30 cm; von Bertalanffy parameters : asymptotic length L_{inf} = 29.2 cm, growth rate k = 0.37 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.67; fecundity parameters *alpha* = 0.013 oocytes.cm^{-beta} and *beta* = 4.61 (20,000 to 100,000 oocytes per female).

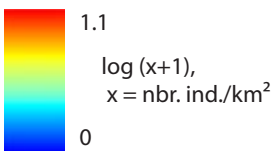
Environment - This pelagic species is found from the surface to the bottom on the continental shelf (from 0 to 200 m in depth), and in marine to brackish waters with temperatures between 1 and 18°C.

Geographical distribution - Entire north-east Atlantic, from the northern Bay of Biscay through to the English Channel, and the North, Baltic, White and Barents Seas; also in the north-west Atlantic.

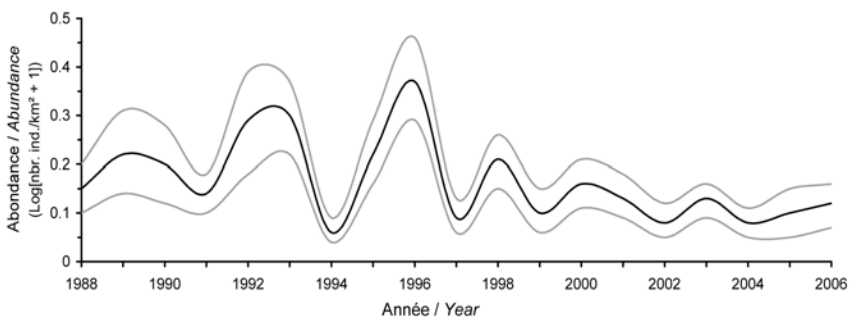
< 1 An / Year old - Clupea harengus

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*





Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

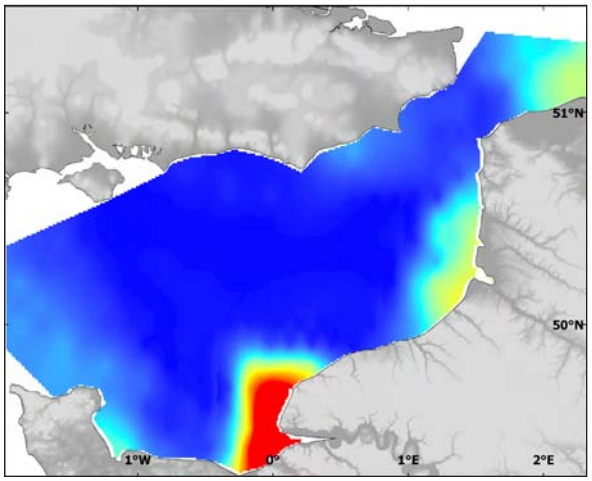


< 1 AN / YEAR OLD

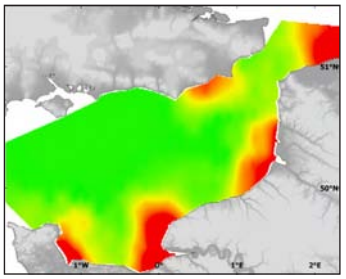
> 1 AN / YEAR OLD

< 1 An / Year old - *Clupea harengus*

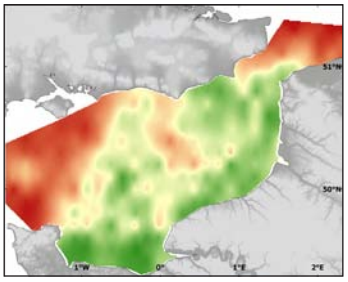
Abondance moyenne en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)



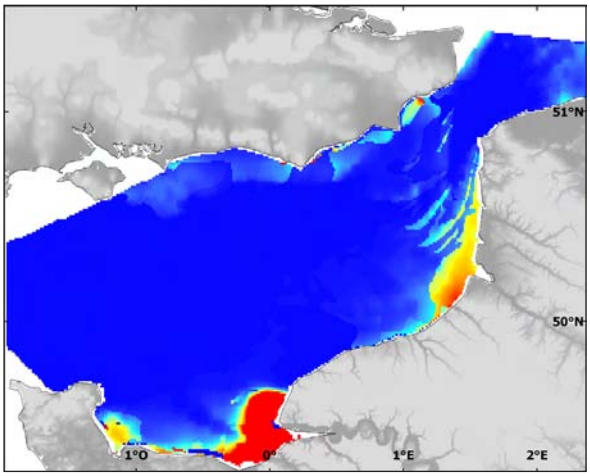
Ecart-type / *Standard deviation*

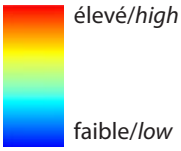


Erreur de krigeage / *Kriging error*

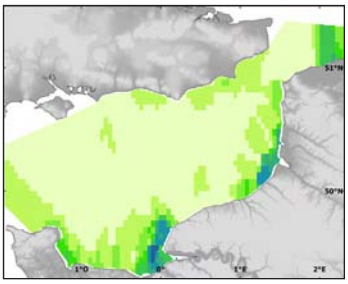


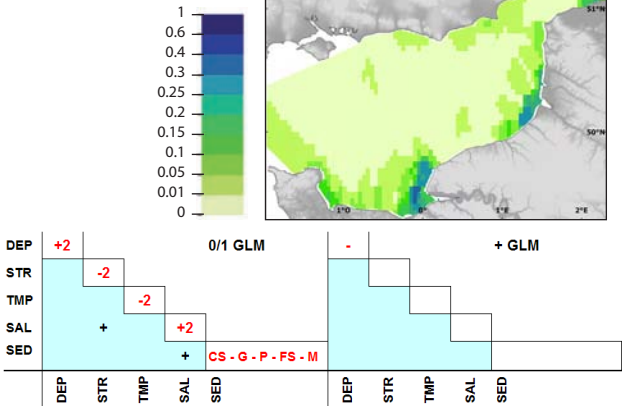
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



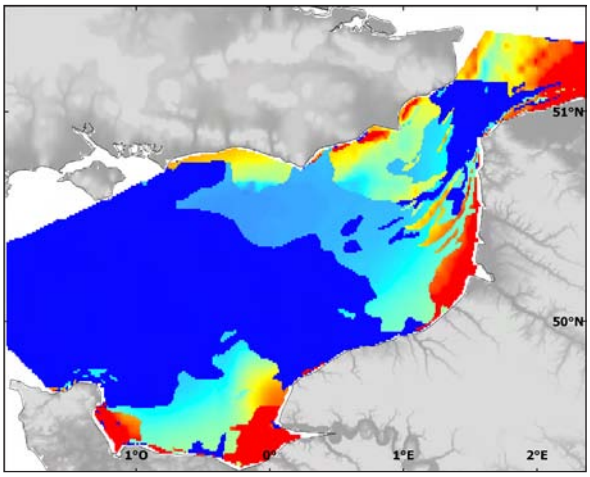


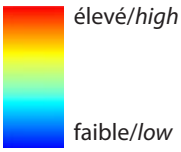
Erreur du modèle / *Model error*



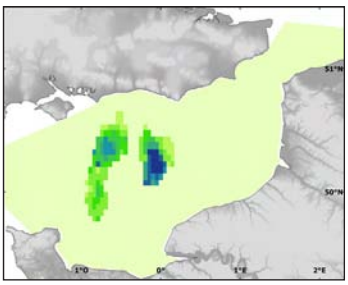


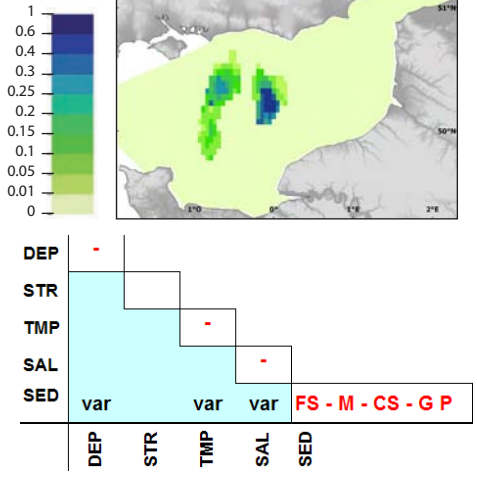
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*



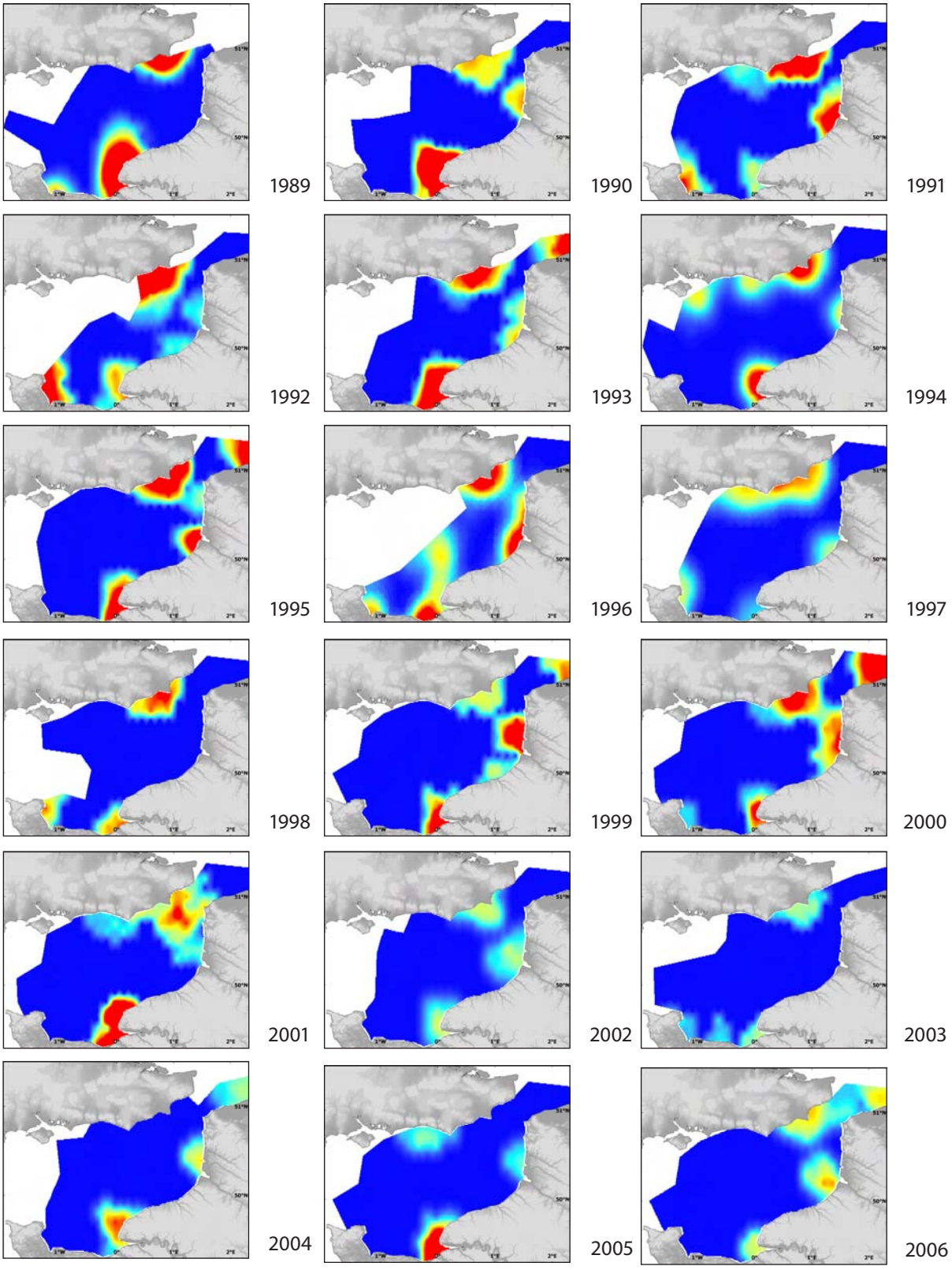


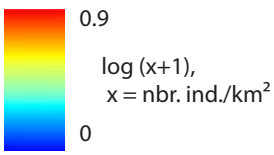
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

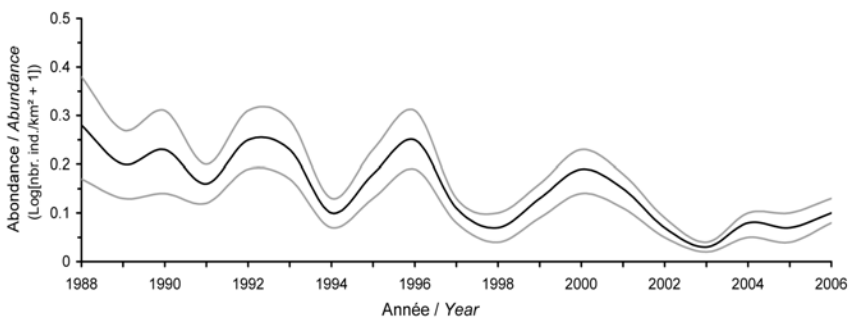
> 1 An / Year old - Clupea harengus

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*





Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

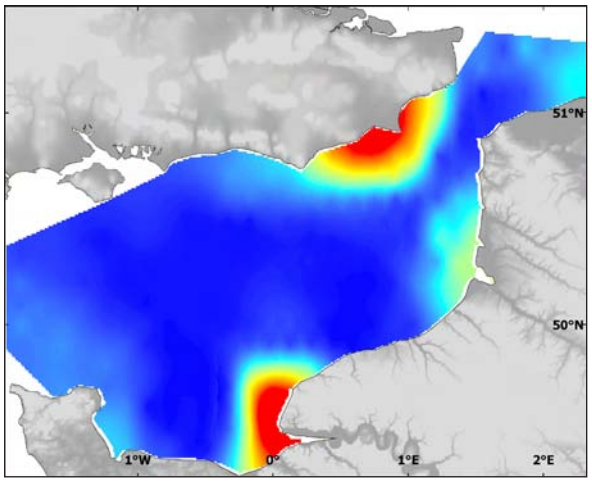


< 1 AN / YEAR OLD

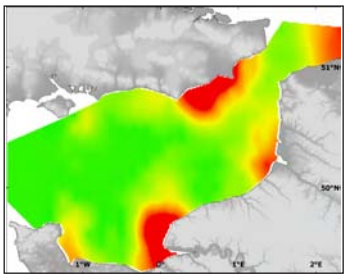
> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An / Year old - *Clupea harengus*

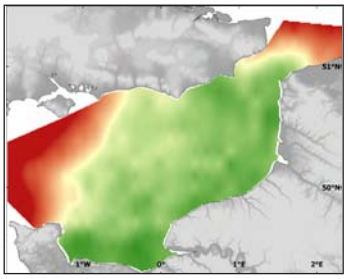
Abondance moyenne en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)



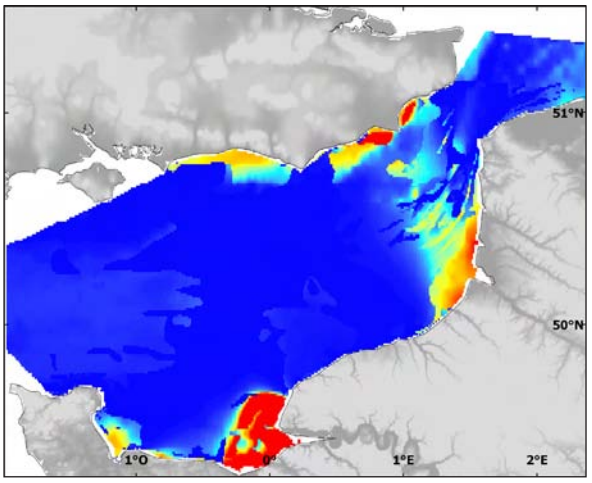
Ecart-type / *Standard deviation*



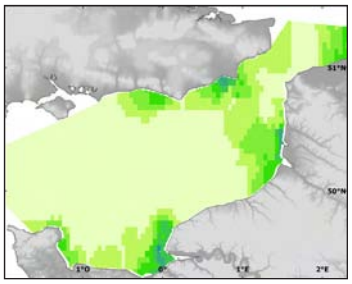
Erreur de krigeage / *Kriging error*

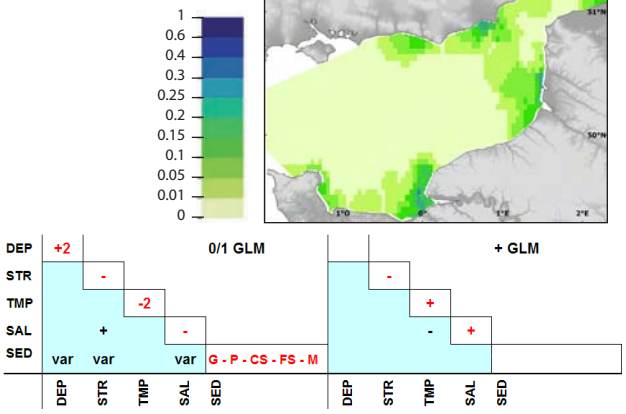


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

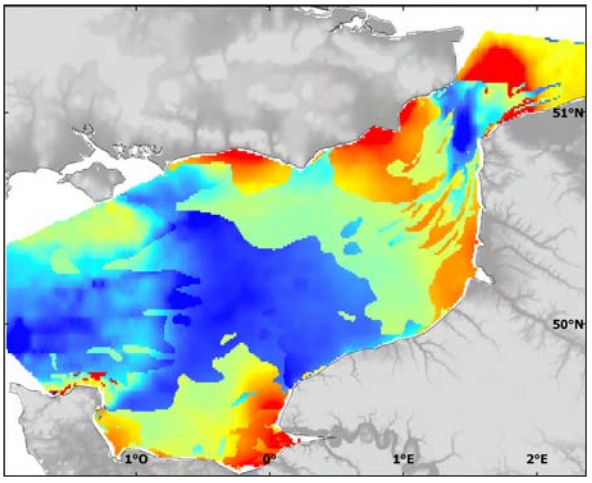


Erreur du modèle / *Model error*

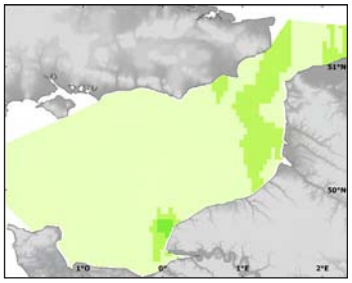


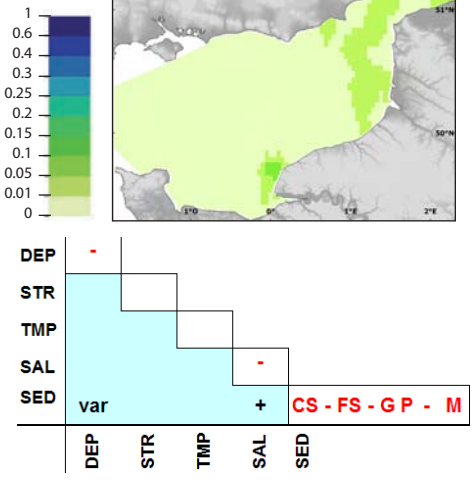


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*





< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

Les données décrivant l'abondance de cette espèce ne sont disponibles qu'en octobre. Elles représentent de petites populations côtières présente en Manche tout au long de l'année. Les individus (harengs des Downs) en provenance de la mer du Nord et qui ne viennent en Manche que pour se reproduire à partir de fin novembre sont une des trois composantes principales du stock de mer du Nord, et ne font pas partie des données présentées ici. Il faut noter que le chalut de fond GOV n'est pas un engin de pêche efficace pour l'échantillonnage des espèces pélagiques telles que le hareng commun.

< 1 an

Les individus de moins de un an (taille < 13.5 cm) sont principalement en baie de Seine et un peu au large de l'estuaire de la Somme, et dans la baie sud de la mer du Nord. Cette distribution spatiale est très bien prédite par le modèle d'habitat préférentiel, qui favorise des zones à sédiments grossiers avec de faibles courants de marées. Le modèle d'habitat potentiel est plus optimiste et indique toutes les zones estuariennes comme étant des habitats favorables, en se basant sur de faibles profondeurs ainsi que de faibles température et salinité mais en favorisant les sédiments fins.

> 1 an

Les individus de plus de un an (> 13.5 cm) sont présents aux mêmes endroits mais également près de la côte britannique aux alentours de Dungeness, ce qui est bien prédit par le modèle d'habitat préférentiel. Le même schéma de distribution se retrouve chaque année. Le modèle d'habitat potentiel indique pourtant que les adultes pourraient être distribués plus largement sur la zone et surtout être présents plus au large sur les fonds sableux où ils déposent généralement leurs œufs.

Abundance data for this species are available only for October. They represent small coastal populations present all year-round in the English Channel. Individuals (Downs herring) coming from the North Sea in the English Channel only to breed (from the end of November) are one of three components of the North Sea stock and are not included in the data presented here. In the English Channel they are located in the coastal waters. It should be noted that the VHVO (or GOV) bottom trawl does not representatively sample pelagic species such as common herring.

< 1 year old

Individuals of less than one year (< 13.5 cm) were mostly found in the Bay of Seine and a bit less off the Somme estuary and the Southern Bight of the North Sea. This distribution pattern was accurately predicted by the preferential model that highlights favourable areas as having coarse sediment and weak tidal currents. The potential habitat model was more optimistic, suggesting all estuaries as favourable habitats, i.e. shallow waters and low temperature and salinity as well as fine sediment type.

> 1 year old

Individuals of more than one year (> 13.5 cm) were found at the same locations but also along the British coast close to Dungeness, which was accurately predicted by the preferential habitat model. The same distribution pattern was found each year. Nevertheless, the potential habitat model indicates that adults could have a larger distribution over the study area and be found in offshore areas with fine sediment types where they generally deposit their eggs.

Dicentrarchus labrax

(Linnaeus,1758)

Bar commun
European seabass

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Moronidae

© IFREMER

Biologie - Le bar est un prédateur carnassier. Les post-larves et juvéniles se nourrissent essentiellement d'organismes zooplanctoniques (crevettes, amphipodes, copépodes et larves de décapodes et de cirripèdes). Le régime alimentaire des adultes est plus diversifié mais dominé par deux principaux types de proies : les crustacés décapodes brachyoures et les poissons (sardine, anchois, sprat, hareng, tacaud, lançons, gobies). En Manche, la reproduction se déroule de mi-février à fin juin, avec une intensité maximale de mi-février à fin mars en Manche ouest.

Caractères démographiques - Taille maximale 100 cm ; taille commune 25-70 cm ; taille minimale de capture 36 cm (UE) ; longévité maximale 15 ans ; âge et taille à maturité 4-7 ans et 33-40 cm (M), 5-8 ans et 35-50 cm (F) ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 70.40 cm (M) et 72.30 cm (F) , taux de croissance k = 0.140 an^{-1}, âge théorique t_0 = - 0.03 (M) et -0.20 (F) ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (*n/a* à *n/a* ovules par femelle).

Environnement - Poisson côtier, fréquent surtout le long des côtes rocheuses ou sableuses à vagues déferlantes (recherche d'eaux riches en oxygène). On l'observe également dans les estuaires et étangs littoraux en dehors de la période de reproduction. Les jeunes individus se déplacent très souvent en bancs dès la fin de la vie larvaire (vers 3 cm de longueur), toujours entre individus de taille identique, même s'il s'agit de poissons appartenant à une autre espèce. Les adultes, cependant, ont un comportement moins grégaire.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, des côtes du Maroc au sud de la Norvège, mer du Nord et mer Baltique. Présent dans toute la mer Méditerranée ainsi qu'en mer Noire.

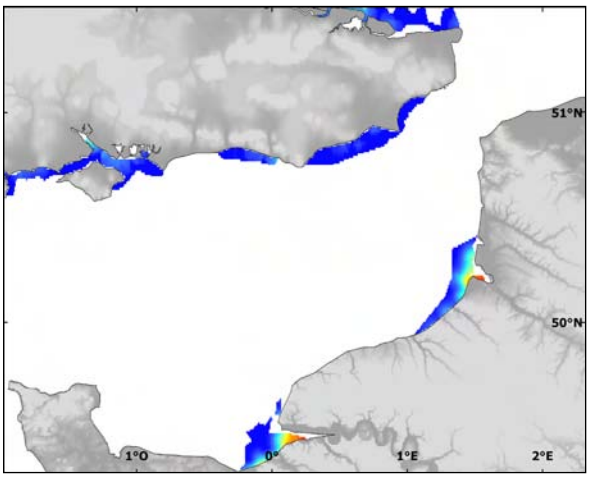
Biology - Seabass is a carnivorous predator. Post-larvae and juveniles feed on zooplanktonic organisms (shrimps, amphipods, copepods, and larvae of decapods and cirripeds). The diet of adults is more varied but dominated by two types of prey: brachyura decapod crustaceans and fish (sardine, anchovy, sprat, herring, pouting, sandeel and goby). In the English Channel, spawning takes place from mid-February to the end of June, with a peak in the western Channel from mid-February to late March.

Life history parameters - Maximum length 100 cm; common length 25-70 cm; minimum landing size 36 cm (EU); maximum lifespan 15 years; age and length at maturity 4-7 years and 33-40 cm (M), 5-8 years and 35-50 cm (F); von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 70.40 cm (M) and 72.30 cm (F), growth rate k = 0.140 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = - 0.03 (M) and -0.20 (F); fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (*n/a* to *n/a* oocytes per female).

Environment - This is a coastal species, frequently found along rocky or sandy coasts where it seeks waters rich in oxygen. It is also found in estuaries and coastal lakes outside of the spawning period. Young individuals swim in schools from the end of the larval stage (length around 3 cm), always with fish of the same length, be it from the same species or not. The adults, however, are less gregarious.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from the coast of Morocco to southern Norway, including the North and Baltic Seas. Also present throughout the Mediterranean and into the Black Sea.

Abondance pluriannuelle en septembre (YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

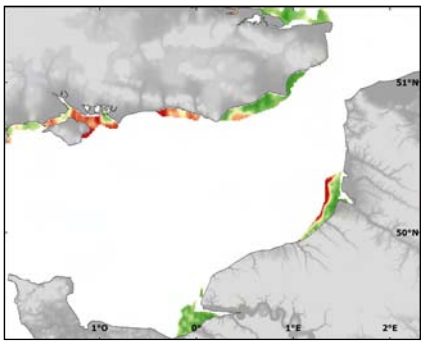


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

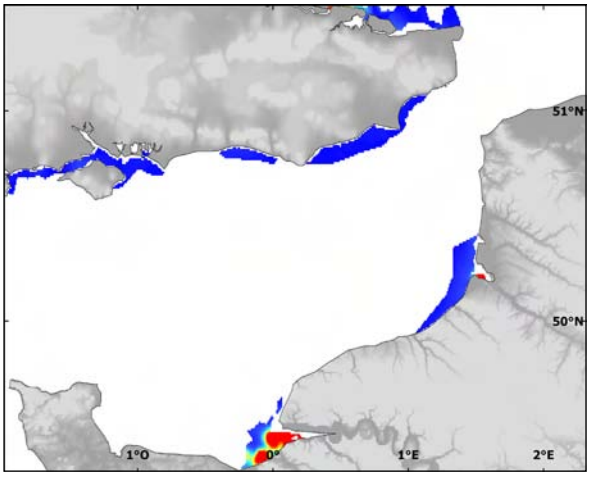
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

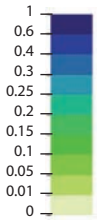


Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

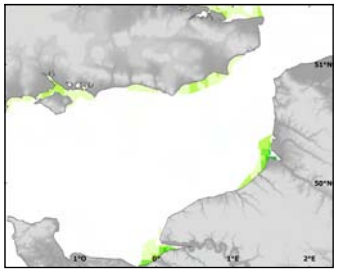


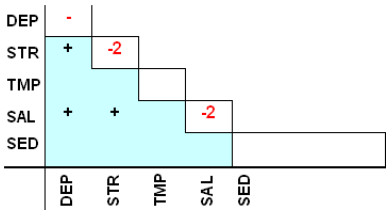
élevé/*high*

faible/*low*



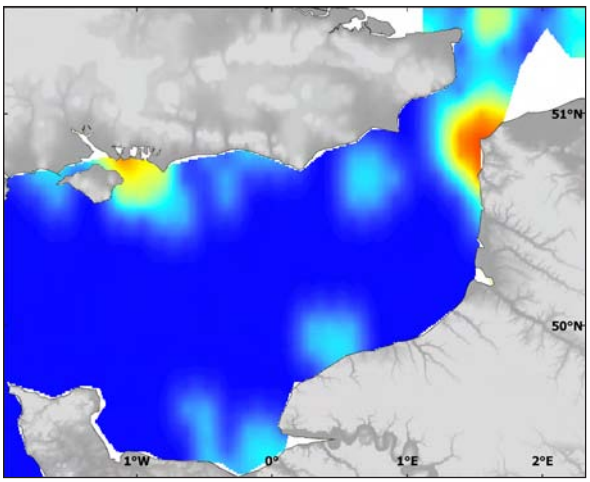
Erreur du modèle / *Model error*

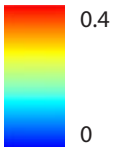




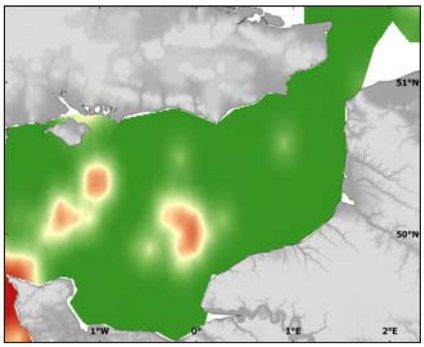
Tous âges confondus / Fish of all ages - Dicentrarchus labrax

Probabilité de présence
en juillet (BTS, 1989-2006)
Presence probability in July (BTS, 1989-2006)





Erreur de krigeage
Kriging error



élevé/*high*

faible/*low*

Les données disponibles ont été collectées par chalutage (chaluts de fond GOV et perche). Ces engins ne constituent pas le moyen le plus efficace de capture de cette espèce et les résultats présentés ici ne donnent probablement qu'une vision partielle de sa distribution spatiale. En particulier, les bars adultes qui vivent en milieu rocheux ne sont pas bien représentés dans cette étude. Enfin, les adultes de plus de 4 ans effectuent des migrations estivales (descente vers des eaux plus chaudes dès septembre) et des migrations hivernales (plus importantes, remontée des zones hivernales, dès février) qui n'apparaissent pas sur les cartes. Les données d'abondance pluriannuelles disponibles concernent les nourriceries en septembre et les individus tous âges confondus en octobre. Des modèles préférentiel et potentiel n'ont pu être développés avec succès que pour ces deux périodes. Le chalut perche utilisé en juillet ne permet pas un échantillonnage satisfaisant et seules les données de présence étaient disponibles.

Nourriceries côtières

L'abondance est élevée dans les estuaires français : embouchure de la Seine et en baie de Somme. L'habitat préférentiel corrobore cette distribution et conditionne la présence de l'animal à de faibles profondeurs, une faible salinité et de faibles courants de marées, qui sont les conditions typiques des baies protégées de la côte française. Les juvéniles sont inféodés à leur estuaire au moins les trois premières années de leur vie et les bars commencent leur migration la quatrième.

Tous âges confondus

En juillet, de fortes probabilités de présence apparaissent dans le détroit du Pas-de-Calais, au sud de la mer du Nord et à l'est de l'estuaire du Solent. En octobre, une forte abondance pluriannuelle est localisée le long des côtes britanniques, dans le détroit du Pas-de-Calais, à l'ouest de la presqu'île du Cotentin, au large des côtes belges et des baies côté français.

Data were collected by trawling (VHVO - or GOV - bottom and beam trawl). These gears do representatively catch this species and the results presented here are probably only giving a incomplete view of its spatial distribution. In particular, adult seabass living in rocky habitats are not well described in this study. Moreover, adults over 4 years old undertake summer migrations (towards warmer waters in September) and winter migrations (more frequent, when the fish swim in the opposite direction in February): these are not shown in the maps. Multi-annual abundance data were available for coastal nurseries in September and fish of all ages in October. The preferential and potential habitat models could be successfully developed only for these two periods. The beam trawl used in July is not able to catch seabass representatively, hence only presence data are shown.

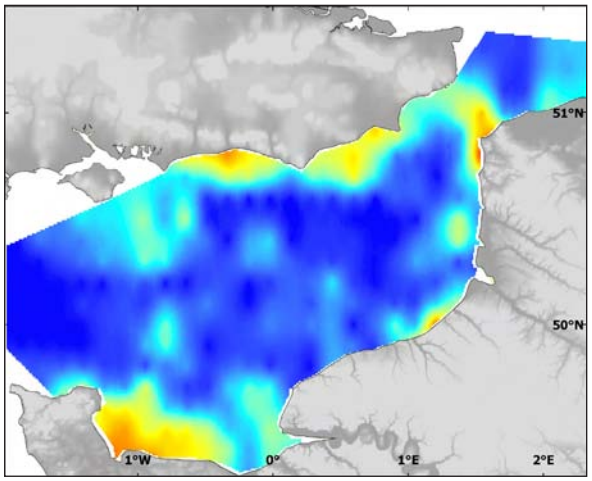
Coastal nurseries

High abundance levels were noted in French estuaries: the Bays of Seine and Somme. The preferential habitat model confirms this survey pattern, inferring preferential parameters as shallow waters having low salinity and weak tidal currents, which are typical of sheltered bays on the French coast. Juveniles remain in their estuary for the first three first years of their lives, and seabass begin their migration in the fourth year.

Fish of all ages

In July, presence probabilities were great in the Dover Strait, in the southern North Sea, and east of the Solent estuary. In October, there were high multi-annual abundance levels along the British coast, in the Dover Strait, west of the Cherbourg Peninsula, off the Belgian coast and French estuaries. The kriging error was high where observations were more scattered. The preferential and potential habitat models display high abundance levels in the same locations, though spreading further offshore. Seabass presence seems to be linked to shallow, low salinity and warm wa-

Abondance pluriannuelle en octobre
(CGFS 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

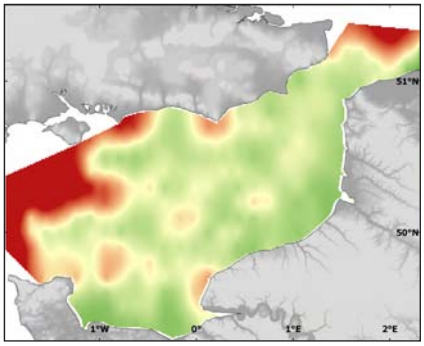


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

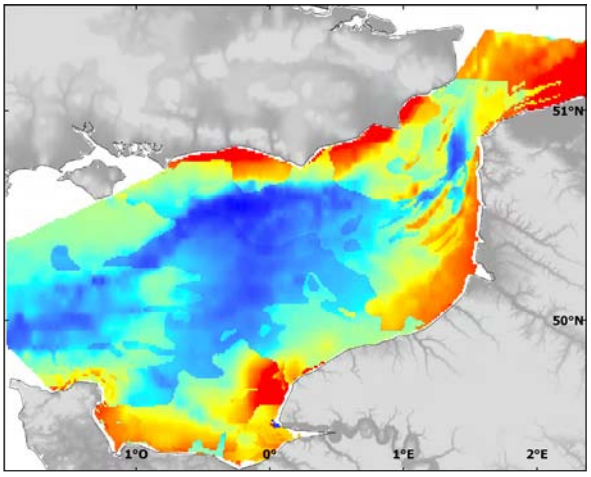
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



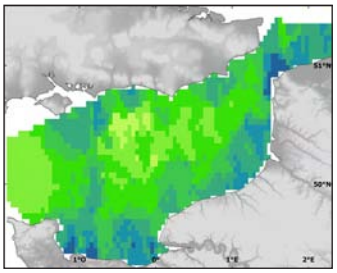
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

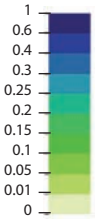


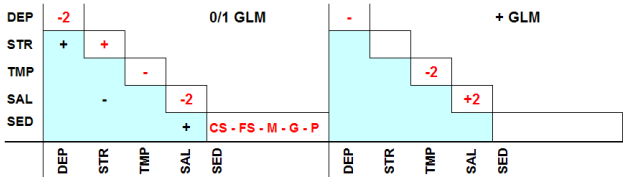
élevé/*high*

faible/*low*

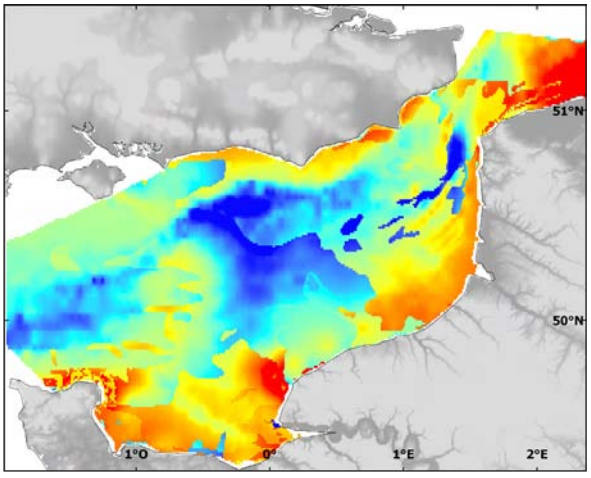
Erreur du modèle / *Model error*







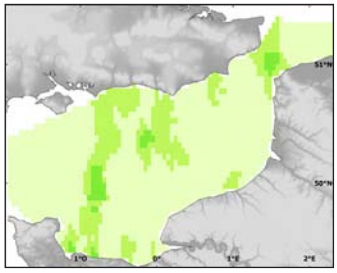
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

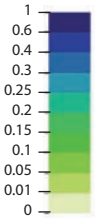


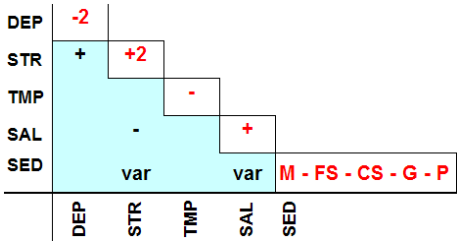
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*







L'erreur de krigeage est forte là où les données sont clairsemées. Les cartes d'habitats préférentiel et potentiel situent les fortes concentrations aux mêmes endroits, tout en s'étendant plus au large. Ils conditionnent la présence du bar à des endroits où les eaux sont peu profondes, plutôt chaudes et faiblement salées, mais agitées (forts courants de marées). Les sédiments de fond sont de fins à moyennement grossiers.

ters, having strong tidal currents (bed shear stress). Suitable seabed sediments types range from fine to coarse.

Engraulis encrasicolus

(Linnaeus,1758)

Anchois commun
European anchovy

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Clupeiformes
Famille-Family : Engraulidae

© IFREMER

Biologie : Les anchois se nourrissent de zooplancton (copépodes, larves de cirripèdes, larves de mollusques, œufs et alevins de poissons pélagiques). Ils se reproduisent d'avril à août, avec généralement un pic pendant les mois les plus chauds, près de la surface (10-30 m), à partir d'une température comprise entre 14° et 19 °C. Les poissons les plus âgés se reproduisent dès avril, suivis des plus jeunes en mai dans le golfe de Gascogne. L'éclosion s'effectue 2 à 4 jours après la ponte donnant naissance à des alevins de 3 mm.

Caractères démographiques - Taille maximale 20 cm ; taille commune 10-15 cm ; taille minimale de capture 12 cm sauf du Portugal au Finisterre-Vigo 10 cm (UE) ; longévité maximale 3 ans ; âge et taille à maturité 1 an et 11-13 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 18.6 cm, taux de croissance k = 1.21 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.01 ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (13 000 à 20 000 ovules par femelle).

Environnement : Pélagique, il vit dans les eaux côtières jusqu'à 150 m de profondeur et se regroupe en bancs de très grande taille. Deux populations ont été mises en évidence. La première semble inféodée à des eaux fortement dessalées (lagons, estuaires et baies) et ces bancs n'effectuent pas de grandes migrations. La population ''du large'' vit elle près du rivage mais, avec l'arrivée du froid, gagne des couches d'eaux plus profondes.

Répartition géographique : Atlantique nord-est, du Maroc aux mers du Nord et Baltique et en mers Méditerranée et Noire. Très abondant sur les côtes espagnoles et dans le golfe de Gascogne.

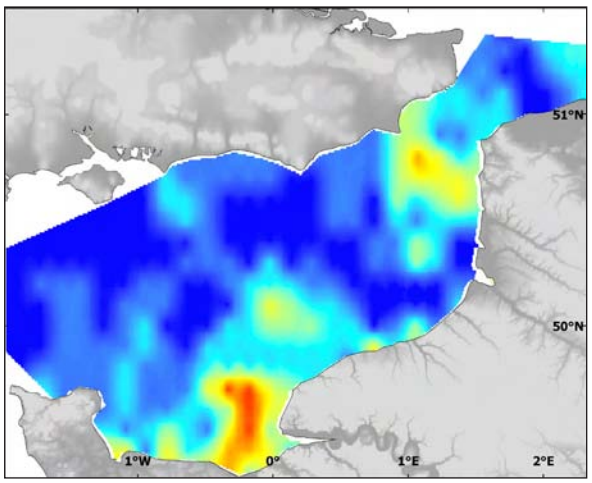
Biology - European anchovy feed on zooplanktonic organisms (copepods, cirriped larvae, mollusc larvae, and eggs and larvae of pelagic fish species). Spawning occurs from April to August, peaking usually during the warmest months. Spawning is in surface waters (10-30 m) having temperatures between 14° and 19 °C. In the Bay of Biscay, the older anchovy reproduce from April onwards, and the younger spawners from May. Hatching occurs from 2 to 4 days after spawning and fry reach 3 mm length.

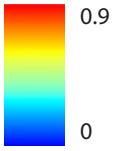
Life history parameters - Maximum length 20 cm; common length 10-15 cm; minimum landing size 12 cm, except from Portugal to Finisterre-Vigo 10 cm (EU); maximum lifespan 3 years; age and length at maturity 1 year and 11-13 cm ; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 18.6 cm, growth rate k = 1.21 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.01; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (13,000 to 20,000 oocytes per female).

Environment - This is a pelagic, mainly coastal species (found at water depths ranging from 0 to 150 m) forming large schools. Studies reveal two distinct populations. The first seems to stay in low salinity waters (lagoons, estuaries and bays) and these schools do not undertake long migrations. The second population also lives inshore but, as water temperature cools, migrates to offshore deeper water layers.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from Morocco to the North and Baltic Seas and into Mediterranean and Black Seas. Very abundant along the Spanish coast and in the Bay of Biscay.

Probabilité de présence en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1988-2006)

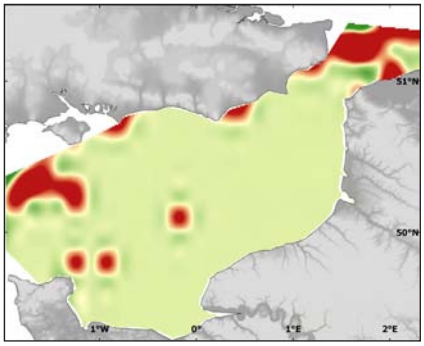




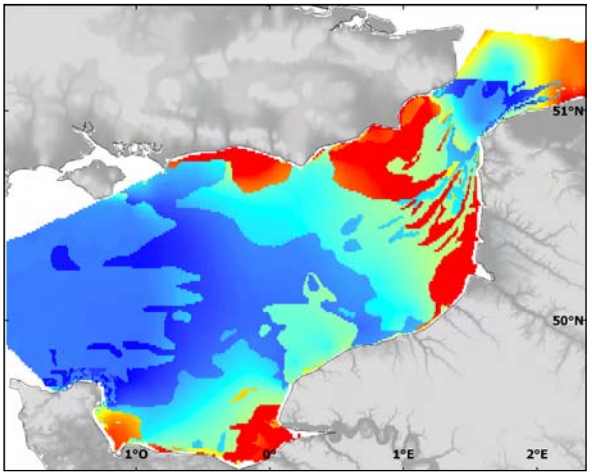
élevé/*high*

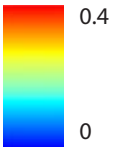
faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

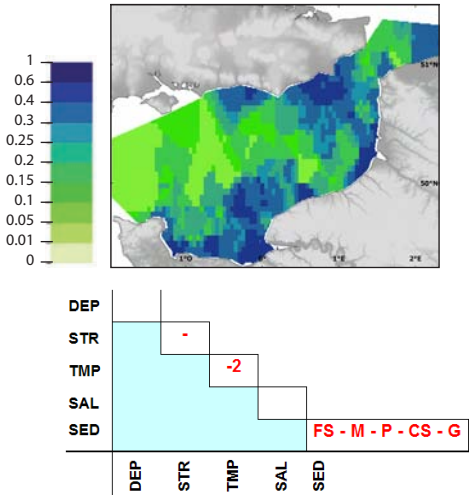


Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



Tous âges confondus

Cette espèce pélagique vit en banc dans la colonne d'eau et par conséquent aucun des engins utilisés ne la cible correctement : seul le chalut de fond GOV utilisé en octobre parvient à le capturer occasionnellement. Seule des données de présence/absence ont pu être utilisées et une carte de distribution pluriannuelle des individus toutes tailles confondues a pu être réalisée. Un modèle d'habitat probable a également pu être développé. La carte de distribution en octobre indique que les zones de plus forte présence se situent au large de l'estuaire de la Seine, à l'est de l'île de Wight, au large des côtes normandes et au sud du détroit du Pas-de-Calais. Le modèle d'habitat probable étend les zones de présence probable de l'espèce au large de la côte d'Opale et au large des côtes du Sussex. La présence de l'espèce semble fortement inféodée à des températures intermédiaires à relativement faible en cette saison et à de faibles tensions de cisaillement. Le modèle illustre également la plus grande affinité de cette espèce pour des sédiments fins à moyennement grossiers.

Fish of all ages

This pelagic species lives in school in the water column and consequently none of the sampling gear used during the surveys captures it representatively. The VHVO (or GOV) bottom trawl used during the October surveys captures it occasionally. Presence/absence data are presented here for fish of all ages, and a probable habitat model was developed. In October, there were high presence probability areas off the Seine estuary, east of the Isle of Wight, off the Normandy coast and south of the Dover Strait. Probable habitat model extends the probable areas of presence to the Opale coast and off the Sussex coast. In October, anchovy presence appears to be strongly linked to intermediate to relatively low temperatures, and to weak bed shear stress. The model also illustrates the higher affinity of this species for fine to coarse sediment types.

Gadus morhua

Linnaeus,1758

Morue commune, Cabillaud
Atlantic cod

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Gadiformes
Famille-Family : Gadidae

© IFREMER

Biologie - Le cabillaud adulte est un prédateur actif se nourrissant d'invertébrés (crustacés décapodes, céphalopodes, vers) et de petits poissons à l'aube ou au crépuscule et formant des bancs le jour qui se désagrègent la nuit. En Manche orientale et sud de la mer du Nord, la reproduction a lieu de décembre à mai sur des fonds entre 50 et 200 m. La plupart des populations ont des aires de ponte et de nutrition distinctes impliquant des migrations saisonnières. Les œufs pélagiques éclosent après une douzaine de jours pour donner des larves qui resteront pélagiques durant 2 à 5 mois avant de migrer vers le fond. La croissance des alevins est rapide.

Caractères démographiques - Taille maximale 200 cm ; taille commune 50-90 cm ; taille minimale de capture 35 cm sauf Skagerrak et Kattegat 30 cm et mer Baltique 38 cm (UE) ; longévité maximale 25 ans ; âge et taille à maturité 3-4 ans et 53-59 cm en Manche ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 103.9 cm, taux de croissance k = 0.19 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.10 ; paramètres de fécondité *alpha* = 4.58 ovules.cm^{-beta} et *beta* =3.02.

Environnement - Poisson bentho-démersal, mais pouvant aussi se trouver en pleine eau, vivant entre 0 et 600 m avec de fortes concentrations entre 150 et 200 m. Espèce boréale se répartissant dans les eaux marines à saumâtres ayant des températures comprises entre 0 et 20°C.

Répartition géographique - Atlantique nord-ouest ; Atlantique nord-est le long des côtes est et ouest du Groenland, autour de l'Islande et le long des côtes européennes du nord de la Norvège (mer de Barents) jusqu'au golfe de Gascogne, dont la région autour de l'île de Bear.

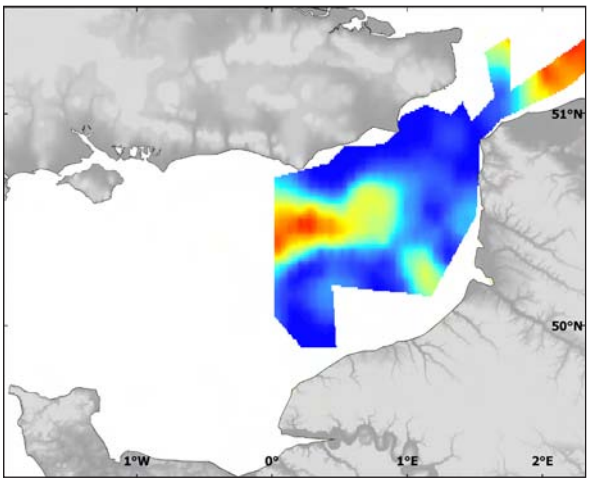
Biology - Adult cod are active predators feeding especially at dawn and dusk on invertebrates (crustaceans, decapods, cephalopods and worms) and small fish, and living during the day in schools that break up at night. In the eastern English Channel and southern North Sea, spawning occurs between December and May in spawning areas located in waters between 50 and 200 m. Most populations have distinct spawning and feeding areas implying seasonal migrations. Pelagic eggs hatch after twelve days, and the larvae will stay in the water column for 2 to 5 months before migrating to the bottom.

Life history parameters - Maximum length 200 cm; common length 50-90 cm; minimum landing size 35 cm except in Skaggerak and Kattegat 30 cm and Baltic Sea 38 cm (EU); maximum lifespan 25 years; age and length at maturity 3-4 years and 53-59 cm in the English Channel ; von Bertalanffy parameters : asymptotic length L_{inf} = 103.9 cm, growth rate k = 0.19 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.10; fecundity parameters *alpha* = 4.58 oocytes.cm^{-beta} and *beta* = 3.02.

Environment - A bentho-demersal species, which can also be found in the water column, living between 0 and 600 m depth, with high concentrations between 150 and 200 m. Cod is a boreal species ranging from marine to brackish waters having temperatures between 0 and 20°C.

Geographical distribution - North-west Atlantic; north-east Atlantic along the eastern and western coasts of Greenland, around Iceland and along the European coast from northern Norway (Barents Sea) to the Bay of Biscay, and including the surroundings of Bear Island.

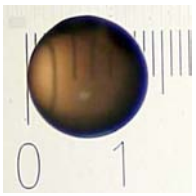
Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)



log (x+1),
x = nbr. ind.
/ 20 m³

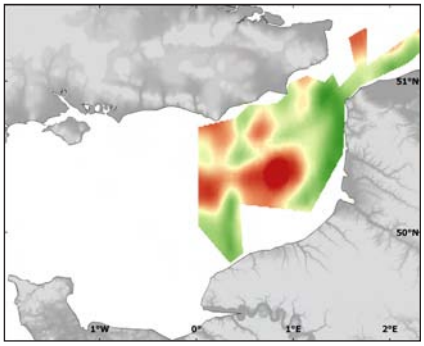
élevé/*high*

faible/*low*

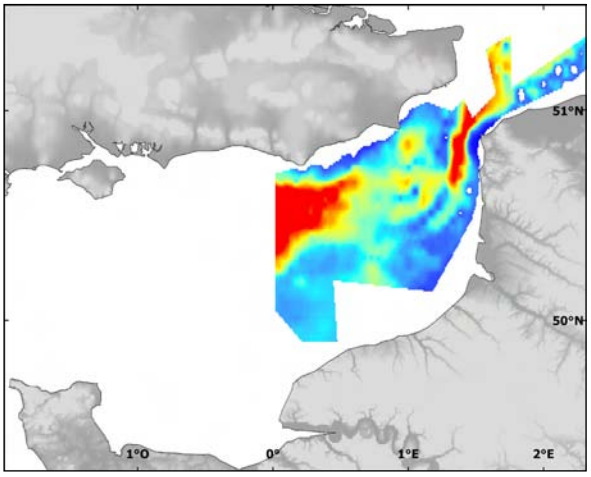


stade 1
stage 1

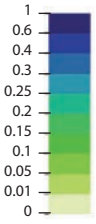
Erreur de krigeage
Kriging error

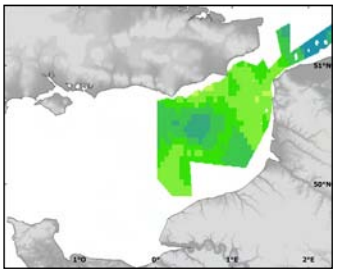


Habitat probable en janvier (GLM)
Probable habitat in January (GLM)



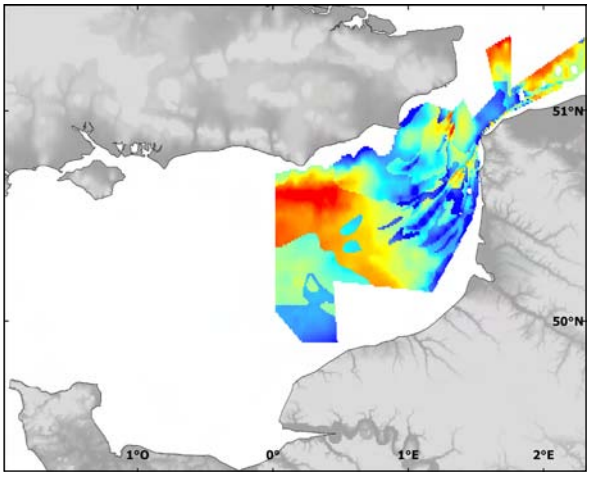
Erreur du modèle / *Model error*





DEP	+2
STR	
TMP	
SAL	
CHL	+2
SED	

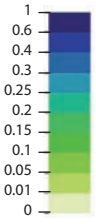
Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)

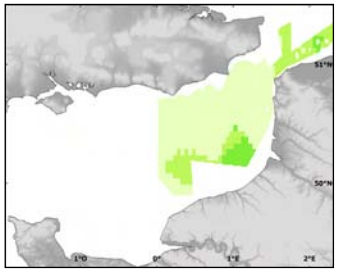


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

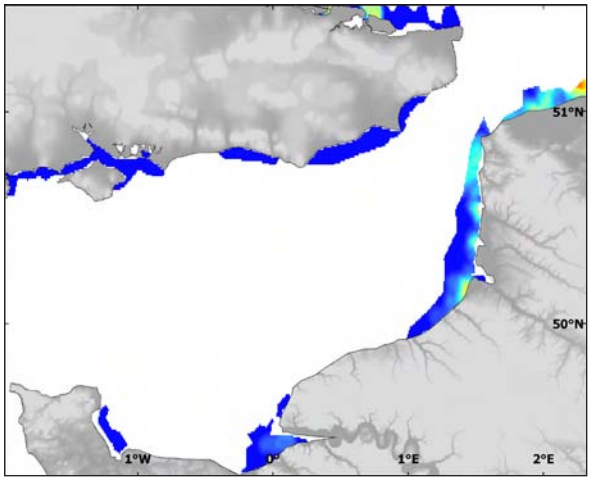




DEP	+2
STR	+2
TMP	-
SAL	+
CHL	
SED	CS - FS - G - M - P

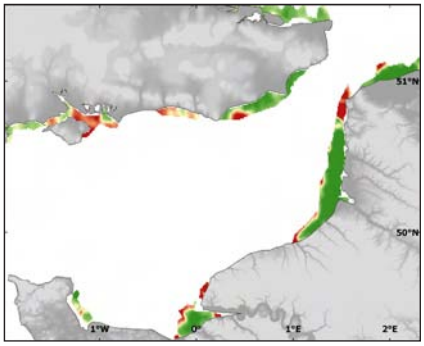
Nourriceries côtières / Coastal nurseries - Gadus morhua

Abondance pluriannuelle en septembre
(YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)



log (x+1),
x= nbr. ind./km²

Erreur de krigeage
Kriging error



Les données décrivant cette espèce sont disponibles pour différents stades (œuf, nourricerie, individus de moins et plus d'un an) et sur plusieurs saisons. Seules les données de juillet ont distingué les individus de moins de un an (longueur < 28.7 cm) des individus de plus d'un an.

Œufs

Cette espèce fraie en Manche de décembre à mai. Les données de janvier 2007 montrent une forte occurrence d'œufs au centre de la Manche orientale et une zone de moindre occurrence au large de Dieppe. L'espèce était aussi fortement présente dans le sud de la mer du Nord. La littérature fait état d'autres zones de ponte (à l'ouest de Boulogne-sur-mer et au centre de la Manche orientale (zone partiellement échantillonnée lors de la campagne) qui n'apparaissent pas ici. Les modèles d'habitat probable et potentiel se superposent assez bien à la distribution générale de l'abondance tout en faisant apparaître une zone favorable à l'ouest de Boulogne-sur-mer. Les paramètres explicatifs significatifs sont en priorité la profondeur, la tension de cisaillement, la salinité et la concentration en chlorophylle *a* et des types de sédiments grossiers.

Nourriceries côtières

De faibles abondances ont été observées au nord de l'embouchure de la Tamise, au large des baies de Somme, Authie et Canche, et au large de Boulogne-sur-mer. Les abondances augmentent légèrement sur la côte dunkerquoise. Les larves et post-larves de morue deviennent progressivement démersales et se distribuent dans des nourriceries côtières. Ces nourriceries ne se situent pas en Manche Orientale mais le sud-est de la mer du Nord est une zone de nourricerie importante pour cette espèce.

< 1 an

Compte tenu de la période de ponte de la morue, il est probable que les individus capturés en juillet soient tout juste âgés d'un an. Les observations faites en octobre confirment ce fait car la plupart des individus

Data were available for different life stages (egg, nursery, individuals of less and more than one year) and for several seasons. Separation between younger and older than one year individuals (on the basis of length at one year being 28.7 cm) was only done for July data.

Eggs

Cod spawn in the English Channel from December to May. In January 2007, egg occurrence was high in the central part of the eastern English Channel and southern North Sea, and lower off Dieppe. Other spawning areas are mentioned in the literature (west of Boulogne-sur-mer and in the central eastern English Channel, partly sampled during this survey), which do not appear in the January data. The probable and potential habitat models display the same pattern as the survey data, but highlight an additional favourable area west of Boulogne-sur-mer. Significant predictive parameters are depth, bed shear stress, salinity, chlorophyll *a* concentration and coarse sediment types.

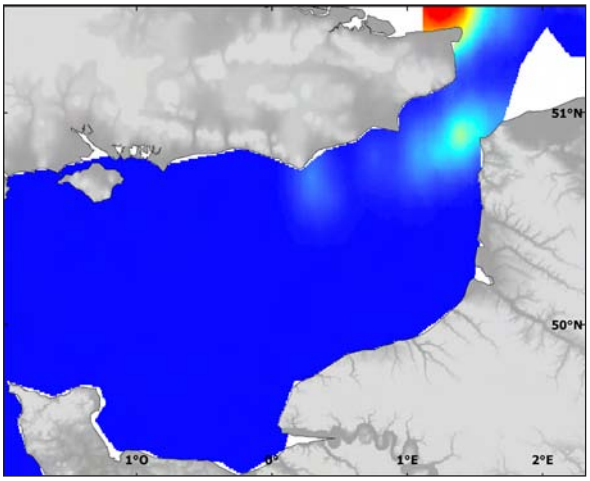
Coastal nurseries

Low abundance levels were recorded north of the Thames estuary, off the Bays of Somme, Authie and Canche, and offshore from Boulogne-sur-mer. Abundance levels increased slightly along the Dunkirk coast. Larvae and post-larvae progressively become demersal and concentrate within coastal nurseries. These nurseries are not located in the eastern English Channel but the south-eastern North Sea is an important nursery area for this species.

< 1 year old

According spawning period of this species, it is likely that most of the individuals caught in July were just one year old. In agreement with the nursery data, the abundance of less than one year old individuals was low in the eastern English Channel, with a single area of high abundance in the southern North Sea. Still, the preferential habitat model predicts favourable areas off the Isle of Wight and in the Dover Strait. The

Abondance pluriannuelle en juillet
(BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

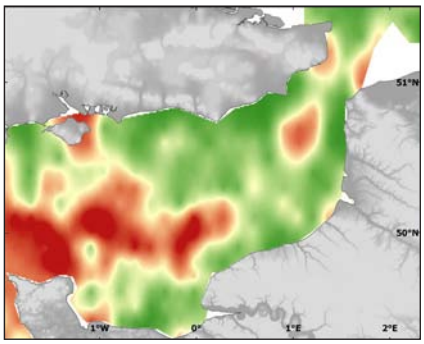


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

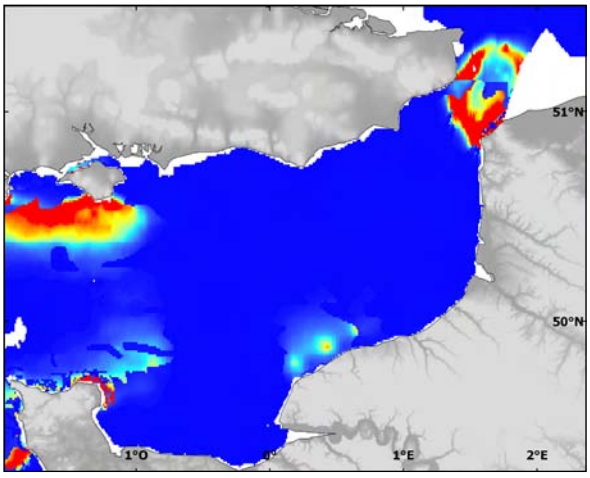
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



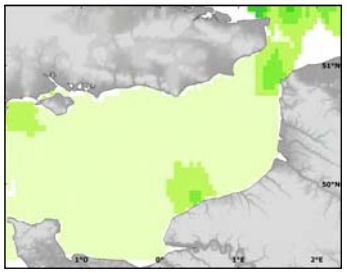
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

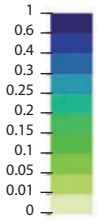


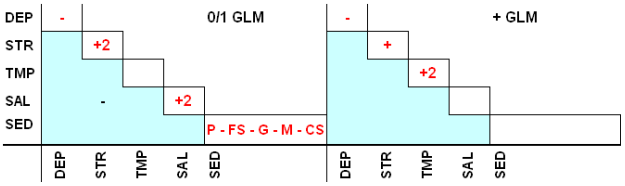
élevé/*high*

faible/*low*

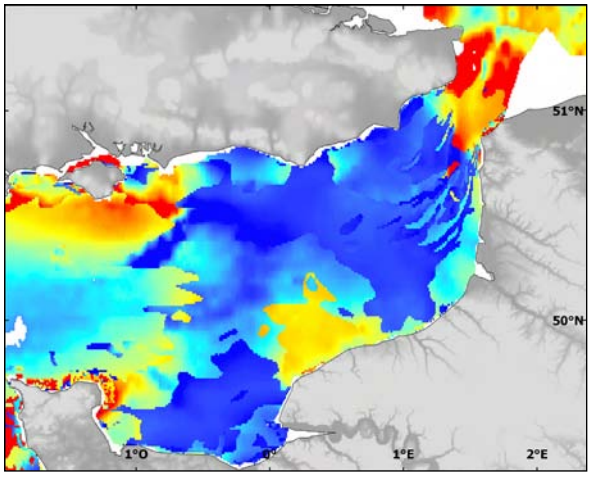
Erreur du modèle / *Model error*







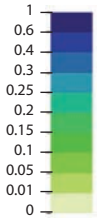
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

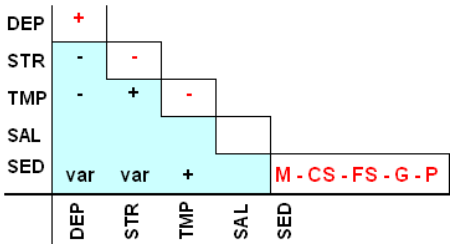


élevé/*high*

faible/*low*

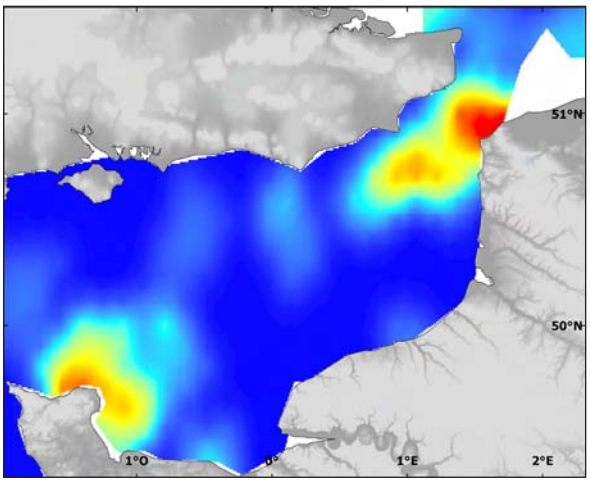
Erreur du modèle / *Model error*





> 1 An / Year old - *Gadus morhua*

Abondance pluriannuelle en juillet
(BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

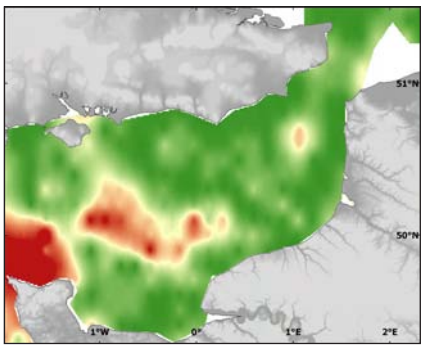


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

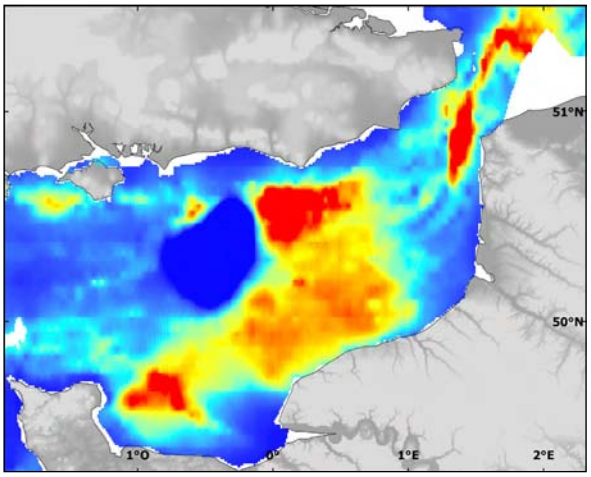
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

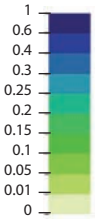


Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

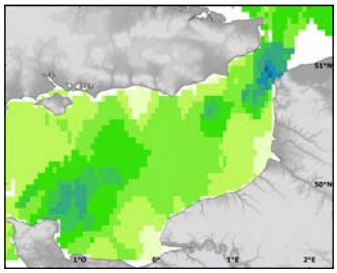


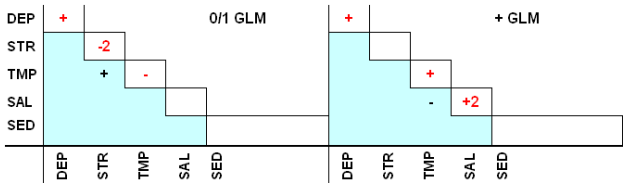
élevé/*high*

faible/*low*

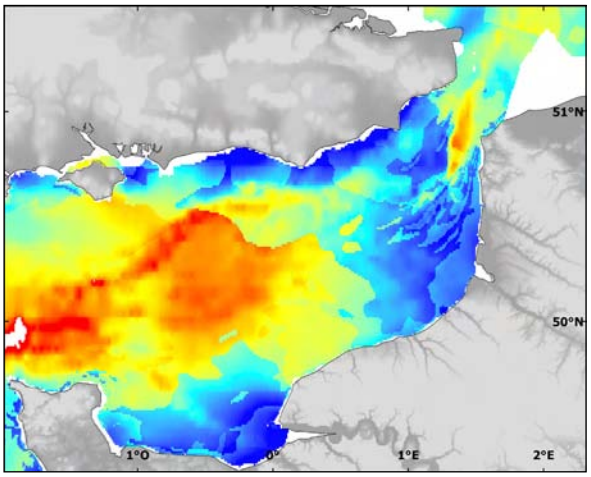


Erreur du modèle / *Model error*



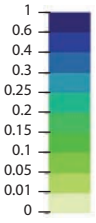


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

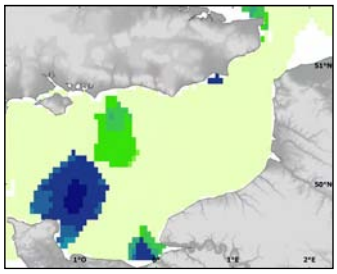


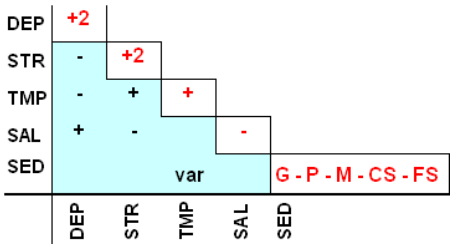
élevé/*high*

faible/*low*



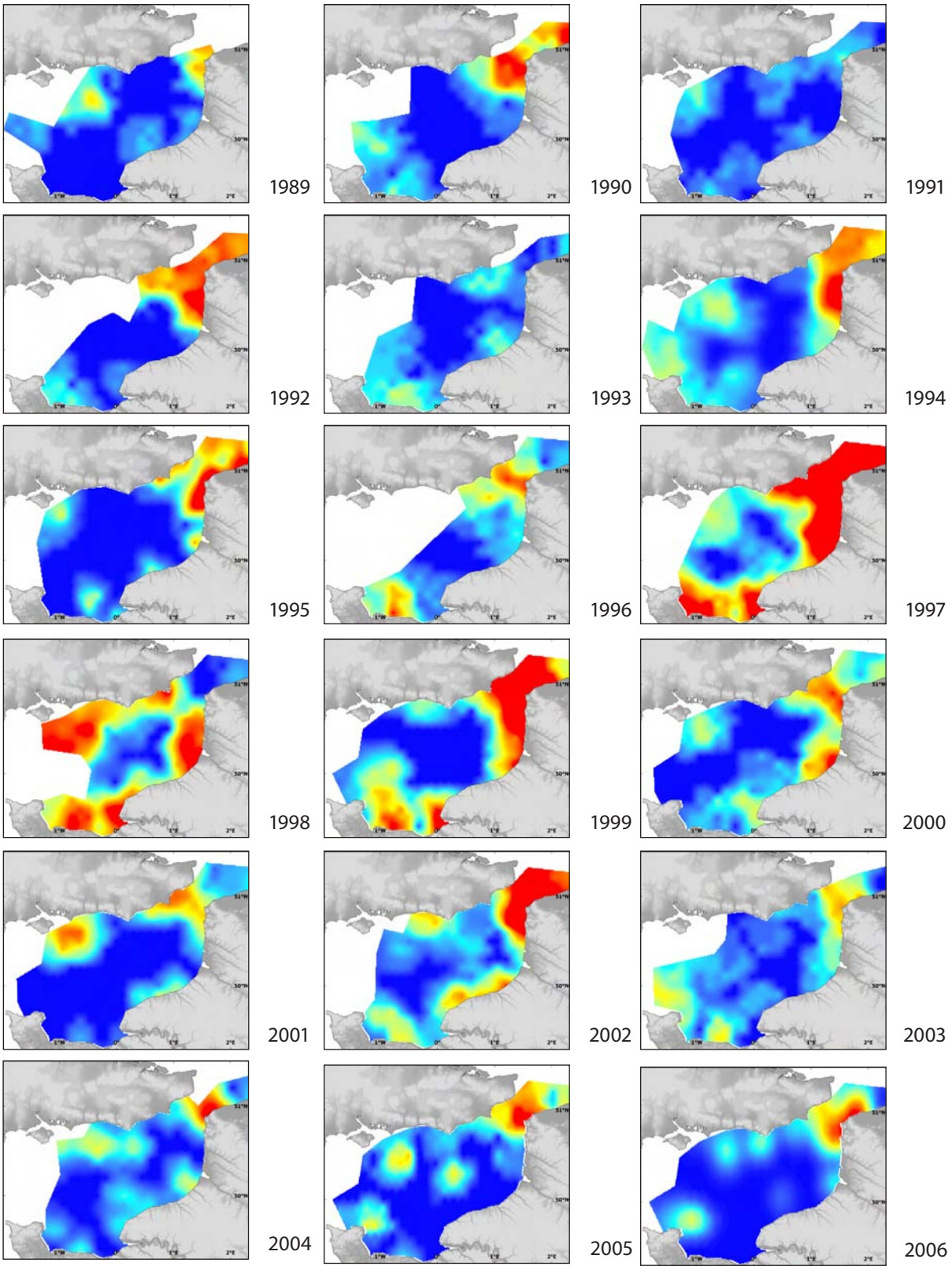
Erreur du modèle / *Model error*

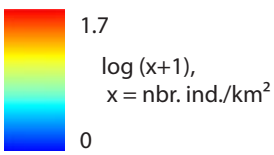




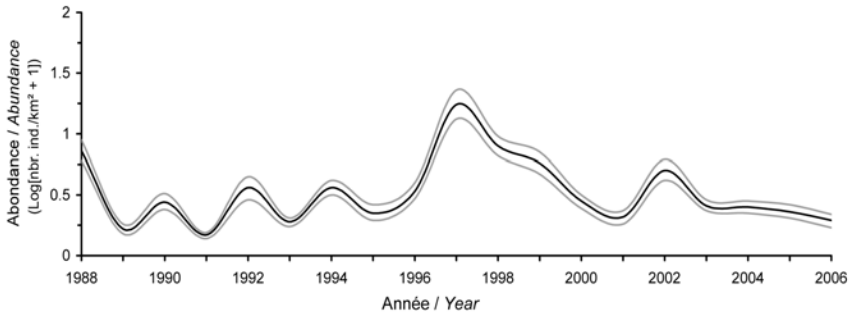
Tous âges confondus / Fish of all ages - Gadus morhua

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



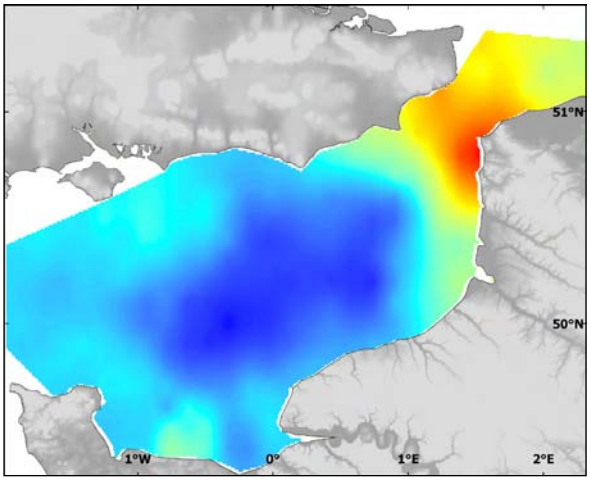


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



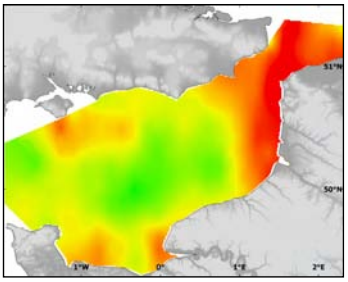
Tous âges confondus / Fish of all ages - Gadus morhua

Abondance moyenne en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)

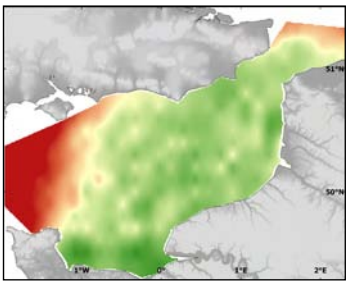


élevé/*high*
faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*

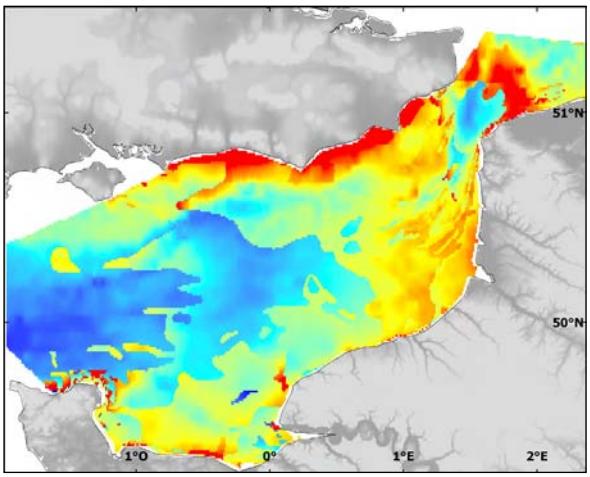


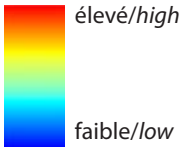
Erreur de krigeage / *Kriging error*



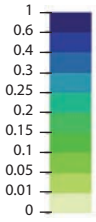
élevé/*high*
faible/*low*

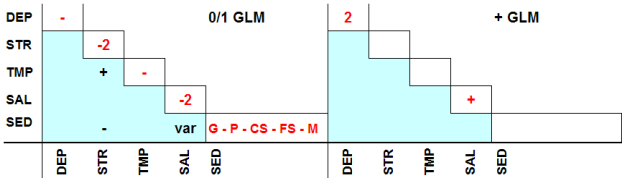
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



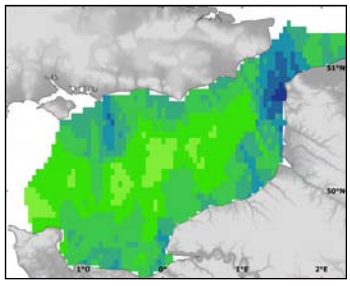


élevé/*high*
faible/*low*

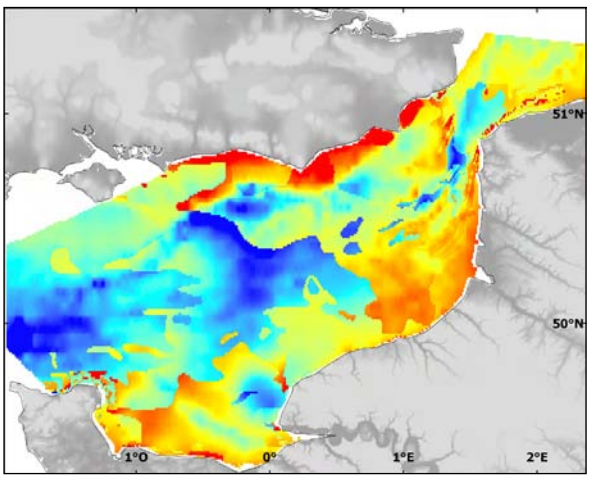




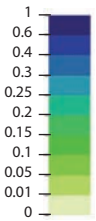
Erreur du modèle / *Model error*

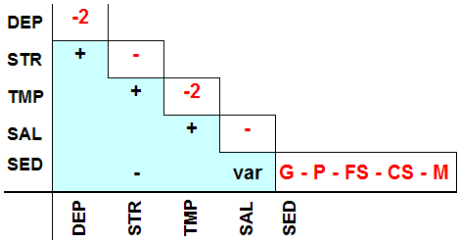


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

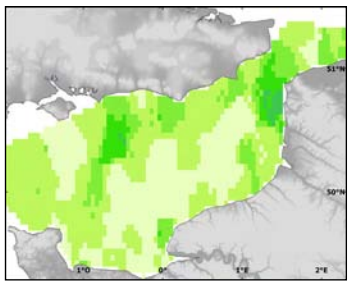


élevé/*high*
faible/*low*





Erreur du modèle / *Model error*



vidus collectés avaient plus d'un an. Confirmant ainsi les observations faites sur les nourriceries, l'abondance des individus de moins d'un an semble particulièrement faible en Manche orientale, la seule zone d'abondance étant située dans le sud de la mer du Nord. Le modèle d'habitat préférentiel prédit pourtant des zones adéquates au large de l'île de Wight et dans le détroit du Pas-de-Calais. Les paramètres expliquant la présence des jeunes sont de faibles profondeurs, associées à de forts courants de marées. Le modèle d'habitat potentiel confirme que des conditions très favorables existent dans le secteur ouest de la Manche orientale, au large de Dieppe, dans le détroit du Pas-de-Calais et au sud de la mer du Nord.

> 1 an (juillet) & tous âges confondus (octobre)

Concernant les individus de plus de un an, les zones de fortes abondances pluriannuelles en juillet se situent au sud du détroit du Pas-de-Calais et à l'est de la presqu'île du Cotentin. Cette distribution est très différente de celle des individus de moins de un an. Les modèles d'habitat potentiel et préférentiel prédisent des zones adéquates bien plus étendues : au centre de la Manche orientale et à l'est de la presqu'île du Cotentin, voire sur l'ensemble de la Manche pour le modèle potentiel qui est le modèle le plus optimiste. L'habitat préférentiel identifie des conditions assez simples (eaux relativement profondes, avec des courants de marées faibles à moyens) mais l'habitat potentiel met en évidence des interactions assez complexes entre les paramètres.

En octobre, la série des abondances montre une forte variabilité de la distribution avec des zones importantes dans le détroit du Pas-de-Calais. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel mettent en évidence des zones prédites étendues avec de fortes concentrations le long des côtes. Les paramètres explicatifs de ces modèles sont des profondeurs et des courants de niveaux intermédiaires et des sédiments de fond plutôt grossiers. Ces relations sont complexifiées par des interactions entre ces mêmes paramètres.

Le niveau actuellement très bas de la biomasse de ce stock, dû à la sur-exploitation par pêche et à de mauvais recrutements, peut expliquer que cette espèce n'est peut-être pas en mesure d'utiliser pleinement tous les habitats qui lui sont favorables en Manche Orientale, se concentrant ainsi uniquement dans le détroit du Pas-de-Calais.

parameters explaining the presence of this species are shallow waters having strong tidal currents. The potential habitat model confirms that favourable locations exist in the western part of the eastern English Channel, off Dieppe, in the Dover Strait and the southern North Sea.

> 1 year old (July) & fish of all ages (October)

In July for individuals of more than one year, areas of high multi-annual abundance were located south of the Dover Strait and east of the Cherbourg Peninsula. This spatial distribution pattern is very different from that of less than one year old individuals. The preferential and potential habitat models predict presence over a broader area: the central eastern English Channel, east of the Cherbourg Peninsula, and even the whole Channel for the potential habitat which is the more optimistic model. The preferential habitat model highlights predictive parameters as being relatively deep waters with weak to intermediate tidal current levels, but the potential habitat model contains complex interactions between parameters.

In October, the yearly distributions of abundance illustrate a significant spatial variation, with high abundance levels in the Dover Strait. The preferential and potential habitats suggest broad favourable areas with high concentrations along the coasts. Predictive parameters were intermediate levels of depth and bed shear stress, and coarse sediment types. These relationships are made more complex by interactions among these parameters.

The current poor state of this stock's biomass, due to fishery over-exploitation and poor recruitments, may explain why this species may not be able to fully utilise all the suitable habitats available in the eastern English Channel, hence only concentrating in the Dover Strait.

Galeorhinus galeus

(Linnaeus,1758)

Requin-hâ
Tope

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Elasmobranchii
Ordre-Order : Carcharhiniformes
Famille-Family : Triakidae

© IFREMER

Biologie - Poisson opportuniste, il se nourrit principalement de poissons de fond (des gadidés ou des poissons plats), mais également d'espèces pélagiques (harengs, sardines …), de crustacés, céphalopodes et polychètes (seulement les juvéniles). Il est ovovivipare et donne naissance, après une gestation d'environ un an, à quelques dizaines de jeunes (10 à 40). Ces derniers naissent entre juin et septembre et mesurent entre 30 et 40 cm de long.

Caractères démographiques - Taille maximale 200 cm ; taille commune 100-150 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 55 ans ; âge et taille à maturité 8 ans (M), 11 ans (F) et 120-170 cm (M), 130-185 cm (F) ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 184.9 cm, taux de croissance k = 0.327 an^{-1}, âge théorique t_0 = -1.35 ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (10 à 40 jeunes par femelle).

Environnement - Il vit solitaire ou en petits bancs, dans les eaux côtières continentales ou autour des îles (0-400 m de profondeur), avec une préférence pour les zones de graviers ou de sable. Bon nageur, il peut se déplacer entre deux eaux ou en surface.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, de l'Islande et nord de la Norvège jusqu'au Maroc, et en Méditerranée.

Biology - An opportunistic species, tope feed on bottom-dwelling species (Gadidae, flatfish), but also pelagic ones (such as herring, sardine, etc), crustaceans, cephalopods and polychaetes (juveniles only). Ovoviviparous species, this shark gives birth, after a gestation lasting one year, between June and September, to pups which are 30-40 cm long.

Life history parameters - Maximum length 200 cm; common length 100-150 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 55 years; age and length at maturity 8 years (M),11 years (F) and 120-170 cm (M), 130-185 cm (F); von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 184.9 cm, growth rate k = 0.327 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -1.35; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (10 to 40 pups per female).

Environment - Evolving alone or in small schools, it is found in coastal continental waters (at 0-400 m depths or around islands), mainly on gravely and sandy substrates. A good swimmer, tope can be found in mid-water or near the surface.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from Iceland and north of Norway to Morocco and in the Mediterranean.

Captures en juillet (BTS, 1989-2006)
Catches in July (BTS, 1989-2006)

● 1 capture d'individu(s)/
1 catch of individual(s)

Tous âges confondus

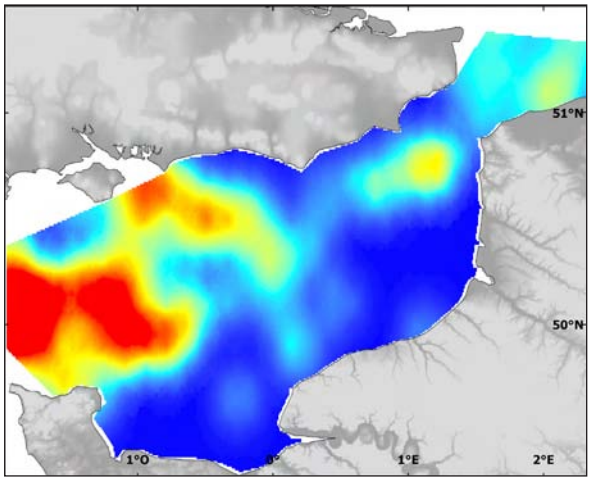
Les données de campagnes en juillet n'étaient pas suffisantes pour une cartographie par interpolation : sont donc représentées les localisations où des individus (toutes tailles et sexes confondus) ont été capturés pendant les campagnes en mer de 1989 à 2006. Cette espèce est très mal échantillonnée par le chalut perche utilisé lors de la campagne de juillet, d'où les très faibles taux de capture. Deux captures d'individus de cette espèce ont eu lieu dans la zone étudiée : une au sud du Kent (en face de Folkestone) et une autre plus au nord (en face de Margate).

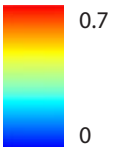
Fish of all ages

Survey data for July were not sufficient for a cartography by interpolation: instead are shown the locations where individuals (of all sizes and sexes) were caught during the sea surveys. The near absence of this species in July is due to a very low gear selectivity, and does not reflect absence. There were two catches of individuals from this species during the period 1989-2006: one south (off Folkestone) and another north (off Margate) of Kent.

Tous âges confondus / Fish of all ages - Galeorhinus galeus

Probabilité de présence
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1988-2006)

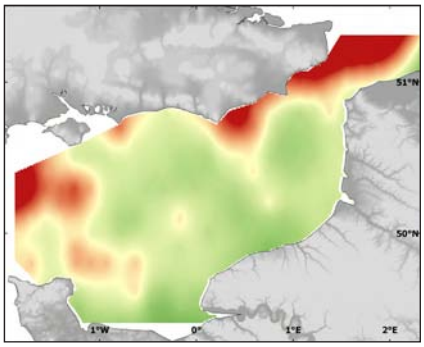




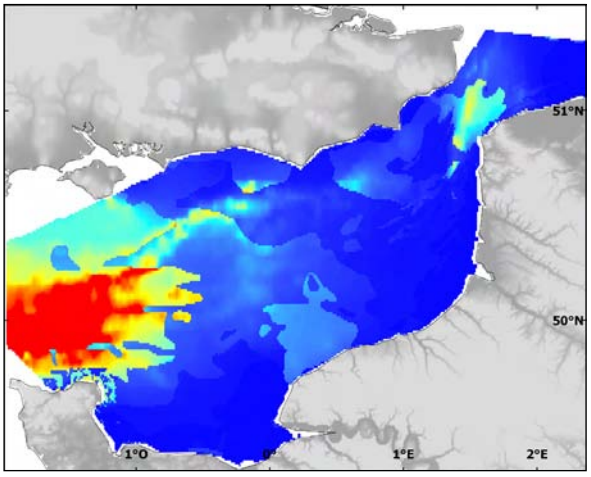
élevé/*high*

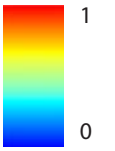
faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

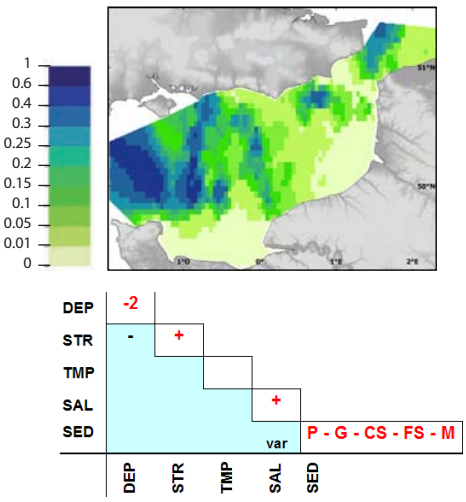


Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



En octobre, seules les données de présence/absence ont été utilisées et la probabilité de présence moyenne sur la période 1989-2006 a été cartographiée. Cette espèce (toutes tailles et sexes confondus) était très présente au large de la presqu'île du Cotentin, à l'est de l'île de Wight et aux approches sud et nord du détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage est plus importante là où les observations sont plus clairsemées, et où il y a de grande variabilité de probabilité de présence.

Le modèle d'habitat probable en octobre est cohérent avec les données de campagnes, notamment dans la partie orientale de la zone étudiée, même si la probabilité prédite de présence est plus forte au centre du détroit, plutôt qu'à ses approches sud et nord. Cette espèce a montré une préférence pour les zones à forte tension de cisaillement et aux fonds durs (sédiments de type gravier et cailloux). L'erreur du modèle d'habitat probable est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais faible dans les autres zones, signifiant qu'il y a peu d'incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

In October are presented presence/absence data, with a cartography of the mean presence probability over the period 1989-2006. This species (all sizes and sexes) often occurred offshore from the Cherbourg Peninsula, east of the Isle of Wight and on the southern and northern approaches of the Dover Strait. The kriging error was greater where observations were more sparse, and where there was a great variability of occurrence.

The probable habitat model in October was consistent with survey data, notably in the eastern part of the study area, even though the predicted presence probability was higher at the centre of the Dover Strait rather than at its northern and southern approaches. This species showed a preference for zones of strong bed shear stress and with hard substrates (gravels and pebbles). The error of the model was higher in the zones of greater occurrence but low in other areas, indicating that there was little uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent.

Gobiidae

Gobies
Gobies

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Gobiidae

© IFREMER

Biologie - Les gobies, comprenant plusieurs espèces de petits poissons, se nourrissent essentiellement de petits invertébrés comme des crustacés et polychètes, de petits poissons et parfois d'algues. Ils se reproduisent d'avril à juin en Manche. Les mâles délimitent et gardent un territoire et y conduisent plusieurs femelles après une parade nuptiale ; les œufs collés en masse sont fixés sous des pierres ou des coquilles vides et sont gardés par le mâle. Les larves planctoniques ont un stade pélagique avant de regagner le fond.

Caractères démographiques - Taille maximale 15 cm ; taille commune 4-6 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale *n/a* ; âge et taille à maturité *n/a* et *n/a* ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = *n/a*, taux de croissance *k* = *n/a*, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Espèces benthiques, elles peuplent les zones intertidales, principalement des faciès rocheux à nombreuses cachettes. On les rencontre également au niveau de substrats peu profonds, jusqu'à 15 m de profondeur, notamment au niveau de cachettes abritées. Certaines espèces vivent en eaux plus profondes.

Répartition géographique - Autour des côtes britanniques et d'Irlande. Distribués du nord de la Norvège à la côte sud de l'Espagne.

Biology - Gobies comprise of several small fish species that feed on small invertebrates such as crustaceans and polychaetes, small fish and even seaweed. In the English Channel, breeding takes place between April and June. Males delimit and keep a territory and lead several females to it after a nuptial parade. The eggs, fixed in a mass, are attached under stones or empty shells and are guarded by the male. The planktonic larvae have a pelagic stage before moving to the bottom.

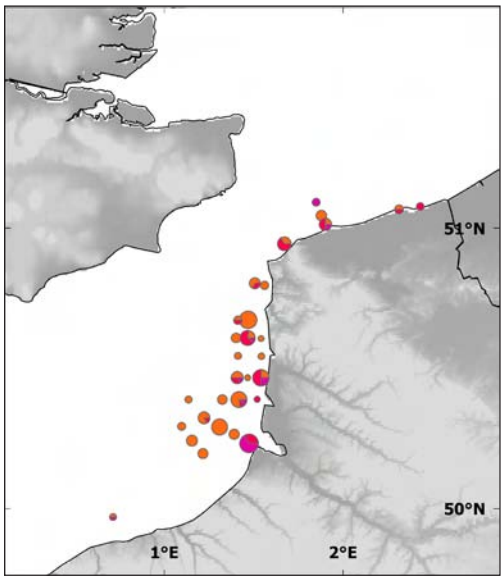
Life history parameters - Maximum length 15 cm; common length 4-6 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan *n/a*; age and length at maturity *n/a* and *n/a*; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = *n/a*, growth rate *k* = *n/a*, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

Environment - Benthic species, living mostly in intertidal rock pools, hidden beneath rocks, or in shallow subtidal habitats down to about 15 m, especially in sheltered hiding places. Some species of goby occur in deeper waters.

Geographical distribution - Distributed from northern Norway to the south coast of Spain. Found around the coasts of Britain and Ireland.

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



41 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

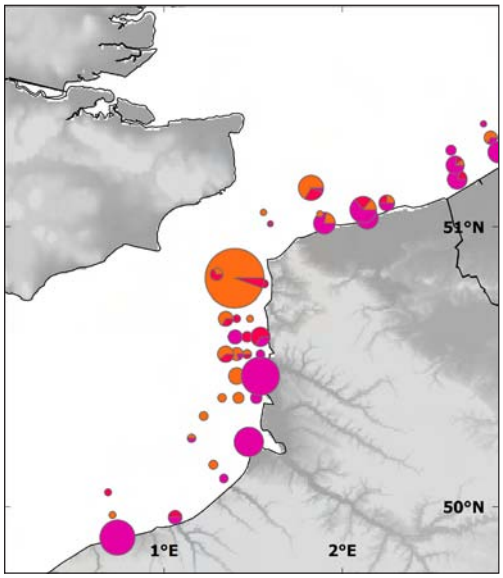
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

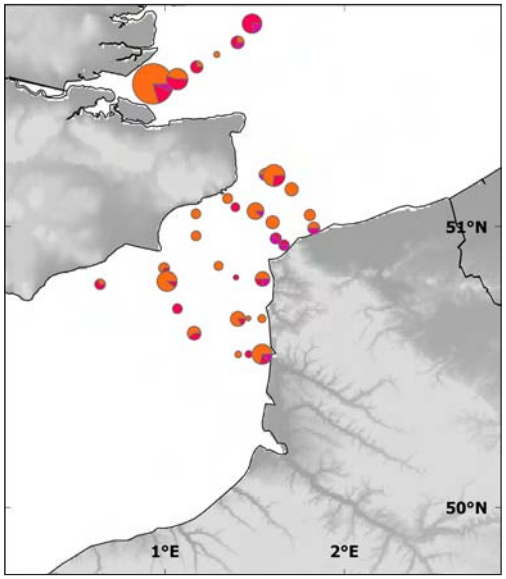
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)

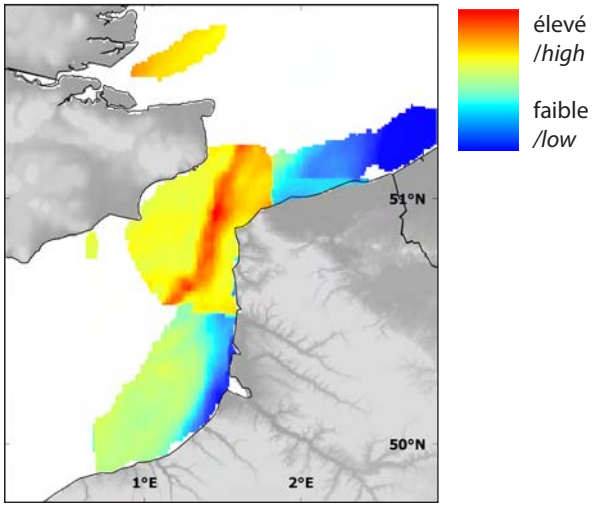


Larves de gobies
Goby larvae

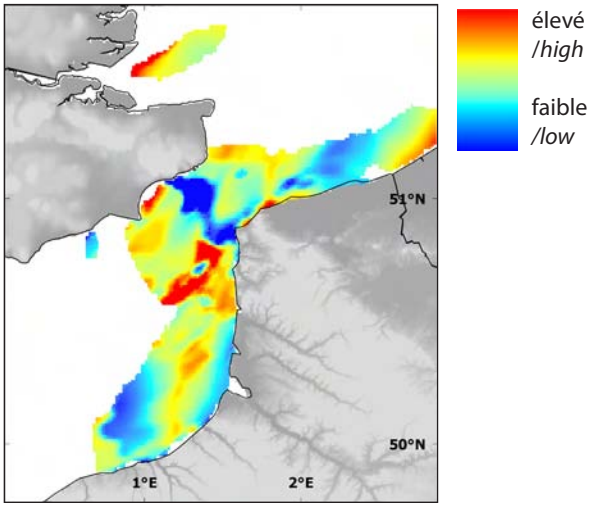
Larves / Larvae - Gobiidae

Stade/*Stage* 2

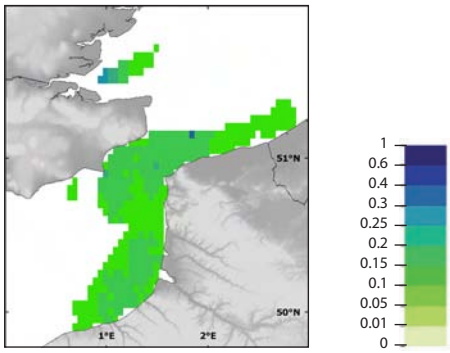
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



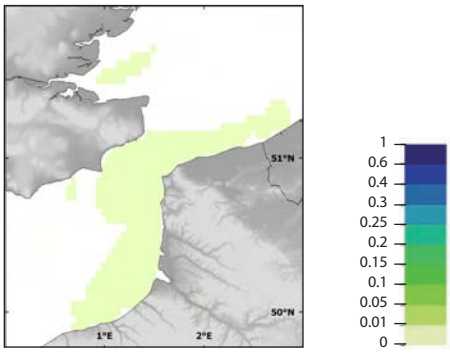
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

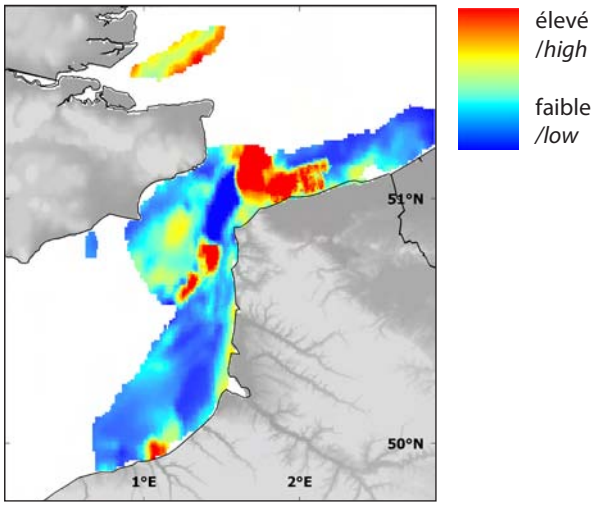


Erreur du modèle / *Model error*

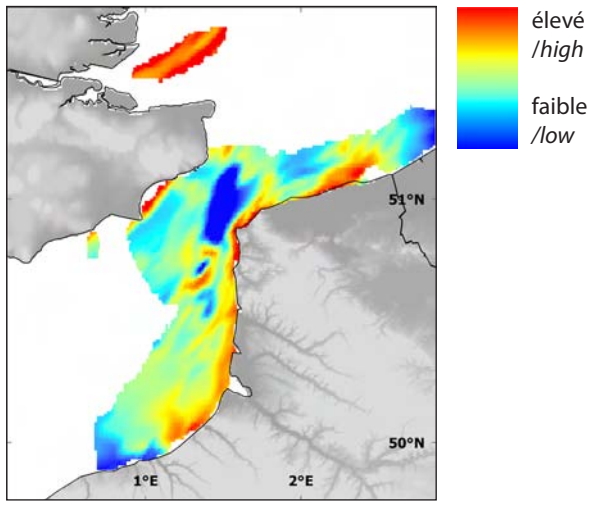


Stade/*Stage* 3

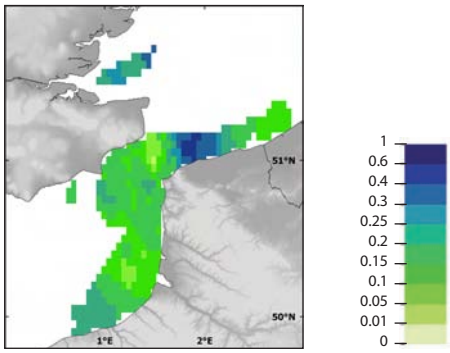
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



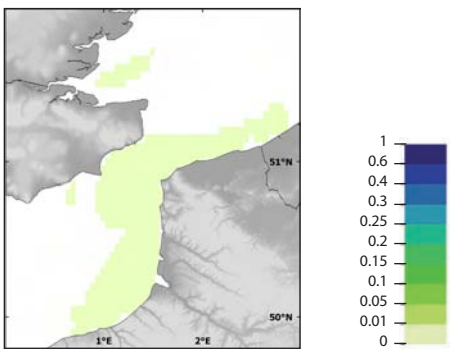
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

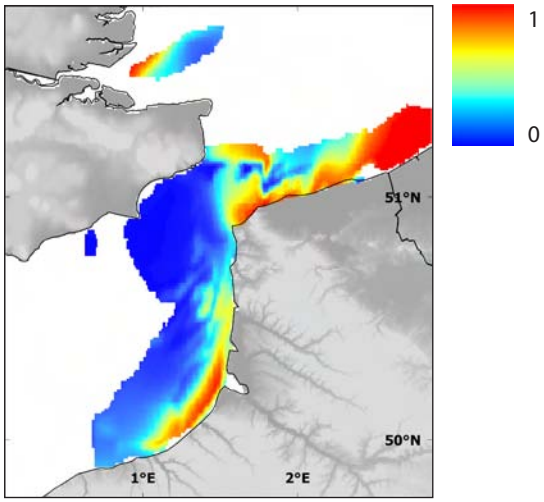


Erreur du modèle / *Model error*

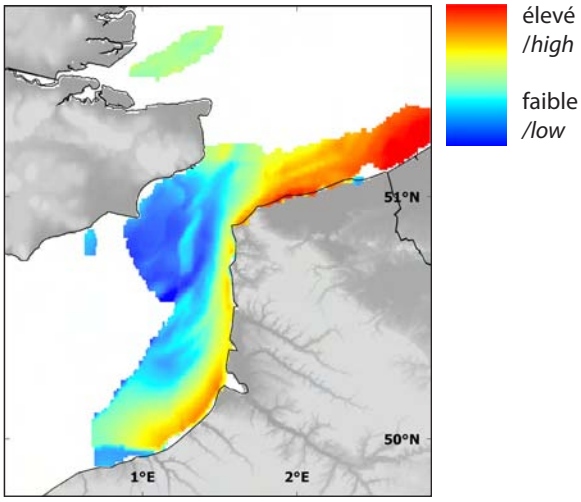


Stade/*Stage* 4

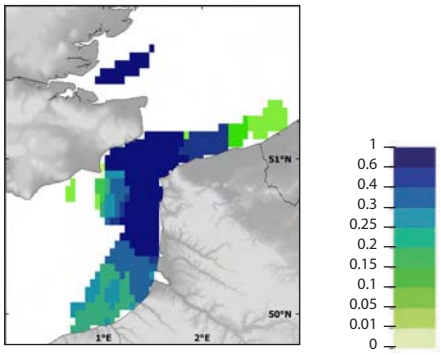
Habitat probable en avril/mai (GLM)
Probable habitat in April/May (GLM)



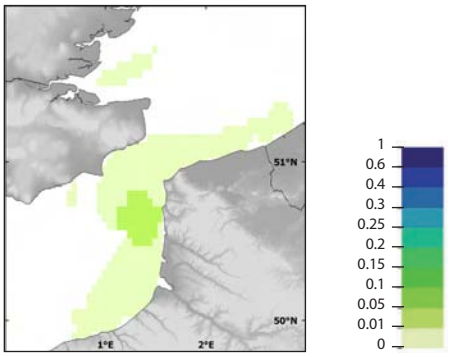
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Erreur du modèle / *Model error*



Plusieurs espèces de gobies sont rencontrées en Manche orientale, mais l'identification à l'espèce est difficile lors du tri car plusieurs espèces de gobies sont difficiles à distinguer. Les espèces de gobies ont donc été cartographiées et modélisées ensemble sous le regroupement de famille Gobiidae.

Larves

Les larves de la famille des Gobiidae sont côtières pour les stades âgés. Les stades 4 sont très abondants dans le bassin sud de la mer du Nord et au large des côtes normandes. Les stades 2 représentent la phase dispersive et peuvent se trouver dans toute zone de la Manche orientale.

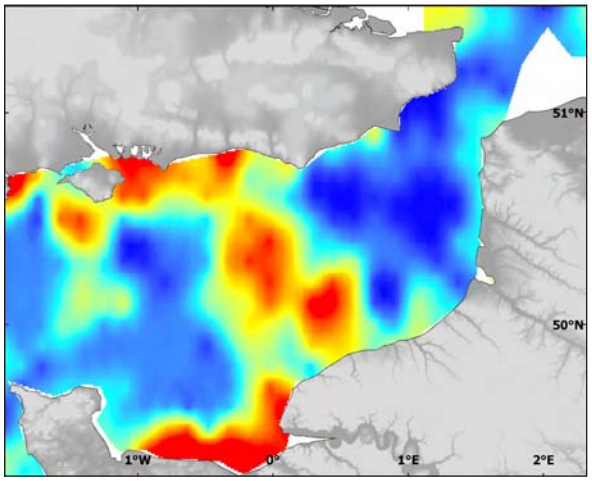
Several species of gobies are found in the eastern English Channel, but identification to species level is rarely done during sea surveys as various species of gobies are difficult to distinguish. Goby species were hence mapped and modelled together, under the family grouping Gobiidae.

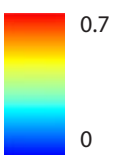
Larvae

Larvae of the Gobiidae family were clearly coastal for the older stages. Stages 4 were very abundant in the Southern Bight of the North Sea and off the Normandy coast. Stage 2 larvae were at the 'dispersive' stage and were found throughout the eastern English Channel.

Tous âges confondus / Fish of all ages - Gobiidae

Probabilité de présence en juillet
(BTS, 1989-2006)
Presence probability in July (BTS, 1989-2006)

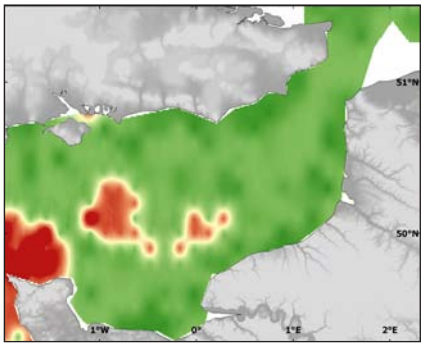




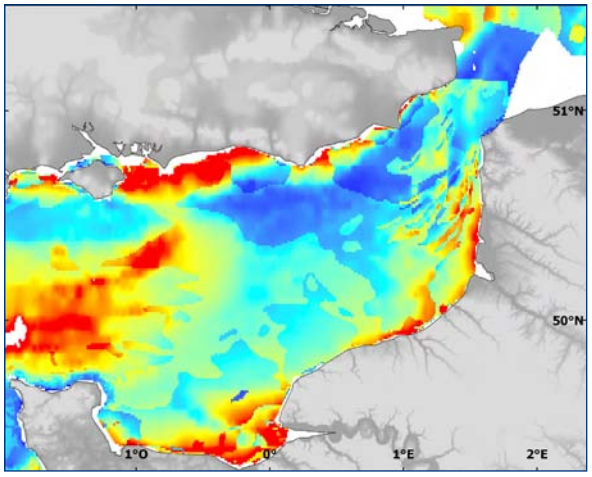
élevé/*high*

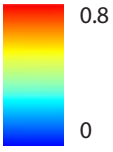
faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

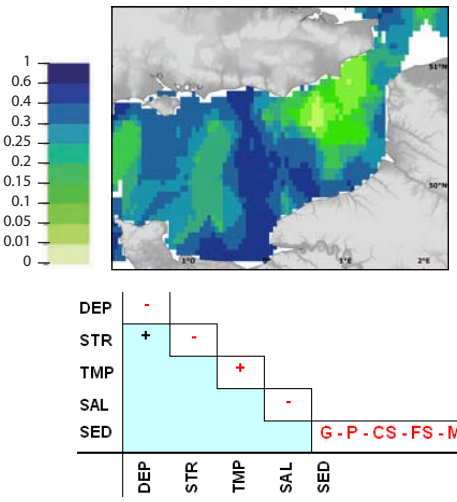


Habitat probable en juillet (GLM)
Probable habitat in July (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



Tous âges confondus

Du fait de leur petite taille, ces espèces sont mal échantillonnées à l'âge adulte par le chalut (à perche). Seules les données de présence/absence ont été utilisées et la probabilité de présence moyenne sur la période 1989–2006 a été cartographiée. Les plus fortes probabilités de présence concernent la partie centrale de la Manche orientale et les côtes françaises (Normandie, baie de la Seine) et britannique (du Dorset au East Sussex). Les gobies sont aussi présents (mais en probabilités bien moindres) au large des côtes nord de la presqu'île du Cotentin et du Kent. L'erreur de krigeage est plus importante là où les observations sont plus clairsemées.

Le modèle d'habitat probable est en partie en accord avec les données de campagnes, notamment au niveau des côtes françaises et britanniques (bien que l'habitat prédit soit plus étendu). Il échoue cependant (d'où les fortes erreurs du modèle à cet endroit) à prédire une forte probabilité de présence dans la partie centrale de la Manche orientale, et à la place, prédit de fortes probabilités de présence au large de la côte nord de la presqu'île du Cotentin. La faible performance du modèle d'habitat (dont les erreurs sont fortes sur la majorité de la zone d'étude) peut s'expliquer du fait que plusieurs espèces de gobies sont modélisées ensemble (l'identification par espèce n'étant pas faite lors du tri), et que le chalut à perche échantillonne mal ces espèces de petite taille. A l'exception de la zone au nord de la presqu'île du Cotentin, ces espèces semblent inféodées aux zones de faible tension de cisaillement.

Fish of all ages

These species are not representatively sampled by the (beam) trawl owing to their small size: as a result, only a presence probability map, using all data available for 1989-2006, is presented for the month of July. The highest presence probabilities were found in the central part of the eastern English Channel and the French (Normandy, Bay of Seine) and British (from Dorset to East Sussex) coast. Gobies were also present (though in much lower probabilities) off the north coasts of the Cherbourg Peninsula and Kent. The kriging error seemed to reflect areas with fewer observations.

The probable habitat model partly agrees with the survey data, notably around the French and British coasts (though the predicted habitat is more dispersed). The model fails (as illustrated by high error levels), however, to predict high presence probabilities in the central part of the eastern English Channel, and instead predicts high presence probabilities north of the Cherbourg Peninsula coast. The poor performance of the model (with high errors across most of the study area) may be explained by the facts that several species of gobies are modelled together (no identification to species level during the surveys) and that the sampling of these small fish by the beam trawl is probably not representative. With the exception of the zone north of the Cherbourg Peninsula, these species tend to be found in sheltered coastal areas having weak bed shear stress.

Limanda limanda

(Linnaeus,1758)

Limande commune
Common Dab

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Pleuronectiformes
Famille-Family : Pleuronectidae

© IFREMER

Biologie - La limande commune adulte se nourrit de petits crustacés, mollusques bivalves, annélides, échinodermes, cnidaires et quelques petits poissons. En Manche et sud Mer du nord, la reproduction se déroule de février à avril sur les fonds de 20 à 40 m. Les œufs pélagiques éclosent après 3 à 14 jours d'incubation selon la température. Les larves pélagiques se métamorphosent en mai-juin autour de 12-13 mm et migrent vers le fond. Les alevins passeront leur première année entre 8 et 10 m de profondeur avant de s'éloigner de la côte.

Caractères démographiques - Taille maximale 40 cm ; taille commune 20-30 cm ; taille minimale de capture 15 cm sauf mer du Nord et au sud de 48°N, 23 cm (UE) ; longévité maximale 12 ans ; âge et taille à maturité 2-3 ans et 12-16 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 27 cm, taux de croissance k = 0.26 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = 13.68 ovules.cm^{-beta} et *beta* = 3.39 (80 000 à 130 000 ovules par femelle).

Environnement - Poisson benthique vivant sur les fonds sableux de 20 à 150 m de profondeur. Espèce boréale se répartissant dans les eaux marines ayant des températures comprises entre 0 et 18°C.

Répartition géographique : Atlantique nord-est, du nord de la Norvège et de l'Islande jusqu'au golfe de Gascogne ; mers de Barents, Blanche et Baltique.

Biology - Adult common dab feed on small crustaceans, bivalves, annelids, echinoderms, cnidarians, and a few small fish. In the eastern English Channel and southern North Sea, spawning occurs between February and April at depths between 20 and 40 m. Pelagic eggs hatch after 3 to 14 days' incubation, dependent on the water temperature. Pelagic larvae undergo metamorphosis in May-June when reaching 12-13 mm length, and then migrate to the bottom. Fry spend their first year between 8 and 10 m depths before moving offshore.

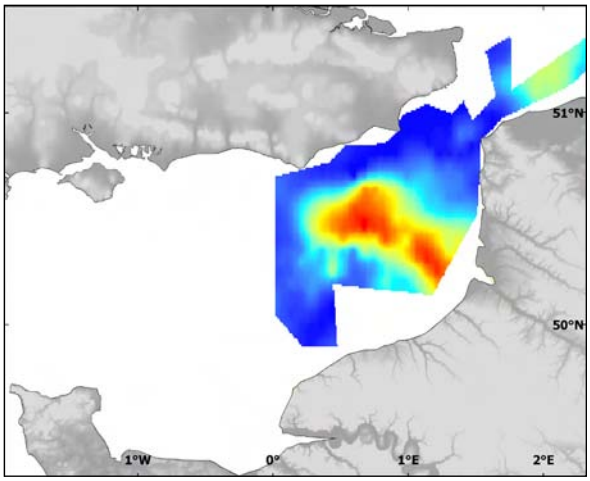
Life history parameters - Maximum length 40 cm; common length 20-30 cm; minimum landing size 15 cm except in the North Sea and south of 48° N 23 cm (EU); maximum lifespan 12 years; age and length at maturity 2-3 years and 12-16 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 27 cm, growth rate k = 0.26 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a* ; fecundity parameters *alpha* = 13.68 oocytes.cm^{-beta} and *beta* = 3.39 (80,000 to 130,000 oocytes per female).

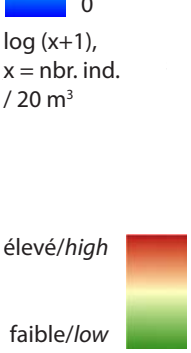
Environment - This benthic species lives on sandy substrates between 20 and 150 m in depth. Dab is a boreal species distributed in marine waters with temperatures between 0 and 18°C.

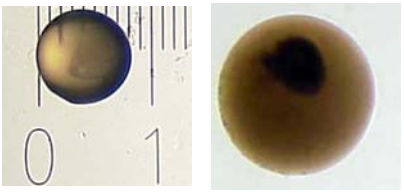
Geographical distribution - North-east Atlantic, from northern Norway and Iceland to the Bay of Biscay; Barents, North, White and Baltic Seas.

Œufs / Eggs - Limanda limanda

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in Januray (IBTS, 2007)

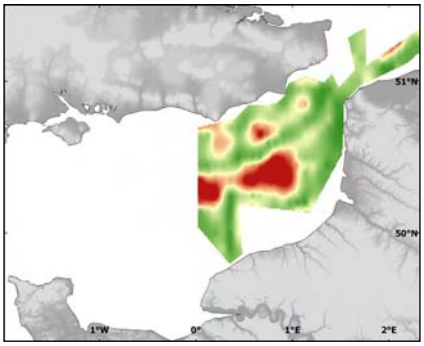




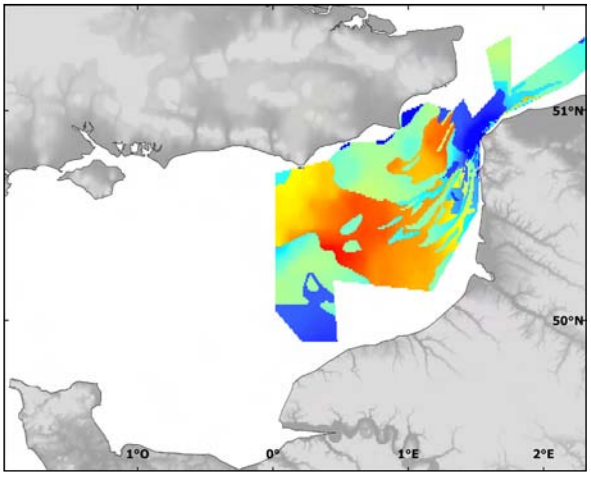


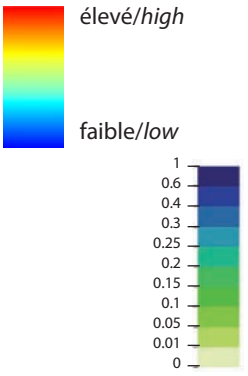
stades 1
stages 1

Erreur de krigeage
Kriging error

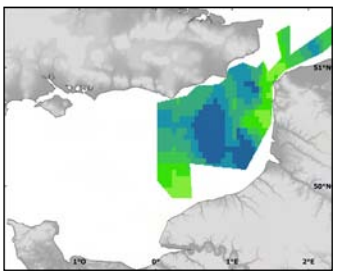


Habitat préférentiel en janvier (GLM)
Preferential habitat in Januray (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



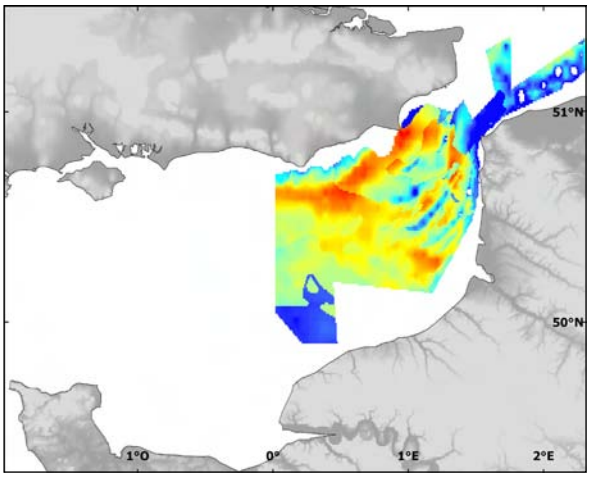
DEP	
STR	
TMP	
SAL	
CHL	
SED	CS - FS G - P - M

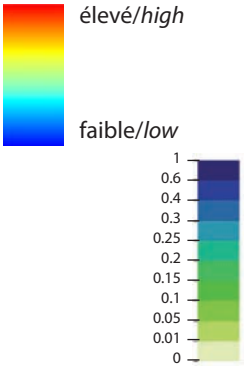
0/1 GLM

DEP	
STR	
TMP	
SAL	+2
CHL	-
SED	CS M - FS - G - P

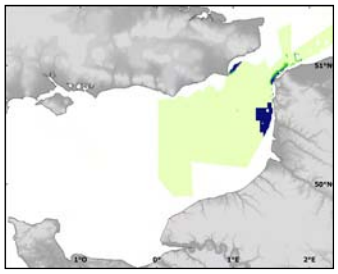
+ GLM

Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*



DEP	+2
STR	-
TMP	-
SAL	
CHL	-2
SED	CS - G - FS - P - M

Les données disponibles pour cette espèce concernent tous les stades du cycle de vie.

Œufs

La limande pond des œufs pélagiques principalement de février à avril. En janvier 2007, des œufs de stade 1 (pondus peu de jours auparavant) de limande ont été trouvés au large de la baie de Somme jusqu'au centre de la zone couverte. La distribution observée pendant la campagne est comparable avec celle des modèles d'habitats préférentiel et potentiel, à l'exception de zones plus au nord, où la qualité d'habitat prédit est plus favorable que celle observée. Les zones de ponte semblent requérir des zones de sables fins à grossiers, les relations avec les autres paramètres étant très variables suivant les modèles. A noter que les interactions entre paramètres n'ont pu être testées dans les modèles du fait du faible nombre d'observations. L'incertitude des modèles est relativement faible et il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones de forte abondance de cette espèce.

Larves

Comme l'ont décrit Koubbi *et al.* (2006), en avril 1995, il y a peu de larves de cette espèce. Elles sont principalement du stade 2 et localisées dans les eaux du large de la baie picarde à la latitude de la baie de Somme. Les abondances sont supérieures en mai 1995 avec les plus fortes abondances observées des trois missions. Les larves de stades 3, 4 et 5 sont principalement observées face aux baies d'Authie et dans le détroit ; les plus âgées sont le long de la côte d'Opale dans les eaux côtières. En avril-mai 1999, peu de larves ont été capturées et seulement au large dans le détroit. Les habitats larvaires des limandes sont vastes et couvrent toute la zone correspondant aux eaux centrales de la Manche orientale où se situent les larves en pré- et post-flexion (stades 2 et 3). Les frayères des limandes se situent dans des eaux de 20 à 40 m de profondeur, correspondant aux eaux centrales de la Manche orientale. Les stades 4 sont plus près des côtes mais il y a eu peu d'individus capturés, raison pour laquelle il faut prendre le résultat de la modélisation avec précaution. Les habitats de ces larves âgées doivent être réétudiés avec des campagnes en mer sur la zone côtière où s'effectue la transition entre les larves et les juvéniles, quand les individus atteignent les plages sableuses.

Nourriceries côtières

Suite à la migration des larves vers les nourriceries côtières, l'abondance moyenne de la limande dans ces zones a été observée en septembre entre 1977 et 2006. Les nourriceries sont distribuées dans les baies des Veys, Seine, Somme, Canche, Authie, Rye et Solent. L'erreur de krigeage est plus importante dans les zones où les observations sont plus clairsemées. Les modèles d'habitats préférentiels et potentiels sont en accord avec cette distribution observée. Cette espèce semble inféodée aux zones peu profondes, protégées des forts courants de marées, présentant des sédiments vaseux et possédant des températures et des salinités assez faibles pour cette saison (correspondant aux apports d'eau douce des fleuves).

For dab, data are available for each stage of the life cycle.

Eggs

Dab spawn pelagic eggs mostly from February to April. In January 2007, stage 1 eggs (recently spawned) were found close to the Bay of Somme up to the centre of the sampled zone. The distribution recorded during the survey was consistent with those predicted by the preferential and potential habitat models, except for an area further north where the quality of predicted habitat is more favourable than what was recorded during the survey. The spawning areas seem to require fine to coarse sands, the relationships with other parameters being more variable depending on the model considered. It should be noted that interactions between parameters could not be tested in the models because of low numbers of observations. The uncertainty of the models is relatively low and there is almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is very abundant.

Larvae

As described by Koubbi *et al.* (2006), in April 1995, few young larvae were caught. They were mainly stage 2 larvae located in offshore waters of the Bay of Picardy at the latitude of the Bay of Somme. The highest values of the three surveys were in May 1995. Larvae of stages 3, 4 and 5 were mainly recorded off the Bay of Authie and in the Dover Strait, the older ones being found in coastal waters along the Opale coast. In April-May 1999, very few larvae were caught and only offshore in the central part of the Dover Strait. Dab larval habitats covered large areas of the central part of the eastern English Channel where pre- and postflexion larvae (stages 2 and 3) were found. Dab spawning grounds were in waters ranging from 20 to 40 m, a depth range corresponding to the waters of the central eastern English Channel. Stage 4 larvae were found closer to the coast but very few individuals were caught and the result of the model here should be treated with care. The study of habitats for these larvae needs to be continued with surveys in the nearshore zone where larvae become juveniles as they reach sandy beaches.

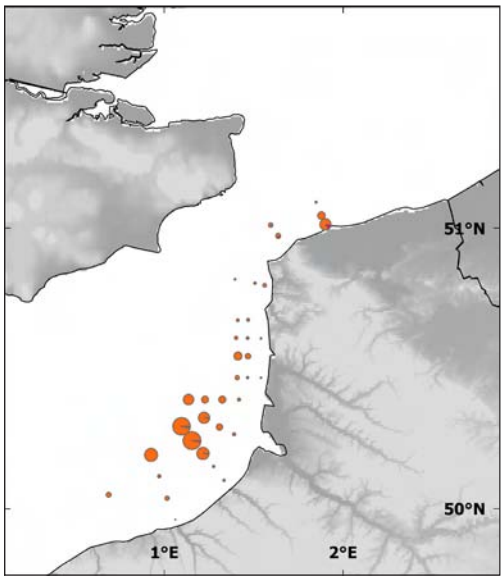
Coastal nurseries

Following the migration of larvae towards the coastal nurseries, the average abundance of dab in these areas was recorded in September between 1977 and 2006. The nurseries were distributed in the Bays of Veys, Seine, Somme, Canche, Authie, Rye and Solent. The kriging error was higher offshore where the observations were more sparse. The preferential and potential habitat models were in agreement with the survey distribution. This species appears tied to shallow areas offering protection against strong bed shear stress, but having muddy sediment and relatively low temperature and salinity (resulting from fresh water inputs from rivers) which correspond with the season.

Larves / Larvae - Limanda limanda

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



500 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

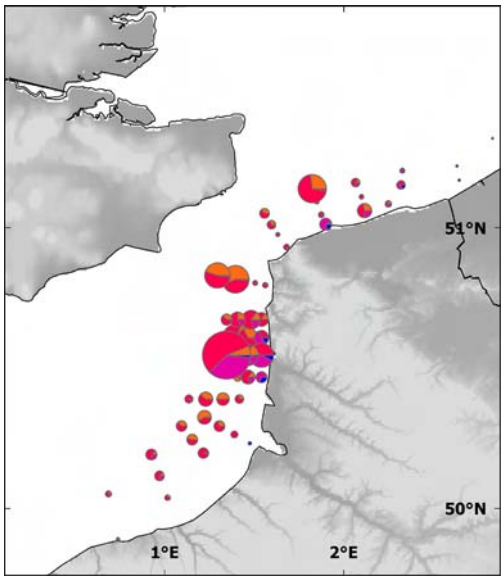
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

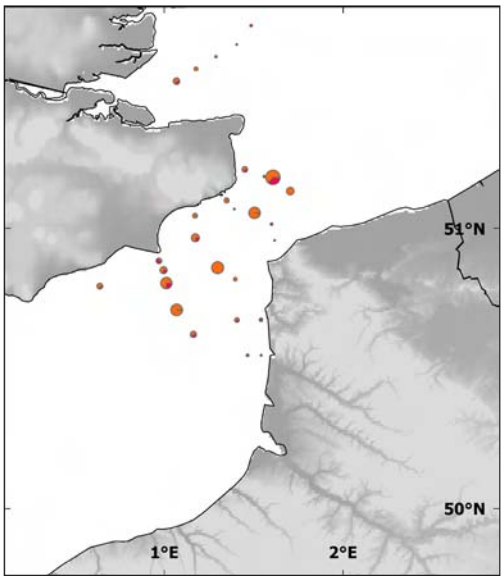
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)



Larves de limande commune
Common dab larvae

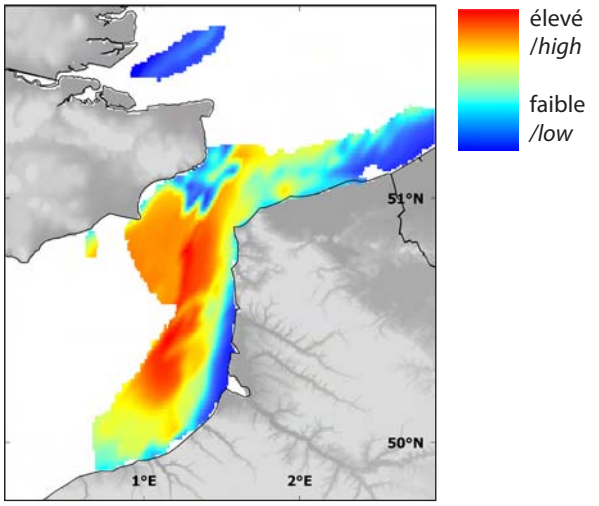
stade 2
stage 2

stade 3
stage 3

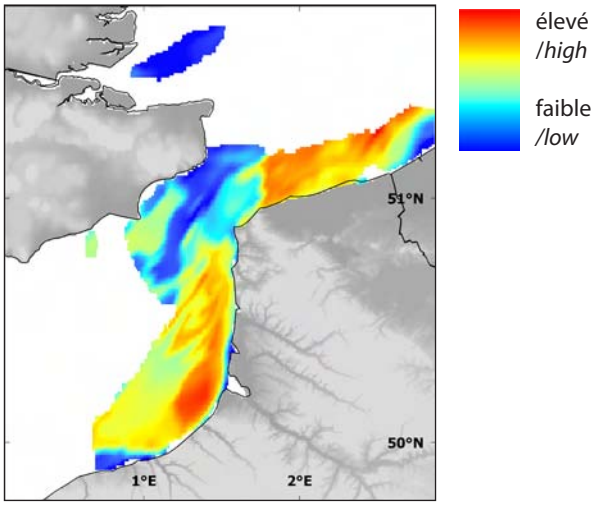
Larves / Larvae - Limanda limanda

Stade/*Stage* 2

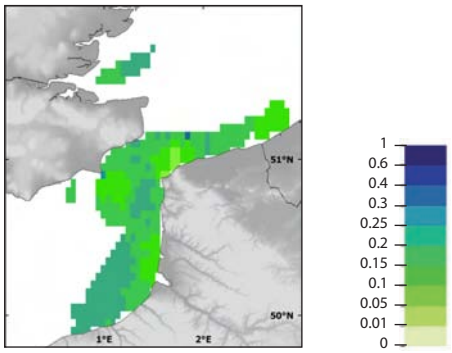
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



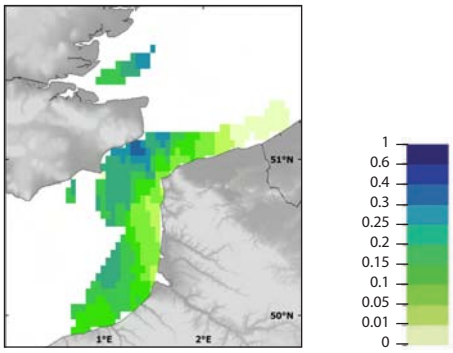
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

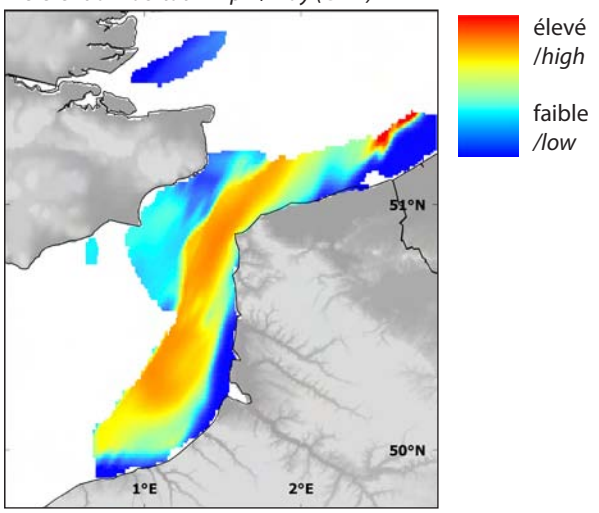


Erreur du modèle / *Model error*

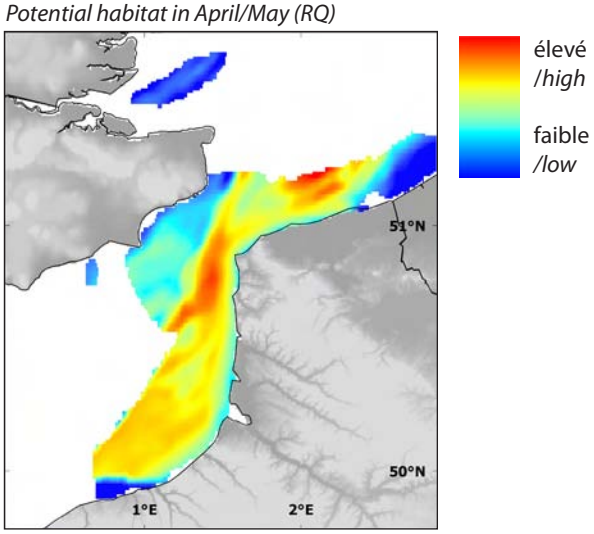


Stade/*Stage* 3

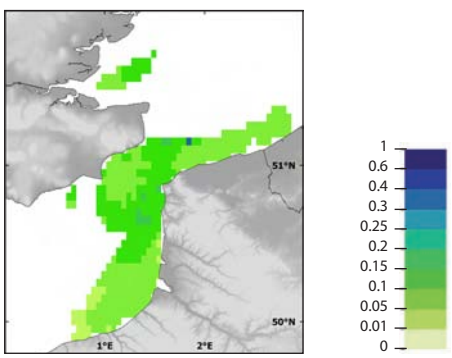
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



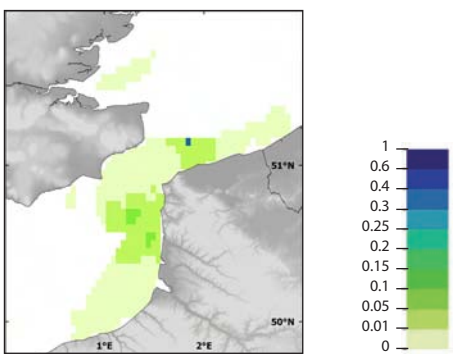
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



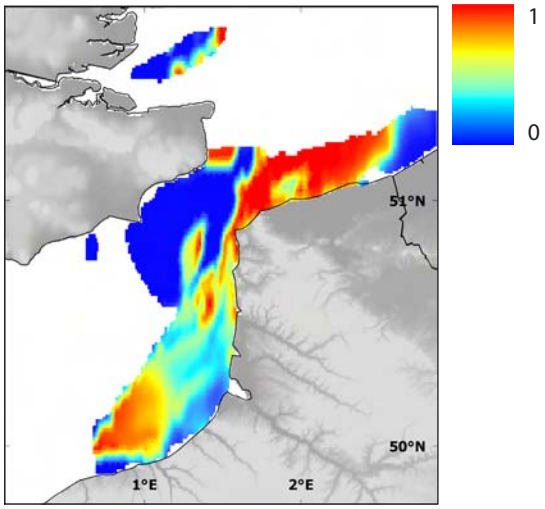
Erreur du modèle / *Model error*



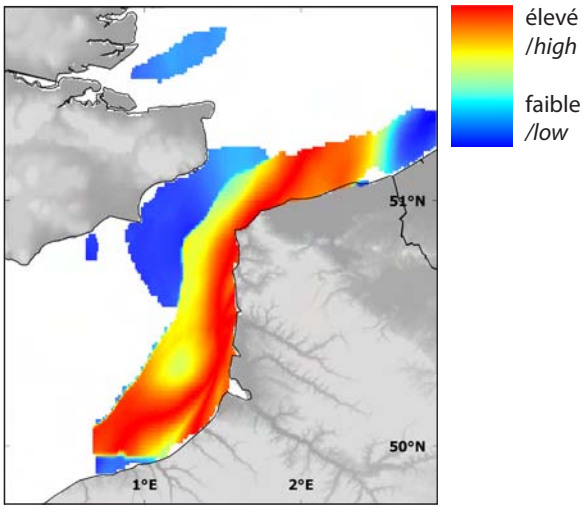
Larves / Larvae - Limanda limanda

Stade/*Stage* 4

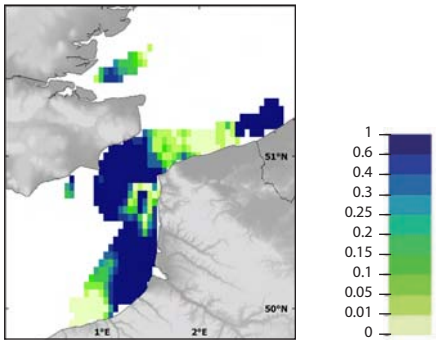
Habitat probable en avril/mai (GLM)
Probable habitat in April/May (GLM)



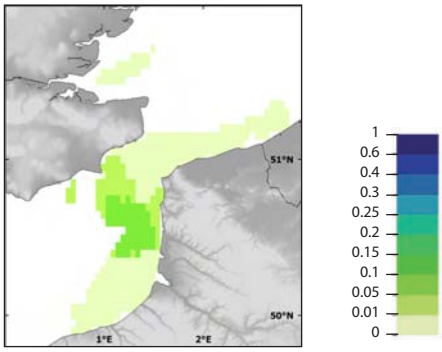
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

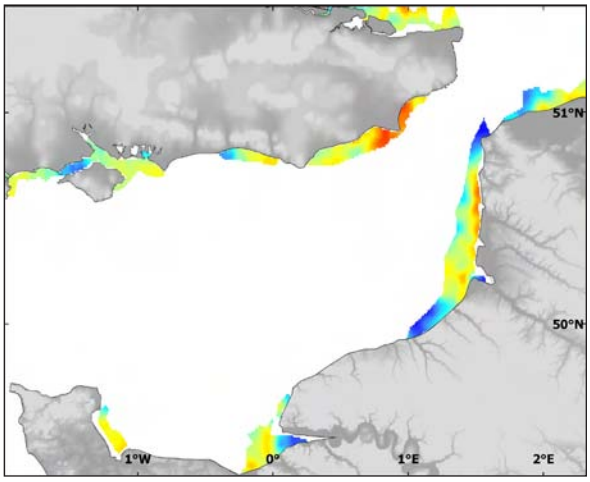


Erreur du modèle / *Model error*



Nourriceries côtières / Coastal nurseries - Limanda limanda

Abondance pluriannuelle en septembre (YFS,1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

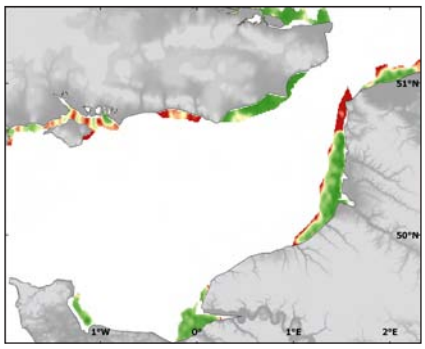


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

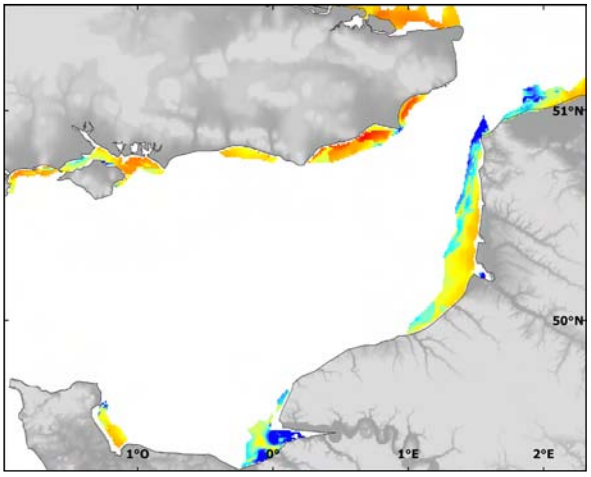
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



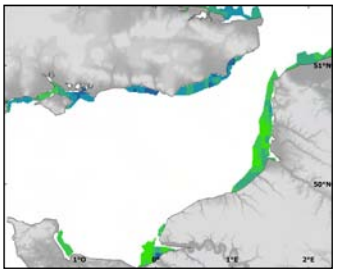
Habitat préférentiel (GLM)
Preferential habitat (GLM)

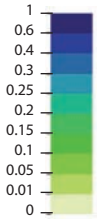


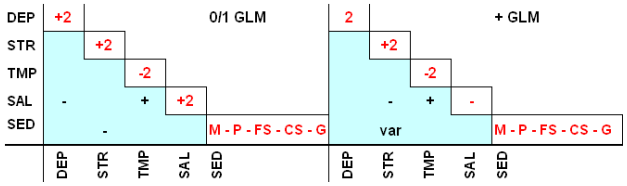
élevé/*high*

faible/*low*

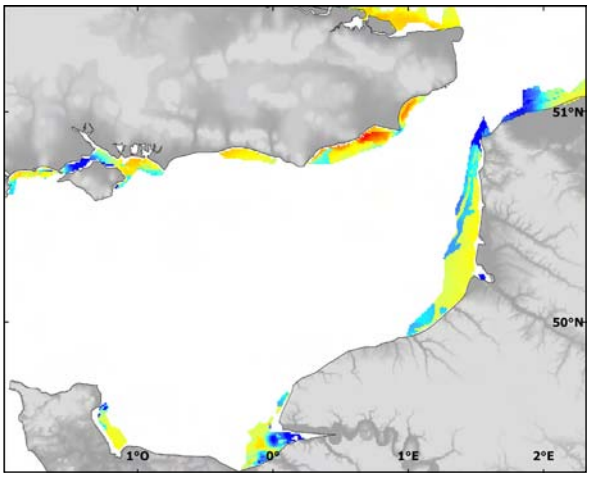
Erreur du modèle / *Model error*







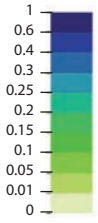
Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

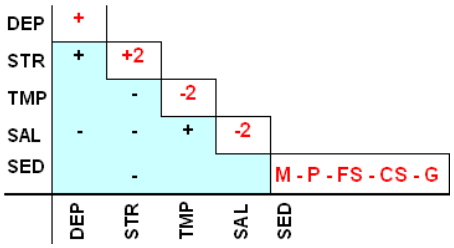


élevé/*high*

faible/*low*

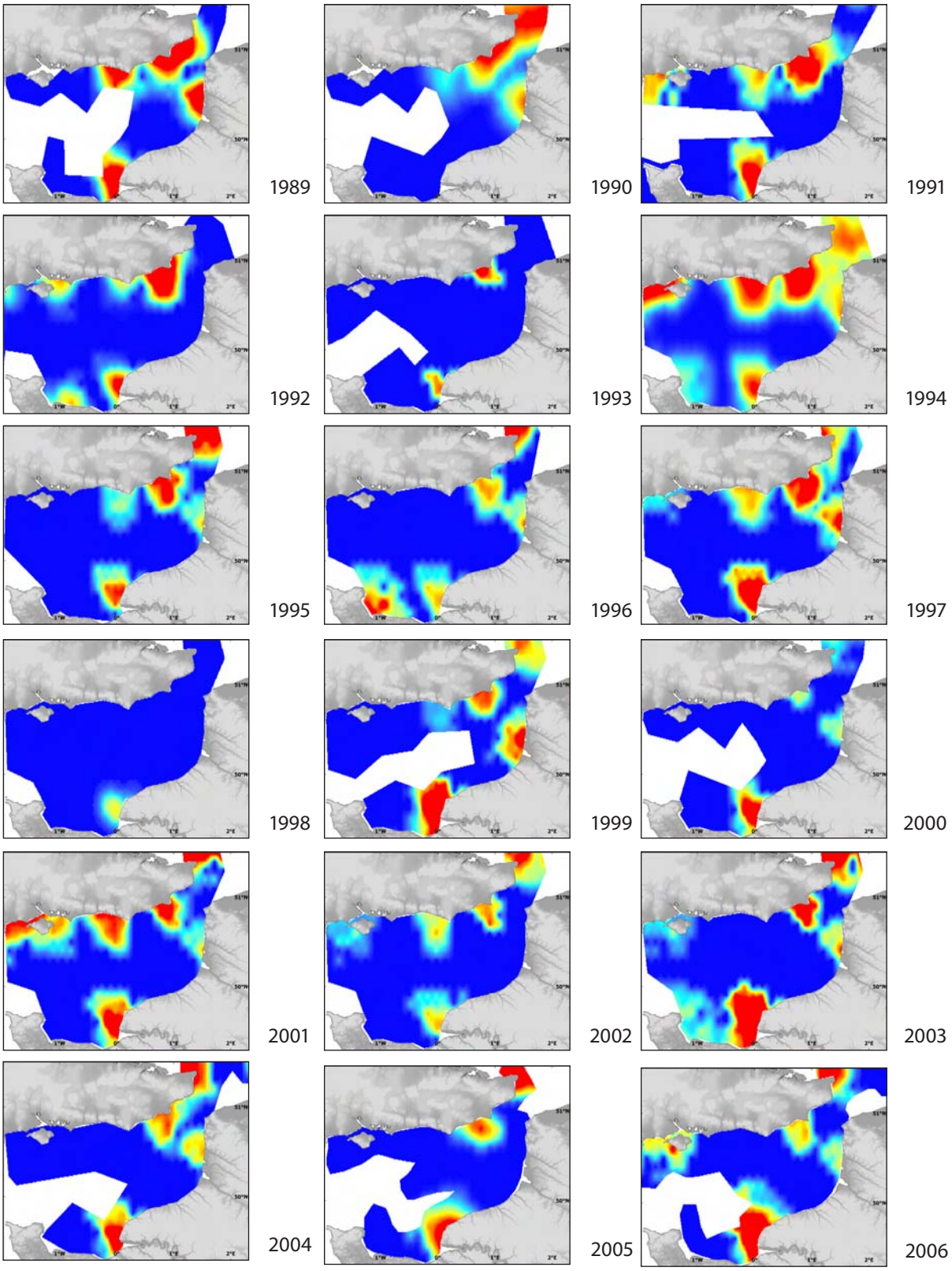
Erreur du modèle / *Model error*





< 1 An / Year old - Limanda limanda

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*

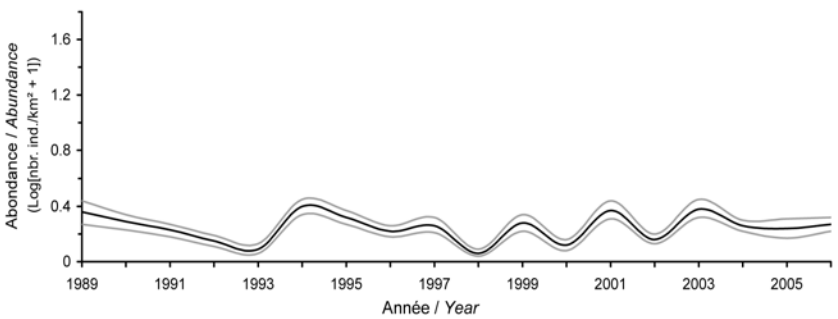


1.2

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

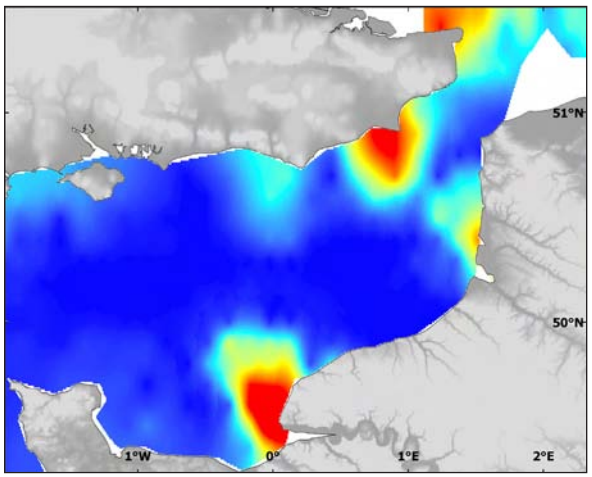
0

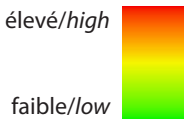
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



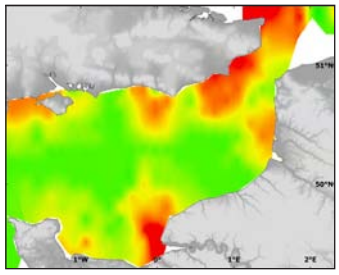
< 1 An / Year old - *Limanda limanda*

Abondance moyenne en juillet
(BTS 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989 -2006)

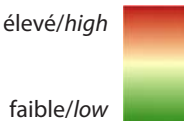


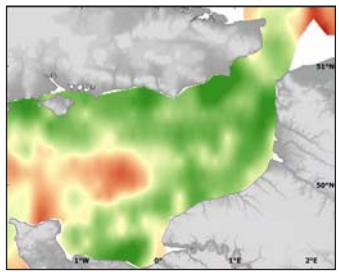


Ecart-type / *Standard deviation*

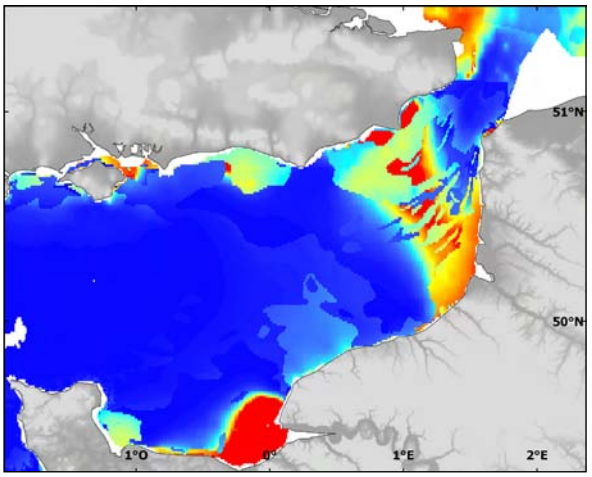


Erreur de krigeage / *Kriging error*

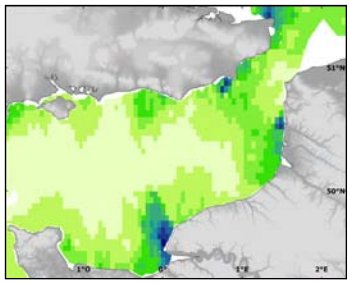


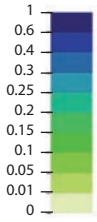


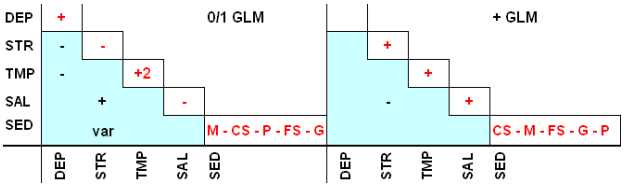
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



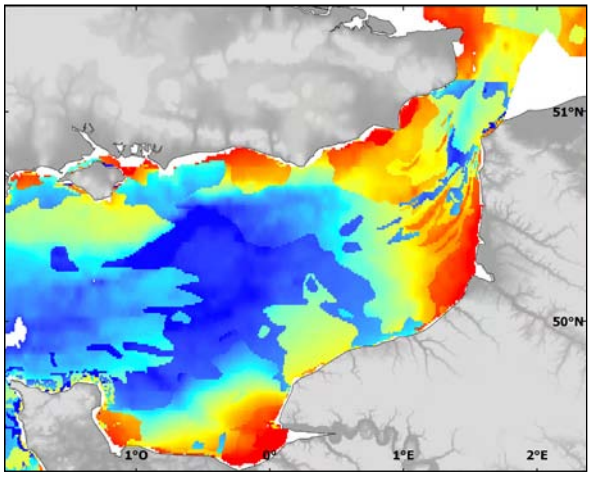
Erreur du modèle / *Model error*



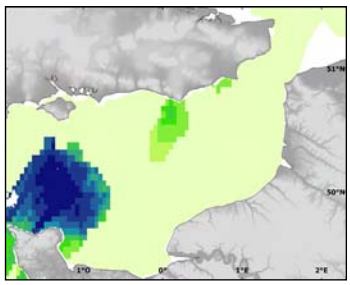


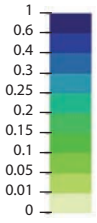


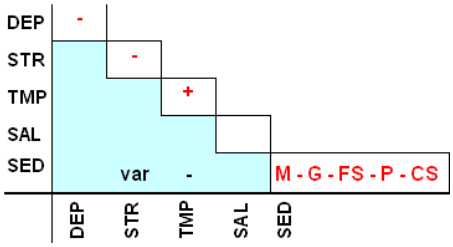
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



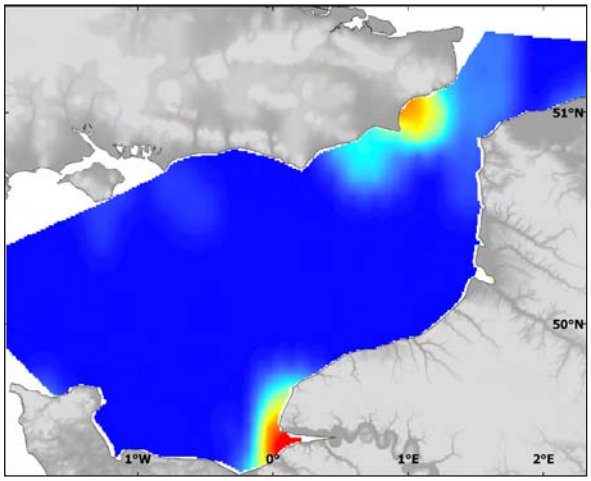
Erreur du modèle / *Model error*







Abondance pluriannuelle en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

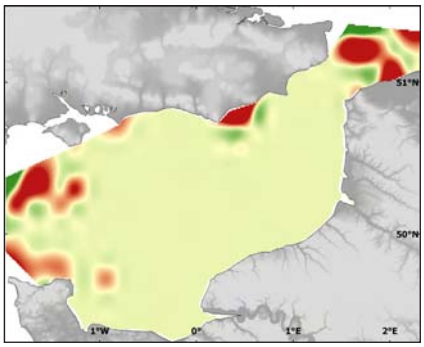


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

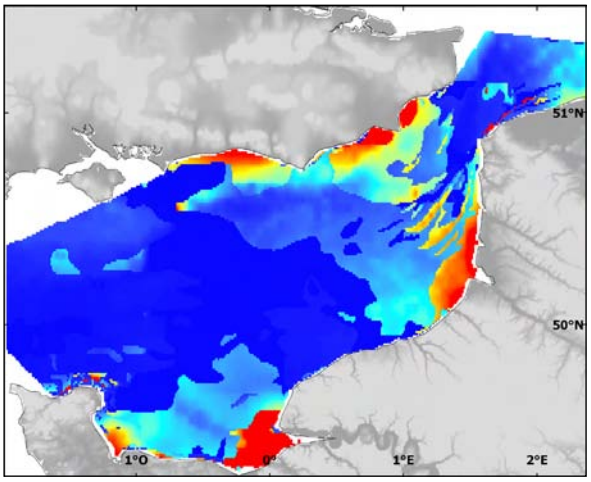
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



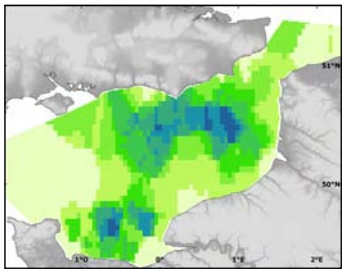
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

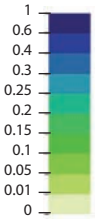


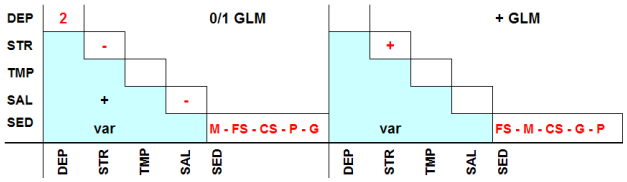
élevé/*high*

faible/*low*

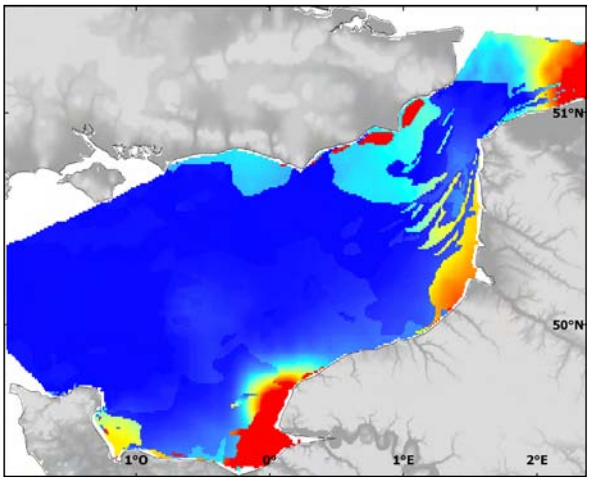
Erreur du modèle / *Model error*







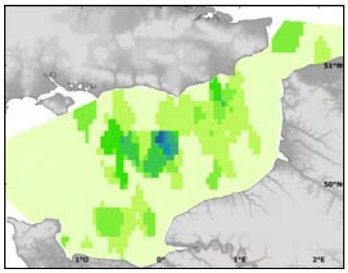
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

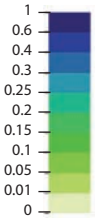


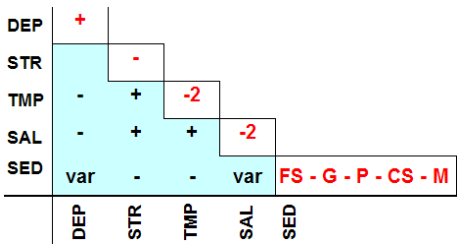
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*







< 1 an

Les individus de moins d'un an (< 6.2 cm de longueur) ont été séparés des autres sur la base de leur taille. Les données décrivant l'abondance de cette espèce sont disponibles sur deux saisons. Malheureusement le chalut de fond GOV utilisé en automne ne capture pas efficacement les jeunes individus de cette espèce et ne permet pas une bonne représentation de son abondance annuelle. Seule l'abondance moyenne (ou pluriannuelle) sur la période 1988–2006 a été cartographiée en automne. Néanmoins des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés pour chacune d'elles.

En juillet, la limande se distribue le long des côtes en particulier dans les baies de Rye, Solent, Somme et Seine. Cette distribution peut cependant varier de façon importante d'une année sur l'autre avec une extension aux baies voisines ou une disparition apparente de certaines baies suivant le niveau d'abondance locale. L'abondance globale de cette espèce ne semble pas avoir évolué sur la période étudiée. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution observée et révèle l'importance des zones côtières généralement peu profondes et protégées des forts courants de marées qui conditionnent la présence de cette espèce. Dans tous les cas, cette espèce semble préférer les eaux les plus chaudes en cette saison. L'incertitude du modèle est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais très faible dans les autres zones signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus à l'ouest mais toujours le long des côtes. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones peu profondes, protégées des forts courants de marées et possédant des températures assez chaudes en cette saison. Ces habitats peuvent présenter des types de sédiments vaseux à graveleux mais excluent les zones à cailloutis.

En octobre, l'aire d'occupation des jeunes limandes semble se contracter le long des côtes. Ce schéma pourrait être dû à la différence d'efficacité entre les engins de pêche utilisés en juillet et octobre mais c'est peu probable. L'erreur de krigeage semble refléter les zones de moindres observations. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel confirment cette apparente concentration de la distribution en automne et révèle une fois encore l'importance des faibles profondeurs et tensions de cisaillement qui favorisent la présence de cette espèce. Ces modèles illustrent également la plus grande affinité de cette espèce pour des sédiments fins. En automne, l'incertitude du modèle préférentiel est relativement faible dans les zones de forte abondance de cette espèce.

> 1 an

Les données concernant les individus de plus d'un an (> 6.2 cm) sont disponibles sur deux saisons et des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés pour chaune d'elles.

En juillet, les individus les plus âgés ont une distribution très similaire aux individus plus jeunes, s'étendant toutefois un peu plus au large. Cette distribution peut cependant varier de façon importante d'une

< 1 year old

Individuals of less than one year (< 6.2 cm in length) were defined as such on the basis of length. The data describing their distribution are available for two seasons. Unfortunately, the VHVO (or GOV) bottom trawl used in the autumn is not able to catch this species representatively and does not provide a good picture of its yearly abundance. Only the average (or multi-annual) abundance over the autumn of 1988-2006 was mapped. However, preferential and potential habitat models could be developed for each season.

In July, dab were distributed along the coast in particular in the Bays of Rye, Solent, Somme and Seine. This distribution could however vary widely from year to year spreading to adjacent bays or disappearing from other bays depending on the local abundance level. The overall abundance level does not seem to have changed over the study period. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse. The preferential habitat model agrees with the survey distribution and underlines this species' preference for the coastal zones which are generally shallow and protected from the strong tidal currents, and which favours this species' presence. Overall in July, this species seems to prefer warmer waters. The model's uncertainty was higher in areas of high abundance but there was almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent. The potential habitat model extends these preferential areas further to the west but still along the coasts. In July, this species appears tied to shallow areas offering protection against strong bed shear stress and having relatively warm waters, which corresponds with the season. These habitats may exhibit sediment types from mud to gravels, but exclude pebbles.

In October, the surface area occupied by dab seemed to contract along the coasts. This pattern could be due to the difference in efficiency between the fishing gears used in July and October although this is unlikely. Again, the kriging error seems to reflect areas with fewer observations. The preferential and potential habitat models confirm this apparent contraction in the autumn distribution and reveal again the importance of shallow depth and weak bed shear stress, to favour this species' presence. These models also illustrate the higher affinity of this species for fine sediment types. In the autumn, the preferential model error was relatively low in the areas of high abundance for this species.

> 1 year old

Older than one year old individuals were separated from younger ones on the basis of length (> 6.2 cm). Data were available for two seasons, and preferential and potential habitat models were developed for both seasons.

In July, older dab had a very similar distribution to younger individuals, but slightly spreading offshore. This distribution could vary widely from year to year, spreading offshore depending on the local abundance level. The overall abundance seemed to have increased slightly over the study period. The kriging error was higher offshore where observation were more sparse. The preferential habitat model agrees with the survey distribution and, as for younger individuals, its uncertainty was higher in areas of high

année sur l'autre avec une extension au large suivant le niveau d'abondance locale. L'abondance globale de cette espèce semble avoir légèrement augmenté sur la période étudiée. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution observée et souligne à nouveau la préférence de cette espèce pour les faibles profondeurs, faible tension de cisaillement et fortes températures en cette saison. L'incertitude du modèle est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais très faible dans les autres zones, signifiant qu'il y a peu d'incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus à l'ouest mais toujours le long des côtes. Comme pour les individus de moins d'un an, les individus plus âgés semblent préférer les baies protégées, peu profondes et chaudes et exclure les zones à cailloutis.

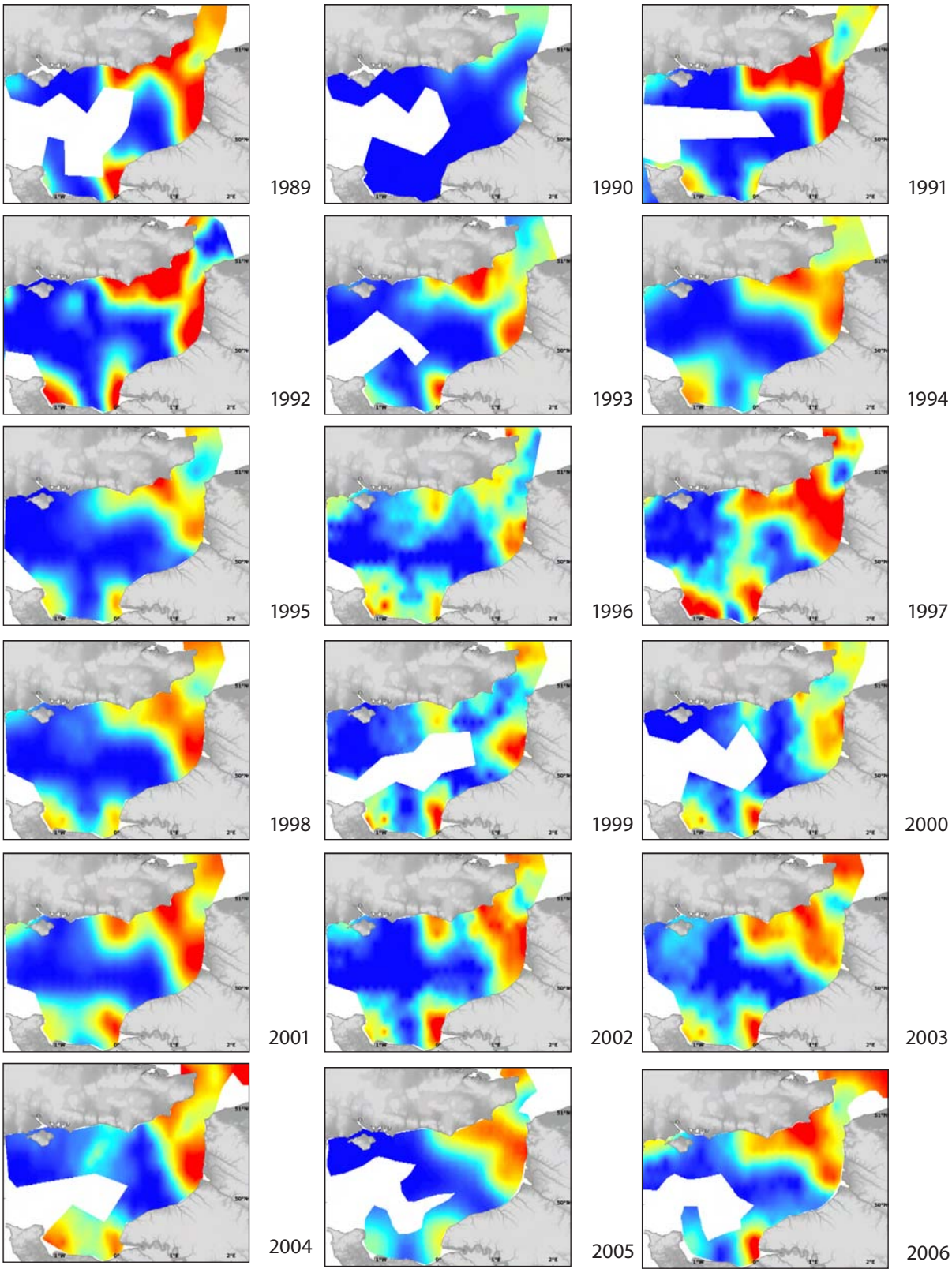
Le même schéma de contraction de la distribution le long des côtes en octobre est constaté pour les individus plus âgés. L'abondance globale de cette espèce ne semble pas avoir évolué sur la période étudiée, probablement en conséquence de l'exploitation par la pêche. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel confirment cette apparente contraction de la distribution en automne et révèle une fois encore l'importance des faibles profondeurs et tensions de cisaillement pour favoriser la présence de cette espèce. Ces modèles illustrent également la plus grande affinité de cette espèce pour des sédiments sableux et graveleux. En automne, il y a peu d'incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

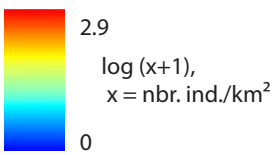
abundance. As for younger individuals, the potential habitat model extends these preferential areas further to the west but still along the coasts. Overall in July, this species appears tied to shallow areas offering protection against strong bed shear stress and having relatively warm waters, which corresponds to the season. These habitats may exhibit sediment types from mud to gravels, but exclude pebbles.

The same pattern of distribution contraction along the coast was recorded for older dab in October, as for younger individuals. The overall abundance of this section of the population does not seem to have changed over the study period possibly as a result of fishery exploitation. The preferential and potential habitat models confirm this apparent contraction of the autumn distribution and again underline this species' preference for shallow waters with weak bed shear stress, which favour this species' presence. These models also illustrate the higher affinity of this species for fine sediment types. In the autumn, there is little uncertainty about the spatial extent of areas where this species is absent.

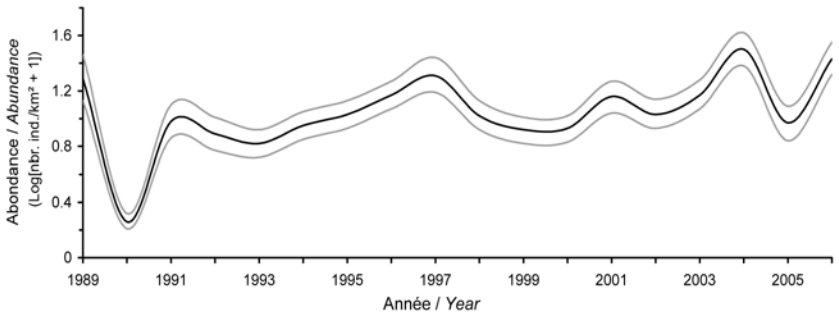
> 1 An / Year old - *Limanda limanda*

Abondance en juillet (BTS, 1989 -2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*



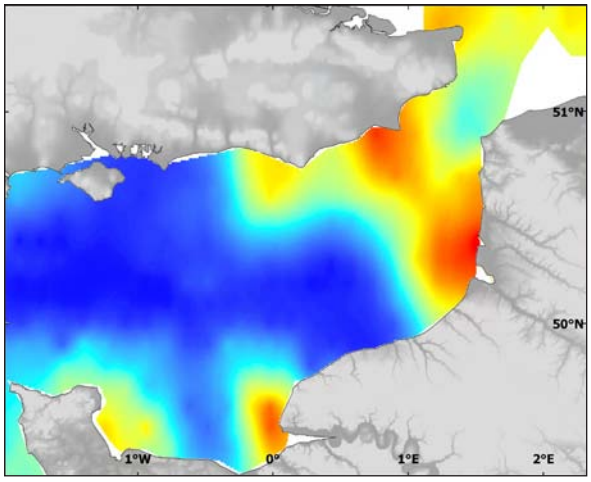


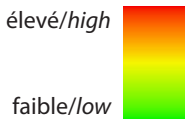
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



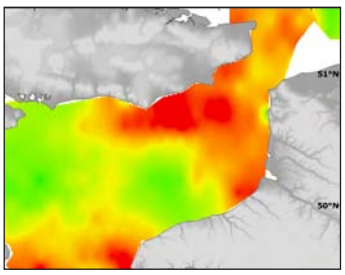
> 1 An / Year old - *Limanda limanda*

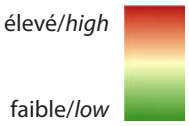
Abondance moyenne
(BTS,1989-2006)
Mean abundance (BTS,1989-2006)



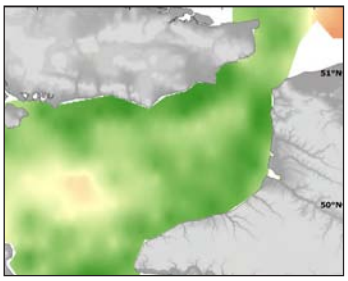


Ecart-type / *Standard deviation*

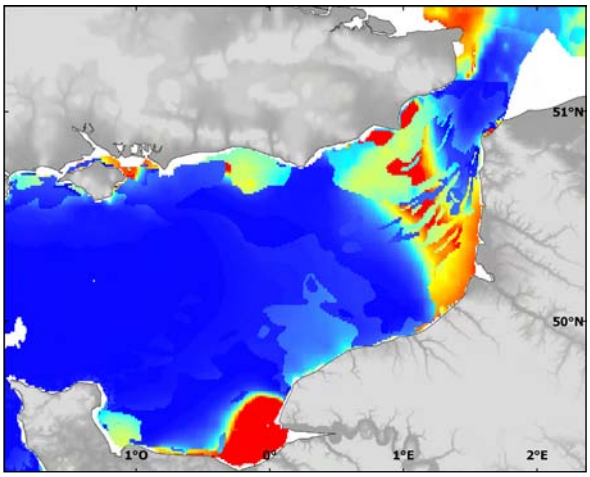


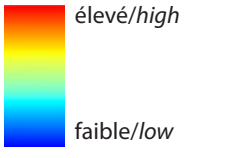


Erreur de krigeage / *Kriging error*

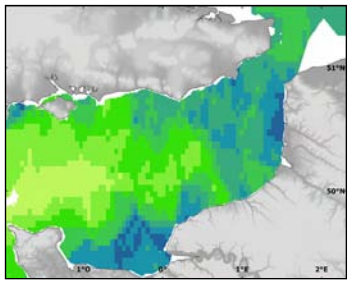


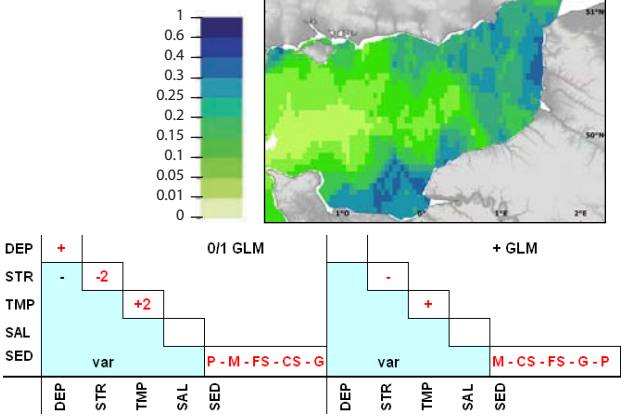
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



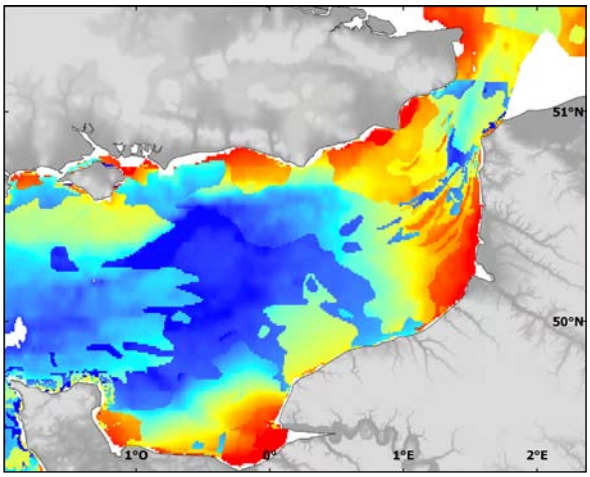


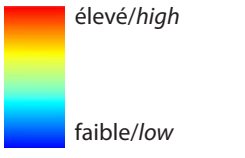
Erreur du modèle / *Model error*



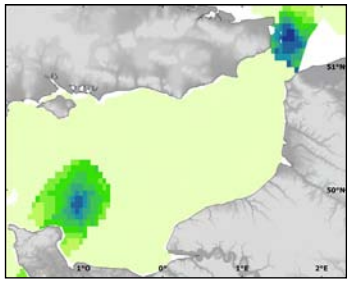


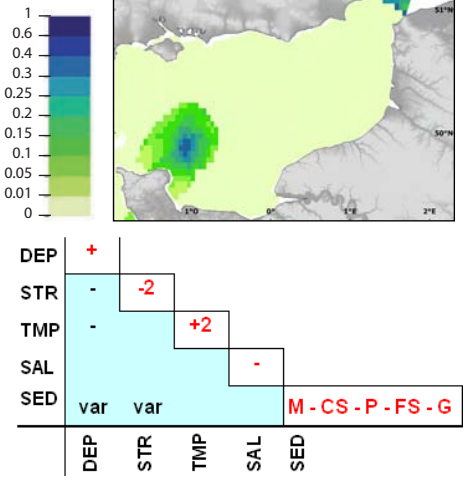
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*





ŒUFS / EGGS

LARVES / LARVAE

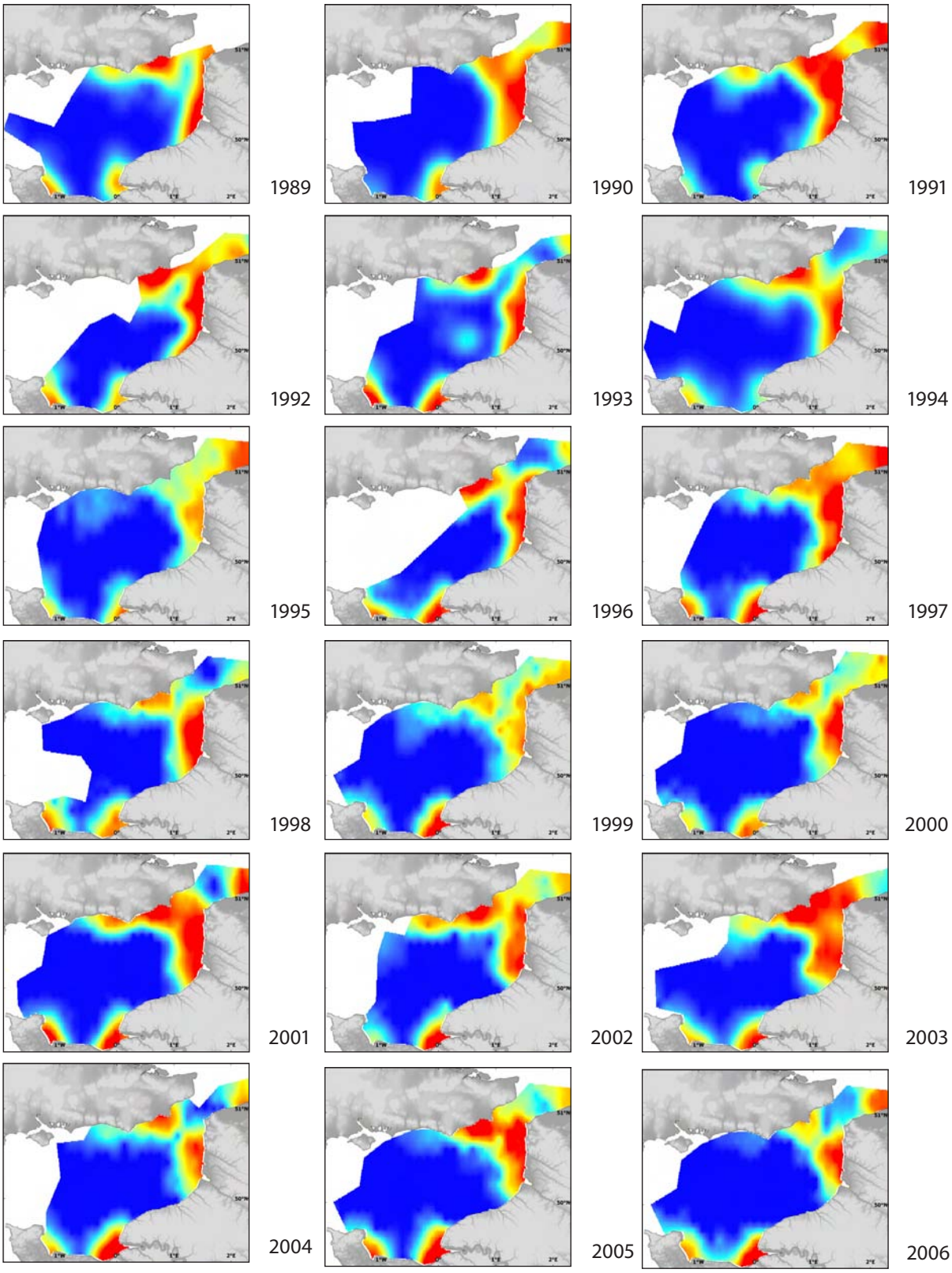
NOURRICERIES/NURSERIES

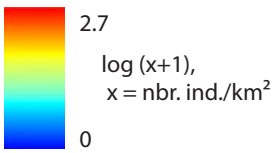
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

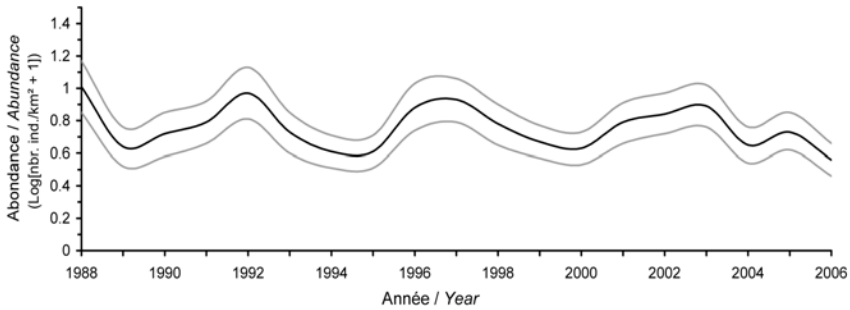
> 1 An / Year old - *Limanda limanda*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



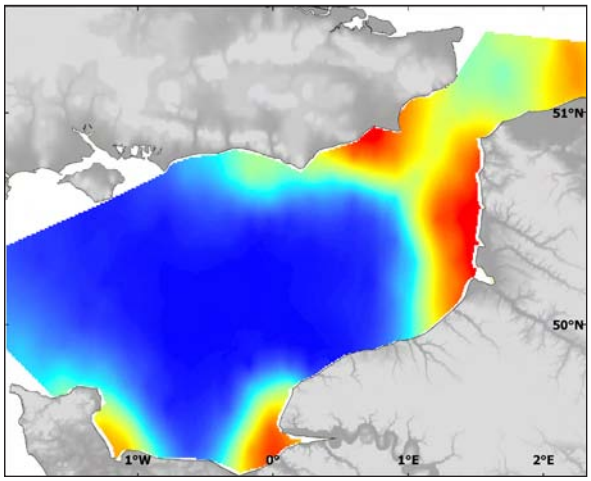


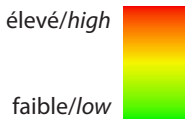
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



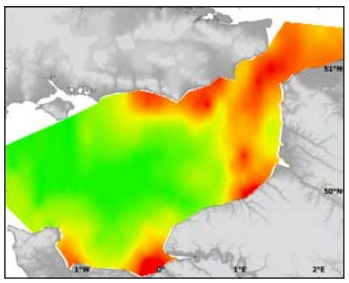
> 1 An / Year old - *Limanda limanda*

Abondance moyenne en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS,1988-2006)

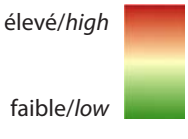


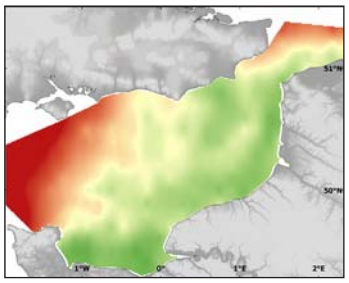


Ecart-type / *Standard deviation*

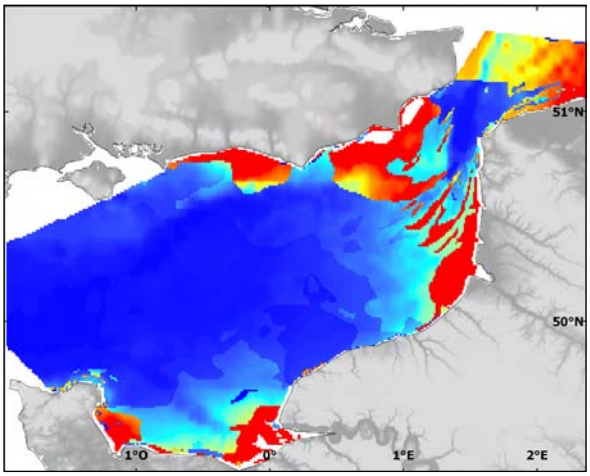


Erreur de krigeage / *Kriging error*

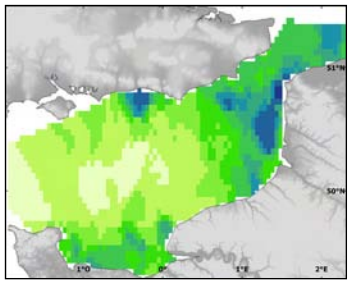


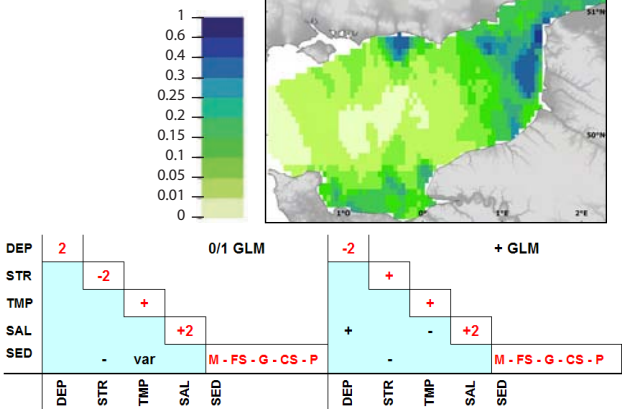


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

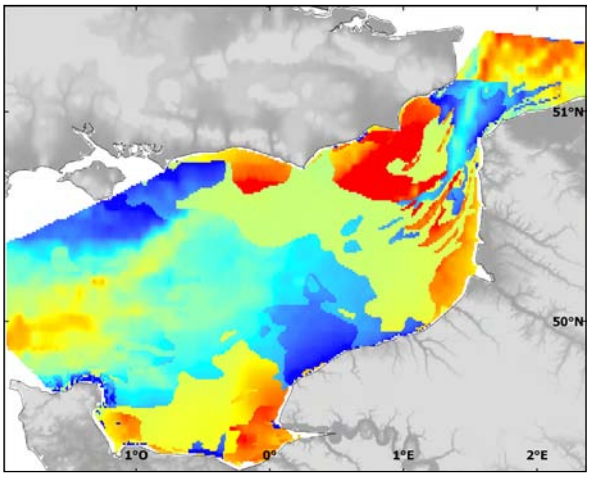


Erreur du modèle / *Model error*

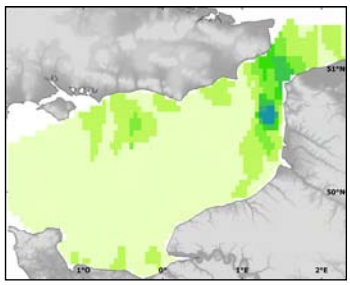


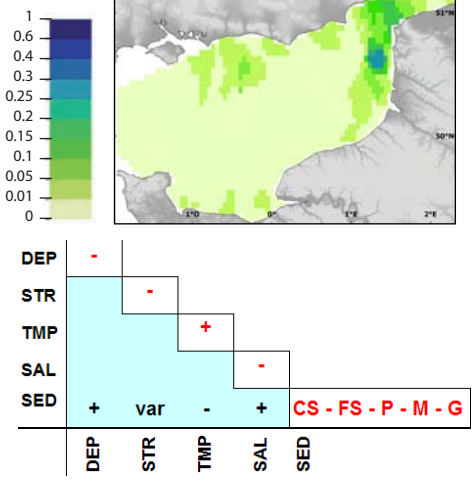


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*





Loligo forbesi

Steenstrup, 1856

Encornet veiné
Northern squid, Veined squid

Embranchement-Phylum : Mollusca

Classe-Class : Cephalopoda

Ordre-Order : Teuthida

Famille-Family : Loliginidae

© IFREMER

Biologie - L'encornet veiné se nourrit essentiellement de petits poissons et de crevettes, polychètes et céphalopodes. De plus, le cannibalisme est fréquemment observé chez cette espèce. En Manche, la reproduction débute à la fin de l'automne et le recrutement en juin. La femelle pond des cartouches gélatineuses contenant de 60 à 80 œufs. Ces cartouches sont collées à des substrats solides jusqu'à l'éclosion des œufs. A l'éclosion, le jeune est assez grand (7-8 mm) et la croissance est ensuite rapide.

Caractères démographiques - Taille maximale du manteau 150 cm (M) et 160 cm (F) ; taille commune (manteau) 90 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 2 ans ; âge et taille à maturité 1 an et *n/a* ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = *n/a*, taux de croissance *k* = *n/a*, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Les encornets veinés sont des animaux pélagiques qui se trouvent régulièrement sur des fonds de 50 m et moins en Manche alors qu'ils montent rarement au-dessus de 100 m en Méditerranée. Ils peuvent descendre jusqu'à 400 m de profondeur.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, de la Scandinavie (mais pas la mer Baltique) au Sénégal et aux Açores ; mer Méditerranée.

Biology - The northern squid feed mainly on small fish, shrimps and cephalopods. Moreover, cannibalism is frequently recorded in this species. In the eastern English Channel spawning commences at the end of the autumn and recruitment occurs in June. Females lay between 60 and 80 eggs in a gelatinous shell. These shells are fixed to a hard substrate until the eggs hatch. On hatching young squid are relatively large (7-8 mm) and subsequent growth is rapid.

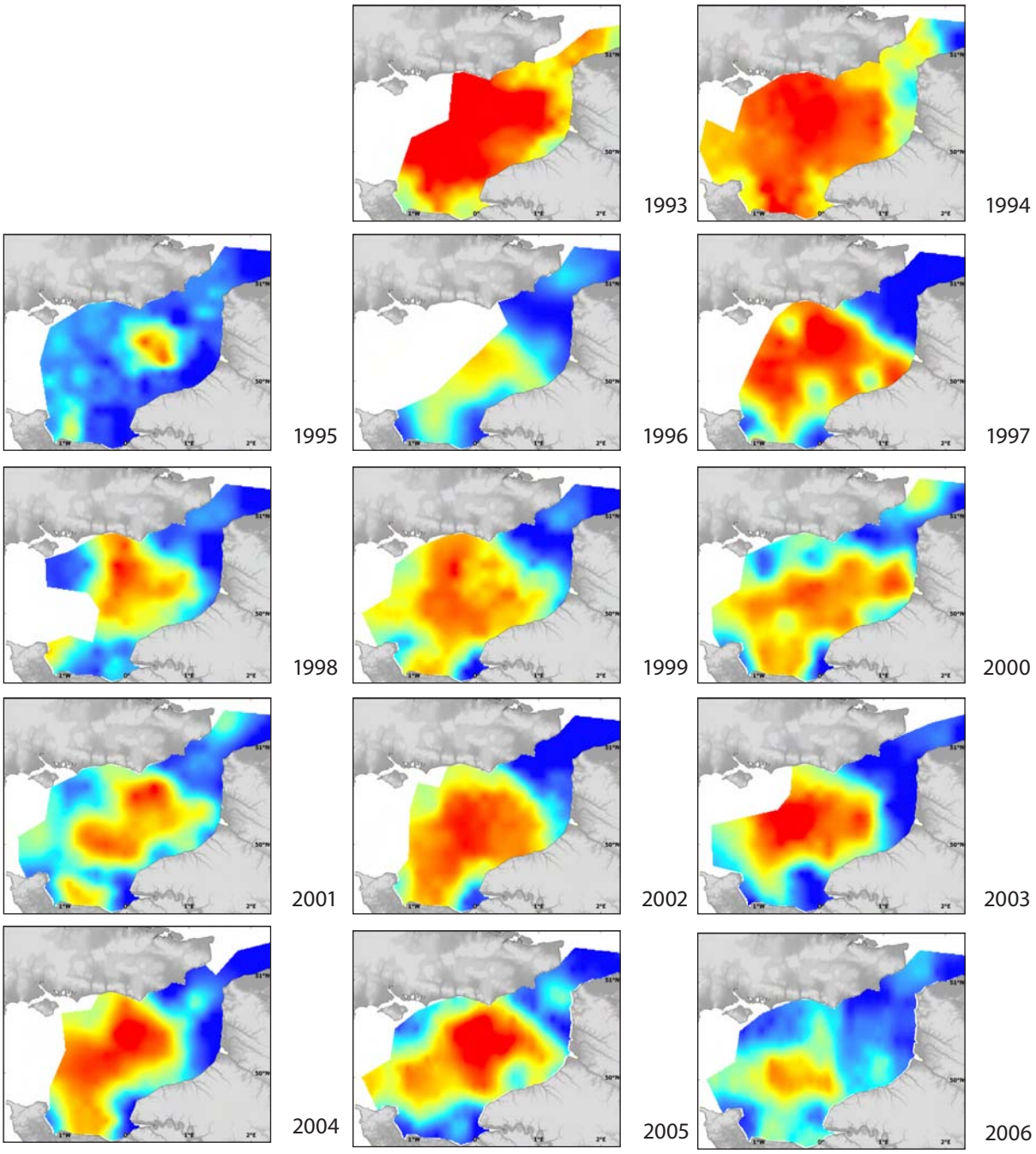
Life history parameters - Maximum mantle length 150 cm (M) and 160 cm (F); common (mantle) length 90 cm; minimum landing size *n/a*; maximum longevity 2 years; age and length at maturity 1 year and *n/a*; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = *n/a*, growth rate *k* = *n/a*, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*

Environment - The northern squid are pelagic, found in waters of about 50 m in depth in the English Channel, whilst they are rarely seen in waters shallower than 100 m in the Mediterranean Sea. They can live as deep as 400 m.

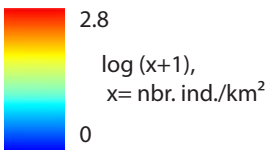
Geographical distribution - North-east Atlantic, from Scandinavia (but not the Baltic Sea) to Senegal and the Azores; Mediterranean Sea.

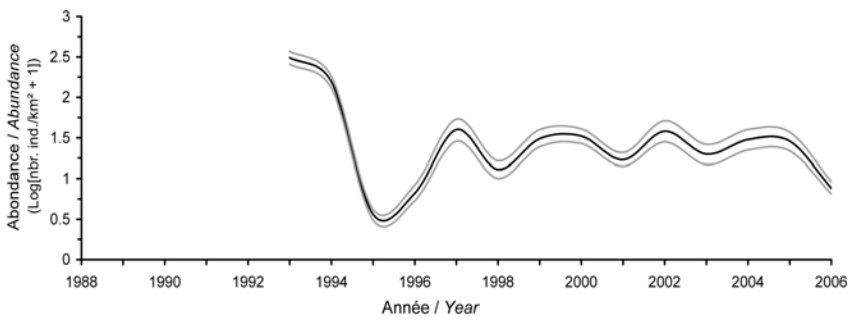
Tous âges confondus / Fish of all ages - Loligo forbesi

Abondance en octobre (CGFS, 1993-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1993-2006)*



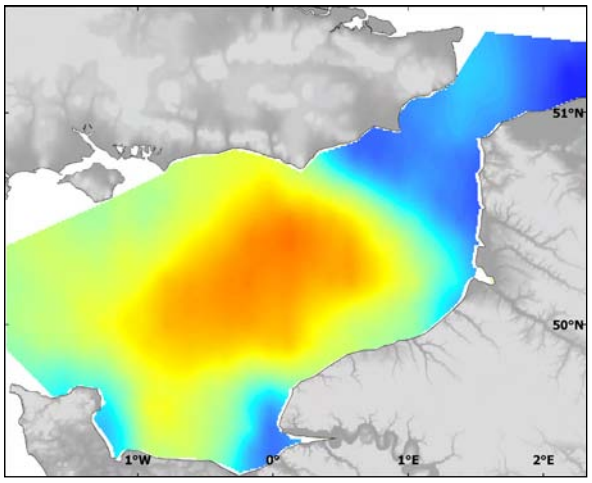
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*





Tous âges confondus / Fish of all ages - Loligo forbesi

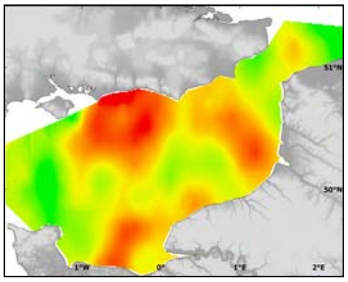
Abondance moyenne en octobre (CGFS, 1993 -2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1993-2006)



élevé/*high*

faible/*low*

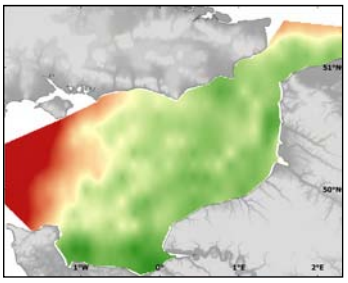
Ecart-type / *Standard deviation*



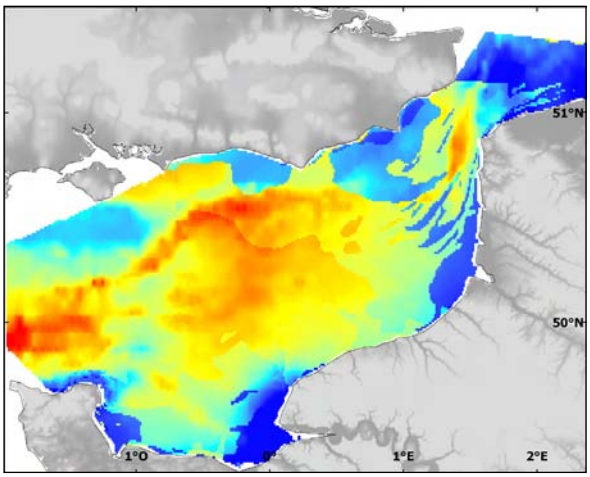
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*

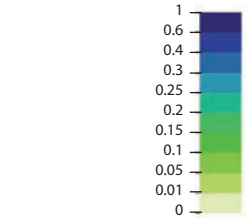


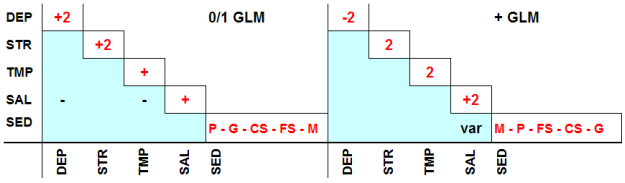
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



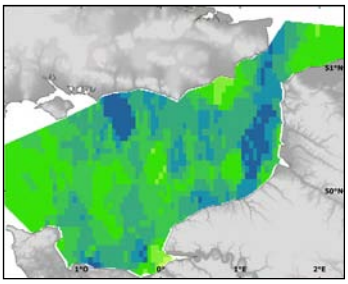
élevé/*high*

faible/*low*

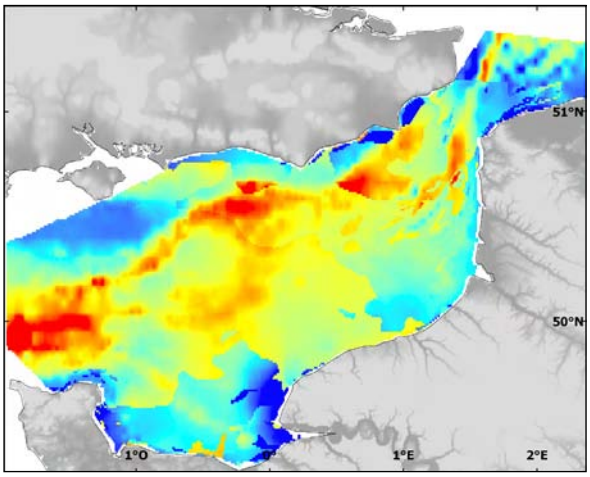




Erreur du modèle / *Model error*

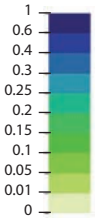


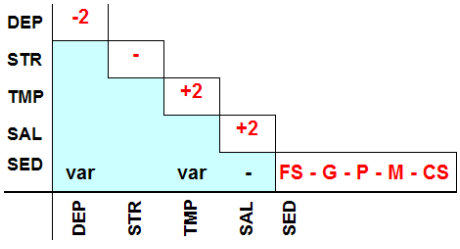
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



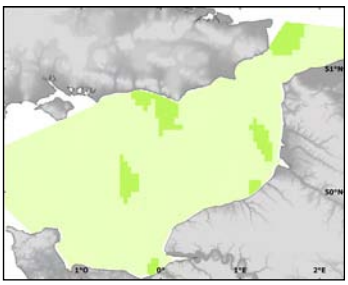
élevé/*high*

faible/*low*





Erreur du modèle / *Model error*



Tous âges confondus

Les données disponibles pour cette espèce ne concernent que le mois d'octobre où elle a pu être capturée par un chalut de fond GOV. De 1988 à 1992, l'espèce n'était pas distinguée de *Loligo vulgaris* lors des campagnes. Or ces espèces ont des habitats très différents : *L. vulgaris* vit dans des eaux moins profondes donc plus côtières que *L. forbesi*. Les cartes de distribution ne sont donc présentées qu'à partir de 1993.

L'encornet veiné se distribue plutôt au large, vers le centre de la Manche orientale, l'espèce étant quasiment absente du détroit du Pas-de-Calais. Les très fortes fluctuations d'abondances en 1993 et 1994 sont probablement dues à des problèmes d'identification plutôt qu'à la courte durée de son cycle de vie.

Les abondances observées sont bien prédites par le modèle d'habitat préférentiel même si celui-ci prévoit des abondances supérieures à l'ouest de la zone et dans le détroit du Pas-de-Calais. On voit que les habitats préférentiels sont situés dans des zones assez profondes. Le modèle d'habitat potentiel favorise des zones situées côté britannique et dans l'ouest, ce qui ne ressort pas vraiment dans les distributions observées.

Fish of all ages

Capture data by VHVO (or GOV) bottom trawl are shown for October only. From 1988 to 1992, there was no differentiation during the surveys between this species and *Loligo vulgaris,* although these two species occur in distinct habitats: *L. vulgaris* lives in shallower and more coastal waters than *L. forbesi.* As a result, distribution maps are only presented from 1993 onwards.

The northern squid was found in the central eastern English Channel, and the species is almost absent from the Dover Strait. The large abundance fluctuations noted in 1993 and 1994 probably result from a mis-identication rather than the short-lived nature of this species.

The survey abundance was well predicted by the preferential habitat model even though this model predicts higher abundance levels in the west of the study area and in the Dover Strait. Preferential habitats are located in deep areas. The potential habitat model favours areas on the British side and in the west, which does not agree with the survey data.

Loligo vulgaris

Lamarck, 1798

Encornet, Calmar
European squid

Embranchement-Phylum : Mollusca

Classe-Class : Cephalopoda

Ordre-Order : Teuthida

Famille-Family : Loliginidae

© IFREMER

Biologie - L'encornet adulte se nourrit de poissons, crustacés et quelques polychètes. De plus, le cannibalisme est fréquemment observé chez cette espèce. En Manche, la reproduction a lieu essentiellement au printemps dans les eaux côtières mais on observe des pontes à d'autres saisons et à des profondeurs variables. La femelle pond des cartouches gélatineuses contenant de quelques dizaines à près d'une centaine d'œufs. Ces cartouches sont collées à des substrats solides jusqu'à l'éclosion des œufs qui, selon la température, a lieu 3 à 10 semaines après la fécondation. A l'éclosion, l'animal mesure 5-6 mm et peut atteindre 10 cm après trois mois. Le recrutement intervient à la fin de l'été au début de l'automne en Manche. A la fin de la première année, les mâles sont en moyenne plus grands que les femelles.

Caractères démographiques - Taille maximale 50 cm ; taille commune 30-40 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale *n/a* ; âge et taille à maturité 1-2 ans et *n/a* ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = *n/a*, taux de croissance *k* = *n/a*, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Espèce semi-pélagique, vivant en bancs, près du fond mais pouvant chasser en pleine eau (de quelques mètres à 250 m de profondeur).

Répartition géographique - Atlantique est, des îles britanniques et de l'entrée de la Baltique au Sénégal ; mer Méditerranée.

Biology - Adult squid feed on fish, crustaceans and some polychaetes, and cannibalism is common in this species. In the eastern English Channel, spawning generally occurs in the spring in coastal waters but spawning events may also take place at different seasons and depths. Females lay a few dozen to a hundred eggs in a gelatinous enveloppes, which are fixed to hard substrate. Eggs hatch after 3 to 10 weeks, depending on the temperature. On hatching, young squid are 5-6 mm long and can reach 10 cm after three months. Recruitment occurs from the end of the summer to the beginning of the autumn in the Channel. At the end of the first year, males are, on average, larger than females.

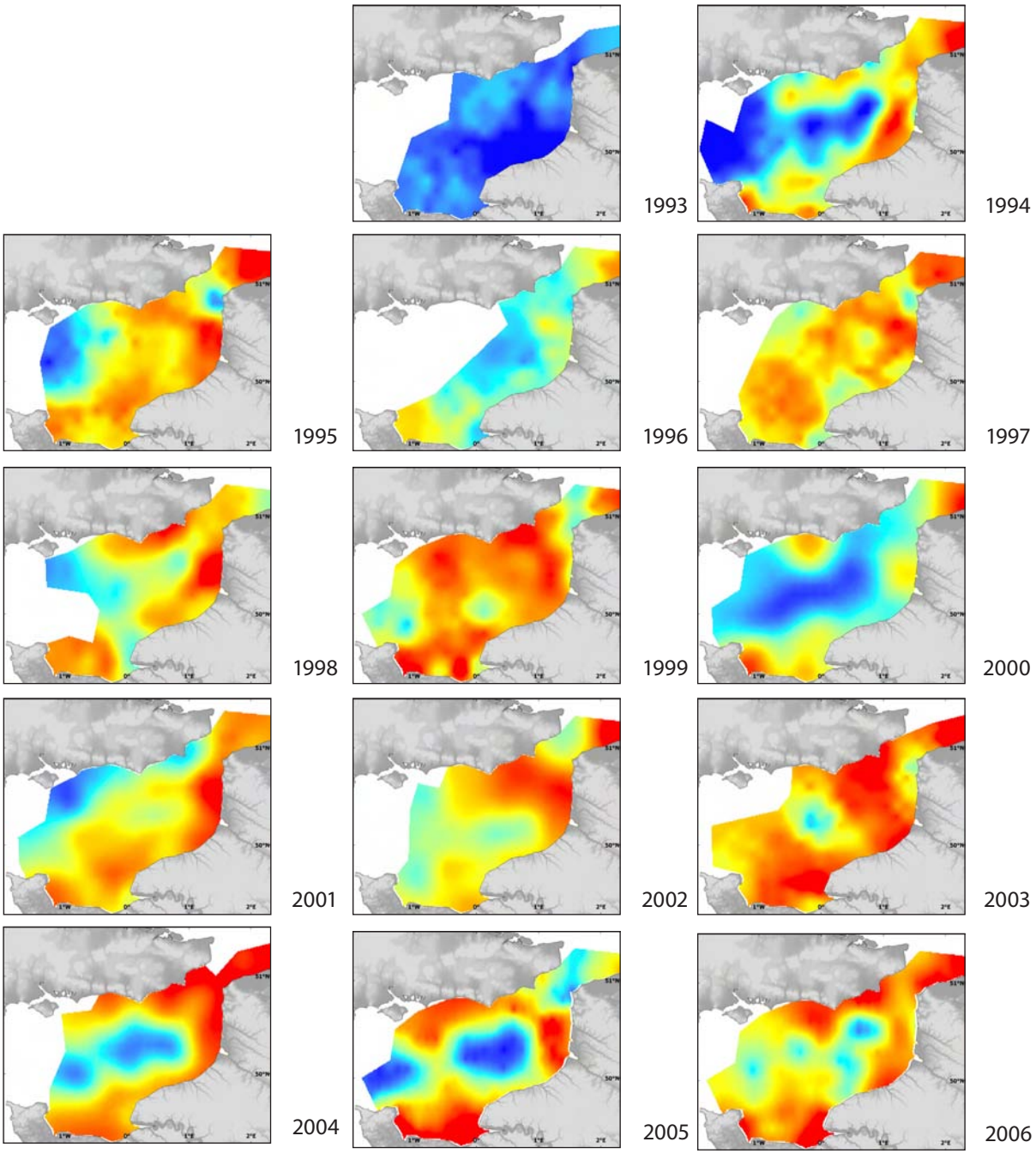
Life history parameters - Maximum length 50 cm; common length 30-40 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan *n/a*; age and length at maturity 1-2 years and *n/a*; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = *n/a*, growth rate *k* = *n/a*, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

Environment - This is a semi-pelagic species that lives close to the seabed, and which can hunt prey across the water column (from a few metres down to 250 m in depth).

Geographical distribution - Eastern Atlantic, from the British Isles and the entrance of the Baltic Sea down to Senegal; Mediterranean Sea.

Tous âges confondus / Fish of all ages - Loligo vulgaris

Abondance en octobre (CGFS, 1993-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1993-2006)*

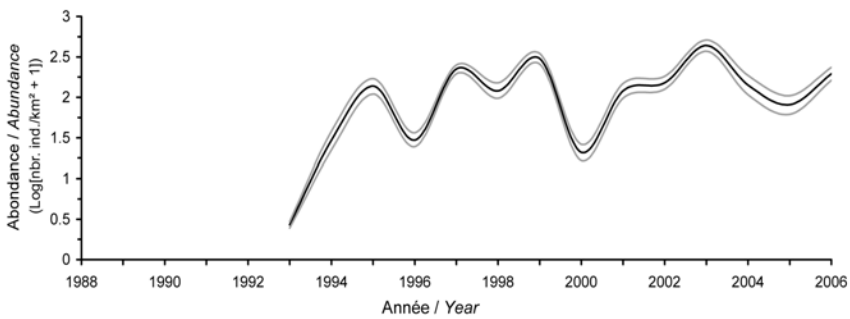


3.2

log (x+1),
x= nbr. ind./km²

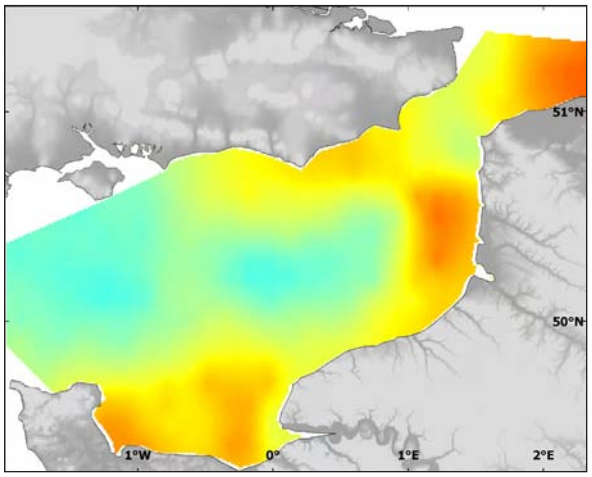
0

Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



Tous âges confondus / Fish of all ages - Loligo vulgaris

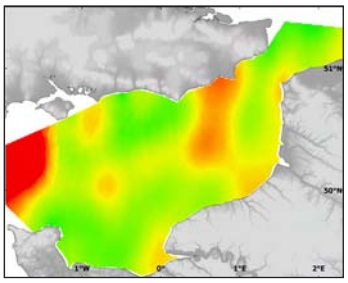
Abondance moyenne (CGFS, 1993-2006)
Mean abundance (CGFS, 1993-2006)



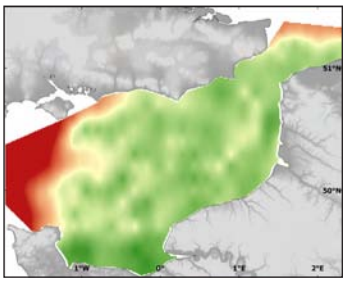
élevé/*high*

faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*



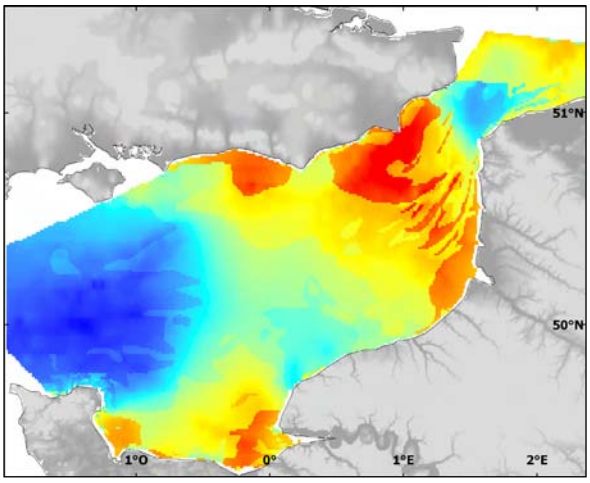
Erreur de krigeage / *Kriging error*



élevé/*high*

faible/*low*

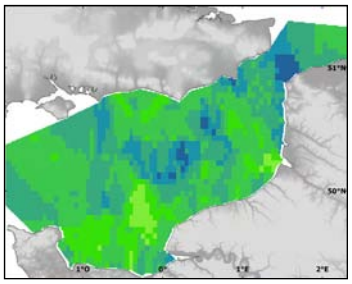
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

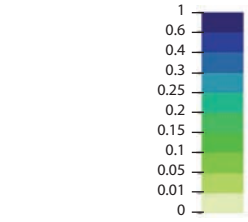


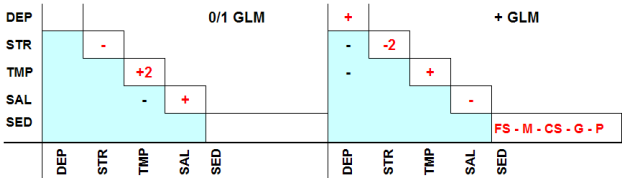
élevé/*high*

faible/*low*

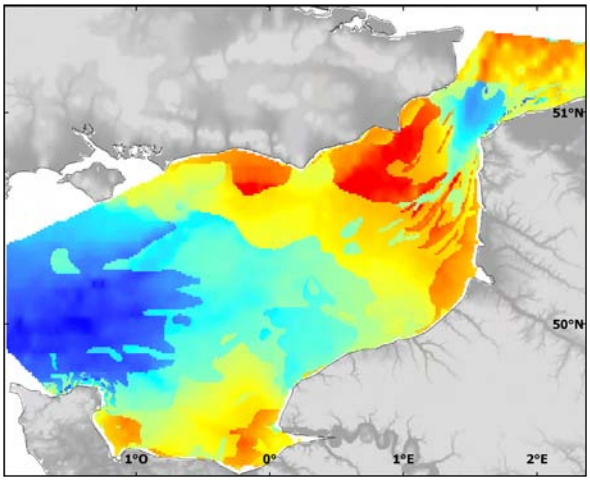
Erreur du modèle / *Model error*







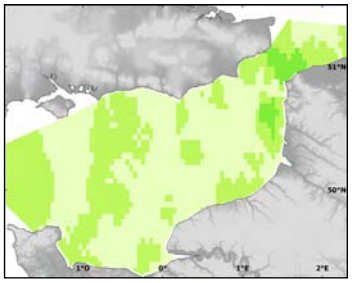
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

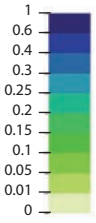


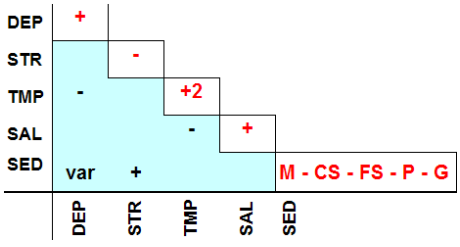
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*







Tous âges confondus

Les données disponibles pour cette espèce ne concernent que le mois d'octobre où elle a pu être capturée par un chalut de fond GOV. De 1988 à 1992, l'espèce n'était pas distinguée de *Loligo forbesi* lors des campagnes. Or ces espèces ont des habitats très différents : *L. vulgaris* vit dans des eaux moins profondes donc plus côtières que *L. forbesi*. Les cartes de distribution n'ont donc été présentées qu'à partir de 1993.

La série temporelle des distributions montre une grande variabilité de densité d'une année à l'autre (courbe d'abondance interannuelle) et en localisation spatiale. Il est cependant probable que les très fortes fluctuations d'abondances en 1993 et 1994 soient dues à des problèmes d'identification plutôt qu'à la courte durée de son cycle de vie. Le schéma de distribution moyen de cette espèce la situe de part et d'autre du détroit du Pas-de-Calais, le long des côtes françaises et britanniques ainsi qu'en baie de Seine. Les modèles d'habitat prédisent une distribution moins étendue vers l'ouest que les distributions observées. Cette espèce semble tolérer des eaux de profondeur, tension de cisaillement, température et salinité moyennes mais préférer des sédiment plutôt fins vaseux ou sableux.

Fish of all ages

Capture data by VHVO (or GOV) bottom trawl are shown for October only. From 1988 to 1992, there was no differentiation during the surveys between this species and *Loligo forbesi,* although these two species occur in distinct habitats: *L. vulgaris* lives in shallower and more coastal waters than *L. forbesi.* As a result, distribution maps are only presented from 1993 onwards.

Abundance time-series showed high variations in density and spatial distribution. The large abundance fluctuations noted in 1993 and 1994 probably result from a mis-identication rather than the short-lived nature of this species. The mean distribution pattern highlights high abundance areas on both side of the Dover Strait, along the French and British coasts and in the Bay of Seine. Habitat models predict a spatial distribution that extends less towards the west than the survey patterns. This species seems to tolerate waters with intermediate levels of depth, bed shear stress, temperature and salinity, but having fine muddy or sandy sediment types.

Lotidae

Motelles
Rocklings

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Gadiformes
Famille-Family : Lotidae

E. cimbrius © IFREMER

C. mustela © IFREMER

Biologie - Les motelles se nourrissent généralement de crustacés : petits crabes, amphipodes, crevettes, copépodes, cirripèdes mais peuvent également manger des petites quantités d'algues, d'annélides polychètes, de mollusques gastéropodes et de poissons (gobies). Deux espèces sont plus fréquentes en Manche : les motelles à quatre barbillons - *Enchelyopus cimbrius* ou *Rhinonemus cimbrius* (Linnaeus, 1766) - et à cinq barbillons - *Ciliata mustela* (Linnaeus, 1758). Quelques autres espèces de motelles sont présentes en Manche orientale, mais leurs nombres restent faibles. Les motelles pondent au large en eaux profondes des œufs pélagiques principalement de janvier à septembre en Manche et mer du Nord avec un pic en avril et mai. Les larves sont également pélagiques.

Caractères démographiques - Taille maximale 45 cm ; taille commune *n/a* ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale *n/a*; âge et taille à maturité *n/a* et *n/a* ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = *n/a*, taux de croissance *k* = *n/a*, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - *E. cimbrius* est une espèce démersale nordique rencontrée en eaux profondes (jusqu'à 650 m, rarement observée à 50 m), sur des fonds vaseux ou sableux. *C. mustela* est une espèce démersale vivant dans la zone littorale intertidale, et les individus plus gros peuvent se trouver plus profondément sur des fonds vaseux, sableux et graveleux (à des profondeurs comprises entre 1 et 20 m).

Répartition géographique - Atlantique nord-est, du nord de Lisbonne au comté de Finnmark, autour des îles britanniques, dans le Skagerrak et le Kattegat, et en Islande.

Biology - Rocklings feed mainly on crustaceans: small crabs, amphipods, shrimps, copepods, cirripeds, but also small quantities of algae, polychaete annelids, gastropod molluscs and fish (gobies). Two species are more frequent in the English Channel: the four-bearde - *Enchelyopus cimbrius* or *Rhinonemus cimbrius* (Linnaeus, 1766) - and five-bearde - *Ciliata mustela* (Linnaeus, 1758) - rocklings. A few other rockling species occur in smaller numbers in the eastern English Channel. Rocklings spawn pelagic eggs mostly from January to September in the English Channel and North Sea with a peak in April and May. Larvae are also pelagic.

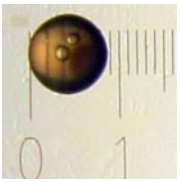
Life history parameters - Maximum length 45 cm; common length *n/a*; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan *n/a*; age and length at maturity *n/a* and *n/a*; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = *n/a*, growth rate *k* = *n/a*, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

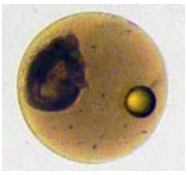
Environment - *E. cimbrius* is a northern demersal species found in deep waters (down to 650 m, rarely at 50 m) on soft mud or sand. *C. mustela* is a demersal species living in the intertidal zone, although larger individuals can be found deeper on muddy, sandy and shell gravel grounds, at depths ranging between 1 and 20 m.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from Lisbon north to Finnmark, and around the British Isles, in the Skagerrak and Kattegat, and around Iceland.

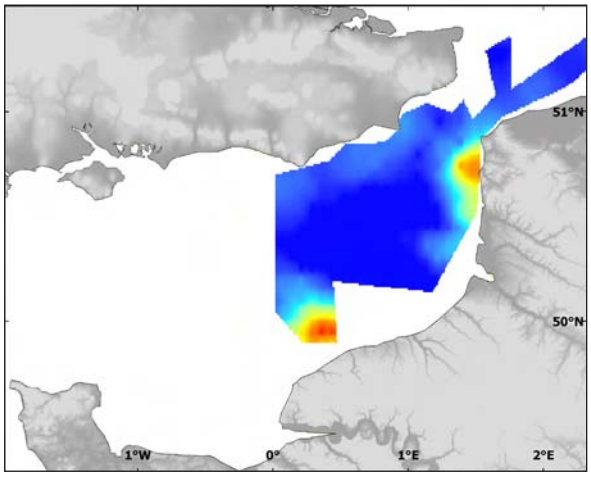
Œufs / Eggs - Lotidae

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)





stades 1
stages 1

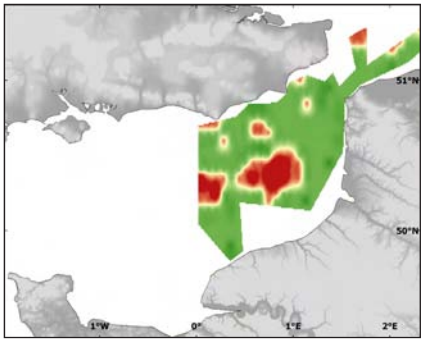


log (x+1),
x = nbr. ind.
/ 20 m³

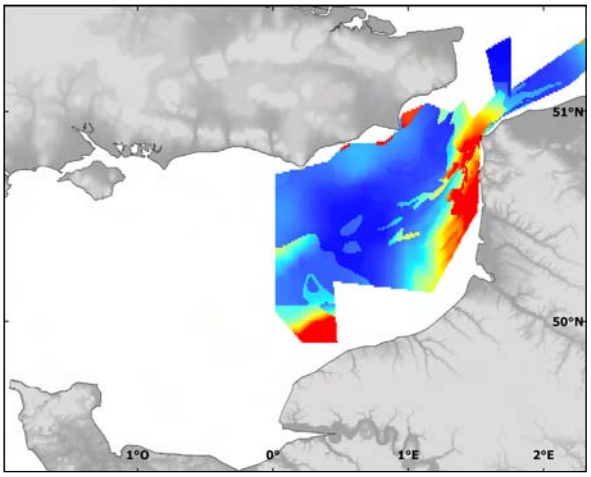
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

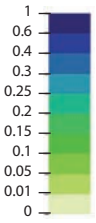


Habitat préférentiel en janvier (GLM)
Preferential habitat in January (GLM)

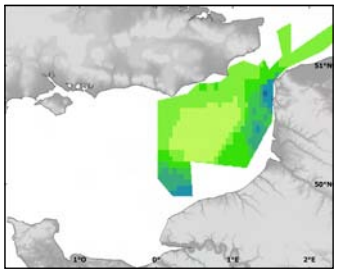


élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*



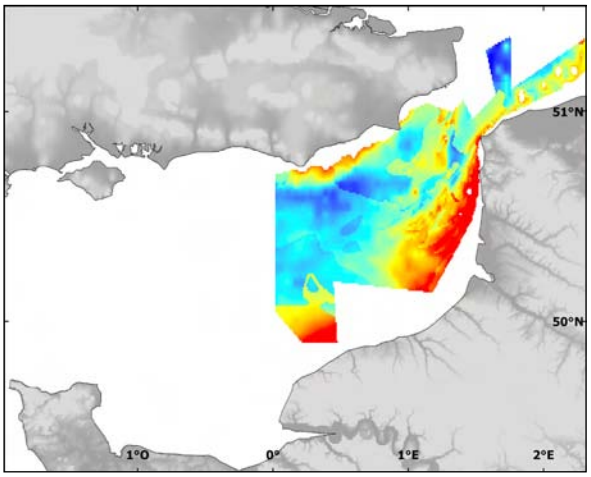
DEP	
STR	
TMP	
SAL	-
CHL	
SED	M - P - G - FS - CS

0/1 GLM

DEP	
STR	
TMP	+
SAL	+2
CHL	-
SED	

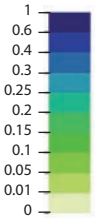
+ GLM

Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)



élevé/*high*

faible/*low*

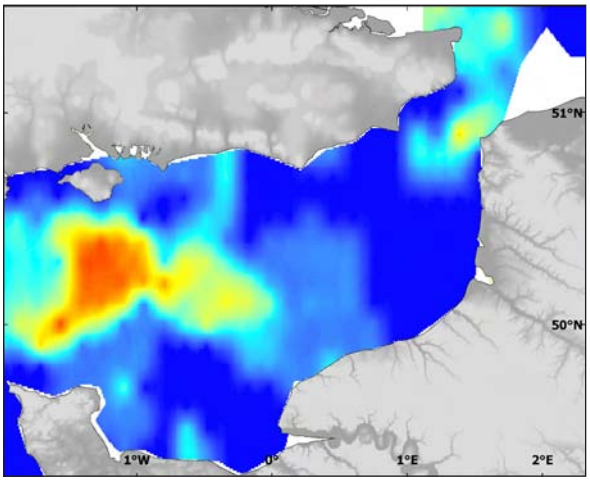


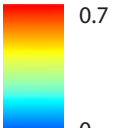
Erreur du modèle / *Model error*

DEP	-2
STR	
TMP	+
SAL	-
CHL	-
SED	P - CS - G - FS - M

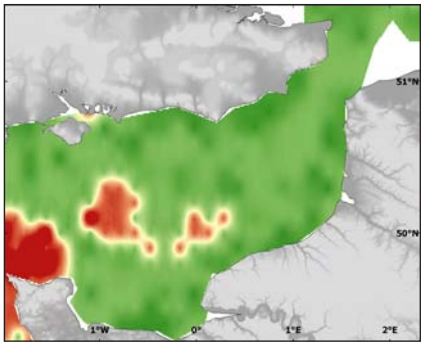
Tous âges confondus / Fish of all ages - Lotidae

Probabilité de présence en juillet (BTS, 1989-2006)
Presence probability in July (BTS, 1989-2006)

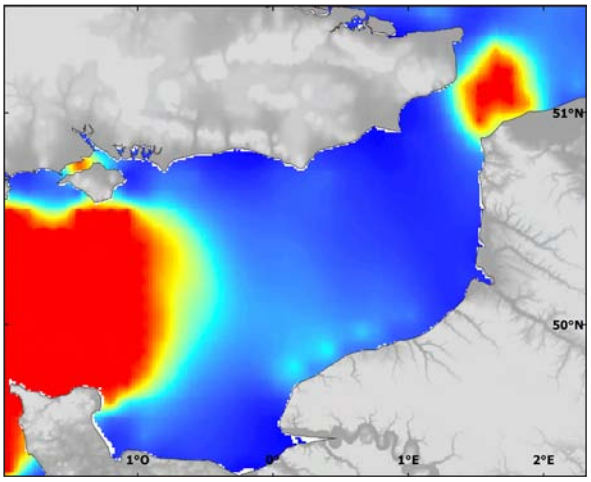


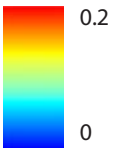


Erreur de krigeage
Kriging error

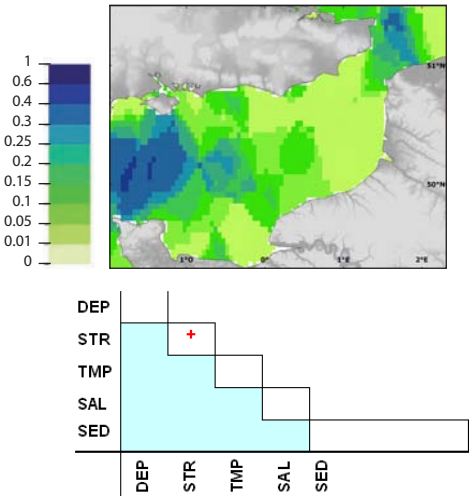


Habitat probable en juillet (GLM)
Probable habitat in July (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



Cette famille regroupe deux espèces trouvées en Manche qui n'ont pas pu être systématiquement identifiées au cours de toutes les campagnes. Ces deux espèces ont donc été cartographiées et modélisées ensemble.

Œufs

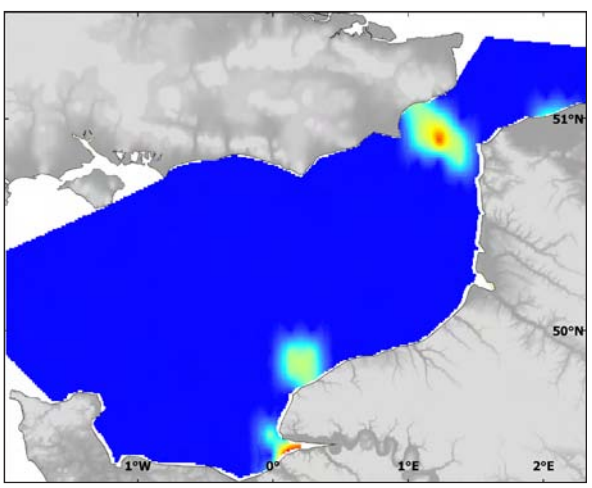
En janvier 2007, des œufs de stade 1 (pondus peu de jours auparavant) ont été trouvés proches des côtes françaises près des caps d'Alprech et d'Antifer. La distribution observée pendant la campagne est cohérente avec celle des modèles d'habitats préférentiel et potentiel, à l'exception des zones près de la baie de Rye, au nord, où la qualité d'habitat prédit est plus favorable que celle observée. Les zones de ponte semblent requérir des profondeurs faibles à intermédiaires, mais des températures élevées et des salinités et concentrations en chlorophylle *a* plus faibles qu'ailleurs. Cette ponte se déroule généralement sur des sédiments allant des sables grossiers aux cailloutis. A noter que les interactions entre para-

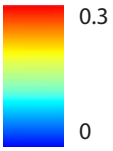
This family groups together the two species found in the English Channel. These could not be systematically identified during all surveys; they were thus mapped and modelled together.

Eggs

In January 2007, stage 1 rockling eggs (recently spawned) were found along the French coast near the Capes of Alprech and Antifer. The distribution recorded during the survey was consistent with the models of preferential and potential habitats, except for areas in the north, close to the Bay of Rye, where the quality of predicted habitat was more favourable than that recorded during the surveys. The spawning areas appear to require shallow to intermediate depths, with higher temperatures, but lower salinities and chlorophyll *a* concentrations, than elsewhere. This spawning occurred preferably on sediment types ranging from coarse sand to pebbles. It should be noted that interactions between parameters could not be tested in the models because of

Probabilité de présence
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1988-2006)

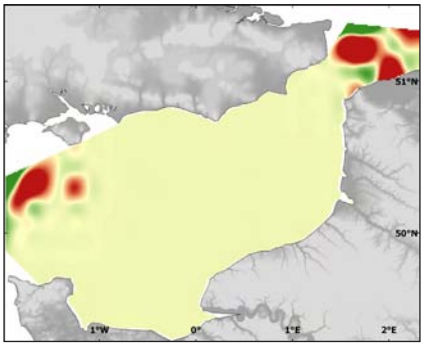




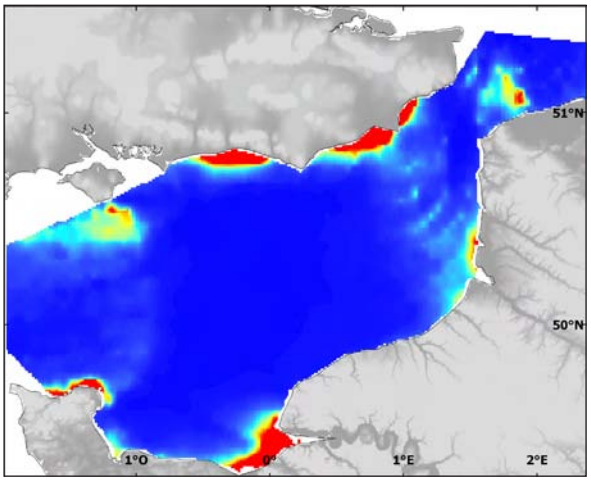
élevé/*high*

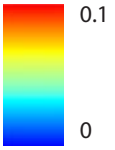
faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

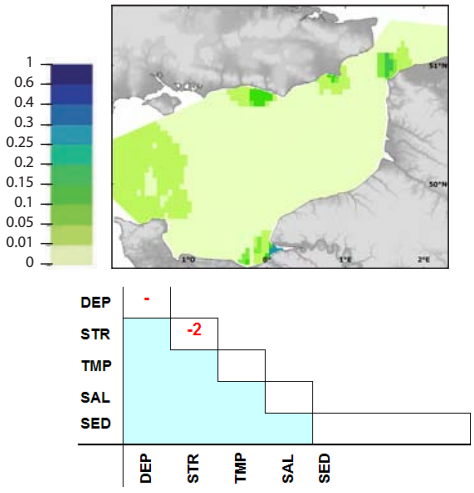


Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



mètres n'ont pas pu être testées dans les modèles en raison du faible nombre d'observations. L'incertitude des modèles est relativement faible et il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

Tous âges confondus

Les données décrivant la distribution de cette famille sont disponibles sur deux saisons. Malheureusement les engins de pêche utilisés ne capturent pas efficacement ces espèces et ne permettent pas une bonne représentation de leur abondance. Seules les données de présence/absence ont été utilisées et la probabilité de présence moyenne sur la période 1988/9–2006 a été cartographiée pour chacune d'elles. De même, seul un modèle d'habitat probable, prédisant la probabilité d'occurrence de ces espèces a été développé pour chacunes d'elles.

En juillet, les motelles sont plus fréquentes au large et dans le détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage

the low number of observations. The uncertainty of the models is relatively low and there is almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent.

Fish of all ages

Data on this family are available for two seasons. Unfortunately, the fishing gears are not able to catch these species representatively and do not provide a good picture of their abundance. Presence/absence data were hence used and the average probability of presence over the period 1988/9–2006 was mapped for each season. Accordingly, only a model of probable habitat, predicting the probability of occurrence of these species was developed for each season.

In July, rocklings were more frequent offshore and in the Dover Strait. The kriging error was higher offshore where observations are more sparse. The model of probable habitat extends these zones to all waters between the Isle of Wight and the Cherbourg Penin-

est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat probable étend les zones d'occurrence à toutes les eaux comprises entre l'île de Wight et la presqu'île du Cotentin qui pourraient constituer globalement un lieu favorable à la présence de ces espèces. Ce modèle révèle l'importance des forts courants de marées. L'erreur du modèle est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais très faible dans les autres zones signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de ces espèces.

En octobre, l'aire d'occupation des motelles semble plus restreinte, se limitant au détroit du Pas-de-Calais, au cap d'Antifer et à la baie de Seine. Ce schéma pourrait être dû à la différence d'efficacité entre les engins de pêche utilisés en juillet et octobre, mais c'est peu probable. Là encore, l'erreur de krigeage est plus importante dans les zones où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat probable étend pourtant les zones de présence aux côtes et baies française et britannique et semble indiquer la préférence de cette espèce pour des profondeurs faibles et des tensions de cisaillement plus faibles que celles supportées en été. L'incertitude de ce modèle est assez faible mais il est néanmoins difficile de bien retranscrire les préférences d'habitat de ces deux espèces dont les besoins sont peut-être très différents, notamment en ce qui concerne leurs préférences de profondeur d'eau.

sula which could also constitute areas favourable to the presence of these species. This model highlights the role of strong tidal currents. The error of the probable habitat model was higher in the zones of greater occurrence but very low in other areas meaning that there is almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent.

In October, the surface area occupied by rocklings seemed restricted to the Dover Strait, Cape Antifer and the Bay of Seine. This pattern could be due to the difference in gear efficiency between July and October, although this is unlikely. Here again, the kriging error was higher where observations were more sparse. The model of probable habitat, however, extends the presence areas to the French and British coasts and bays, and indicates the preference of these species for shallower depths and weaker bed shear stress than those tolerated in the summer. Although the model uncertainty is relatively low, it is difficult to reliably describe the habitat preferences of these two species whose needs may be very different, notably in terms of depth range preferences.

Merlangius merlangus

(Linnaeus,1758)

Merlan
Whiting

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Gadiformes
Famille-Family : Gadidae

© IFREMER

Biologie - Le régime alimentaire du merlan adulte se compose de petits poissons, crevettes, petits crabes, mollusques, annélides polychètes et céphalopodes. En Manche orientale, la reproduction a lieu entre janvier et juin. Les œufs sont pélagiques, et les larves et juvéniles sont associés avec les méduses avant de rejoindre le fond lorsqu'ils atteignent 5 à 10 cm. Les juvéniles se concentrent dans les eaux côtières (5 à 30 m de profondeur). La croissance est rapide.

Caractères démographiques - Taille maximale 70 cm ; taille commune 23-50 cm ; taille minimale de capture 27 cm sauf Skagerrak et Kattegat 23 cm (UE) ; longévité maximale 20 ans ; âge et taille à maturité 2-4 ans et 20-30 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 40.24 cm, taux de croissance k = 0.63 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.37 ; paramètres de fécondité *alpha = n/a* et *beta = n/a* (200 000 à 1 000 000 d'ovules par femelle).

Environnement - Espèce bentho-démersale vivant sur les fonds graveleux ou vaseux entre 10 et 200 m de profondeur, avec les concentrations les plus fortes entre 30 et 100 m. Espèce se répartissant essentiellement dans les eaux marines à saumâtres tempérées.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, du nord de la Norvège et de l'Islande au Portugal, sud-est de la mer de Barents ; mer Méditerranée nord-est et mer Noire. Abondant en mer du Nord, mer d'Irlande et en Manche.

Biology - The diet of adult whiting includes shrimps, crabs, molluscs, small fish, polychaetes and cephalopods. In the eastern English Channel, spawning takes place from January to June. Eggs are pelagic, and larvae and juveniles are often associated with jellyfish, and do not become demersal until they reach 5 to 10 cm in length. Juveniles are essentially found in coastal waters (5 to 30 m in depth). Growth is rapid.

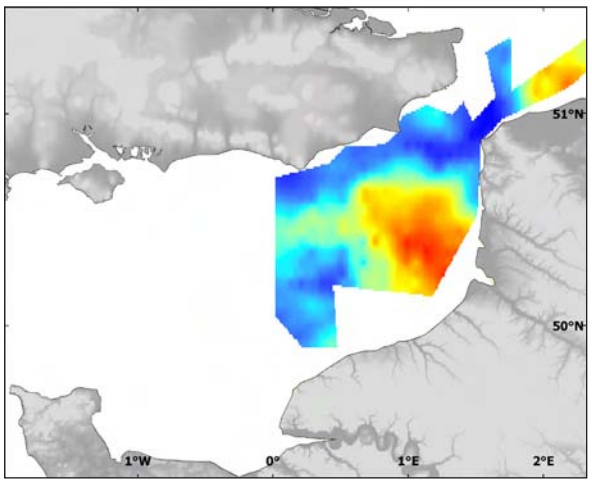
Life history parameters - Maximum length 70 cm; common length 23-50 cm; minimum landing size 27 cm except Skagerrak and Kattegat 23 cm (EU); maximum lifespan 20 years; age and length at maturity 2-4 years and 20-30 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 40.24 cm, growth rate k = 0.63 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.37; fecundity parameters *alpha = n/a* and *beta = n/a* (200,000 to 1,000,000 oocytes per female).

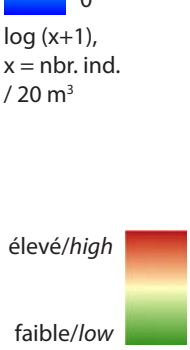
Environment - This is a bentho-demersal species that lives on gravely or muddy substrates between 10 and 200 m in depth, with the highest concentrations at depths between 30 and 100 m. The species is mostly found in marine and brackish temperate waters.

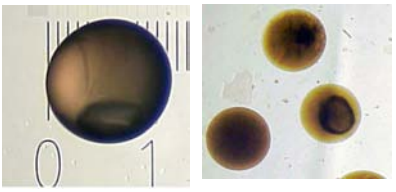
Geographical distribution - North-east Atlantic, from northern Norway and Iceland down to Portugal, and also the south-eastern Barents Sea, north-eastern Mediterranean Sea and the Black Sea. Abundant in the North Sea, around Ireland and in the English Channel.

Œufs / Eggs - Merlangius merlangus

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)

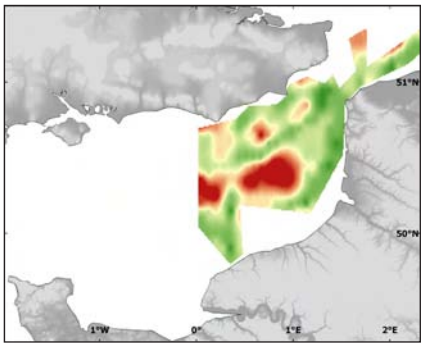




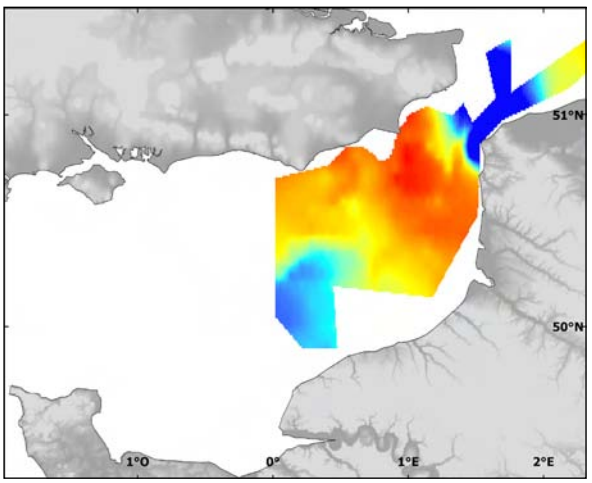


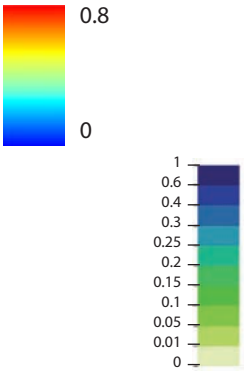
stades 1
stages 1

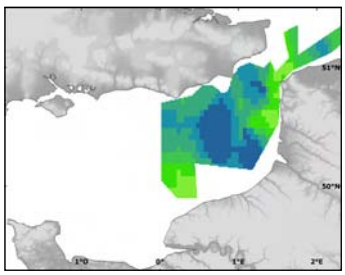
Erreur de krigeage
Kriging error



Habitat probable en janvier (GLM)
Probable habitat in January (GLM)







DEP	
STR	-
TMP	
SAL	
CHL	+2
SED	

Les données disponibles pour cette espèce concernent tous les stades de vie (œuf, larve, nourricerie, individus de moins et de plus d'un an) et sur plusieurs saisons.

Œufs

La reproduction a lieu de janvier à juin. La campagne couvrant la partie est de la Manche orientale en janvier 2007 a permis de réaliser une carte de distribution des abondances et un modèle d'habitat probable. Ces distributions spatiales correspondent au début de la période de ponte de cette espèce et ne donnent donc qu'une image partielle de la répartition totale des zones de ponte, qui sont en fait plus étendues au centre de la Manche et le long des côtes françaises et britanniques. De fortes abondances sont situées au large des estuaires de Canche, Authie et Somme, et de moindres abondances sont présentes au large des côtes belges. La distribution spatiale

Data were available for all stages of the life cycle (egg, larva, nursery, individuals of less and more than one year) and for several seasons.

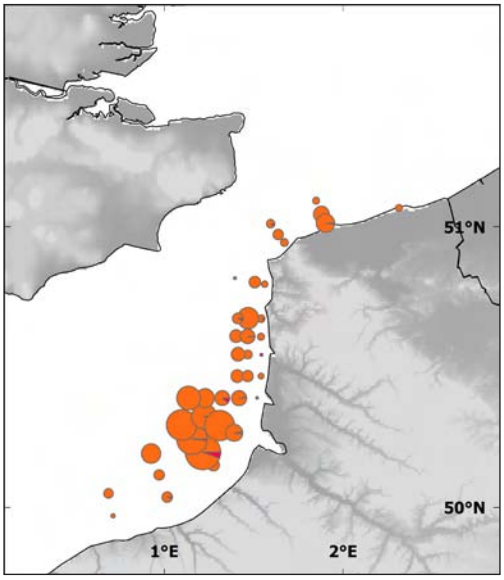
Eggs

Spawning takes place from January to June. Data from the January 2007 survey in the eastern English Channel were used to map egg abundance distribution and build a probable habitat model. The spatial distribution corresponds to the beginning of the spawning period; hence, it only gives an incomplete picture of the overall distribution of this species' spawning grounds, which are in fact more dispersed in the central part of the English Channel and along the French and British coasts. A high abundance patch was located offshore from the Bays of Canche, Authie and Somme, whilst zones of lesser abundance were recorded off the Belgian coast. The survey spatial distribution is relatively consistent with that pre-

Larves / Larvae - Merlangius merlangus

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



200 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

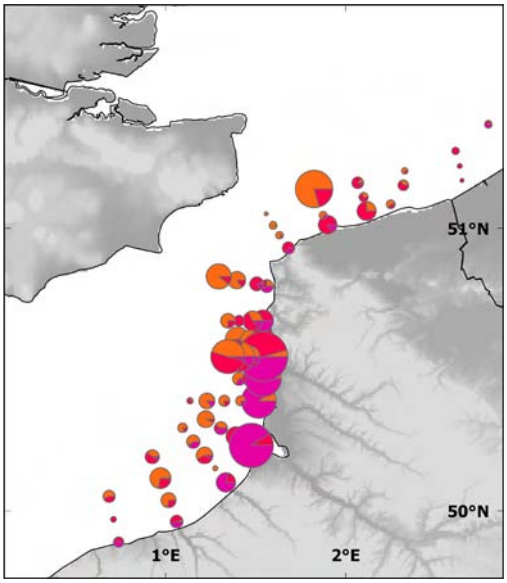
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

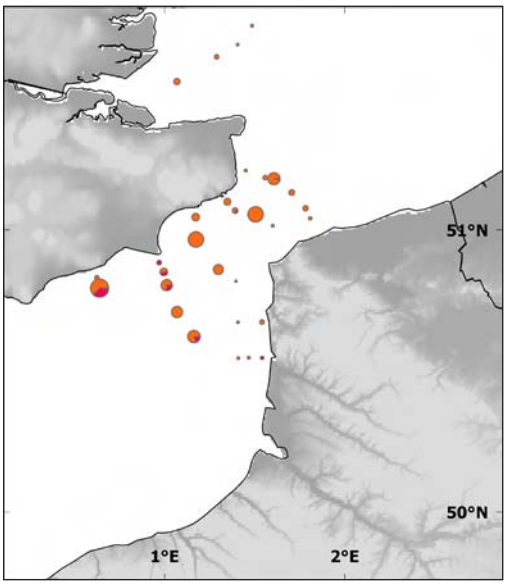
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

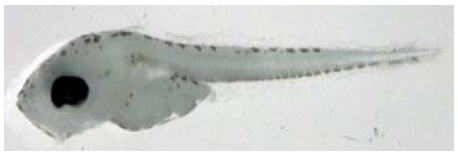
REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)



Larves de merlan
Whiting larvae

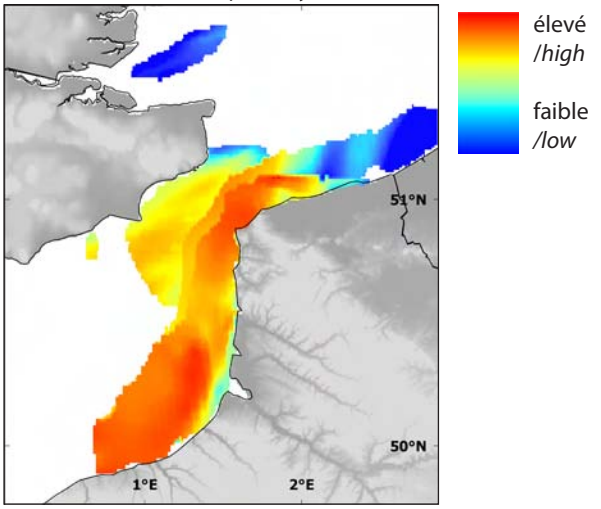


stade 2
stage 2

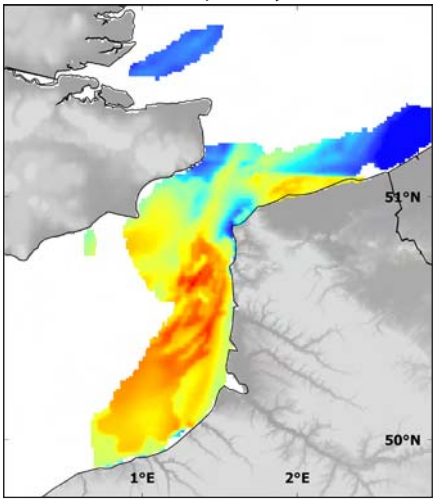
stade 3
stage 3

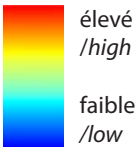
Stade/*Stage* 2

Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)

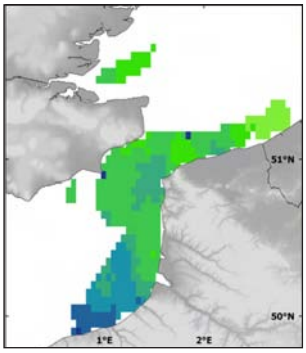


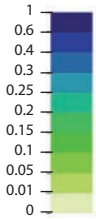
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



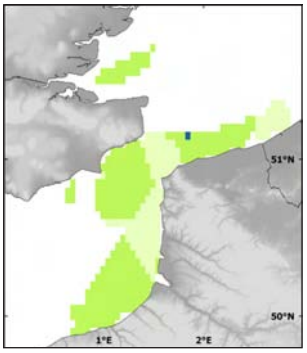


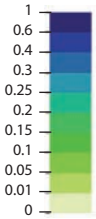
Erreur du modèle / *Model error*





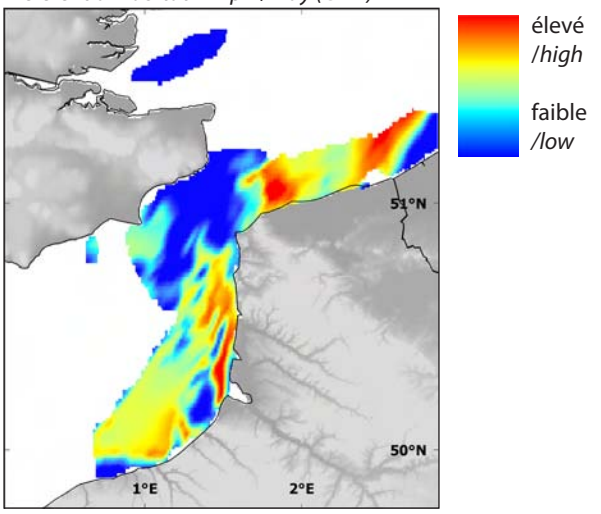
Erreur du modèle / *Model error*



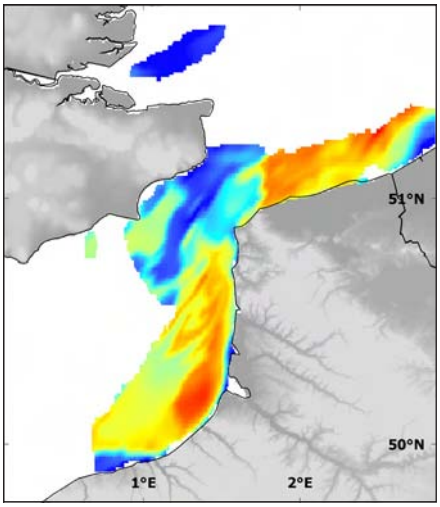


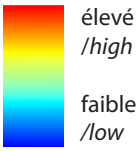
Stade/*Stage* 3

Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)

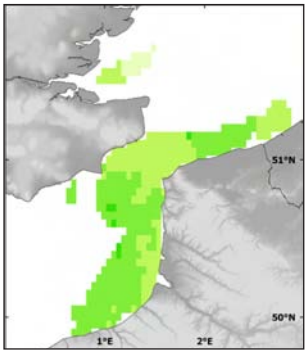


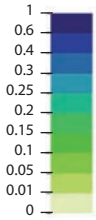
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



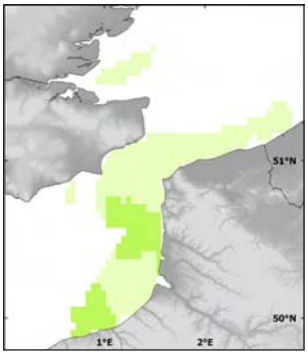


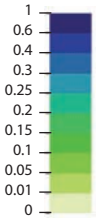
Erreur du modèle / *Model error*





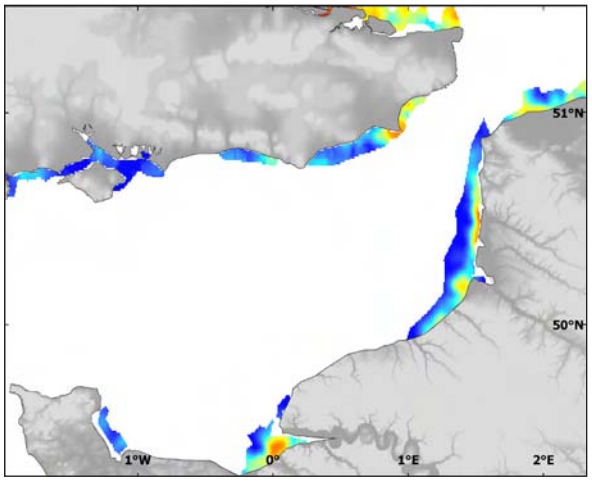
Erreur du modèle / *Model error*





Nourriceries côtières / Coastal nurseries - Merlangius merlangus

Abondance pluriannuelle en septembre (YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

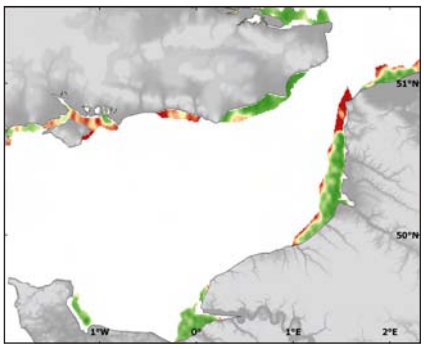


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

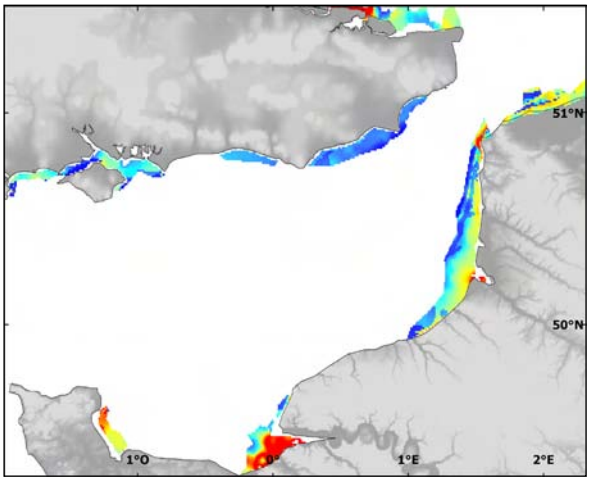
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



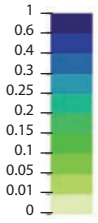
Habitat préférentiel (GLM)
Preferential habitat (GLM)

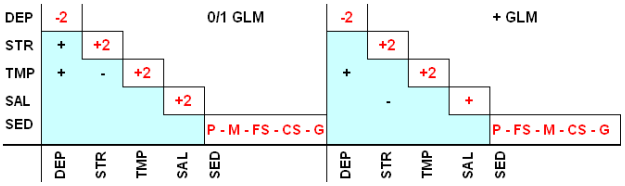


élevé/*high*

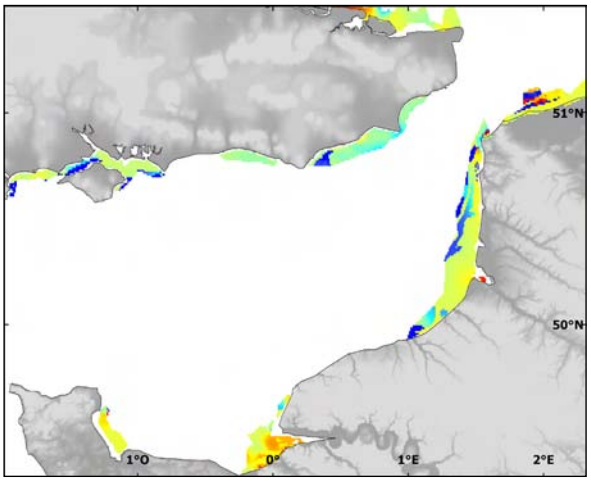
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





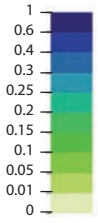
Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

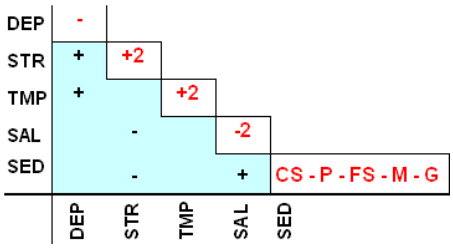


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





observée est relativement cohérente avec celle du modèle d'habitat probable ; ce dernier prédit néanmoins une zone plus étendue allant jusqu'aux côtes britanniques. Les zones de ponte se situent dans des zones de faible tension de cisaillement avec des concentrations en chlorophylle *a* allant de faible à intermédiaire. A noter que les interactions entre paramètres n'ont pas pu être testées dans les modèles du fait du faible nombre d'observations.

Larves

Comme les zones de frayères du merlan sont situées principalement au centre de la Manche, le long des côtes britanniques et en mer du Nord, les larves se localisent principalement, au printemps, dans les eaux centrales, avec une migration le long des côtes. Les habitats potentiels sont le long des côtes françaises et belges pour les stades âgés mais on trouve également des zones favorables en certains points des côtes britanniques. Les niveaux d'abondance et la composition en stades de développement diffèrent entre les campagnes. Les larves de merlan sont les secondes les plus dominantes durant la campagne REISE 1 et sont parmi les plus dominantes lors des autres campagnes.

Nourriceries côtières

L'abondance pluriannuelle issue des campagnes côtières indique que le merlan utilise des nourriceries côtières avec de fortes concentrations près des estuaires des fleuves français (Seine, Somme, Authie, Canche), ainsi qu'au large du Kent (Dungeness et estuaire de la Tamise). Le modèle d'habitat préférentiel est cohérent avec ces distributions de campagnes mais désigne également d'autres zones : le cap Gris-Nez, le Solent et la baie des Veys. Plusieurs paramètres et interactions caractérisent les zones prédites, notamment des profondeurs faibles à moyennes, des eaux chaudes et des zones de cailloutis ou au contraire de sables fins.

dicted by the probable habitat model, though the model predicts probable habitats spreading further towards the British coast. Spawning areas were located in areas having weak bed shear stress and low to intermediate levels of chlorophyll *a* concentrations. Interactions between predictive parameters were not tested as observation numbers were too few.

Larvae

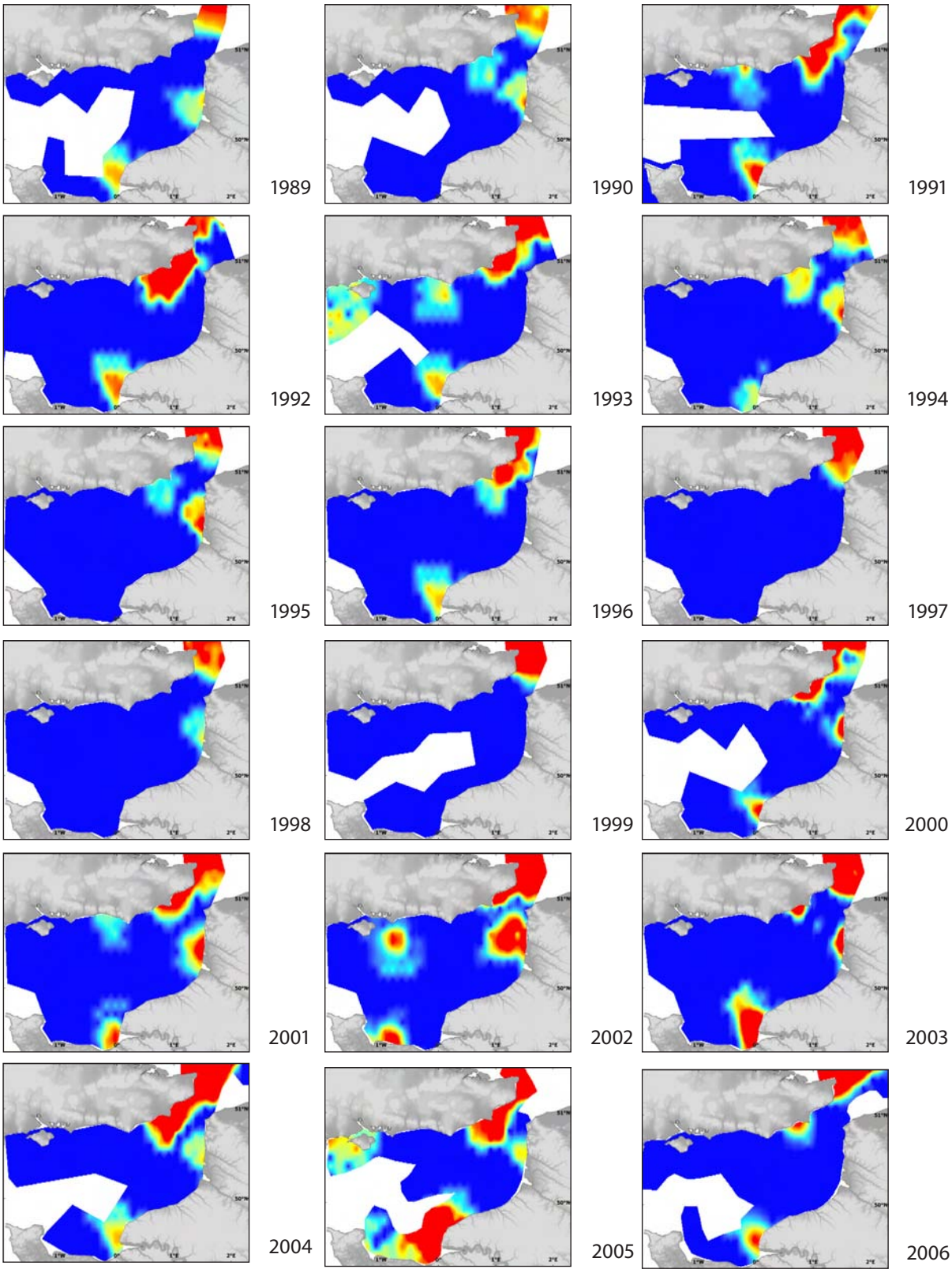
The main spawning grounds of whiting are located in the central Channel, along the British coast and in the North Sea. During spring, larvae were essentially found in the central waters, with a migration along the coasts. For older developmental stages, potential habitats were mainly located along the French and Belgian coasts, with other favourable areas in patches along the British coast. Levels of abundance and stage composition differed between surveys. Whiting larvae were the second most dominant species during the REISE 1 survey and among the most dominant in the other surveys.

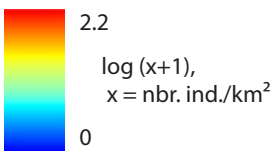
Coastal nurseries

Multi-annual data from coastal surveys suggest that this species is using coastal nurseries, with high concentrations near to French rivers' estuaries (Seine, Somme, Authie, Canche) and off the Kent coast (Dungeness and the Thames estuary). The preferential habitat model is coherent with survey data but also highlights additional areas: Cape Gris-Nez, the Solent and the Bay of Veys. A number of parameters and interactions characterise the predicted favourable areas, notably shallow to moderate depths, warm waters and pebbly or sandy areas.

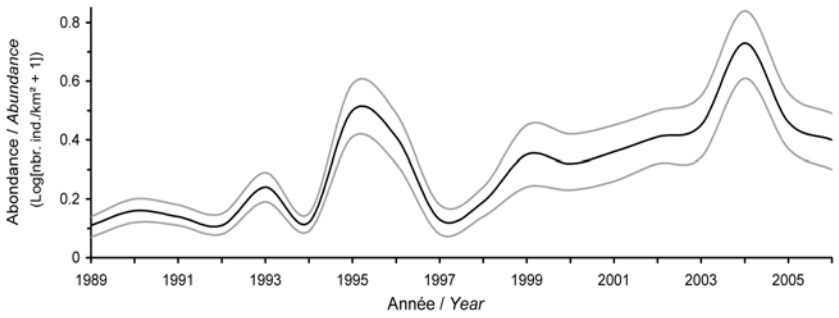
< 1 An / Year old - Merlangius merlangus

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*



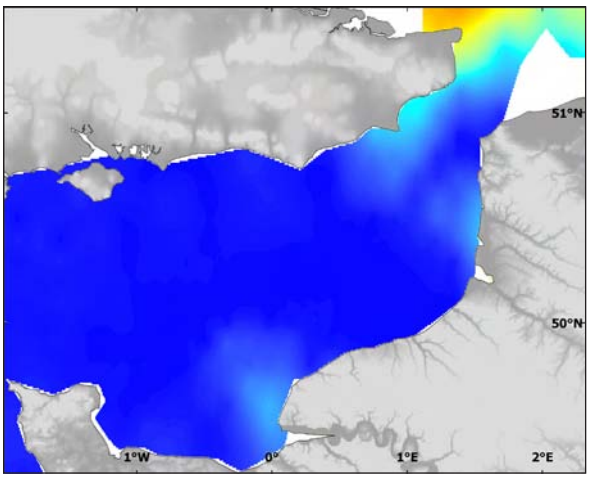


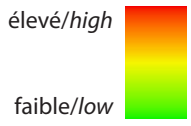
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



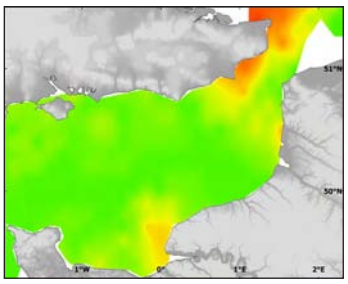
< 1 An / Year old - Merlangius merlangus

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989 -2006)

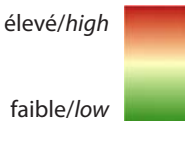


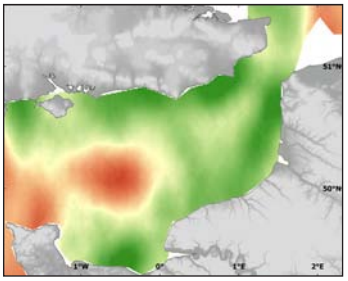


Ecart-type / *Standard deviation*

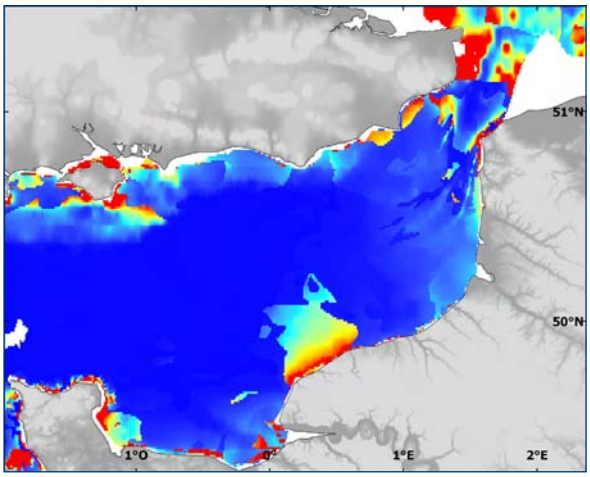


Erreur de krigeage / *Kriging error*

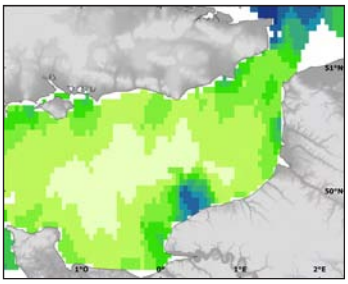


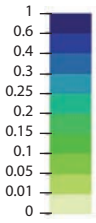


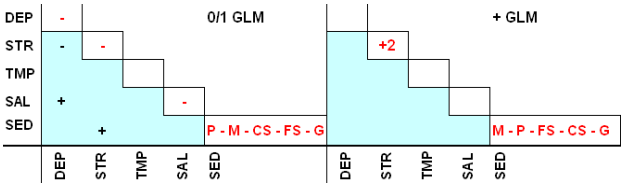
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



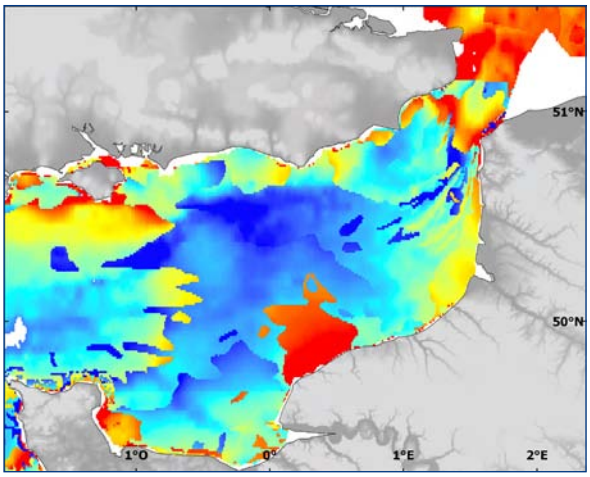
Erreur du modèle / *Model error*



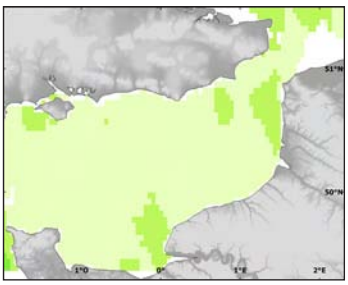


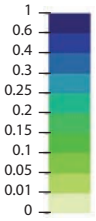


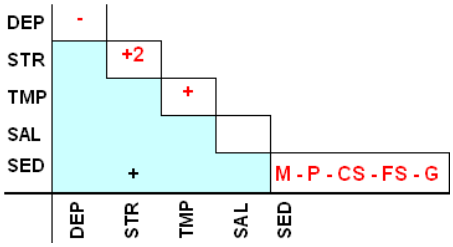
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*







ŒUFS / EGGS

LARVES / LARVAE

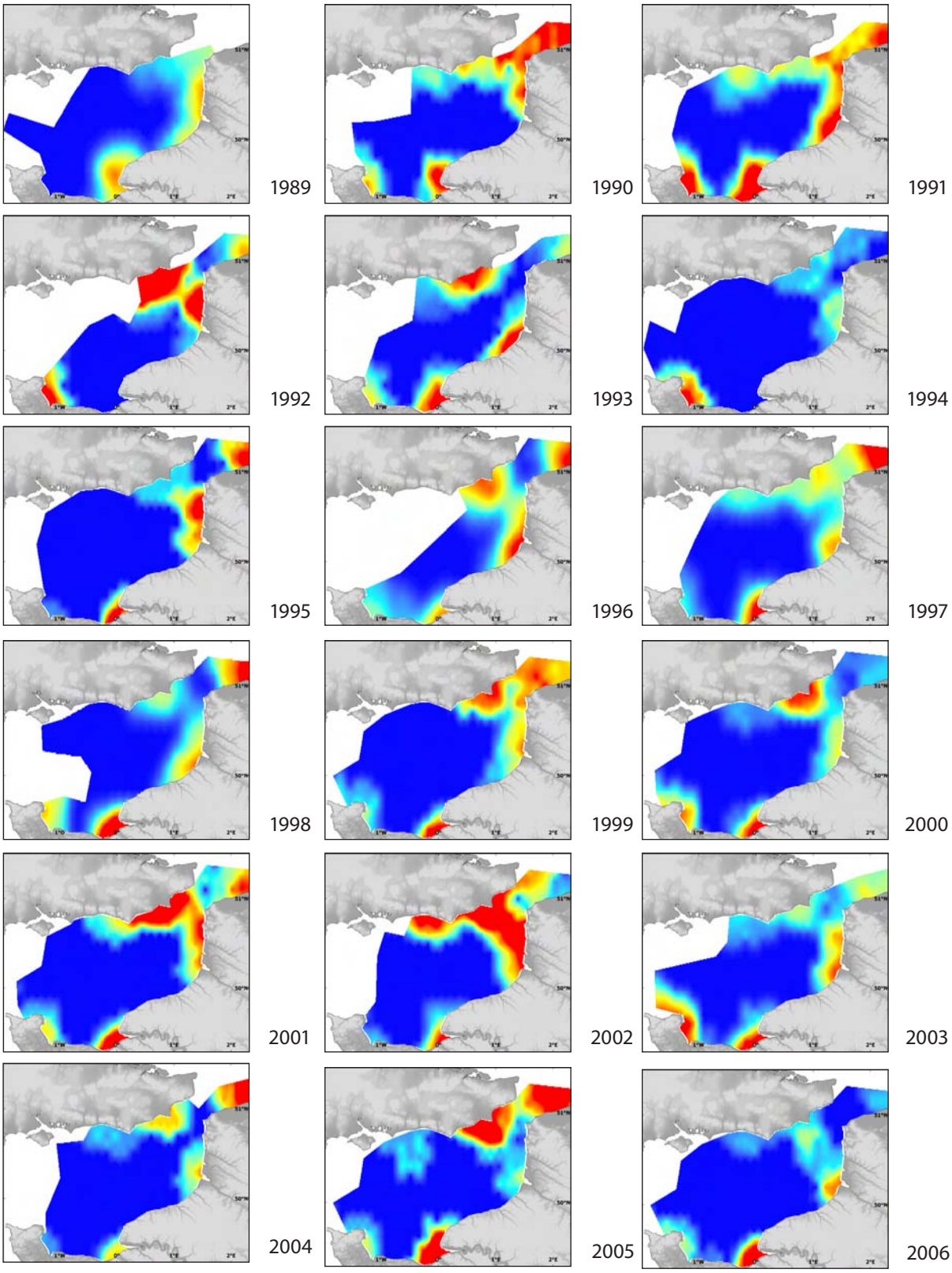
NOURRICERIES/NURSERIES

< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

< 1 An / Year old - Merlangius merlangus

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*

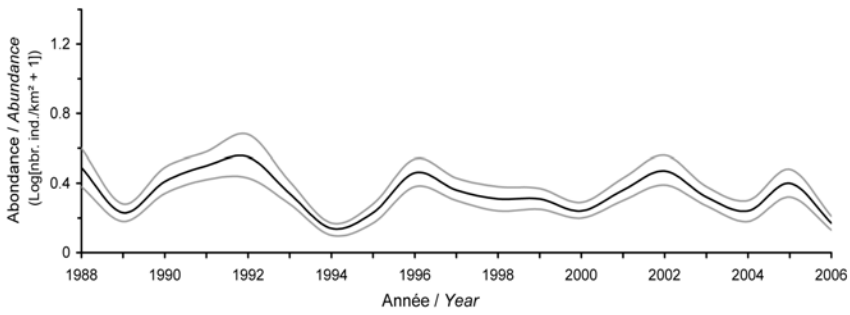


1.5

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

0

Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



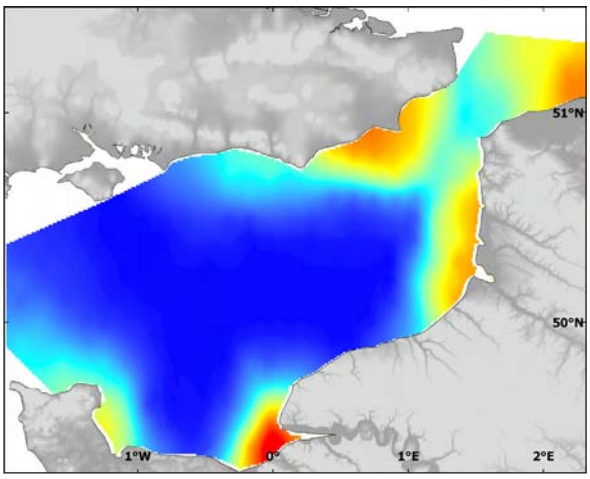
< 1 An / Year old - Merlangius merlangus

Abondance moyenne en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)

1.5

log (x+1),
x= nbr. ind./km²

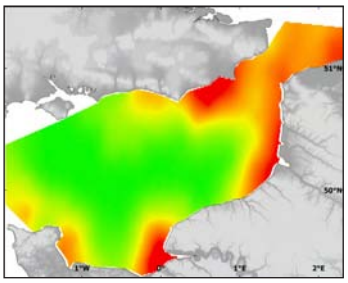
0



élevé/*high*

faible/*low*

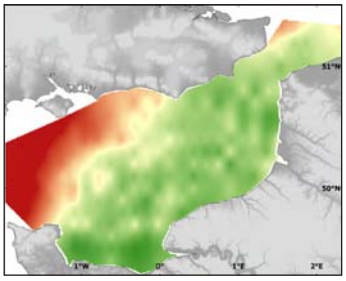
Ecart-type / *Standard deviation*



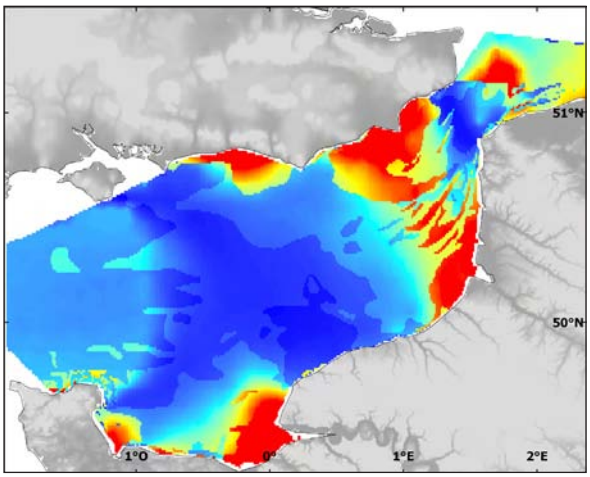
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*



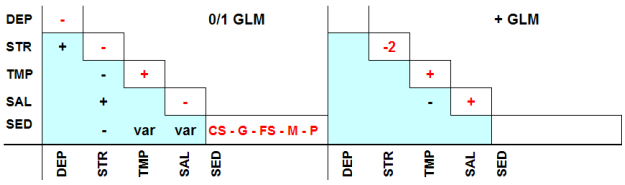
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



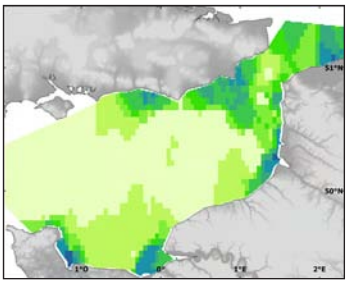
élevé/*high*

faible/*low*

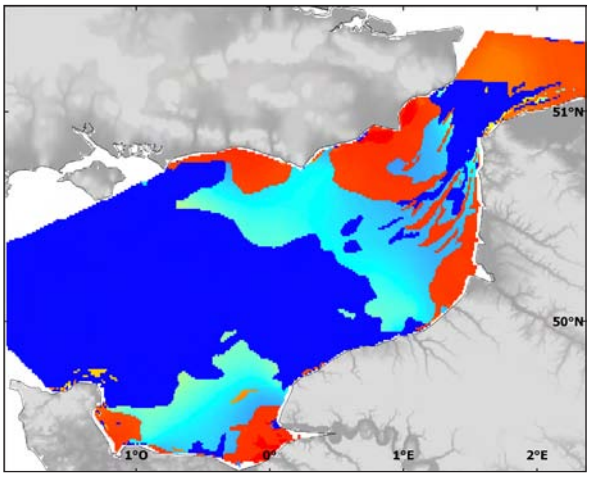
1
0.6
0.4
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0.01
0



Erreur du modèle / *Model error*



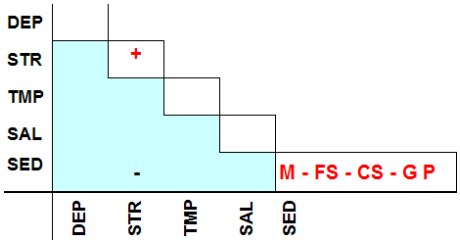
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



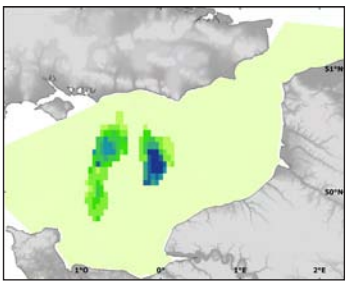
élevé/*high*

faible/*low*

1
0.6
0.4
0.3
0.25
0.2
0.15
0.1
0.05
0.01
0



Erreur du modèle / *Model error*



ŒUFS / EGGS

LARVES / LARVAE

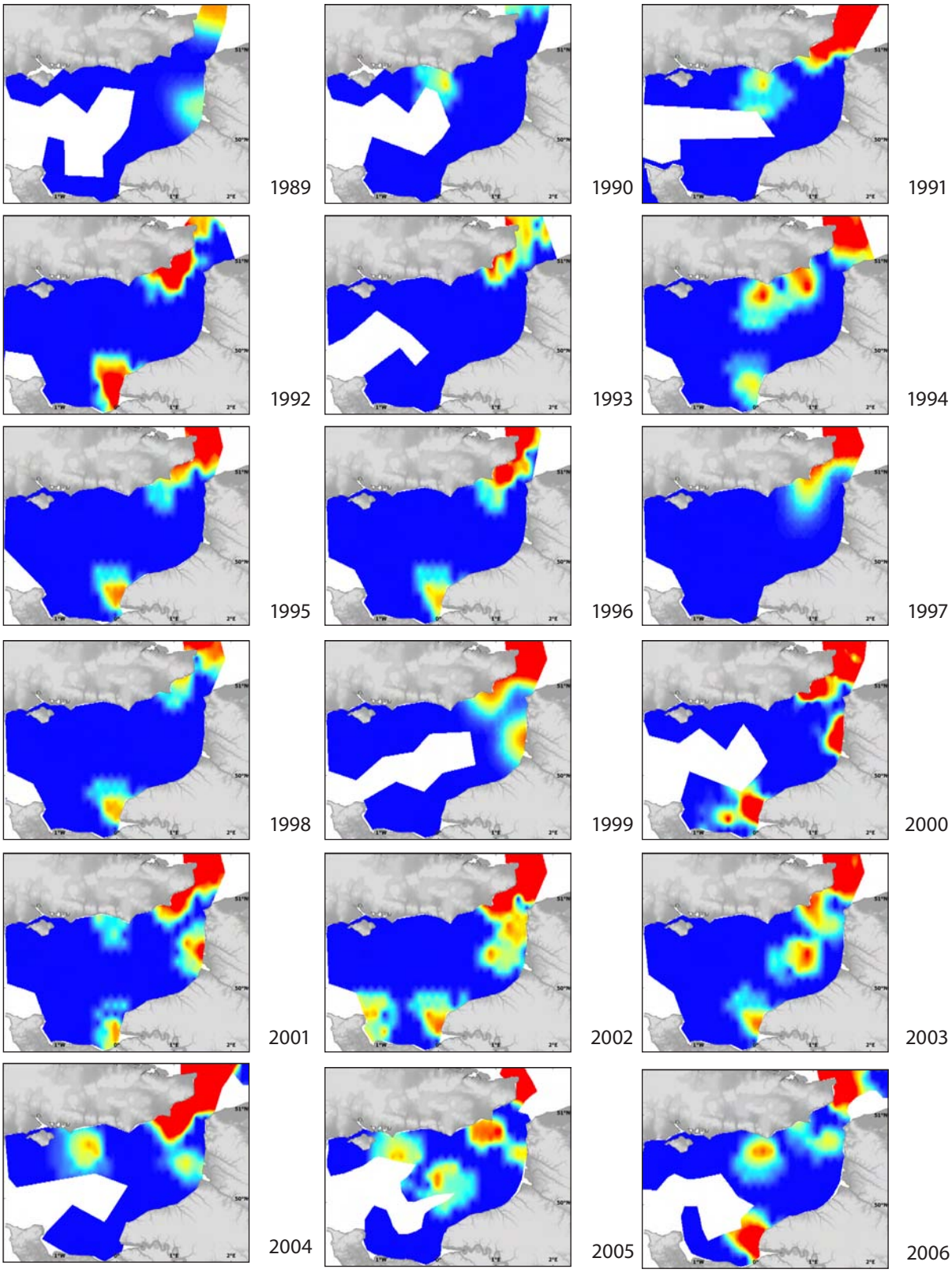
NOURRICERIES/NURSERIES

< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An / Year old - *Merlangius merlangus*

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*

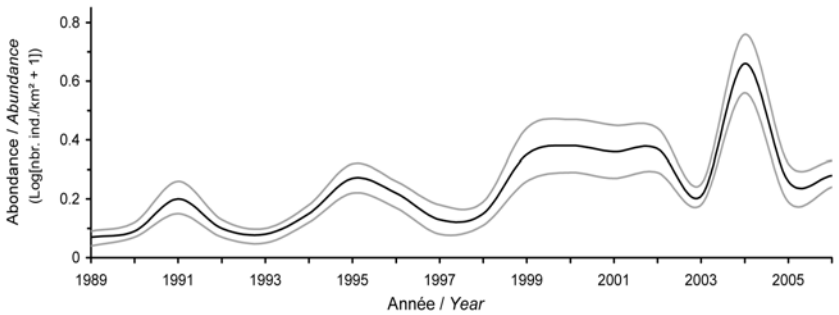


1.5

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

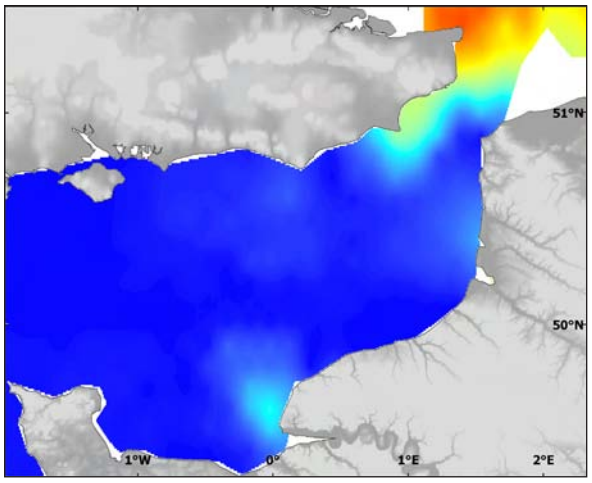
0

Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

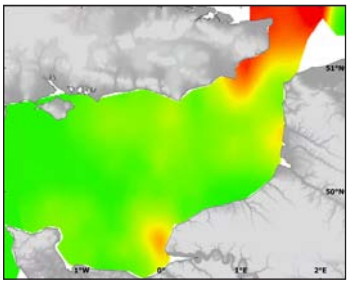


> 1 An / Year old - *Merlangius merlangus*

Abondance moyenne en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

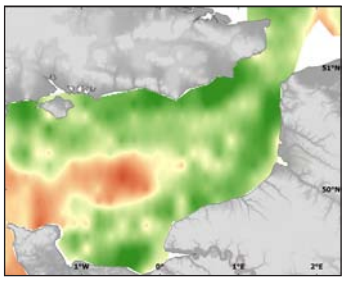


Ecart-type / *Standard deviation*



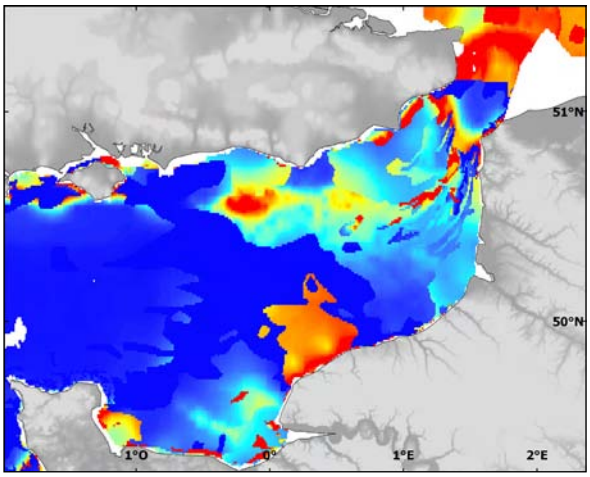
élevé/*high*
faible/*low*

Erreur de krigeage / *Kriging error*



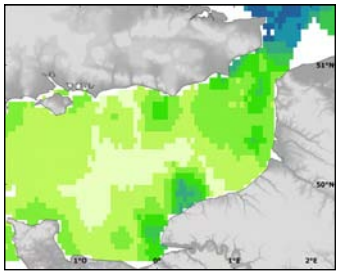
élevé/*high*
faible/*low*

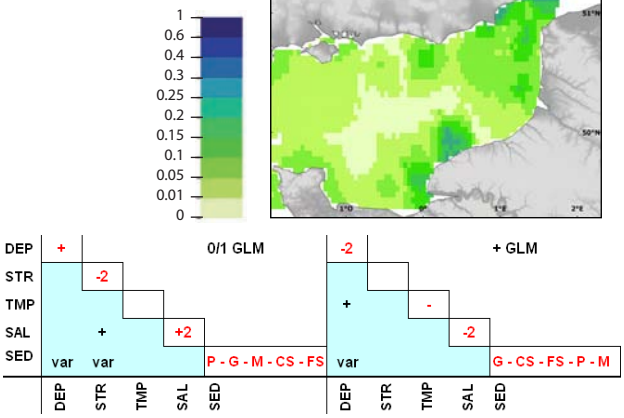
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



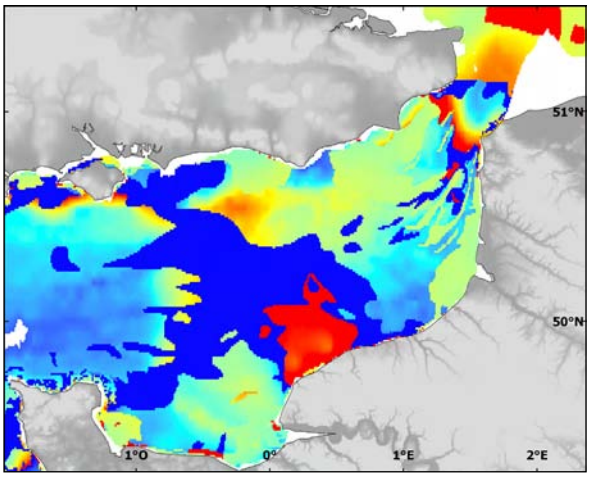
élevé/*high*
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



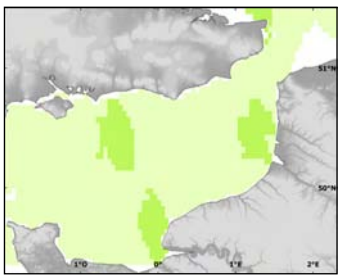


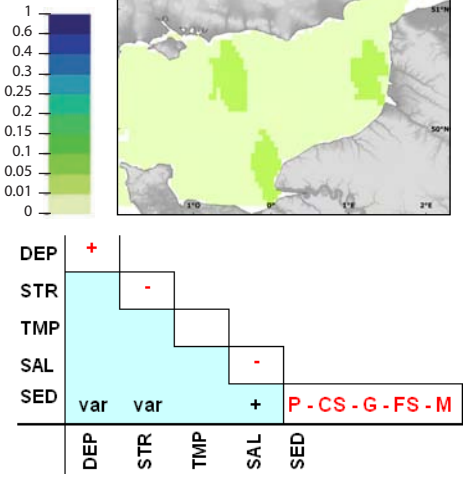
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



élevé/*high*
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





ŒUFS / EGGS

LARVES / LARVAE

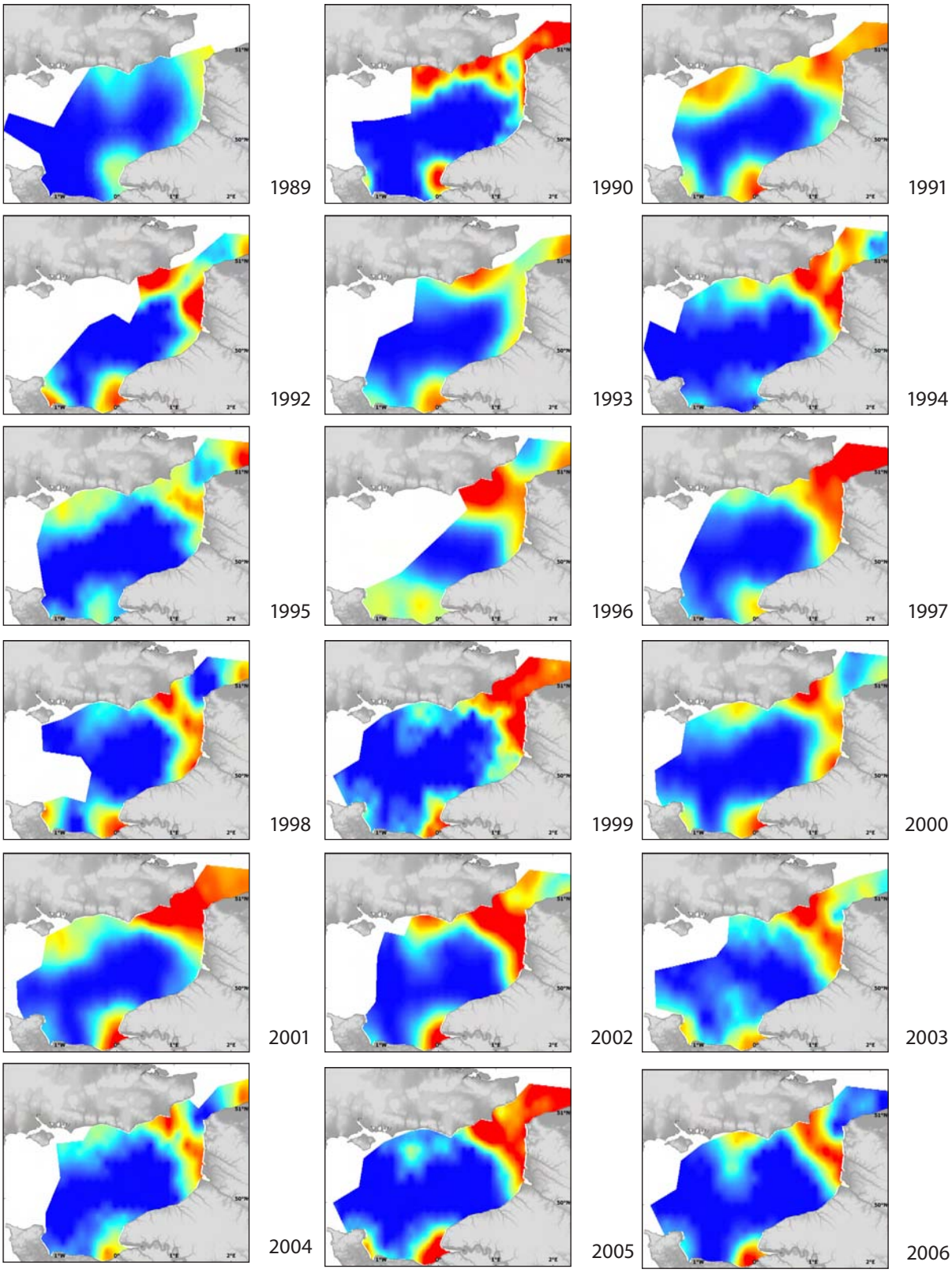
NOURRICERIES/NURSERIES

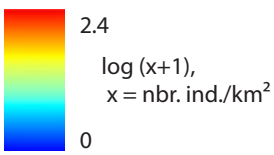
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

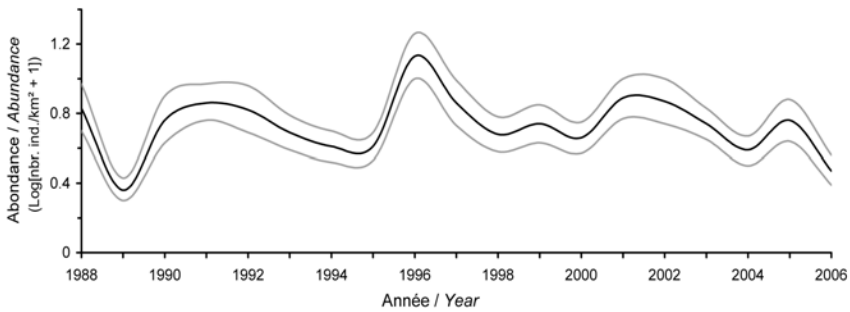
> 1 An / Year old - *Merlangius merlangus*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



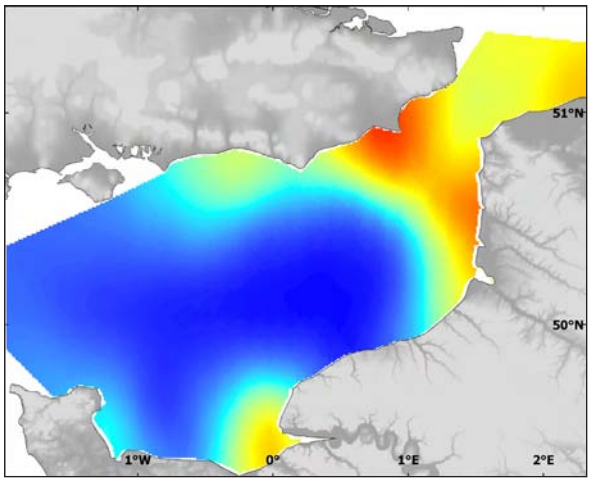


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

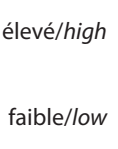


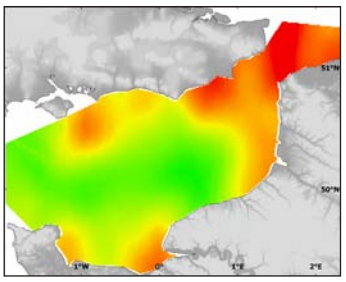
> 1 An / Year old - *Merlangius merlangus*

Abondance moyenne en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)

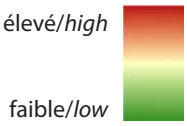


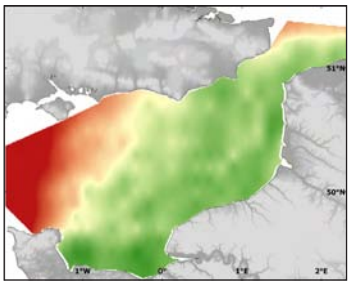
Ecart-type / *Standard deviation*



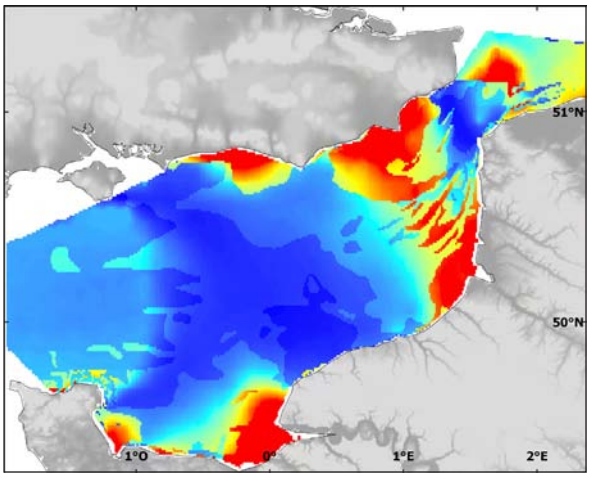


Erreur de krigeage / *Kriging error*

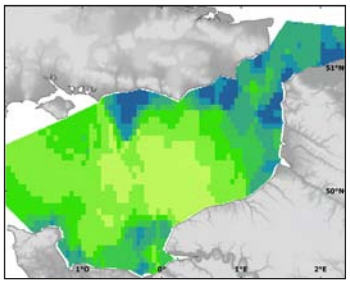


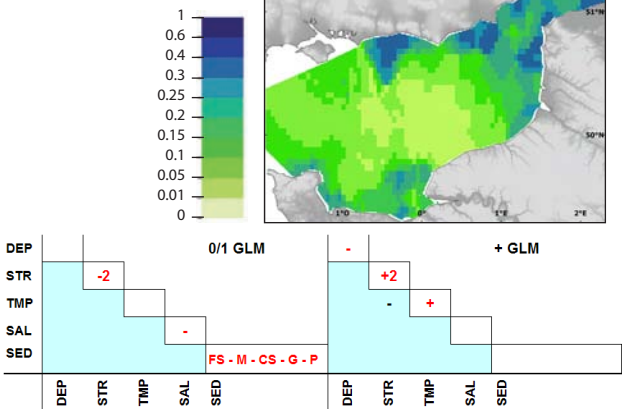


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

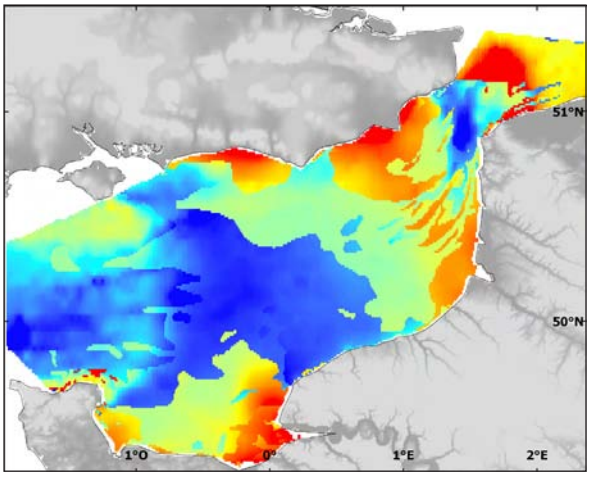


Erreur du modèle / *Model error*

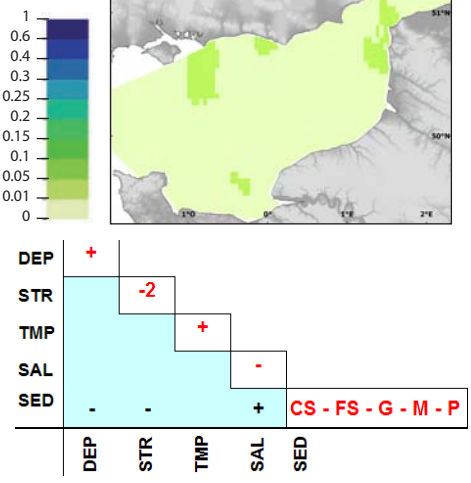




Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



< 1 an

En juillet, les merlans de moins d'un an (taille < 22.4 cm) se situent principalement dans le sud de la mer du Nord avec quelques zones d'abondance modérée au large des estuaires (Seine principalement et Somme) et au large des côtes du Kent. Le modèle d'habitat préférentiel confirme l'importance de ces zones (avec cependant parfois une erreur associée élevée) et fait apparaître des zones favorables autour de la presqu'île du Cotentin et de l'île de Wight. Les paramètres retenus caractérisent des eaux côtières (faible profondeur, tension de cisaillement moyenne et faible salinité) et des zones pouvant comprendre des cailloutis ou des sédiments très fins, ressemblant aux conditions des nourriceries côtières. Le modèle d'habitat potentiel souligne des zones favorables plus étendues encore sur des zones plus profondes mais possédant les même types de sédiments que précédemment.

En octobre, le patron de distribution reste similaire tout en s'étendant plus au large et en faisant apparaître de nouvelles zones au nord de Fécamp et dans la baie des Veys. L'habitat préférentiel met en évidence l'importance des conditions côtières et estuariennes ainsi que des interactions complexes entre les paramètres environnementaux. L'habitat potentiel, en revanche, scinde pratiquement la zone de manière binaire : zone potentiellement favorable et zone défavorable. Les paramètres principaux favorisant l'abondance du merlan sont une faible tension de cisaillement et des sédiments fins.

> 1 an

En juillet, les fortes abondances de merlan de plus d'un an (taille > 22.4 cm) sont localisées dans le sud de la mer du Nord jusqu'au sud des côtes du Kent, vers Beachy Head, au nord de l'estuaire de la Seine, et certaines années dans la baie des Veys. L'ensemble de ces zones est caractérisé par des eaux de profondeurs et de tension de cisaillement variables, avec des sédiments plutôt grossiers. Le modèle d'habitat potentiel suggère les mêmes facteurs forçant, mais prédit une zone plus étendue en particulier à l'ouest de la zone d'étude.

De même que pour les individus plus jeunes, les distributions d'abondance des individus de plus d'un an sont plus étendues vers le large en octobre : le long de la côte d'Opale et des côtes du Sussex. L'erreur de krigeage est élevée là où les observations sont clairsemées. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel sont en accord avec ce patron de distribution et révèlent l'importance des eaux tempérées avec des tensions de cisaillement intermédiaires et des types de sédiments plutôt fins.

< 1 year old

In July, individuals of less than one year (length < 22.4 cm) were mostly located in the Southern Bight of the North Sea, along with moderate abundance areas off French estuaries (Seine mainly, and also the Somme) and off the Kent coast. The preferential habitat model confirms the suitability of these zones (despite some high model errors) and highlights favourable areas around the Cherbourg Peninsula and the Isle of Wight. Preferential habitats are coastal waters (shallow depth, moderate bed shear stress and low salinity) and areas exhibiting either pebbles or fine sediments, which resemble coastal nursery habitats. The potential habitat model underlines favourable areas that extend towards even deeper areas having the same sediment types as above.

In October, the distribution pattern remains comparable, though spreading further offshore and highlighting additional areas north of Fécamp and in the Bay of Veys. The preferential habitat model highlights the suitability of coastal and estuarine environmental conditions, as well as complex interactions between predictive environmental parameters. The potential habitat model, however, literally divides the studied area into two parts: potentially favourable areas and unfavourable area. The main parameters favouring the abundance of this species are weak bed shear stress and fine sediment types.

> 1 year old

In July, individuals of more than one year (length > 22.4 cm) were found from the southern North Sea to the southern Kent coast, around Beachy Head, north of the Seine estuary and, some years, in the Bay of Veys. All these locations were characterised by variable depth and bed shear stress values, having coarse sediment types. The potential habitat model suggests the same forcing factors but predicts a more dispersed favourable area, in particular in the western part of the studied area.

In October, as for younger individuals, abundance distribution patterns extended further offshore: along the Opale and Sussex coasts. The kriging error was higher where observations were more sparse. The preferential and potential habitat models agree with the survey distribution pattern and highlight the role of warm waters with intermediate levels of bed shear stress, and fine sediment types.

Microstomus kitt

(Walbaum, 1792)

Limande sole commune
Lemon sole

© IFREMER

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Pleuronectiformes
Famille-Family : Pleuronectidae

Biologie - La limande sole adulte se nourrit essentiellement d'annélides polychètes, mais également de petits crustacés, de mollusques, d'échinodermes et de cœlentérés. Elle cesse complètement de s'alimenter en hiver. En Manche ouest, les femelles pondent de mars à août, avec un pic en mai-juin. Les œufs pélagiques flottent en surface pendant une huitaine de jours avant d'éclore. Les larves pélagiques dérivent avec les courants de surface, puis s'enfoncent dans la colonne d'eau, en cours de développement. Les larves se métamorphosent lorsqu'elles atteignent 15-20 mm et les alevins migrent alors vers le fond.

Caractères démographiques - Taille maximale 65 cm ; taille commune 25-30 cm ; taille minimale de capture 25 cm (UE) ; longévité maximale 23 ans ; âge et taille à maturité 2-6 ans et 12-30 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 37 cm, taux de croissance k = 0.42 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Poisson benthique vivant sur les fonds durs (plateaux rocheux), de graviers ou coquilliers entre 40 et 200 m de profondeur. Espèce se répartissant essentiellement dans les eaux marines tempérées.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, du nord de la Norvège et de l'Islande jusqu'au golfe de Gascogne. Espèce commune en mer du Nord et en Manche.

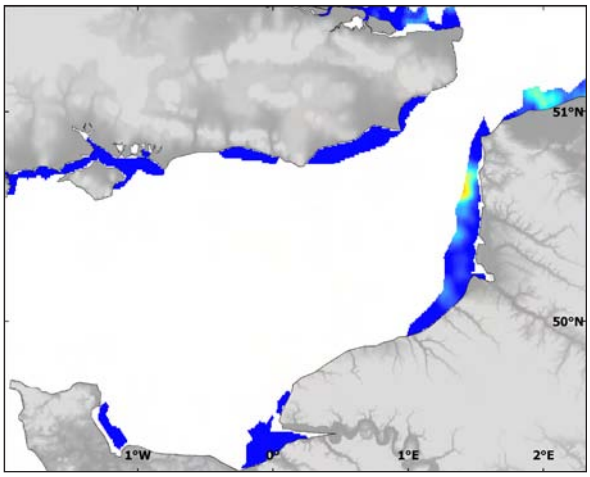
Biology - Adult lemon soles mainly feed on polychaetes, but also on small crustaceans, molluscs, echinoderms, and coelenterates. They do not feed during the winter. In the western English Channel, spawning occurs from March through to August, but mainly in May and June. Pelagic eggs float at the surface for about 8 days before hatching. The pelagic larvae drift with currents at the surface but migrate to deeper waters as they develop. Larvae undergo metamorphosis when they reach 15-20 mm and the fry then migrate to the bottom.

Life history parameters - Maximum length 65 cm; common length 25-30 cm; minimum landing size 25 cm (EU); maximum lifespan 23 years; age and length at maturity 2-6 years and 12-30 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 37 cm, growth rate k = 0.42 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

Environment - A benthic species that lives on hard substrates (rock shelf), gravels or shelly sand between 40 and 200 m in depth. The species is mainly found in temperate marine waters.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from northern Norway and Iceland down to the Bay of Biscay. Common in the North Sea and in the English Channel.

Abondance pluriannuelle en septembre (YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

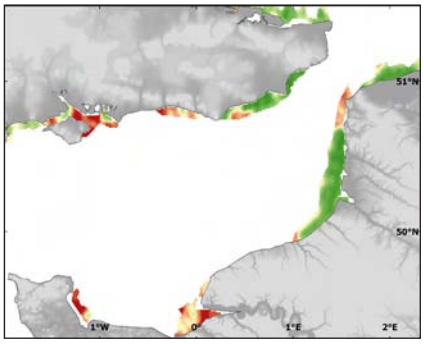


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

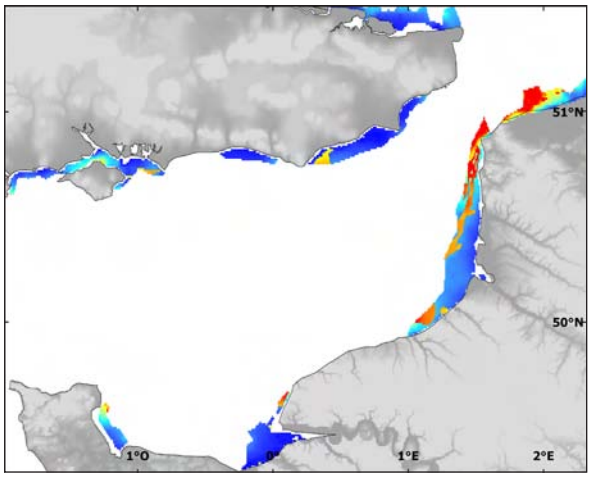
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



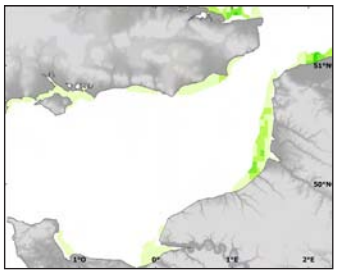
Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

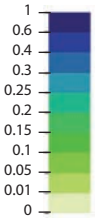


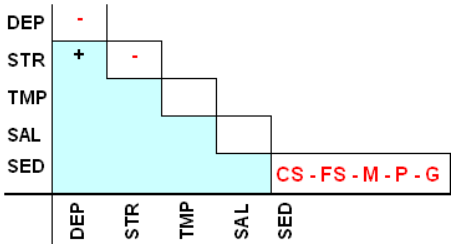
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*







Nourriceries côtières

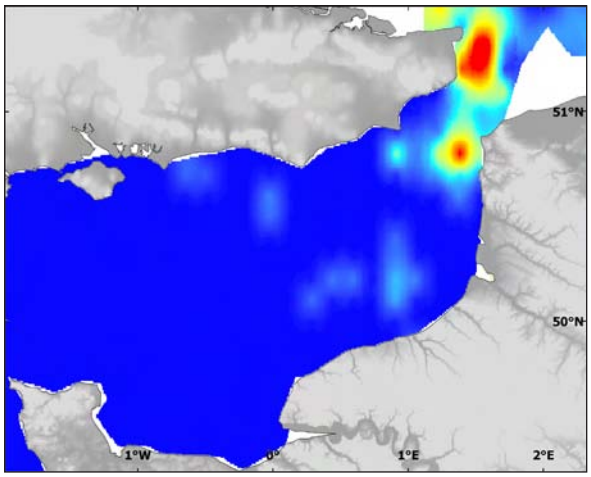
L'abondance moyenne de la limande sole sur les nourriceries côtières a été observée en septembre entre 1977 et 2006. L'abondance de cette espèce sur ces nourriceries est très faible et se limite au large de Boulogne-sur-mer et de Dunkerque. L'erreur de krigeage est plus importante dans les zones où les observations sont plus clairsemées et où les variations d'abondance locale sont importantes. Seul le modèle d'habitat potentiel a pu être développé et il est en accord avec la distribution observée bien que faisant apparaître un habitat potentiel plus étendu. Bien qu'inféodée aux zones peu profondes, protégées des forts courants de marées, cette espèce n'est pas seulement collée à la côte et peut être abondante sur les fonds sableux soumis à des tensions de cisaillement localement importantes caractéristiques des zones proches du détroit du Pas-de-Calais.

Coastal nurseries

The average abundance of lemon sole in the coastal nurseries was recorded in September between 1977 and 2006. This species' abundance in these nurseries was very low and limited to areas off Boulogne-sur-mer and Dunkerque. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse and where the local abundance variations were larger. Only the potential habitat model could be developed and it was in agreement with the survey distribution, in spite of exhibiting a potential habitat more dispersed. Although tied to shallow areas offering protection against strong bed shear stress, this species is not restricted to the coast but may be abundant on sandy substrates subjected to locally intense bed shear stress such as near to the Dover Strait.

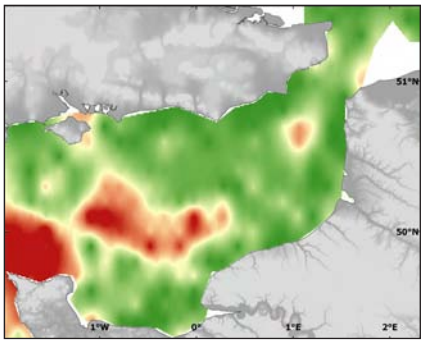
< 1 An / Year old - *Microstomus kitt*

Abondance pluriannuelle en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)

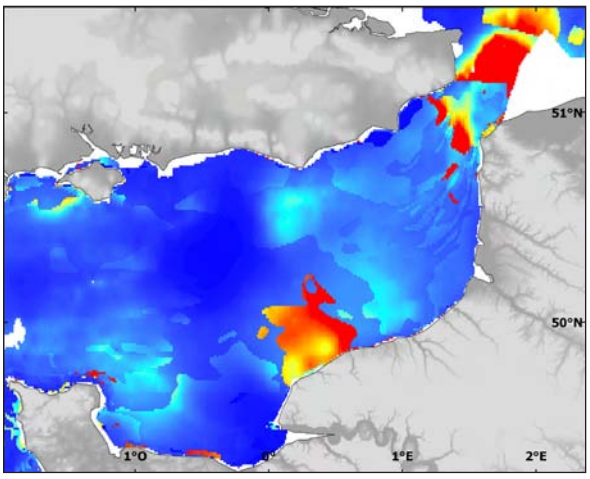


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

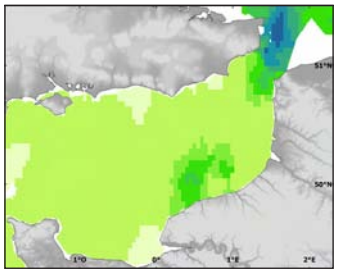
Erreur de krigeage
Kriging error

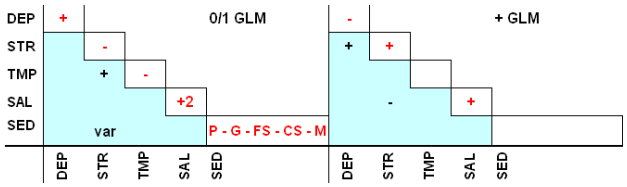


Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

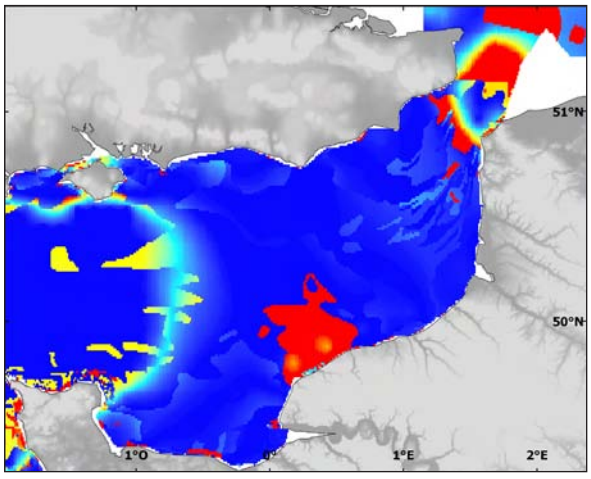


Erreur du modèle / *Model error*

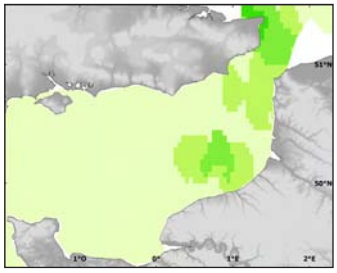


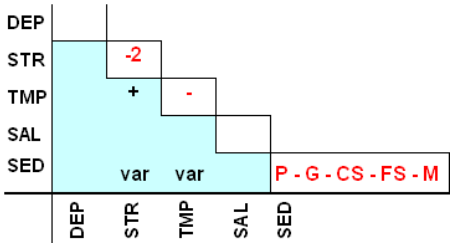


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



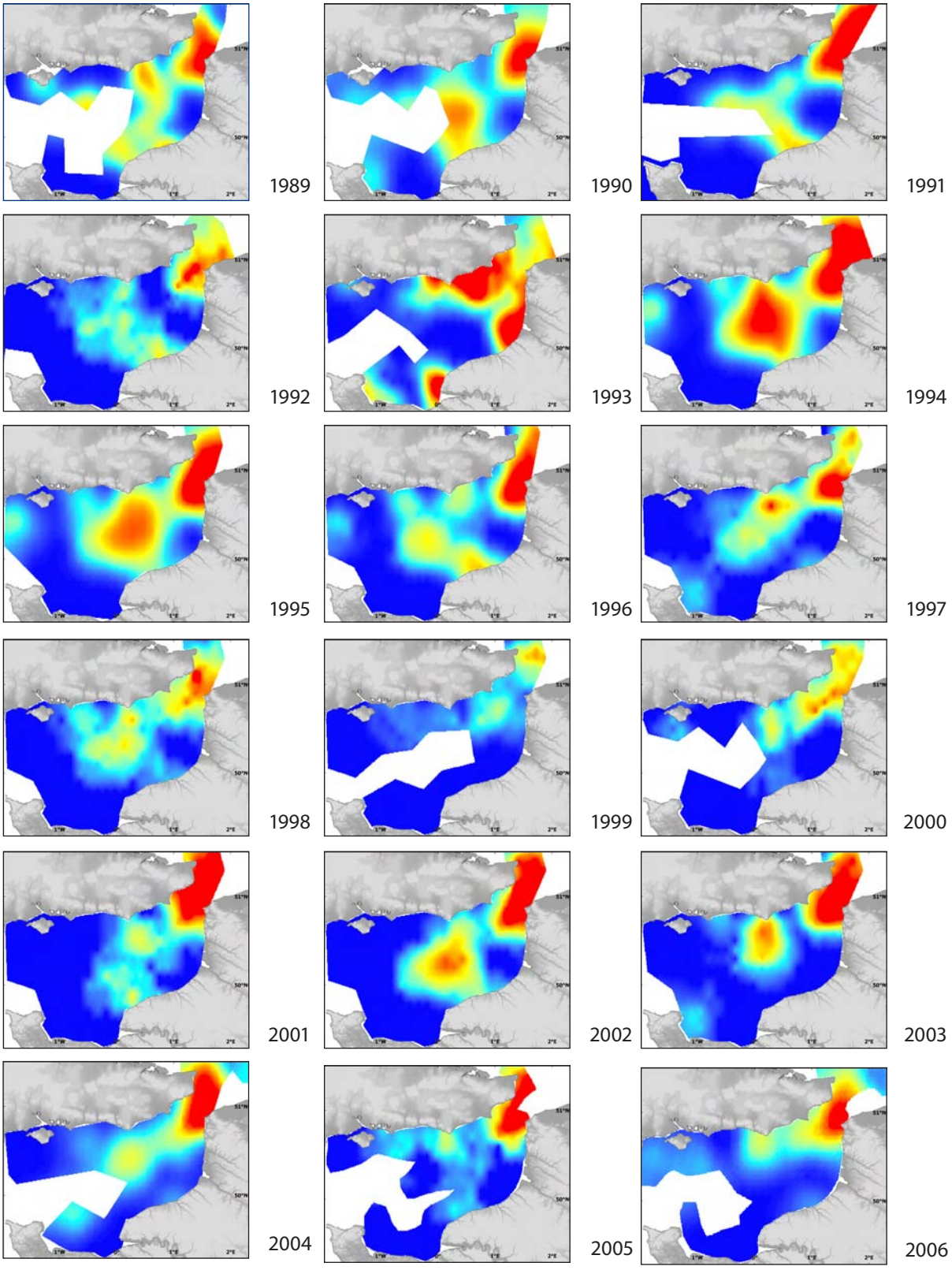
Erreur du modèle / *Model error*



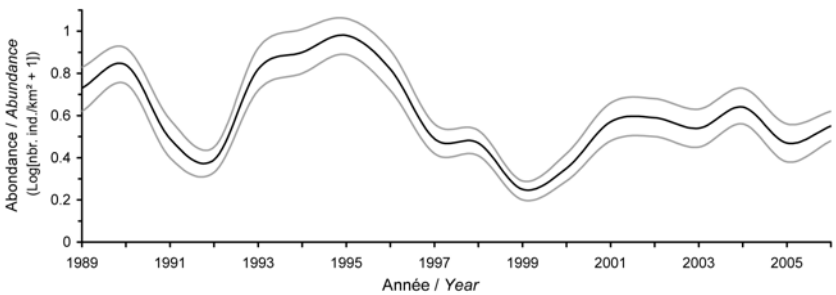


> 1 An / Year old - *Microstomus kitt*

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*



Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



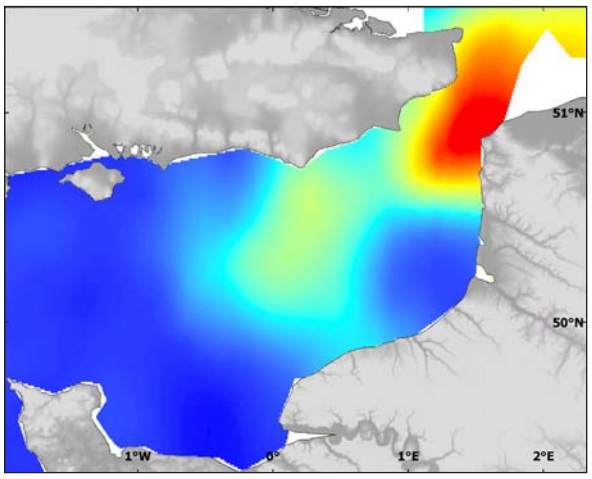
NOURRICERIES/NURSERIES

< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An / Year old - *Microstomus kitt*

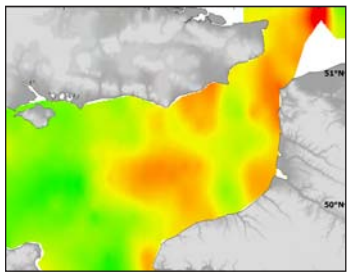
Abondance moyenne en juillet (BTS, 1989-2006) /
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)



élevé/*high*

faible/*low*

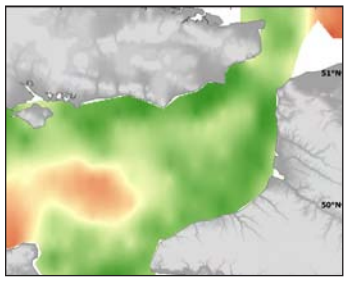
Ecart-type / *Standard deviation*



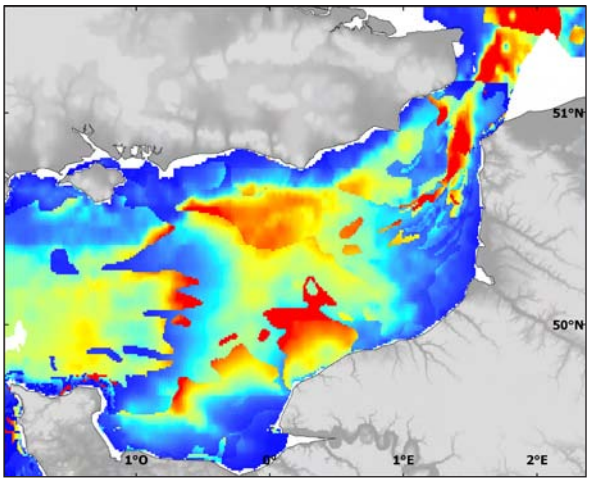
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*



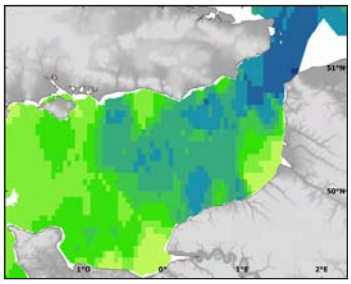
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

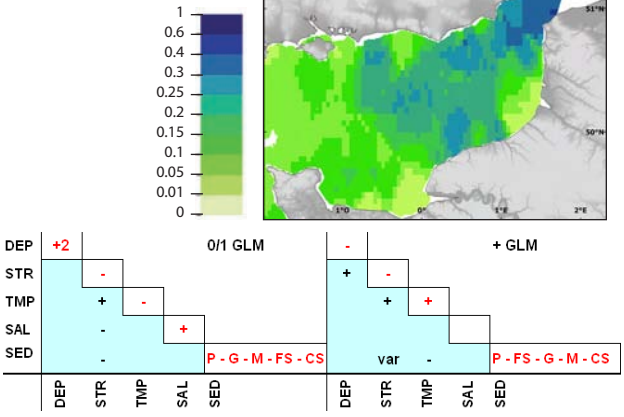


élevé/*high*

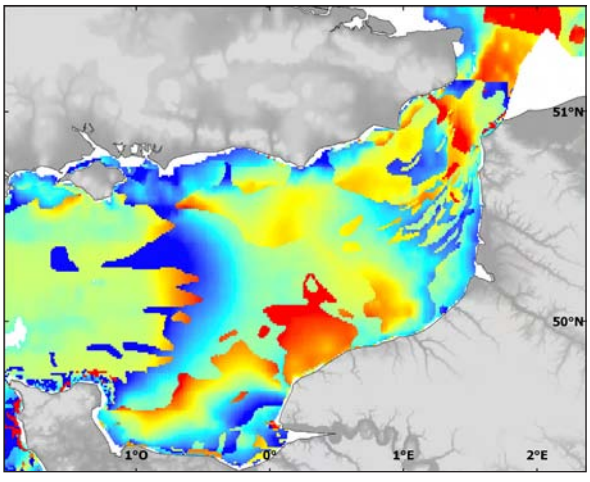
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





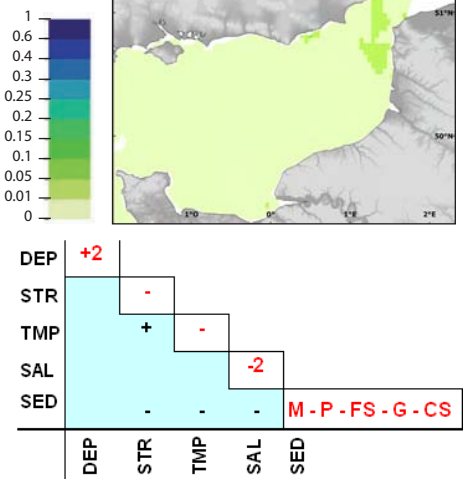
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



élevé/*high*

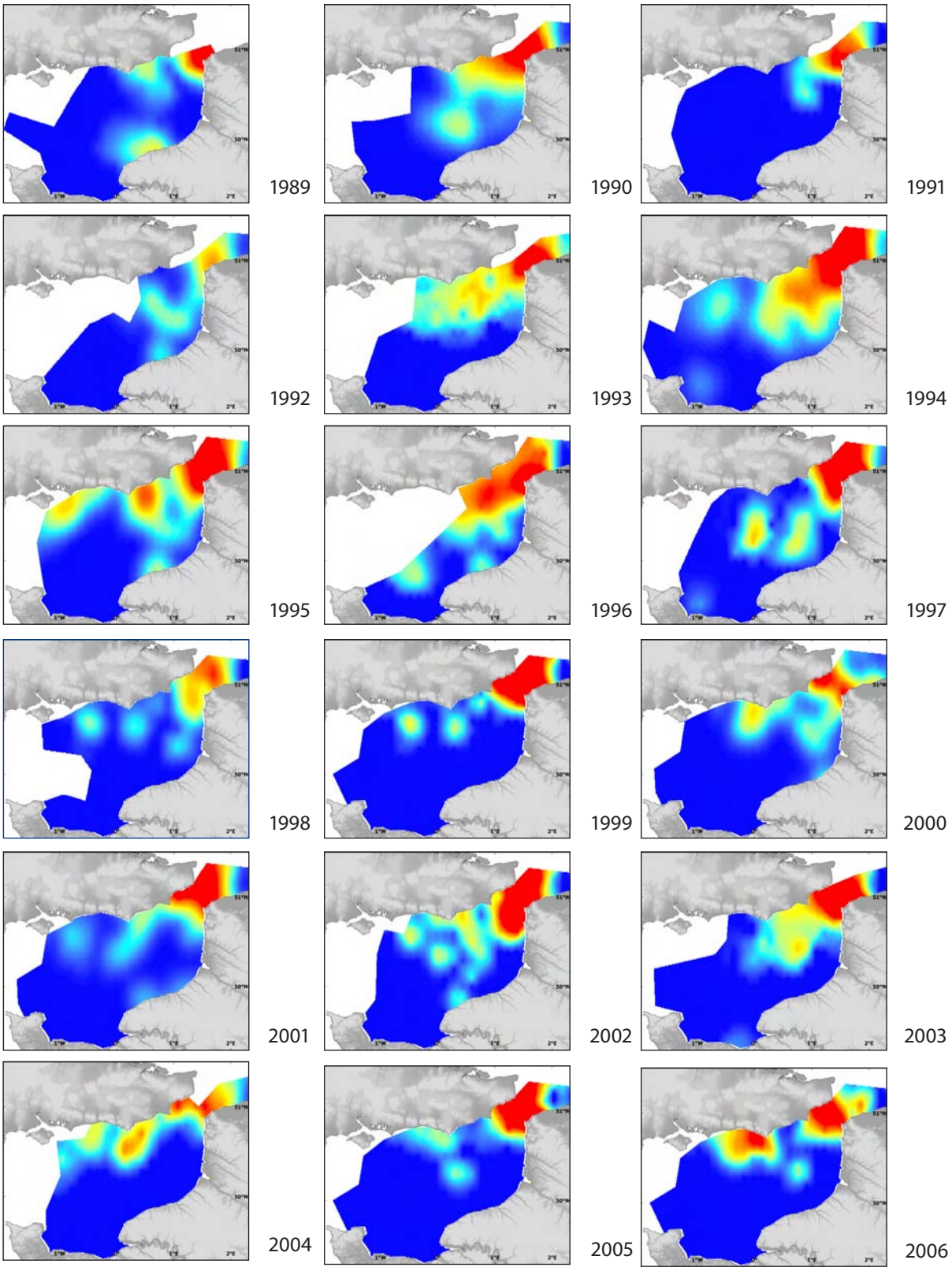
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

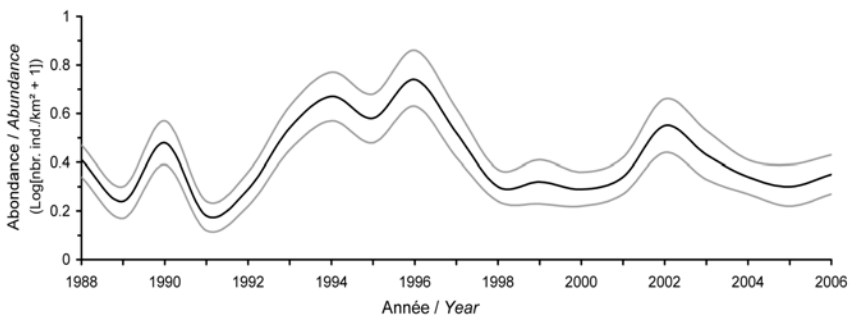


Tous âges confondus / Fish of all ages - Microstomus kitt

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



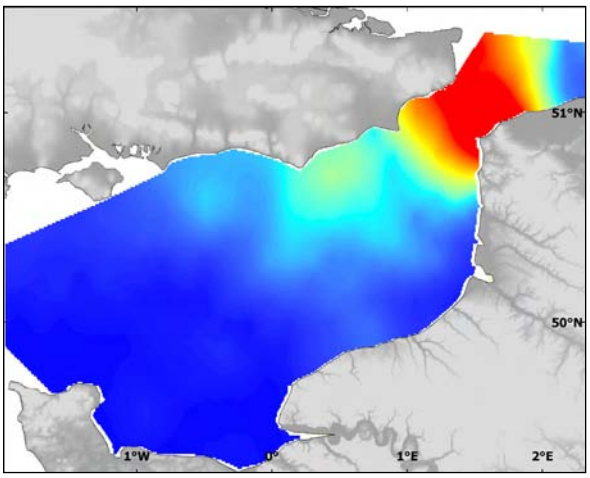
NOURRICERIES/NURSERIES

< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / ALL AGES

Tous âges confondus / Fish of all ages - Microstomus kitt

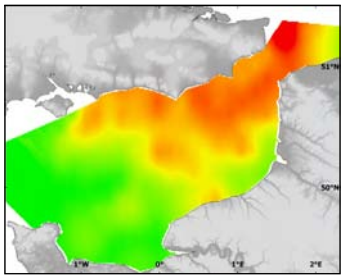
Abondance moyenne en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)



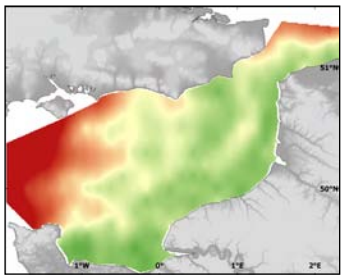
élevé/*high*

faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*



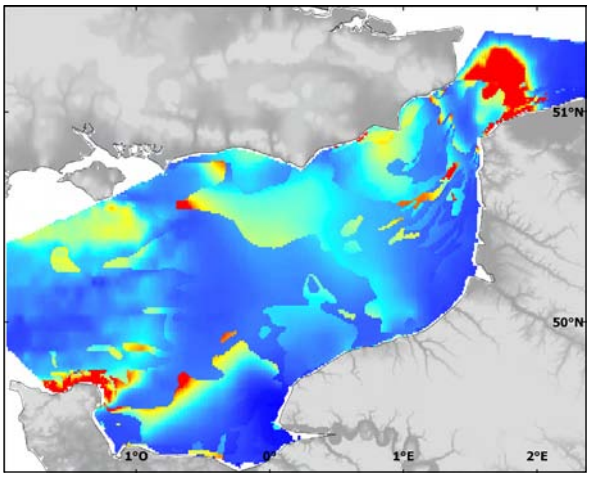
Erreur de krigeage / *Kriging error*



élevé/*high*

faible/*low*

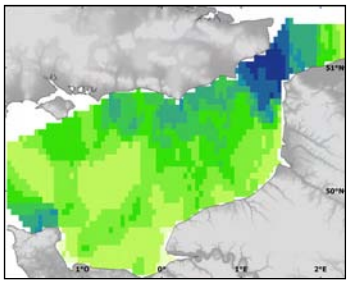
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

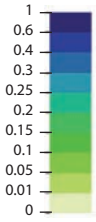


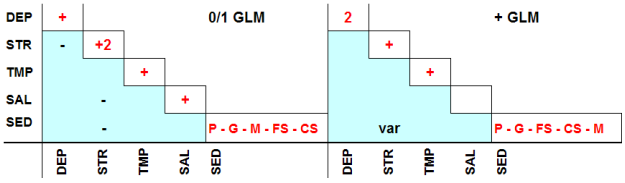
élevé/*high*

faible/*low*

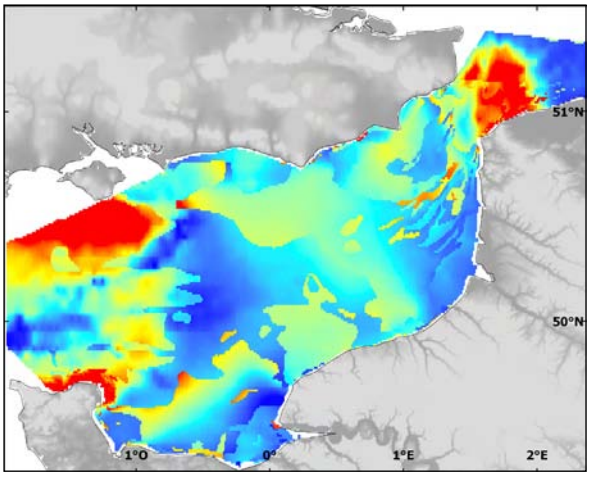
Erreur du modèle / *Model error*







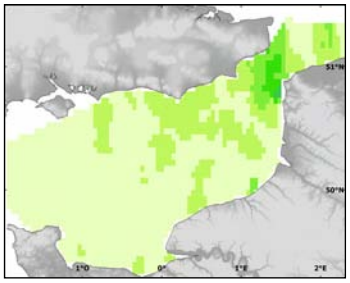
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

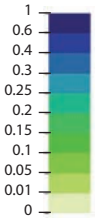


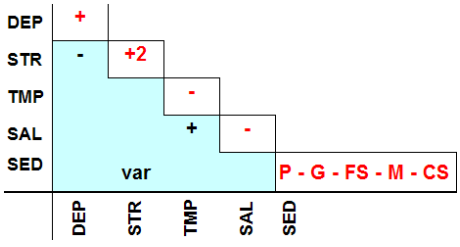
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*







< 1 an

Les individus de moins d'un an (longueur < 12.7 cm) ont été séparés des autres sur la base de leur taille. Malheureusement, les jeunes individus de cette espèce étant très peu abondants en été, les données collectées ne permettent pas une bonne représentation de son abondance annuelle. De plus le chalut de fond GOV utilisé en automne ne capture pas efficacement les jeunes individus de cette espèce ; de fait, la représentation de leur abondance automnale a été rendue impossible. Seule l'abondance moyenne (ou pluriannuelle) sur la période 1989–2006 a été cartographiée en été. Néanmoins des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés pour cette saison.

En juillet, la limande sole se distribue dans le détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution observée mais souligne que la zone au large d'Antifer revêt également des caractéristiques favorables à cette espèce. Ce modèle complexe révèle l'importance de la profondeur, de la tension de cisaillement et des sédiments grossiers pour cette espèce. Les individus de moins de un an semblent également préférer des conditions plus océaniques avec des températures plus fraîches pour la saison et des salinités plus importantes. L'incertitude du modèle est plus forte dans les zones de plus grande occurrence mais très faible dans les autres zones, signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce (à ce stade de développement). Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus à l'ouest mais toujours dans des zones océaniques soumises à de forts courants tidaux. Globalement, cette espèce semble être inféodée aux zones de profondeurs intermédiaires, soumises à de forts courants de marées et possédant des caractéristiques hydrologiques océaniques. Ces habitats présentent des types de sédiments grossiers (cailloutis et graviers).

> 1an (juillet) & tous âges confondus (octobre)

Les données concernant les individus de plus d'un an (longueur > 12.7 cm) sont disponibles pour juillet, tandis que les données d'octobre montrent des individus tous âges confondus.

En juillet, les individus de plus d'un an ont une distribution très similaire aux individus plus jeunes, s'étendant toutefois un peu plus au large vers l'ouest. Cette distribution peut cependant varier de façon importante d'une année sur l'autre avec une extension au large suivant le niveau d'abondance locale. L'abondance globale de cette espèce semble être restée stable sur la période étudiée. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel semblent en accord avec la distribution observée mais étendent les habitats favorables vers l'ouest. Globalement, comme pour les individus de moins d'un an, les limandes soles plus âgées semblent préférer les zones au large exposées à de forts courants de marées et avec des sédiments très grossiers.

Un schéma de distribution similaire, plus contracté vers le détroit du Pas-de-Calais est constaté en octo-

< 1 year old

Individuals of less than one year (length < 12.7 cm) were defined as such on the basis of their length. Unfortunately, the young individuals of this species being very scarce in the summer, they could not be mapped annually. Moreover, the VHVO (or GOV) bottom trawl used in the autumn is not able to catch this species representatively and does not provide a good picture of its abundance. Only its average (or multi-annual) abundance over the period 1989-2006 was mapped in the summer. The preferential and potential habitat models could, however, be developed for this season.

In July, lemon sole was found in the Dover Strait. The kriging error was higher offshore where the observations were more sparse. The preferential habitat model agrees with the survey distribution but also highlights an area off Antifer which also possesses the characteristics favouring this species' presence. This complex model highlights the importance of depth, bed shear stress and coarse sediments for this species. Young fish of this species also seems to prefer oceanic conditions with cooler temperature and high salinity. The model uncertainty was higher in areas of high abundance, but there is almost no model uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species (at this life stage) is absent. The potential habitat model extend these preferential areas towards the west, also in oceanic waters with strong bed shear stress. Overall, this species appears tied to intermediate depths, with strong tidal currents and exhibiting oceanic conditions. These habitats exhibit coarse sediment types such as gravels and pebbles.

> 1 year old (July) & fish of all ages (October)

Data on individuals older than one year (> 12.7 cm) were available for July, whilst fish of all ages are shown for October.

In July, older than one year individuals presented a very similar distribution as that of younger individuals, spreading further offshore towards the west. This distribution could however vary widely from year to year with offshore extension depending on the local abundance level. The overall abundance of the older individuals of this species seems to have remained stable over the study period. The kriging error was higher offshore where the observations were more sparse. The models of preferential and potential habitat agree with the survey distribution but extend the favourable areas further to the west. Overall, as for younger individuals, older lemon sole appeared tied to offshore areas exposed to strong bed shear stress and with very coarse sediment types.

A similar pattern of distribution, though less dispersed towards the Dover Strait, was recorded for older lemon sole in October. The overall abundance of this fraction of the population does not seem to have evolved over the study period. The preferential and potential habitat models confirm this apparent contraction of the autumn spatial distribution and reveal again the role of intermediate depths and strong bed shear stress, to favour this species' presence. These models also illustrate the higher affinity of this species for coarse sediment types. For both seasons, the model uncertainty was higher in areas of high abundance levels.

bre. L'abondance globale de cette espèce ne semble pas avoir évolué sur la période étudiée. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel confirment cette apparente contraction de la distribution en automne et révèlent une fois encore l'importance des profondeurs intermédiaires et des fortes tensions de cisaillement comme facteurs favorisant la présence de cette espèce. Ces modèles illustrent également sa plus grande affinité pour des sédiments grossiers. Pour les deux saisons, l'incertitude des modèles est plus importante dans les zones de forte abondance de cette espèce.

Mullus surmuletus

Linnaeus,1758

Rouget barbet de roche
Red mullet

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Mullidae

© IFREMER

Biologie - Le rouget barbet adulte se nourrit de petits crustacés, annélides et mollusques, utilisant ses barbillons mentonniers pour détecter les proies et fouir la vase. En Manche, la période de frai s'étale de mai à juillet. Les œufs pélagiques incubent en 3 à 8 jours selon la température. Après éclosion, les larves pélagiques résorbent leur vitellus en 4 jours et migrent vers la côte en automne. Les juvéniles de plus de 5 cm de long rejoignent les fonds sableux ou coquilliers de plus de 10 m de profondeur. La croissance la première année est particulièrement rapide.

Caractères démographiques - Taille maximale 42 cm ; taille commune 15-35 cm ; taille commerciale minimale 19 cm (UE) ; longévité maximale 11 ans ; âge et taille à maturité 1-2 ans et 16-19 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 51.35 cm, taux de croissance k = 0.186 an^{-1}, âge théorique t_0 = -1.21 ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Poisson benthique vivant sur les fonds rocheux, à graviers ou sableux du plateau continental et du bord du talus, entre 10 et 300 m de profondeur. Espèce préférant les eaux marines ayant des températures comprises entre 8 et 24°C.

Répartition géographique - Atlantique est, de la Norvège et du nord des îles britanniques jusqu'au Sénégal et les îles Canaries ; mer Méditerranée et mer Noire.

Biology - Adult red mullet feed on small crustaceans, annelid worms and molluscs, using their chin barbels to detect prey and search the mud. In the English Channel, spawning occurs from May to July. The pelagic eggs incubate in 3 to 8 days, depending on temperature. After hatching, the pelagic larvae absorb their vitellus in 4 days, and they migrate to the coast in the autumn. Juveniles of length greater than 5 cm return to sandy and shelly substrates deeper than 10 m. Growth during the first year of life is particularly fast.

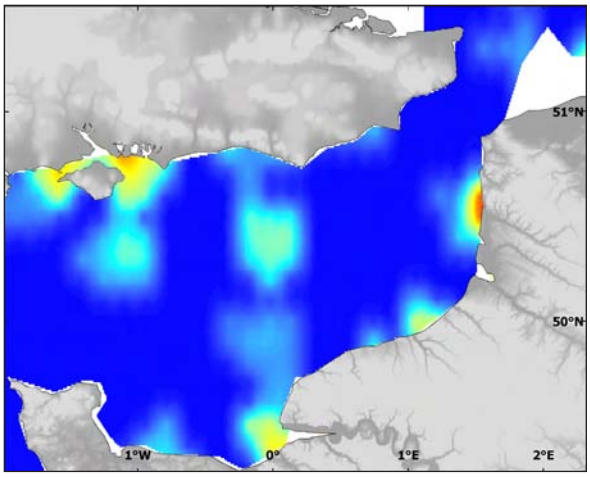
Life history parameters - Maximum length 42 cm; common length 15-35 cm; minimum landing size 19 cm (EU); maximum lifespan 11 years; age and length at maturity 1-2 years and 16-19 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 51.35 cm, growth rate k = 0.186 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -1.21; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

Environment - Red mullet is a benthic fish that lives on pebbly, gravelly and sandy substrates of the continental shelf and on the continental slope between 10 and 300 m depth. The species is mostly found in marine waters with temperatures between 8 and 24°C.

Geographical distribution- Eastern Atlantic, from Norway and the northern British Isles, down to Senegal and the Canary islands; also in the Mediterranean and Black Seas.

< 1 An / Year old - Mullus surmuletus

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)

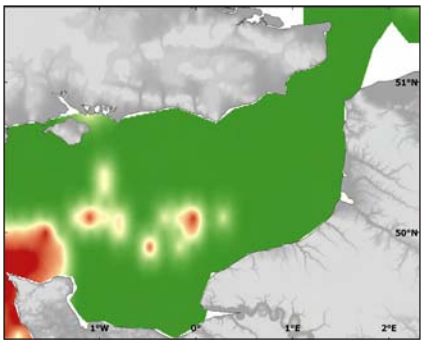


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



Les rougets barbets de taille inférieure à 17.3 cm ont été considérés comme ayant moins d'un an. Les aires de distribution et les modèles d'habitat (en octobre) ont été faits séparément pour les individus de moins de un an et ceux de plus d'un an. Les rougets barbets sont mal échantillonnés par le chalut à perche utilisé pendant les campagnes BTS et donc il n'est pas possible de montrer les distributions annuelles en cette saison. Les deux cartes de juillet présentent donc les abondances moyennées (ou pluriannuelles) sur les années 1989 à 2006 ; aucun modèle d'habitat n'a satisfait les critères de sélection pour présentation dans l'atlas.

< 1 an

Durant la campagne BTS en juillet, les jeunes de moins d'un an sont présents dans les estuaires et autour de l'île de Wight. Certaines années, très peu de jeunes ont été échantillonnés pendant la campagne CGFS en octobre. Quand ils étaient présents, ils ont surtout été trouvés dans les zones à fonds sableux, au large de la côte d'Opale et de la baie de Seine et dans le sud de la mer du Nord. Le modèle d'habitat préférentiel montre toute la zone du détroit comme étant favorable pour la présence de ce jeune stade, ainsi que la baie de Seine, ce qui est en accord avec les observations de campagnes. Il faut cependant prendre en compte l'erreur du modèle qui est importante dans les zones de fortes abondances. Le modèle d'habitat potentiel est très semblable au modèle d'habitat préférentiel : il favorise les zones à faible influence des courants de marées mais où dominent les graviers et les cailloutis.

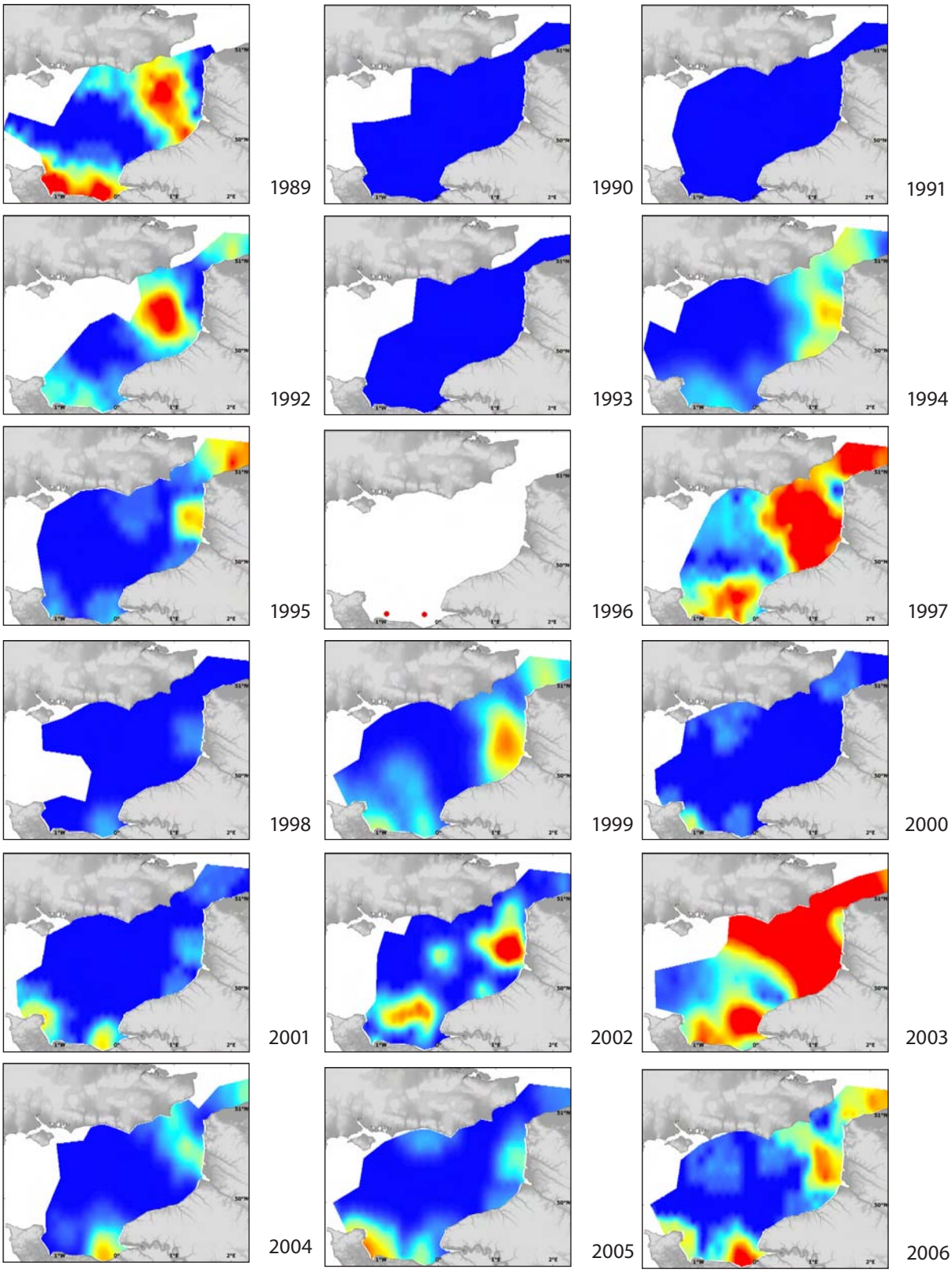
Red mullet less than 17.3 cm in length were considered as being less than one year old, and the distribution patterns and habitats (in October) were defined separately for young and older individuals. Red mullets are not representatively sampled by the beam trawl used during the July BTS survey; as a result, annual maps are not shown for this season. The two July maps hence show average (or multi-annual) distribution over 1989-2006; no habitat model passed the selection criteria for inclusion in the atlas.

< 1 year old

In July, young individuals (less than one year old) were present in estuaries and around the Isle of Wight. In some years, very few young individuals were found during the CGFS surveys (October). When they were present, they were mainly found in areas with sandy sediments, off the Opale coast and the Bay of Seine and in the southern North Sea. The preferential habitat model shows the Dover Strait and the Bay of Seine as favourable for this young stage, which agrees with the survey data. Nevertheless, the model error was great in high abundance areas. The potential habitat model was very similar to the preferential habitat model, favouring areas with weak bed shear stress and the presence of gravels and pebbles.

< 1 An / Year old - *Mullus surmuletus*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



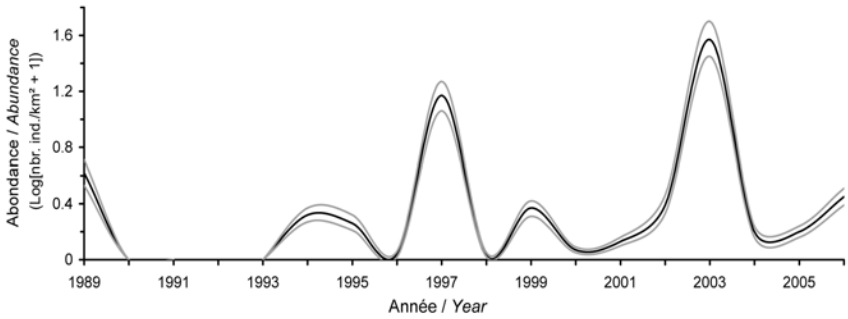
1.8

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

0

● 1 capture d'individu(s)
/1 catch of individual(s)

Abondance interannuelle / *Interannual abondance*

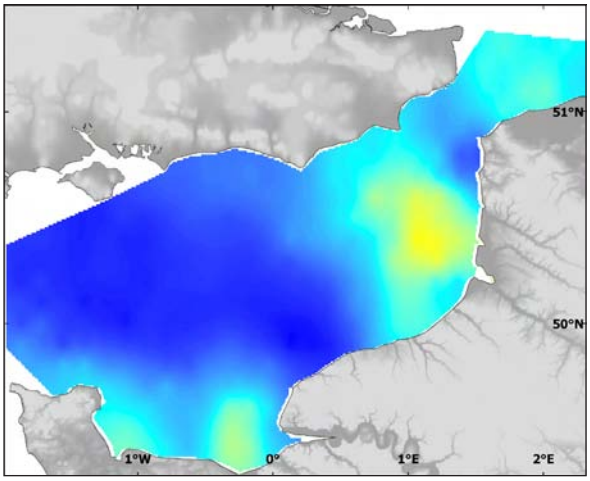


< 1 AN / YEAR OLD

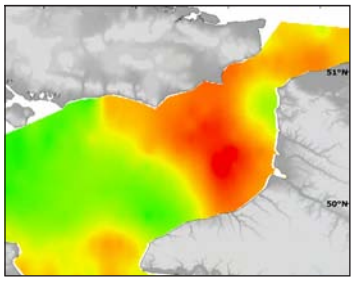
> 1 AN / YEAR OLD

< 1 An / Year old - *Mullus surmuletus*

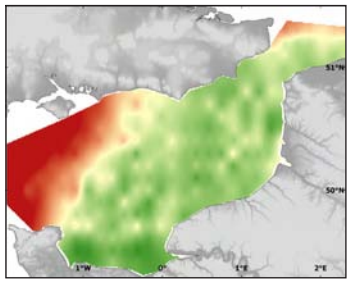
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



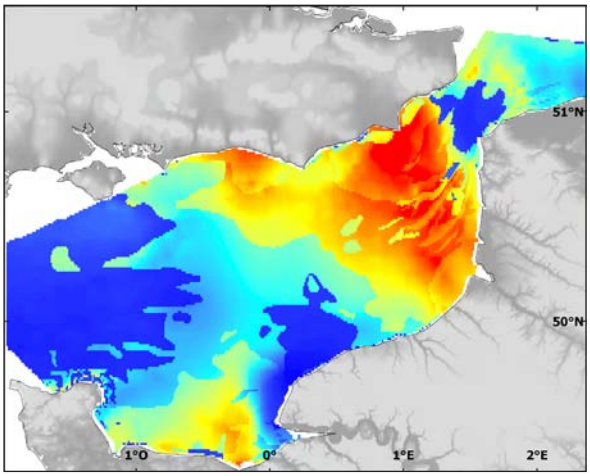
Ecart-type / *Standard deviation*

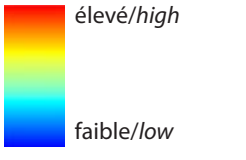


Erreur de krigeage / *Kriging error*

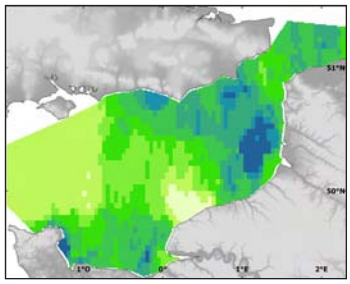


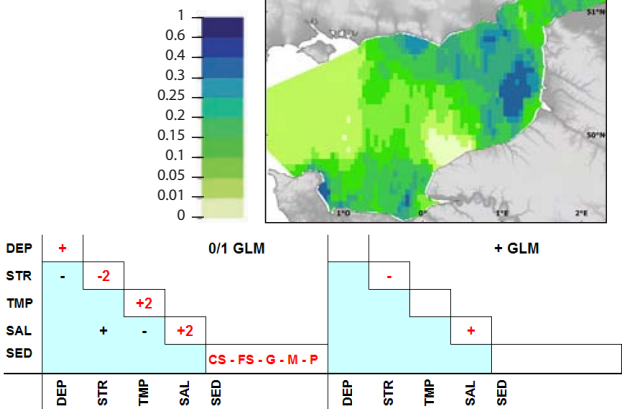
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



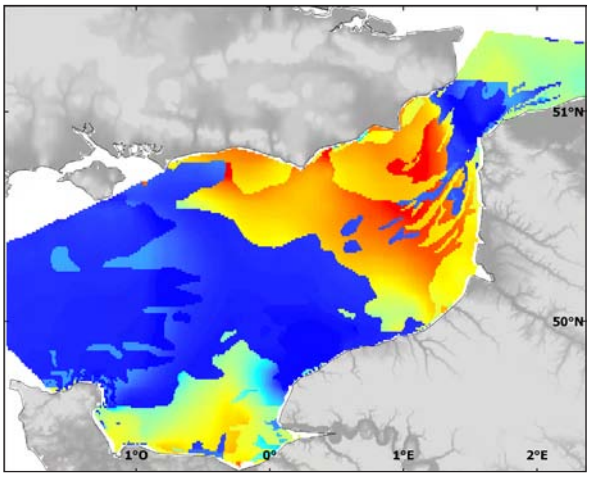


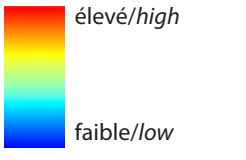
Erreur du modèle / *Model error*



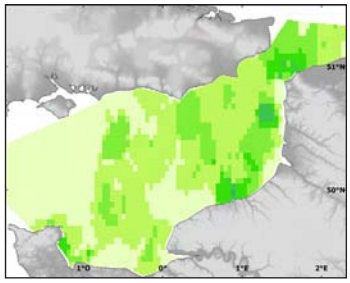


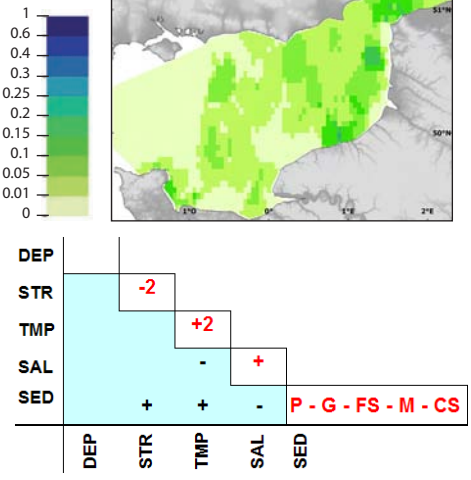
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*



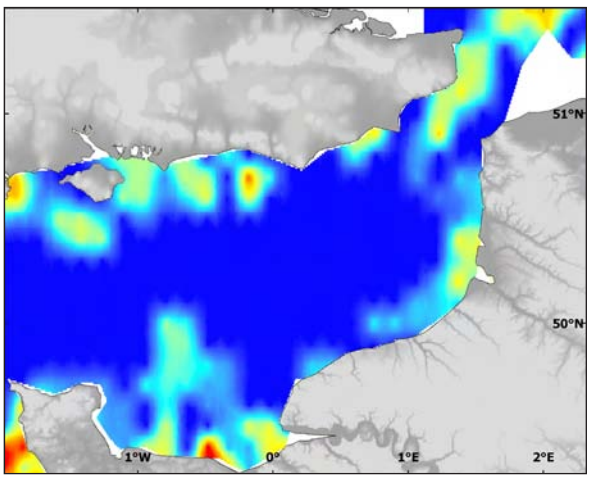


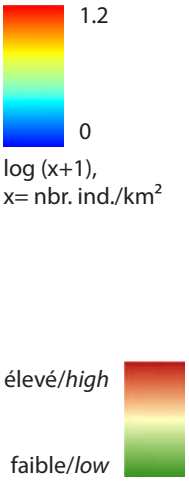
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

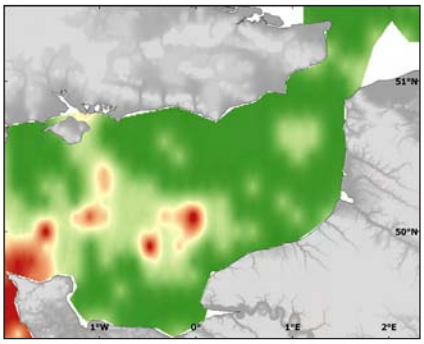
> 1 An / Year old - Mullus surmuletus

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)





Erreur de krigeage
Kriging error



> 1 an

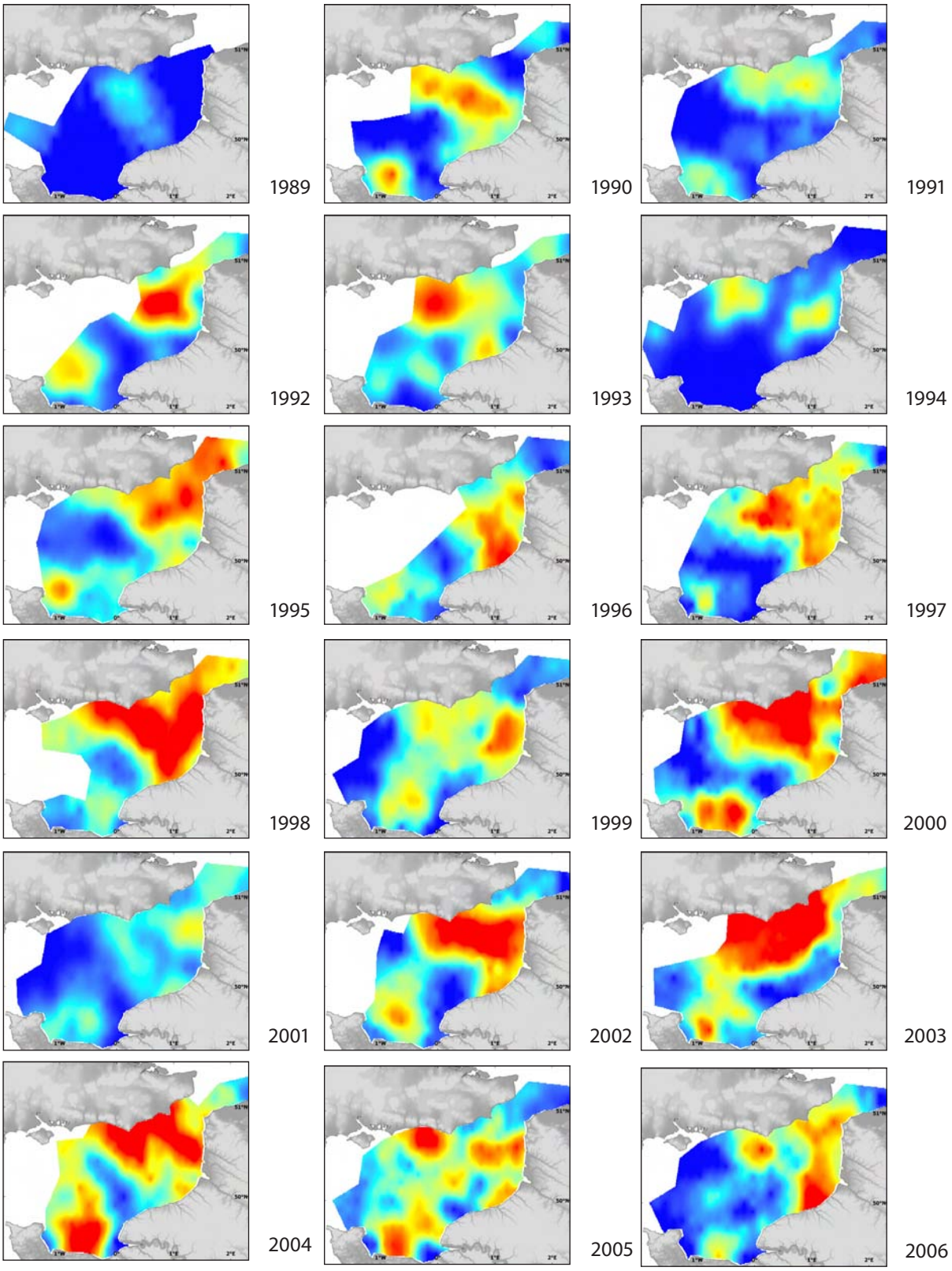
Les individus de plus d'un an se situent également le long des côtes mais avec une distribution plus étendue en juillet. En octobre, ils se répartissent dans les mêmes zones que les jeunes mais avec une distribution plus étendue vers le large, ce qui est conforme au modèle d'habitat préférentiel. L'habitat potentiel est très semblable à l'habitat préférentiel, favorisant des zones tempérées à forte influence océanique et avec des sédiments grossiers.

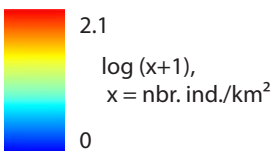
> 1 year old

In July, older fish were also found along the coasts but the distribution was more dispersed. In October, older individuals were found in the same areas as the younger ones, but their distribution spreading further offshore, which agrees with the preferential habitat model. The potential habitat was similar to the preferential habitat, favouring temperate areas with a strong oceanic influence and coarse sediment types.

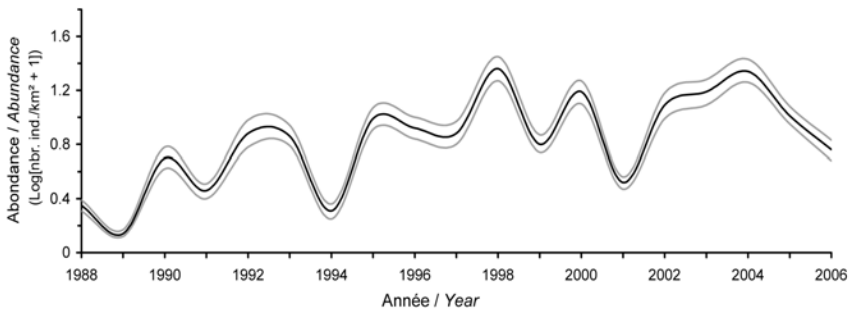
> 1 An / Year old - *Mullus surmuletus*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*





Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

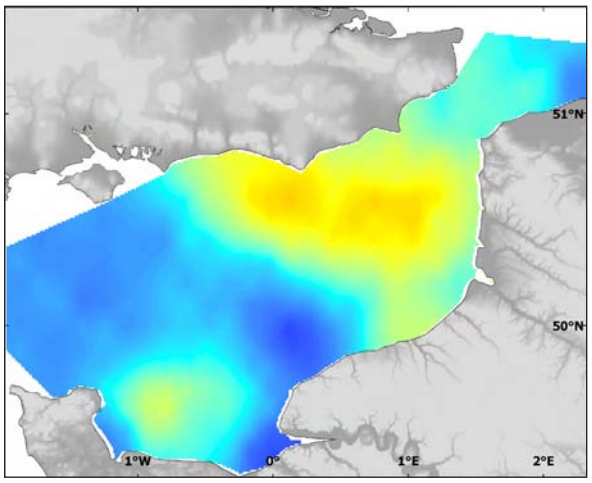


< 1 AN / YEAR OLD

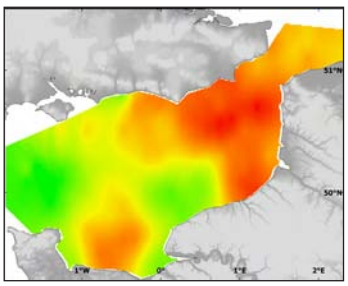
> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An / Year old - *Mullus surmuletus*

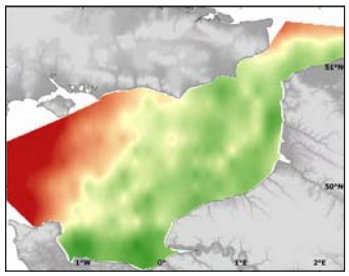
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



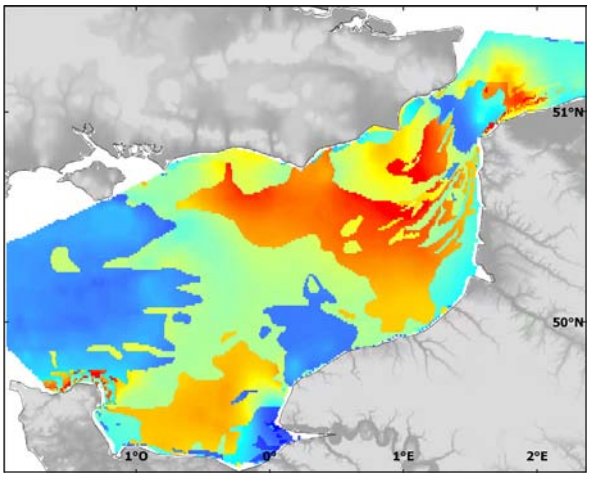
Ecart-type / *Standard deviation*



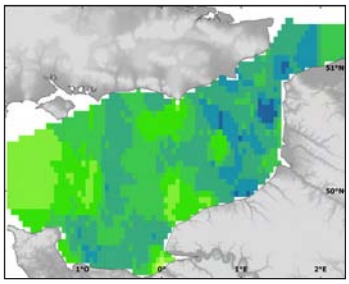
Erreur de krigeage / *Kriging error*

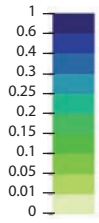


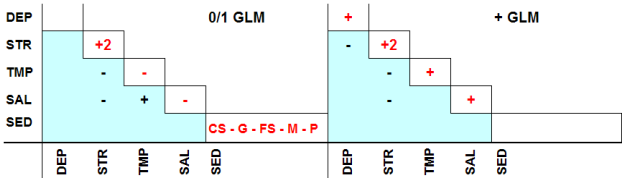
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



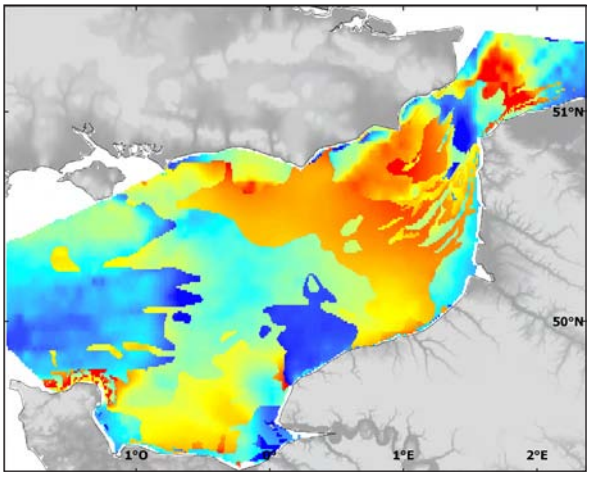
Erreur du modèle / *Model error*



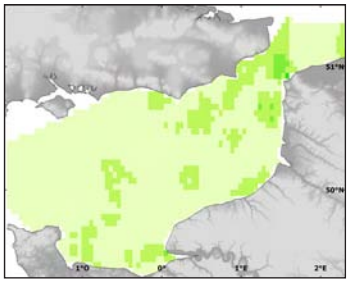


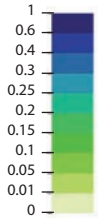


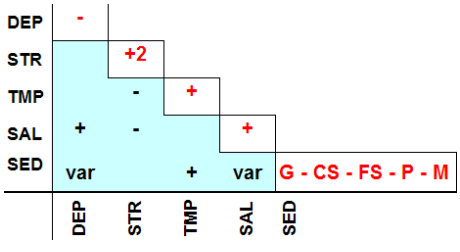
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*







Platichthys flesus

(Linnaeus,1758)

Flet commun
European flounder

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Pleuronectiformes
Famille-Family : Pleuronectidae

© IFREMER

Biologie - Le flet adulte se nourrit de mollusques bivalves, de petits poissons, de crustacés et de polychètes. La période de reproduction s'étend en Manche de février à juin, dans les eaux marines ou estuariennes (eaux saumâtres). Les œufs pélagiques flottent tout d'abord à la surface puis s'enfoncent dans la colonne d'eau au cours de leur développement. L'éclosion après 7 jours environ (à 10-12°C) donne naissance à des larves pélagiques (2,5-3 mm) qui rejoignent le fond lorsqu'elles atteignent 7-10 mm. La métamorphose s'effectue autour de 15 à 30 mm et la croissance lors de la première année est rapide (12 cm à 1 an).

Caractères démographiques - Taille maximale 60 cm ; taille commune 12-35 cm ; taille minimale de capture 25 cm sauf Skagerrak et Kattegat 20 cm (UE) ; longévité maximale 15 ans ; âge et taille à maturité 2-5 ans et 19-30 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 40.33 cm, taux de croissance k = 0.32 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.37 ; paramètres de fécondité *alpha* =0.13 ovules.cm^{-beta} et *beta* = 3.88 (400 000 à 2 000 000 d'ovules par femelle).

Environnement - Espèce benthique vivant sur les fonds sableux, sablo-vaseux et vaseux entre la côte et 60 m de profondeur. Poisson ubiquiste se répartissant essentiellement dans les eaux marines littorales et les estuaires, mais pouvant vivre dans les eaux saumâtres voire douces lorsqu'il remonte le cours des rivières. Espèce s'accommodant des climats polaires à tempérés.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, du nord de la Norvège au Maroc ; mer Méditerranée dont l'Adriatique, la mer Noire et la mer de Marmara.

Biology - Adult flounder feed on bivalves, small fish, crustaceans, and polychaetes. In the English Channel spawning is from February to June in either marine or brackish (estuarine) waters. Initially, the pelagic eggs float at the water surface, but then sink as they develop. Hatching occurs after about 7 days (at 10-12°C), giving rise to pelagic larvae (2.5-3 mm) that migrate to the bottom when reaching 7-10 mm. Metamorphosis occurs when they reach 15- 30 mm in size. Growth is fast during the first year of development (12 cm when 1 year old).

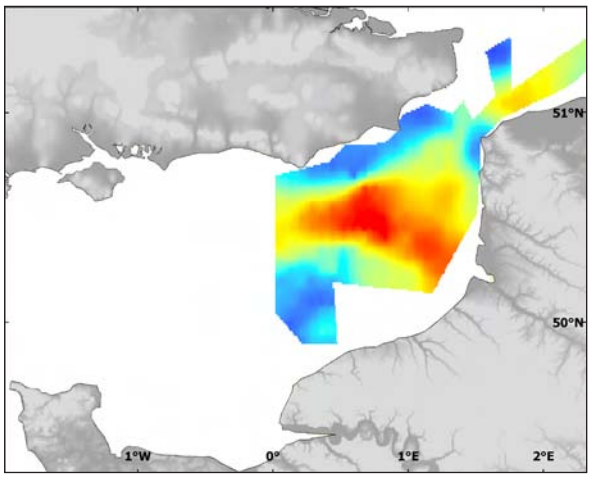
Life history parameters - Maximum length 60 cm; common length 12-35 cm; minimum landing size 25 cm except in Skaggerak and Kattegat 20 cm (EU); maximum lifespan 15 years; age and length at maturity 2-5 years and 19-30 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 40.33 cm, growth rate k = 0.32 year^{-1}, theoretical age t_0 = -0.37; fecundity parameters *alpha* = 0.13 oocytes.cm^{-beta} and *beta* = 3.88 (400,000 to 2,000,000 oocytes per female).

Environment - This is a benthic fish living on sandy, muddy-sandy and muddy substrates, between the coast and 60 m in depth. This ubiquitous species is mostly found in coastal marine waters and estuaries, but is capable of acclimatising to brackish and even fresh water when swimming upstream rivers. The species ranges from polar to temperate climates.

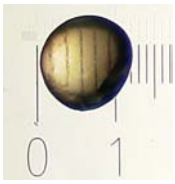
Geographical distribution - North-east Atlantic, from northern Norway down to Morocco; the Mediterranean Sea including the Adriatic Sea, Black Sea and Sea of Marmara.

Œufs / Eggs - Platichthys flesus

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)

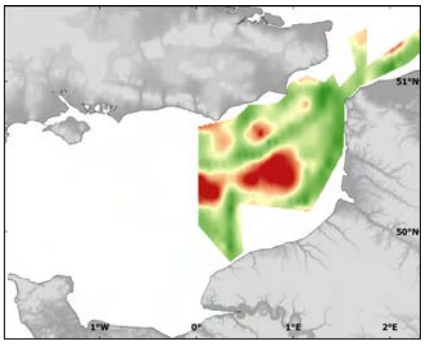


log (x+1),
x = nbr. ind.
/ 20 m^3

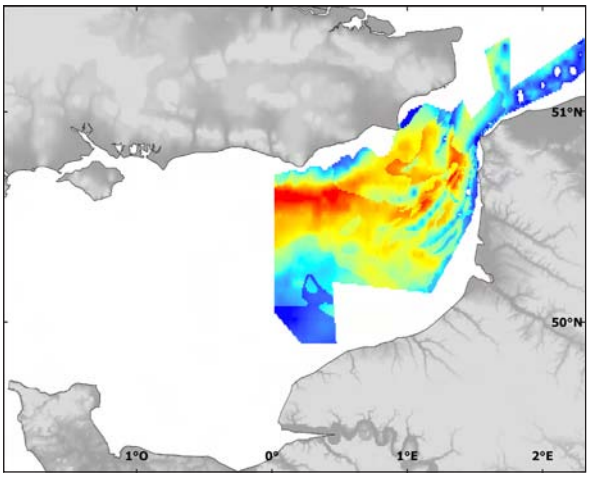


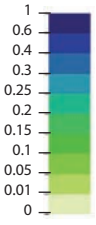
stade 1
stage 1

Erreur de krigeage
Kriging error

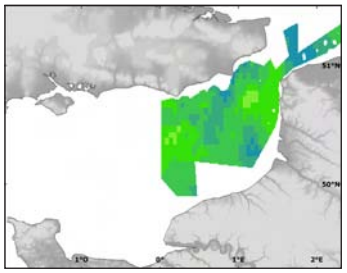


Habitat préférentiel en janvier (GLM)
Preferential habitat in January (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



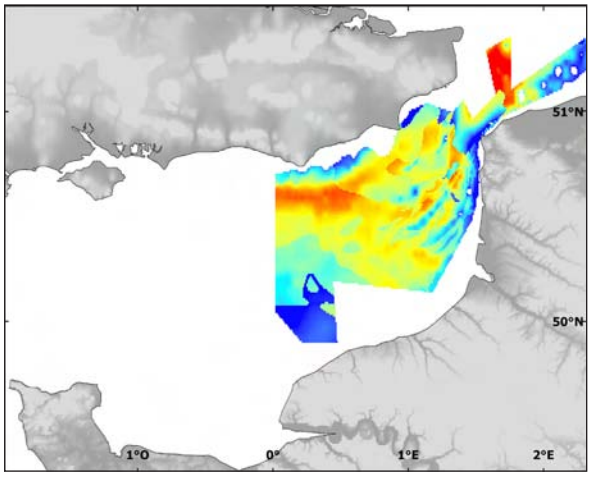
DEP	+2
STR	-
TMP	+
SAL	
CHL	+
SED	

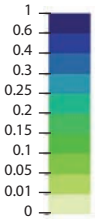
0/1 GLM

DEP	
STR	
TMP	+2
SAL	
CHL	
SED	CS M - G - FS - P

+ GLM

Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)





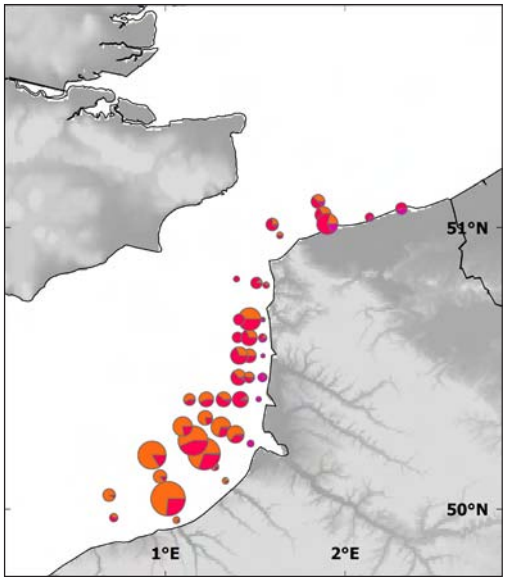
Erreur du modèle / *Model error*

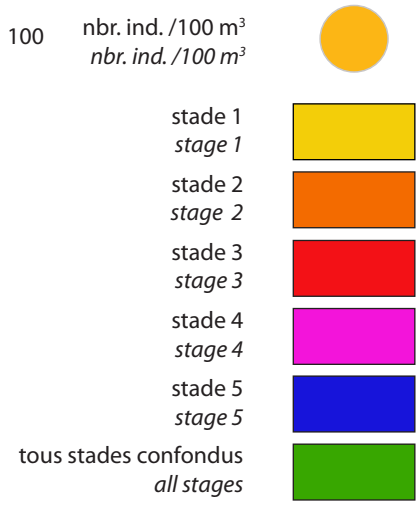
DEP	+2
STR	-2
TMP	+2
SAL	
CHL	-
SED	CS - G - FS - P - M

Larves / Larvae - Platichthys flesus

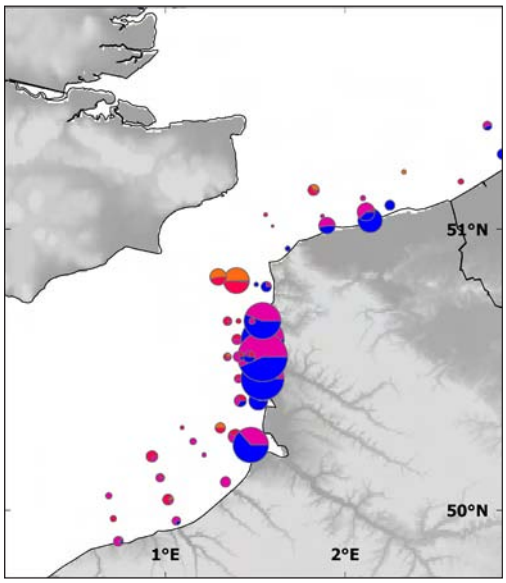
Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)

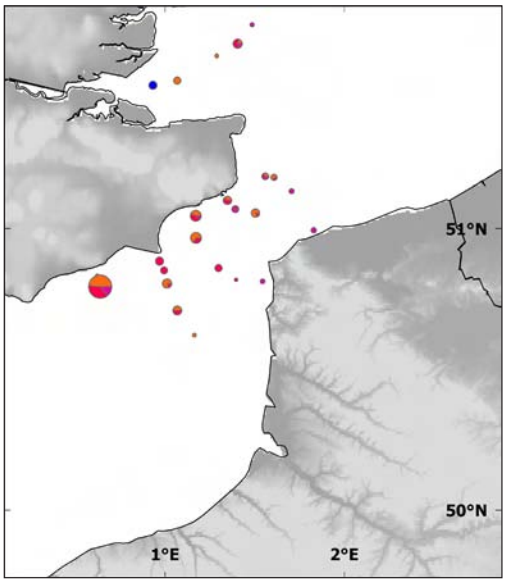




REISE 2 (mai/*May* 1995)



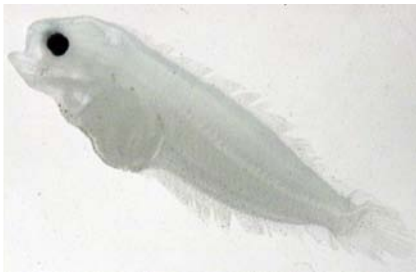
BCD (avril/*April* 1999)



Larves de flet commun
European flounder larvae

stade 2
stage 2

stade 3
stage 3

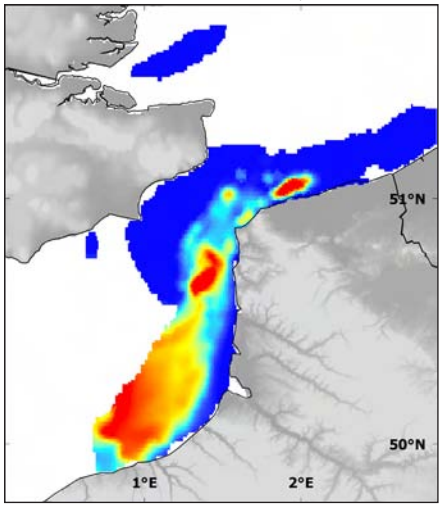


stade 4
stage 4

Larves / Larvae - Platichthys flesus

Stade/*Stage* 2

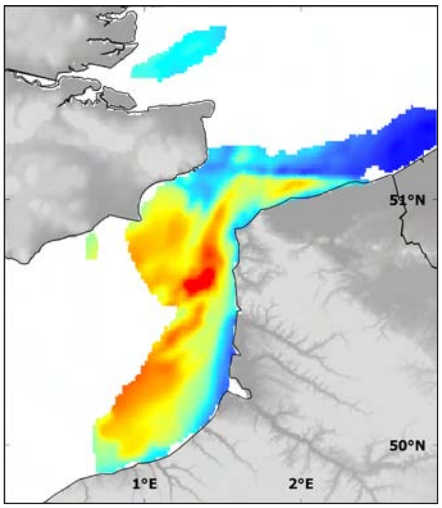
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



élevé /*high*

faible /*low*

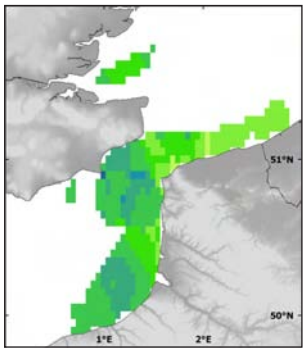
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)

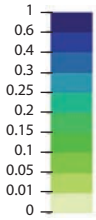


élevé /*high*

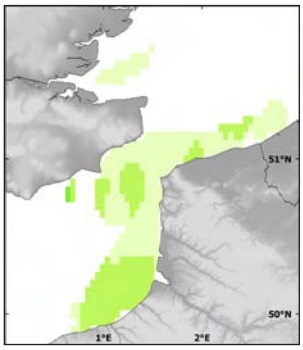
faible /*low*

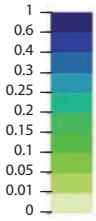
Erreur du modèle / *Model error*





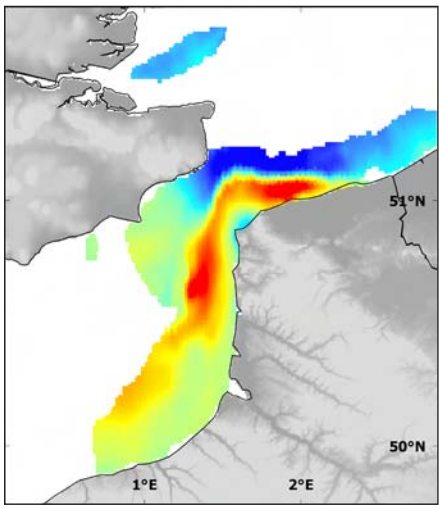
Erreur du modèle / *Model error*





Stade/*Stage* 3

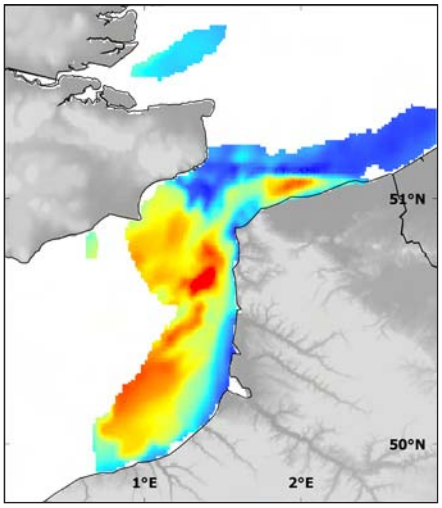
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



élevé /*high*

faible /*low*

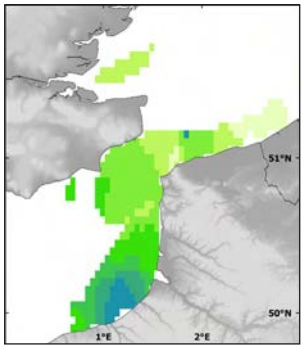
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)

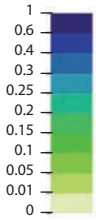


élevé /*high*

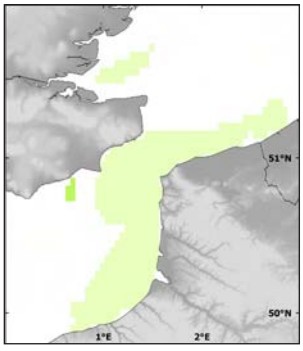
faible /*low*

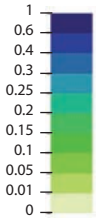
Erreur du modèle / *Model error*





Erreur du modèle / *Model error*

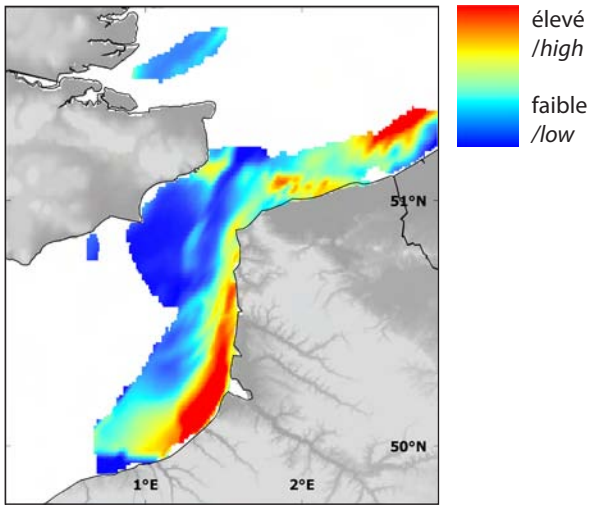




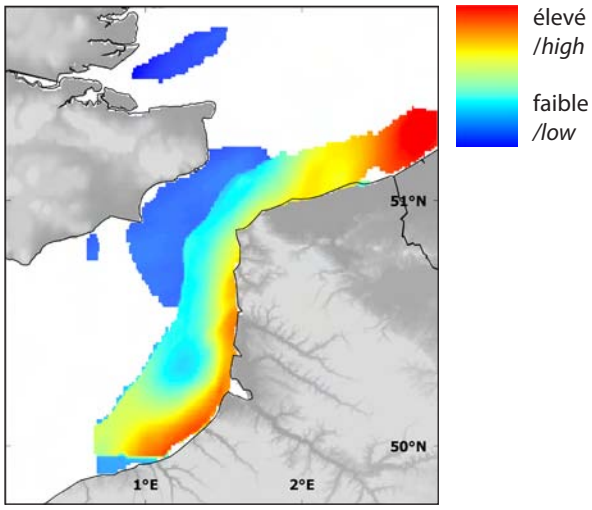
Larves / Larvae - Platichthys flesus

Stade/*Stage* 4

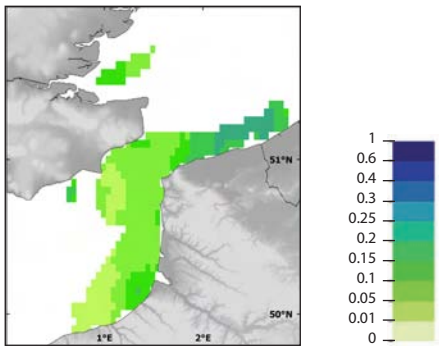
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



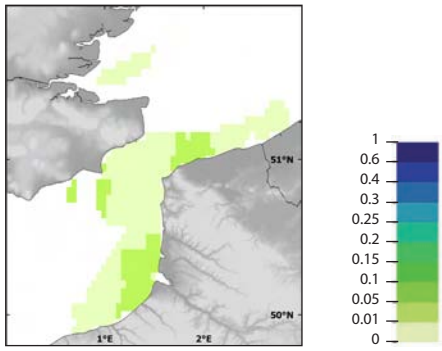
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Erreur du modèle / *Model error*



Œufs

Le flet pond des œufs pélagiques principalement de février à juin. En janvier 2007, des œufs de stade 1 (pondus peu de jours auparavant) ont été trouvés au large de la baie de Somme jusqu'au centre de la zone couverte. La distribution observée pendant la campagne est comparable avec celle des modèles d'habitats préférentiel et potentiel, à l'exception d'une zone au nord du détroit, où la qualité d'habitat prédit est plus favorable que celle observée lors de la campagne. Les zones de ponte semblent requérir des sables grossiers, en zones profondes mais protégées des courants, et des températures relativement douces, les relations avec les autres paramètres étant très variables suivant les modèles. A noter que les interactions entre paramètres n'ont pu être testées dans les modèles du fait du faible nombre d'observations. L'incertitude des modèles est relativement modérée.

Larves

Les larves de flet ont été principalement capturées en avril et mai 1995. Les jeunes larves (stades 2 et 3) sont localisées principalement dans les eaux du large alors que les stades plus âgés (4 et 5) se trouvent près des côtes, principalement celles de la côte d'Opale, de la baie de Somme au détroit. Un deuxième groupe de larves est aussi abondant le long des côtes nord françaises. La ségrégation spatiale des larves de flet a été décrite par Grioche *et al.* (1997). Les larves doivent atteindre les estuaires

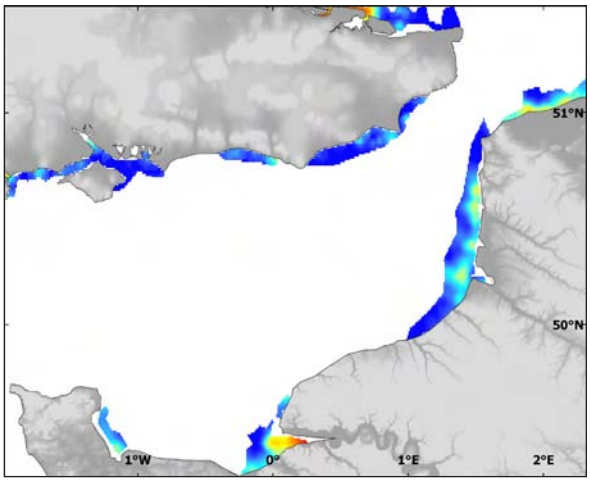
Eggs

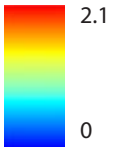
Flounder spawn pelagic eggs mostly from February to June. In January 2007, stage 1 eggs (recently spawned) were found close to the Bay of Somme up to the centre of the sampled zone. The distribution recorded during the survey was consistent with those predicted by the preferential and potential habitat models, except for an area north of the Dover Strait, where the quality of predicted habitat was more favourable than that recorded during the survey. The spawning areas seem to require coarse sands, deep waters though protected from tidal currents, and relatively warm temperatures. The relationships with other parameters were more variable depending on the model considered. It should be noted that interactions between parameters could not be tested in the models because of the low number of observations. The uncertainty of the models was moderate.

Larvae

Flounder larvae were mainly caught in April and May 1995. Young larvae (stage 2 and 3) were mainly located in offshore waters whereas larvae of stages 4 and 5 were located closer inshore essentially along the Opale coast from the Bay of Somme to the Dover Strait. A second group of larvae was also abundant along the northern coast of France. The spatial segregation of flounder larvae was described by Grioche *et al.* (1997). Flounder larvae must reach estuaries, where their nurseries are located. Two pha-

Abondance pluriannuelle en septembre (YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)



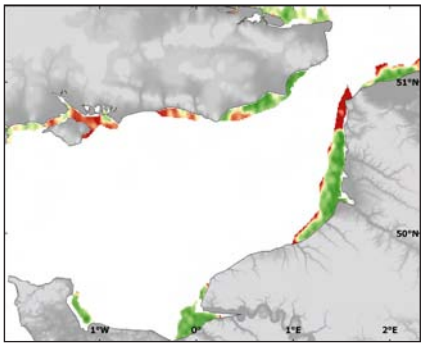


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

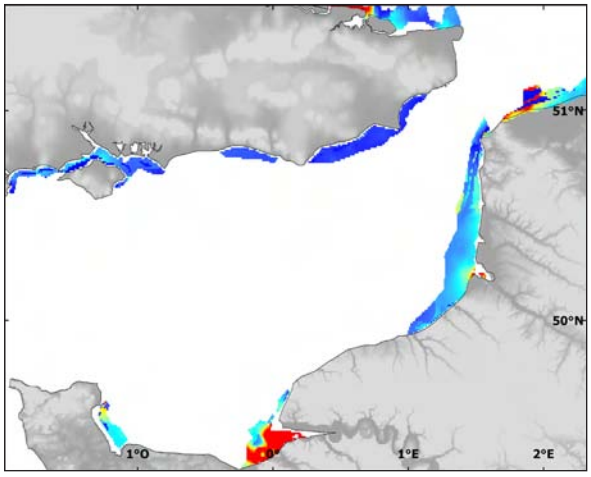
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



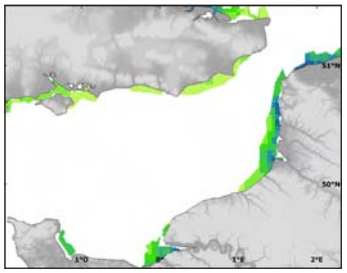
Habitat préférentiel (GLM)
Preferential habitat (GLM)

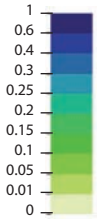


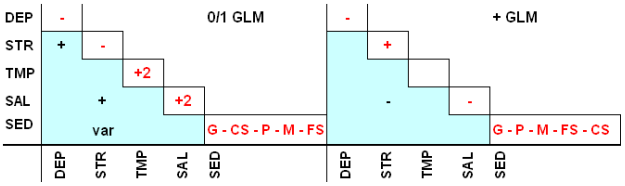
élevé/*high*

faible/*low*

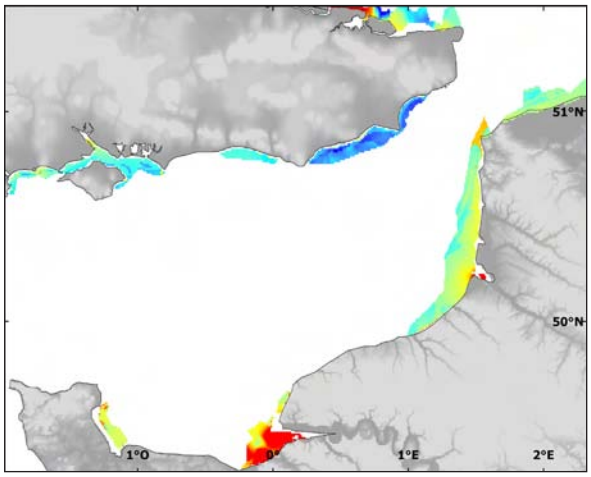
Erreur du modèle / *Model error*







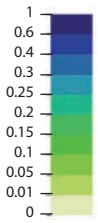
Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

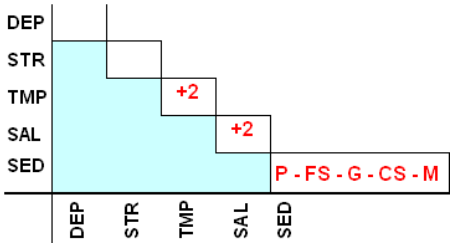


élevé/*high*

faible/*low*

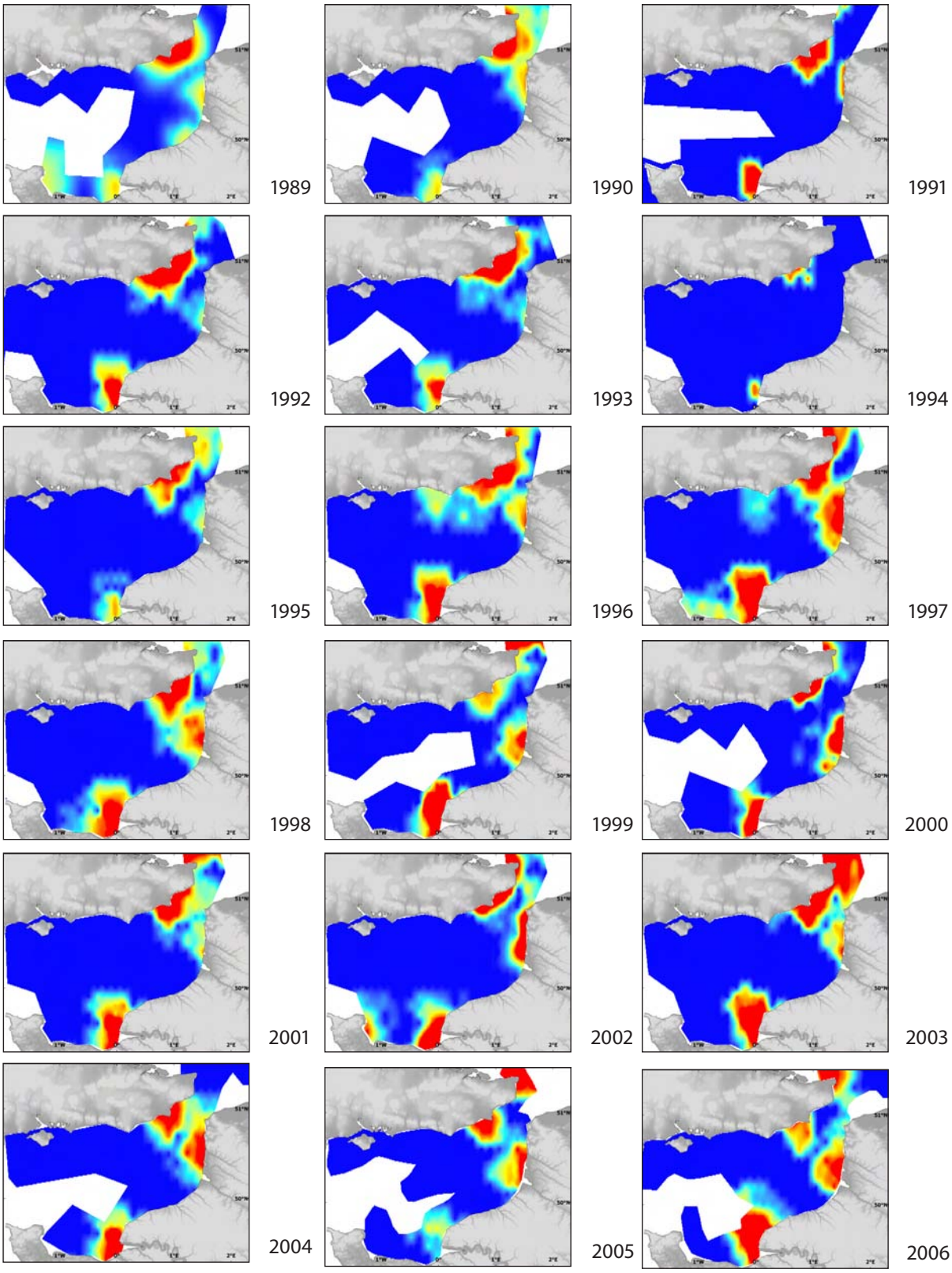
Erreur du modèle / *Model error*

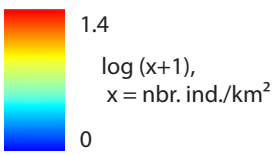




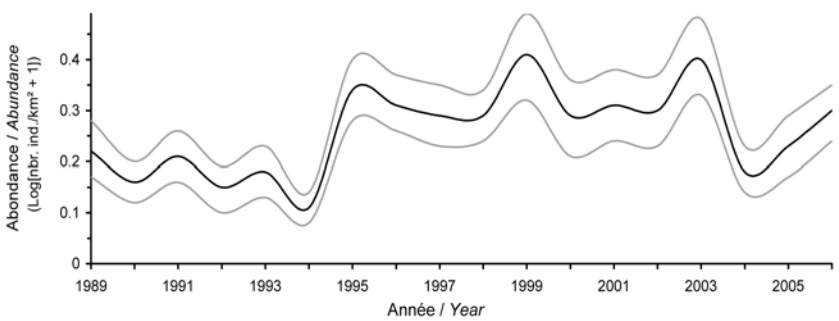
Tous âges confondus / Fish of all ages - Platichthys flesus

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*



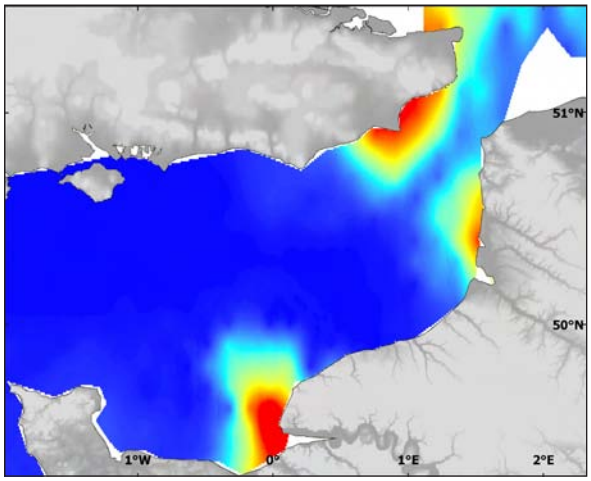


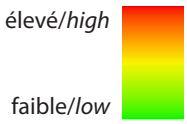
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



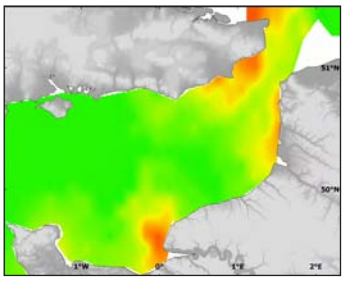
Tous âges confondus / Fish of all ages - Platichthys flesus

Abondance moyenne en juillet
(BTS,1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

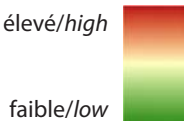


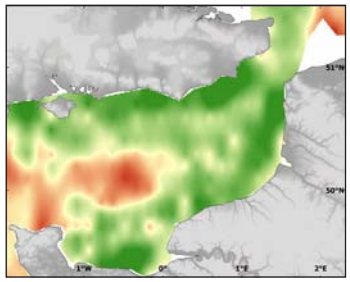


Ecart-type / *Standard deviation*

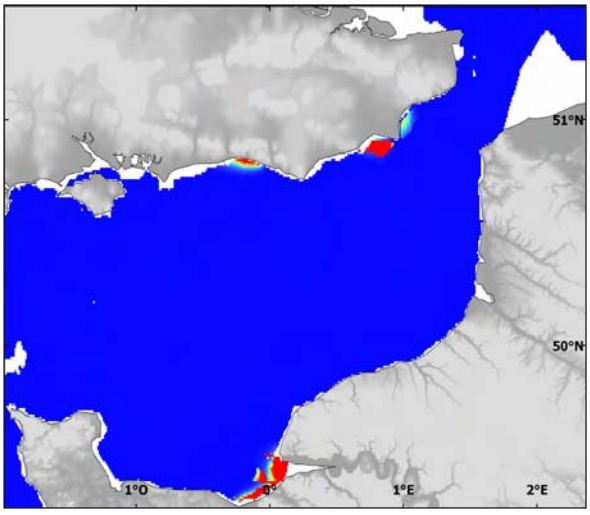


Erreur de krigeage / *Kriging error*

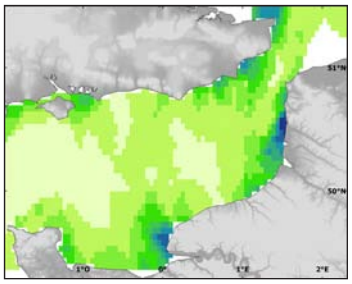


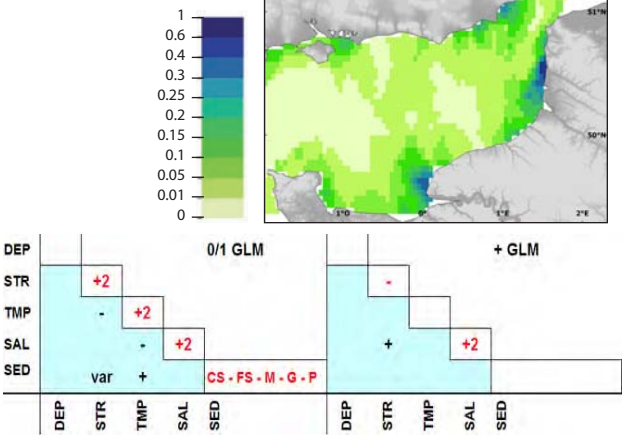


Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

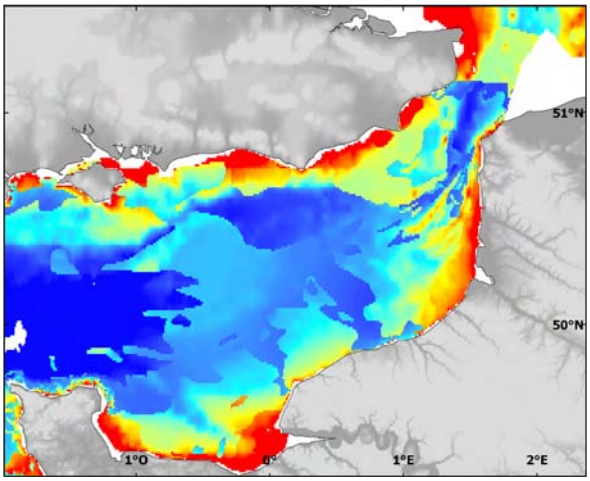


Erreur du modèle / *Model error*

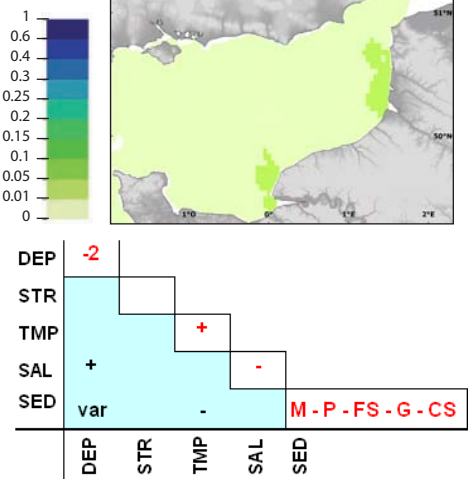




Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

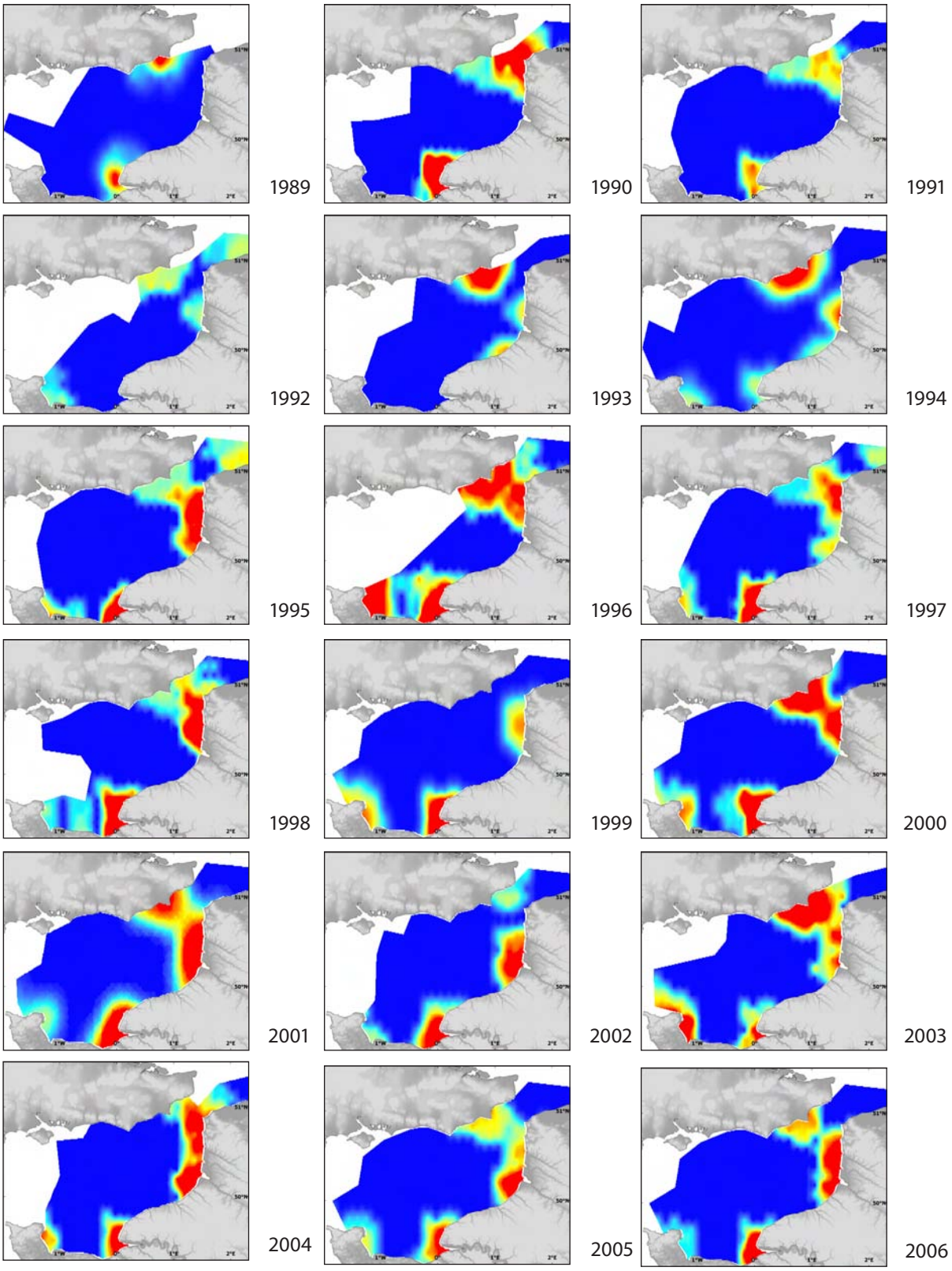


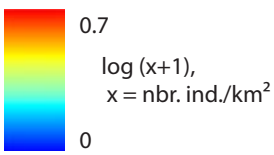
Erreur du modèle / *Model error*



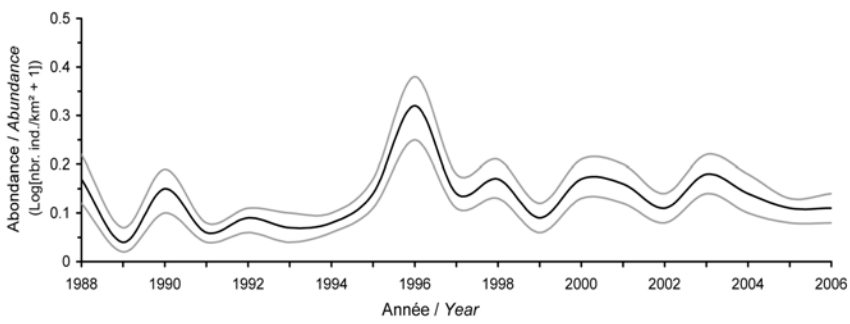
Tous âges confondus / Fish of all ages - Platichthys flesus

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



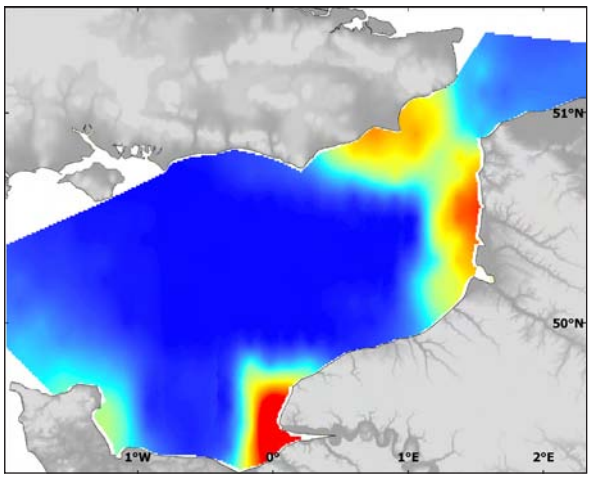


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



Tous âges confondus / Fish of all ages - Platichthys flesus

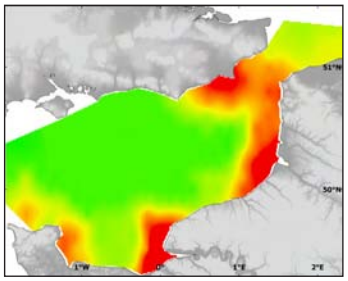
Abondance moyenne en octobre
(CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



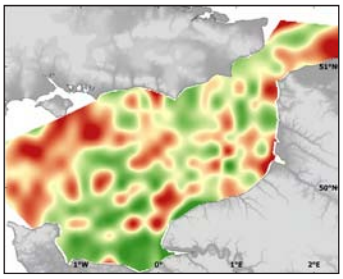
élevé/*high*

faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*



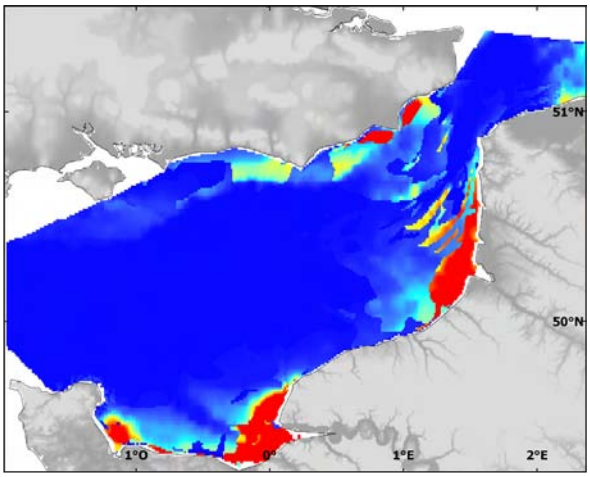
Erreur de krigeage / *Kriging error*



élevé/*high*

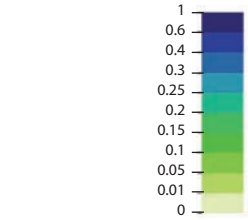
faible/*low*

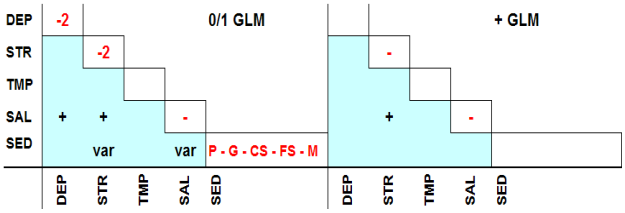
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



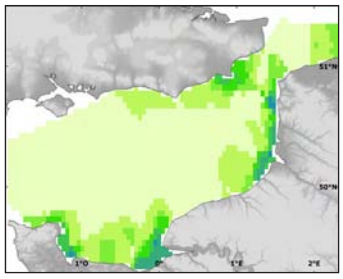
élevé/*high*

faible/*low*

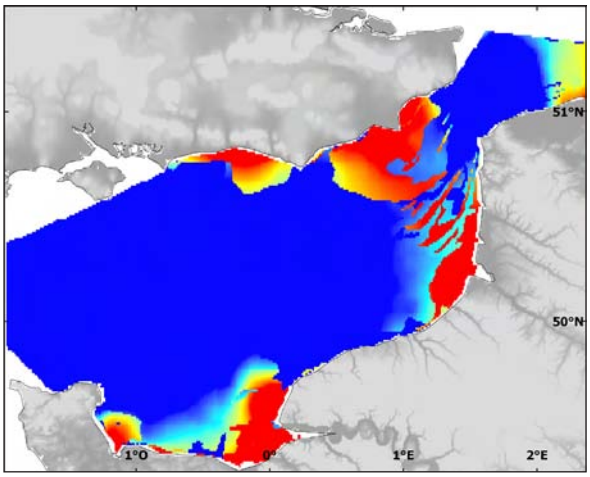




Erreur du modèle / *Model error*

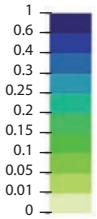


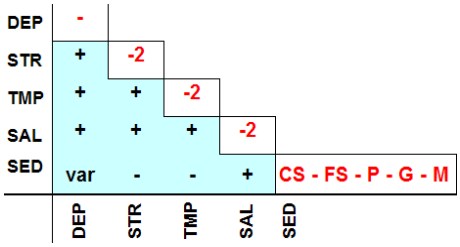
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



élevé/*high*

faible/*low*





Erreur du modèle / *Model error*

où se situent les nourriceries des juvéniles. Deux phases sont décrites durant le développement larvaire (Koubbi *et al.*, 2006). La première est une phase de dispersion et d'advection des jeunes stades vers la côte ; ces larves sont bloquées au large du front côtier dans des zones de plus grande profondeur, plus froides et aux salinités plus élevées. Puis, les larves de flet commencent leurs migrations verticales (Grioche *et al.*, 2001) au stade de la flexion de la notochorde (stade 3) quand elles atteignent les eaux côtières (Grioche *et al.*, 1997).

Nourriceries côtières

Suite à la migration des larves vers les nourriceries côtières, l'abondance moyenne du flet a été observée dans ces zones entre 1977 et 2006. Les nourriceries en septembre se trouvaient dans les baies des Veys, Seine, Somme, Canche et Authie. L'erreur de krigeage est plus importante dans les zones où les observations sont plus clairsemées et où l'abondance des flets est très variable. Les modèles d'habitats préférentiels et potentiels sont en accord avec cette distribution observée, à l'exception d'une zone au nord de la côte d'Opale, où la qualité d'habitat prédit est plus favorable que celle observée. A ce stade de développement, cette espèce semble inféodée aux zones peu profondes, présentant des sédiments généralement très grossiers et possédant des températures assez douces pour cette saison (correspondant aux eaux océaniques).

Tous âges confondus

Les données décrivant l'abondance de cette espèce ont été cartographiées sur deux saisons sur la période 1989–2006 et des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés pour chacune d'elles.

En juillet, le flet est plus fréquent le long des côtes, à l'intérieur et au sud du détroit du Pas-de-Calais ainsi qu'en baie de Seine. Cette distribution peut cependant varier de façon importante d'une année sur l'autre avec une extension au large suivant le niveau d'abondance locale. L'abondance globale de cette espèce semble avoir augmenté subitement en 1995 puis être restée stable sur le reste de la période. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel est beaucoup plus restreint spatialement que la distribution observée et révèle l'importance des baies côtières généralement peu profondes et protégées des forts courants de marées qui conditionnent la présence de cette espèce. L'incertitude de ce modèle est cependant importante dans les zones de fortes abondances. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles à toute la bande côtière de la Manche orientale, qu'elle soit constituée de sédiments vaseux dans les baies protégées ou au contraire très caillouteux ailleurs. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones peu profondes et montre une bonne tolérance aux conditions de température, salinité et sédimentaire de la zone.

En octobre, l'aire d'occupation du flet est très similaire à celle observée en été. Bien que présentant des variations de densité moyenne importante d'une année sur l'autre, l'abondance du flet est restée stable sur la période étudiée. L'erreur de krigeage semble distribuée de façon aléatoire sur toute la zone, reflé-

ses are identified during larval development (Koubbi *et al.*, 2006). The first phase is one of dispersion and advection of young developmental stages towards the coast; these larvae then remain trapped off the coastal frontal zone in areas of greater depths, colder waters and higher salinities. In the second phase, at the stage of notochord flexion (stage 3), flounder larvae begin vertical migrations (Grioche *et al.*, 2000) when they reach coastal waters (Grioche *et al.*, 1997).

Coastal nurseries

Following the migration of larvae towards their coastal nurseries, the average abundance of flounder in these areas was recorded in September between 1977 and 2006. The nurseries were distributed in the Bays of Veys, Seine, Somme, Canche and Authie. The kriging error was higher offshore where the observation were more sparse and where the abundance was more variable. The preferential and potential habitat models were in agreement with the survey distribution, except for an area north of the Opale coast, where the quality of predicted habitat was more favourable than that seen in the survey data. The nurseries appear tied to shallow areas exhibiting very coarse sediments, with relatively high temperature (i.e. oceanic conditions) which corresponds with the season.

Fish of all ages

Data were mapped for two seasons over the 1989-2006 period. Preferential and potential habitat models could be developed for both seasons.

In July, flounder was more frequent along the coasts, within and south of the Dover Strait, and also in the Bay of Seine. However, this distribution could vary greatly from year to year with offshore extension depending on the local abundance levels. The average density of the species increased suddenly in 1995, but has remained stable since. The kriging error was higher offshore where the observations were more sparse. The model of preferential habitat was much more spatially restricted than the survey distribution and highlights the role of the coastal bays, generally shallow and protected from strong tidal currents, which favours this species' presence. The model uncertainty was nonetheless relatively high in areas of high abundance. The potential habitat model extends preferential areas along the whole eastern English Channel coastline, be it covered by muddy sediment in protected bays or pebbles elsewhere. Overall, this species appears tied to shallow areas and exhibits a large tolerance to temperature and salinity conditions, and to sediment types.

In October, the surface area occupied by flounder was very similar to that recorded in the summer. Although displaying large inter-annual abundance variations, flounder density remained relatively stable over the study period. The kriging error seemed randomly distributed over the entire area, reflecting strong abundance variations at smaller scale. Here, the preferential and potential habitat models agree with the survey distribution and highlight the importance of shallow depth, weak bed shear stress and salinity to favour this species' presence. These models also illustrate the good tolerance of this species for various sediment types. In the autumn, the preferential model error was relatively low and there was

tant les fortes variations d'abondance à faible échelle. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel sont cette fois en accord avec la distribution observée en automne et révèlent l'importance des faibles profondeurs, tension de cisaillement et salinité pour favoriser cette espèce. Ces modèles illustrent également la grande tolérance de cette espèce à des types sédimentaires très variés. En automne, l'incertitude du modèle préférentiel est relativement faible et il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce.

almost no model uncertainty concerning the spatial spatial extent of areas where this species is absent.

Pleuronectes platessa

Linnaeus,1758

Plie commune
European plaice

© IFREMER

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Pleuronectiformes
Famille-Family : Pleuronectidae

Biologie - La plie commune adulte se nourrit de polychètes, de mollusques bivalves, de cœlentérés, de crustacés, d'échinodermes et de petits poissons. En Manche, la reproduction s'étale de décembre à mars sur des fonds de 20 à 40 m de profondeur, avec un pic en janvier-février. En général, les œufs flottent tout d'abord à la surface avant de s'enfoncer progressivement dans la colonne d'eau au cours du développement. L'éclosion a lieu environ 20 (à 5-6°C) à 30 jours (à 2-2.5°C) après fécondation. Les larves ont alors une vie pélagique durant une quarantaine de jours avant de se métamorphoser (lorsque 10-17 mm de longueur) et de rejoindre le fond pour migrer vers les eaux littorales. La croissance en première année est assez élevée.

Caractères démographiques - Taille maximale 100 cm ; taille commune 25-45 cm ; taille minimale de capture 22 cm sauf Skagerrak et Kattegat 27 cm (UE) ; longévité maximale 50 ans ; âge et taille à maturité 2-7 ans et 18-35 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf}=71.65 cm, taux de croissance k = 0.23 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.83 ; paramètres de fécondité *alpha* = 2.33 ovules.cm^{-beta} et *beta* = 3.10 (50 000 à 500 000 ovules par femelle).

Environnement - Espèce bentho-démersale vivant préférentiellement sur les fonds sableux mais aussi graveleux ou vaseux de la côte jusqu'à 200 m de profondeur, et se répartissant dans les eaux salées à saumâtres tempérées.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, du nord de la Norvège et du Groenland au Maroc ; mer Méditerranée, dont la mer Noire.

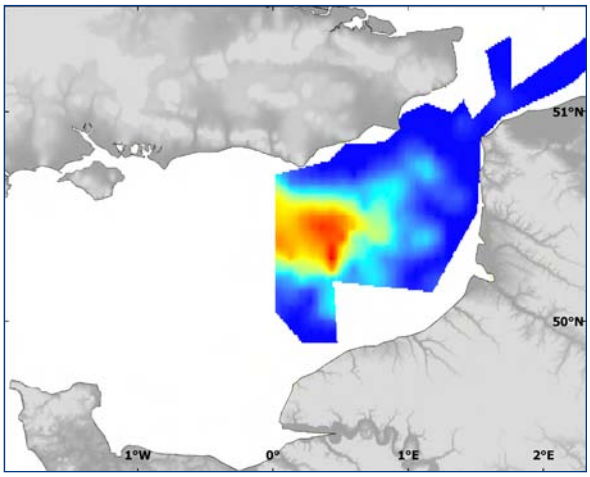
Biology - Adult plaice essentially feed on polychaetes, bivalves, coelenterates, crustaceans, echinoderms, and small fish. In the English Channel spawning occurs from December to March at depths ranging from 20 to 40 m, with a peak in January-February. Initially, pelagic eggs generally float at the surface. They then progressively sink into deeper waters during their development. Hatching occurs around 20 (at 5-6°C) to 30 (at 2-2.5°C) days after fertilisation. Larvae spend about 40 days in the plankton before metamorphosing (when 10-17 mm in length). They then move to the bottom and migrate towards coastal waters. The fry undergoes relatively fast growth during the first year.

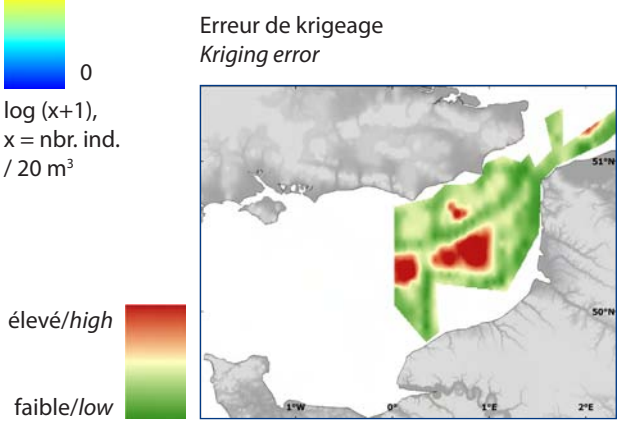
Life history parameters - Maximum length 100 cm; common length 25-45 cm; minimum landing size 22 cm except in Skaggerak and Kattegat 27 cm (EU); maximum lifespan 50 years; age and length at maturity 2-7 years and 18-35 cm; von Bertalanffy para-meters: asymptotic length L_{inf} = 71.65 cm, growth rate k = 0.23 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.83; fecundity parameters *alpha* = 2.33 oocytes.cm^{-beta} and *beta* = 3.10 (50,000 to 500,000 oocytes per female).

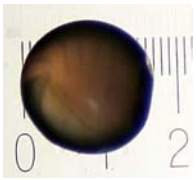
Environment - This bentho-demersal species prefers to live on sand but also on gravely or muddy substrates, from the coast to 200 m in depth. The species is found in marine to brackish temperate waters.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from northern Norway and Greenland down to Morocco; Mediterranean including the Black Sea.

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)



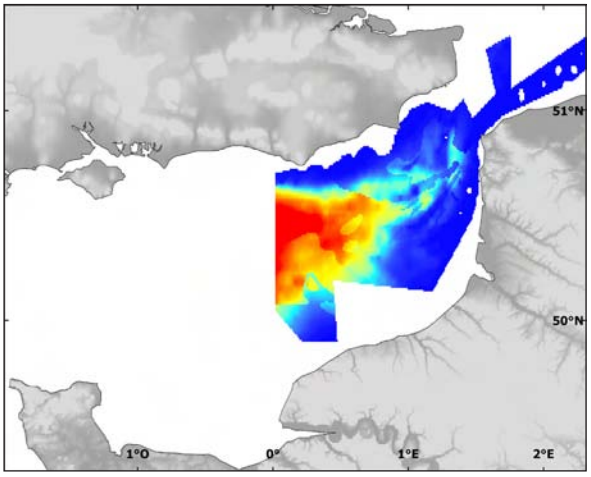


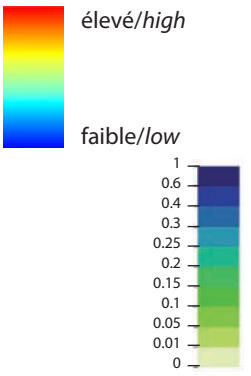


stade 1
stage 1

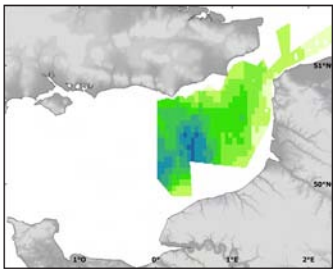
Erreur de krigeage
Kriging error

Habitat préférentiel en janvier (GLM)
Preferential habitat in January (GLM)





Erreur du modèle / *Model error*



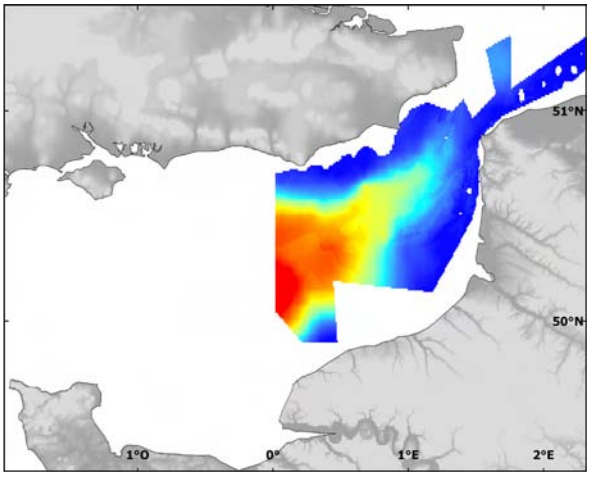
DEP	+2
STR	-
TMP	+
SAL	
CHL	+
SED	

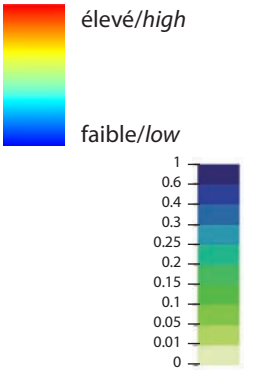
0/1 GLM

DEP	
STR	
TMP	2
SAL	
CHL	
SED	CS M - G - FS - P

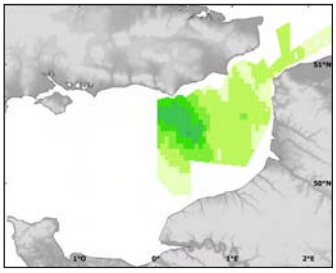
+ GLM

Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)





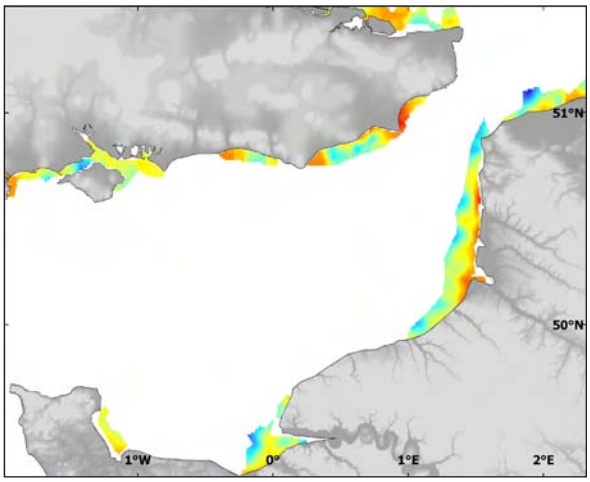
Erreur du modèle / *Model error*



DEP	+2
STR	-2
TMP	-2
SAL	-2
CHL	+2
SED	CS M - FS - G - P

Nourriceries côtières/Coastal nurseries - Pleuronectes platessa

Abondance pluriannuelle en september
(YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

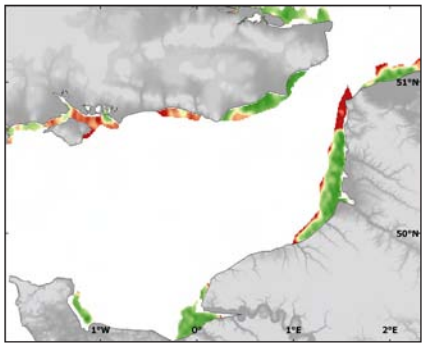


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

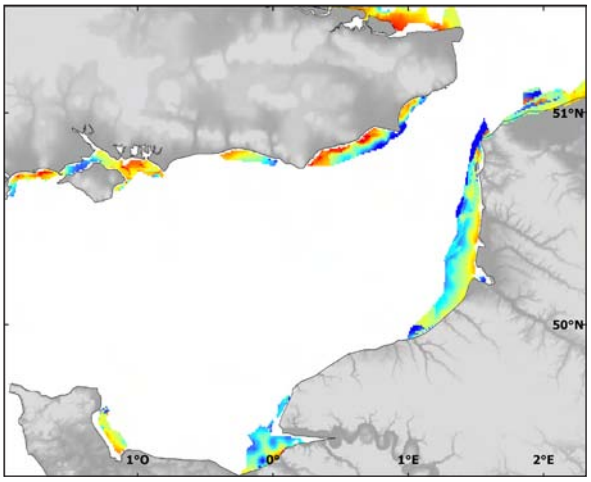
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



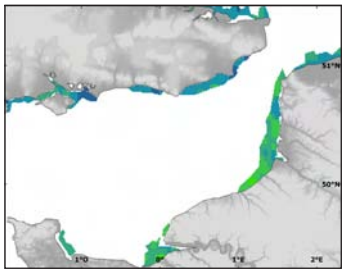
Habitat préférentiel (GLM)
Preferential habitat (GLM)

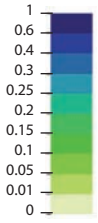


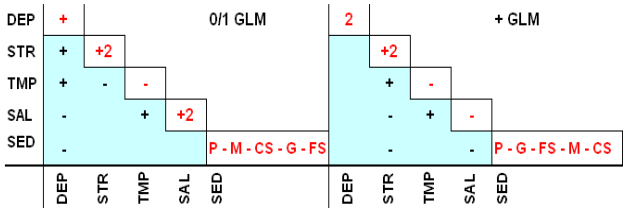
élevé/*high*

faible/*low*

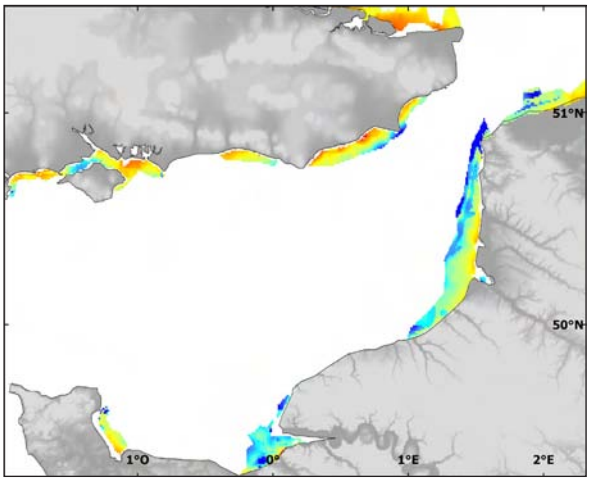
Erreur du modèle / *Model error*







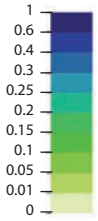
Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

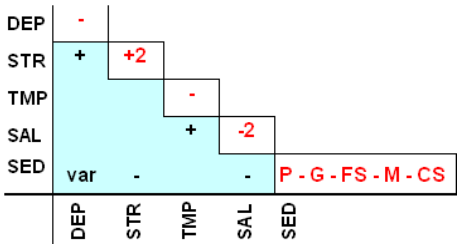


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





Pour cette espèce, les données disponibles couvrent presque l'ensemble du cycle de vie (sauf les larves) et les deux saisons pour les individus de moins et plus d'un an.

Œufs

Lors de la campagne IBTS de janvier, la plie est en pleine période de reproduction en Manche orientale. Les œufs de stade 1 récoltés alors suggèrent que les zones de frai sont situées dans les eaux centrales de la Manche orientale, dans des zones relativement profondes. Les abondances sont bien prédites par le modèle d'habitat préférentiel qui situe la zone de frai dans la partie centrale de la Manche donc dans des eaux relativement profondes mais protégées des forts courants de marées. Cependant, l'erreur du modèle est assez importante. Le modèle d'habitat potentiel montre la même zone comme favorable, avec un schéma de distribution un peu plus étendu au niveau des sédiments sableux.

Nourriceries côtières

La carte d'abondance issue des campagnes YFS (septembre) montre une répartition très côtière des individus sur presque toute la zone échantillonnée, avec toutefois des abondances plus fortes en face des baies de Somme, Canche, Authie et Rye. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel sont très semblables et sont en accord avec les abondances des campagnes. Ils favorisent la bande côtière et surtout le large des baies à l'exception notable de la baie de Seine. Les zones optimales pour les nourriceries sont situées dans des zones peu profondes, proches des apports d'eaux douces et froides en cette saison mais qui présentent cependant des sédiments grossiers et où les courants de marées sont relativement forts. Ces zones correspondent vraisemblablement à un front hydrologique côtier potentiellement très productif au niveau benthique.

< 1 an

Les individus de moins d'un an (< 18.0 cm) ont été séparés des autres sur la base de leur taille.

En juillet, les jeunes individus ont été échantillonnés face aux baies de Somme, Canche, Authie, autour de la presqu'île du Cotentin et un peu en baie de Seine, côté français et aux alentours de Dungeness, à l'ouest de l'île de Wight et surtout dans l'estuaire de la Tamise, coté britannique. Ces zones plutôt constantes sont plus ou moins étendues selon l'année d'étude. La carte d'habitat préférentiel n'est pas vraiment en accord avec les distributions observées. Elle favorise des zones très côtières proches des estuaires, sur les côtes française et britannique, hors dans la plupart de ces zones les abondances observées sont très faibles voire nulles. L'incertitude du modèle est plus forte sur les côtes mais très faible dans les zones centrales signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'absence de cette espèce à ces endroits. Le modèle d'habitat potentiel propose également des zones côtières mais qui s'étendent plus au large, ce qui est plus en accord avec les distributions observées. Le modèle d'habitat potentiel s'appuie sur de faibles température et tension de cisaillement et sur des sédiments grossiers. L'erreur est nulle sur presque toute la région sauf dans le sud-ouest de la zone étudiée où elle atteint des valeurs assez importantes.

For this species, data are available for almost the entire life cycle (except larvae), and two seasons for individuals of less and more than one year.

Eggs

The IBTS survey takes place during the reproductive period of plaice in the eastern English channel. Stage 1 eggs sampled during the survey indicate that spawning areas were located in the central eastern English channel, in relatively deep areas. Survey abundance levels were accurately predicted by the preferential habitat which showed spawning areas as being located in the central Channel, in fairly deep areas protected from strong tidal currents. Nevertheless, the model errors were high. The potential habitat model showed the same areas as favourable, though favourable habitats included sandy areas.

Coastal nurseries

The multi-annual abundance map from the YFS surveys (September) indicates a very coastal spatial distribution of plaice across the sampled area, with some high abundance areas in front of the Bays of Somme, Canche, Authie and Rye. The potential and preferential habitat models are very similar and agree with the survey abundance levels. They both favour the coast and bays, with the exception of the Bay of Seine. Suitable sites for nurseries are located in shallow areas, close to fresh and cool seasonal water inputs. These areas are characterised by coarse sediments and strong tidal currents, i.e. corresponding to a coastal hydrological front, potentially very productive at the benthic level.

< 1 year old

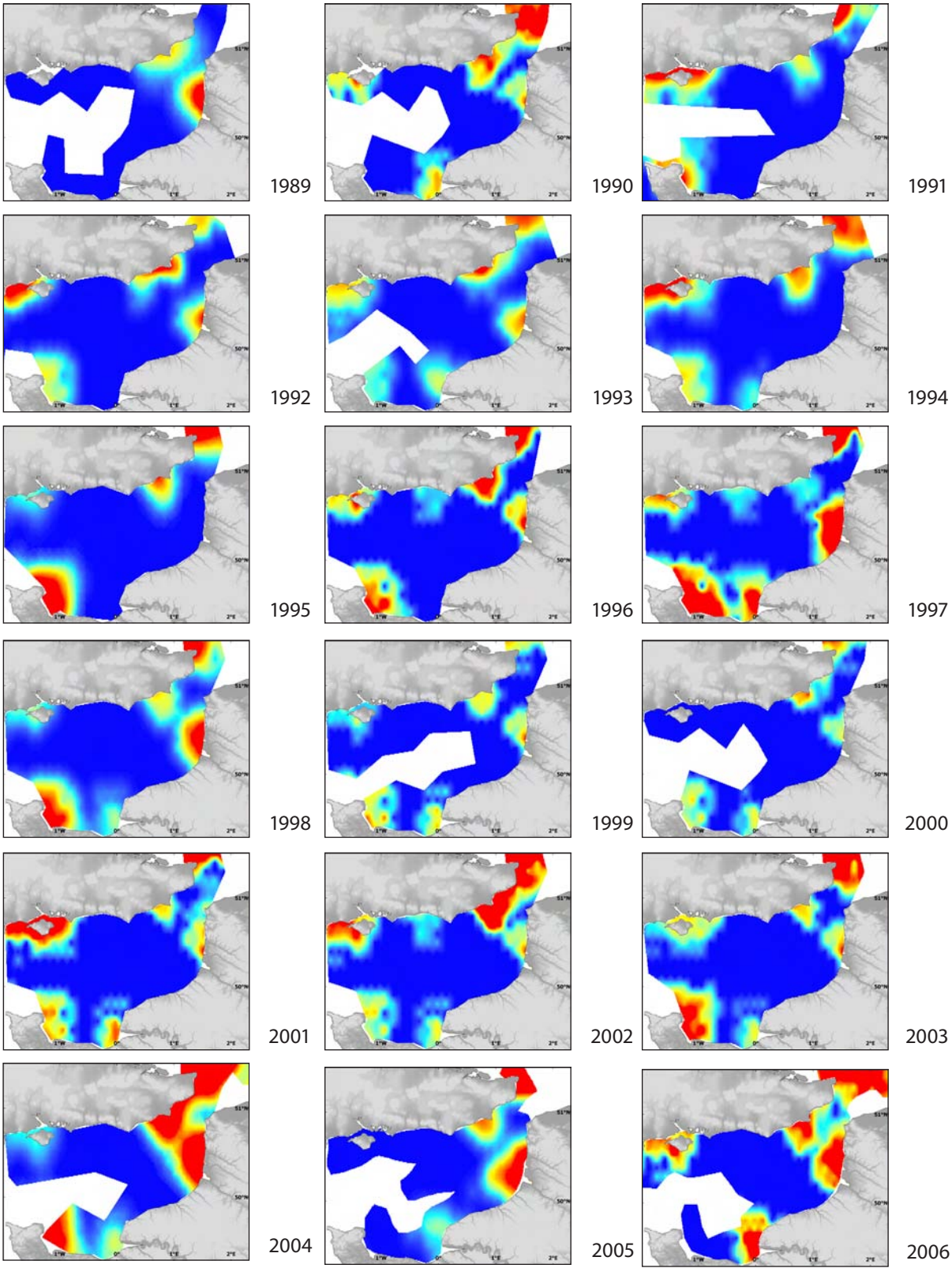
Individuals of less than one year were defined as such on the basis of their length (< 18.0 cm).

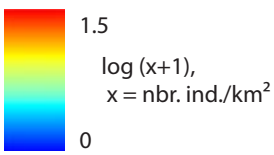
On the French side, young individuals were found off the Bays of Somme, Canche, Authie, around the Cherbourg Peninsula and a few in the Bay of Seine, in July. On the British side, they were located around Dungeness, west of the Isle of Wight and especially in the Thames estuary. The areas covered varied in size over time. The preferential habitat model did not really agree with the survey distribution. It favours very coastal zones near to estuaries on both French and British coasts but in most of these areas survey abundance levels were very low and sometimes null. The model uncertainty was higher on the coasts but very low in central areas which means that there is almost no uncertainty about the spatial extent of areas where this species is absent. The potential habitat model highlights coastal areas extending offshore as favourable, which is more coherent with survey distributions. The potential habitat model highlights areas of low temperature, weak bed shear stress and coarse sediments. The model error was almost null across the region except in the south-west, where it could reach high values.

In October, the distribution of young plaice was more spatially restricted than in July, and seemed to be concentrated the Bays of Somme, Canche, Authie and Seine. Some young individuals were also found around the Cherbourg Peninsula. Occurrence areas of young plaice did not change a lot between July and October. The kriging error was more important in the north-west of the study area, where observa-

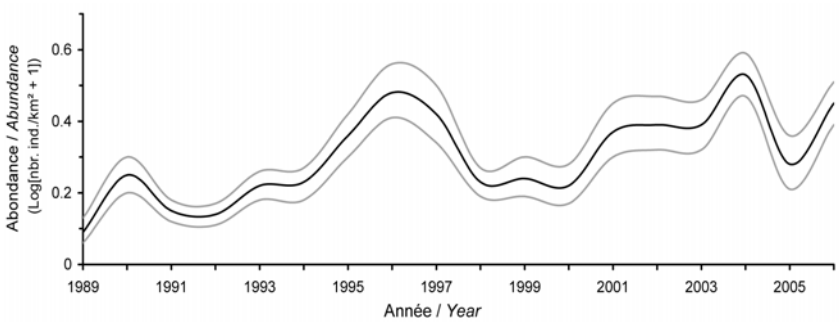
< 1 An / Year old - Pleuronectes platessa

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*



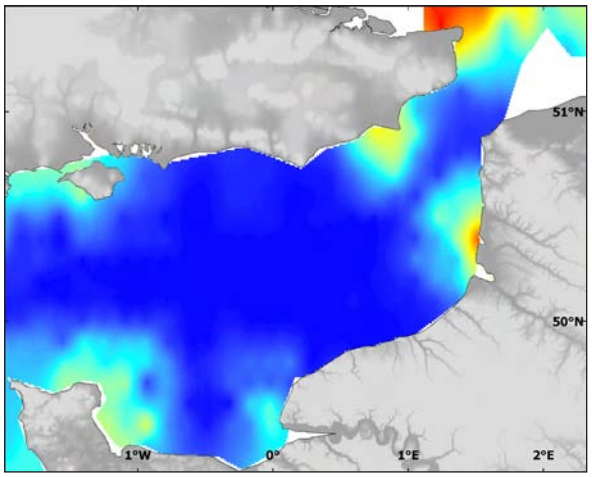


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

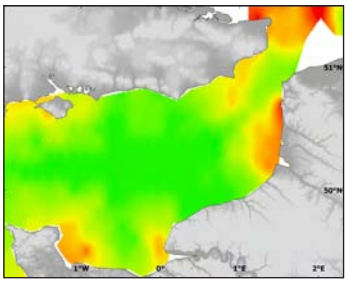


< 1 An / Year old - *Pleuronectes platessa*

Abondance moyenne en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

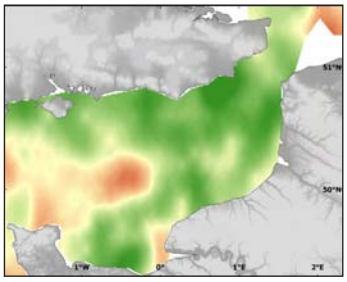


Ecart-type / *Standard deviation*



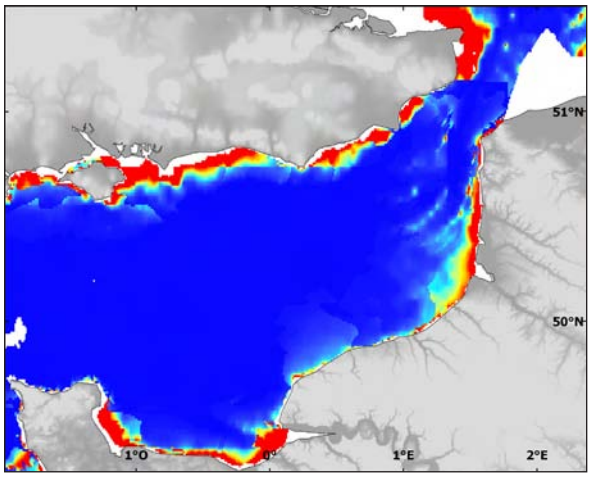
élevé/*high*
faible/*low*

Erreur de krigeage / *Kriging error*

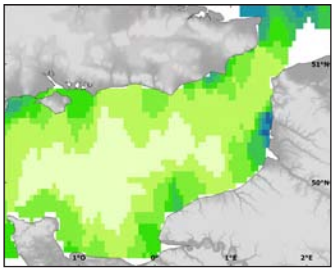


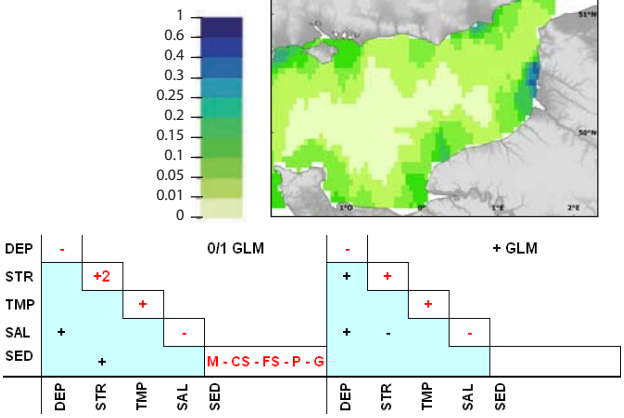
élevé/*high*
faible/*low*

Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

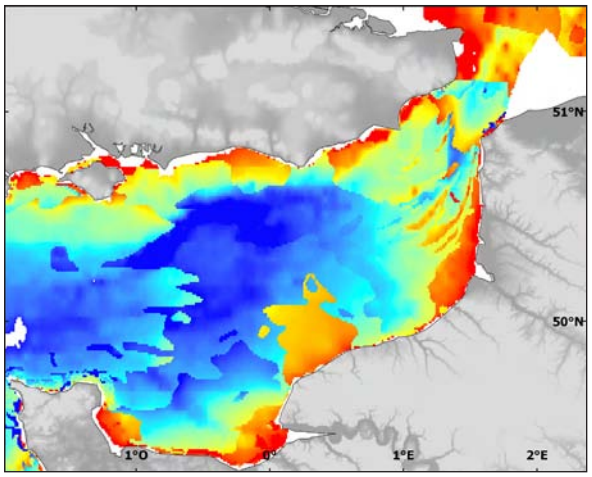


Erreur du modèle / *Model error*

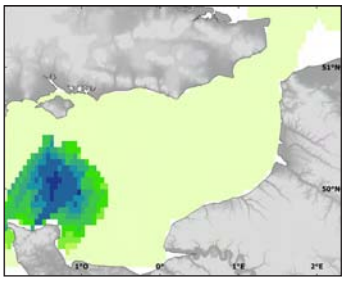


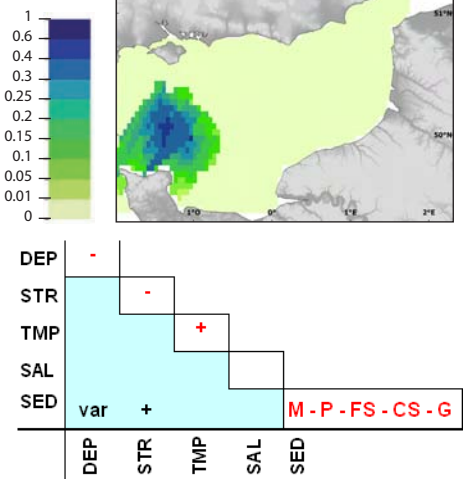


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



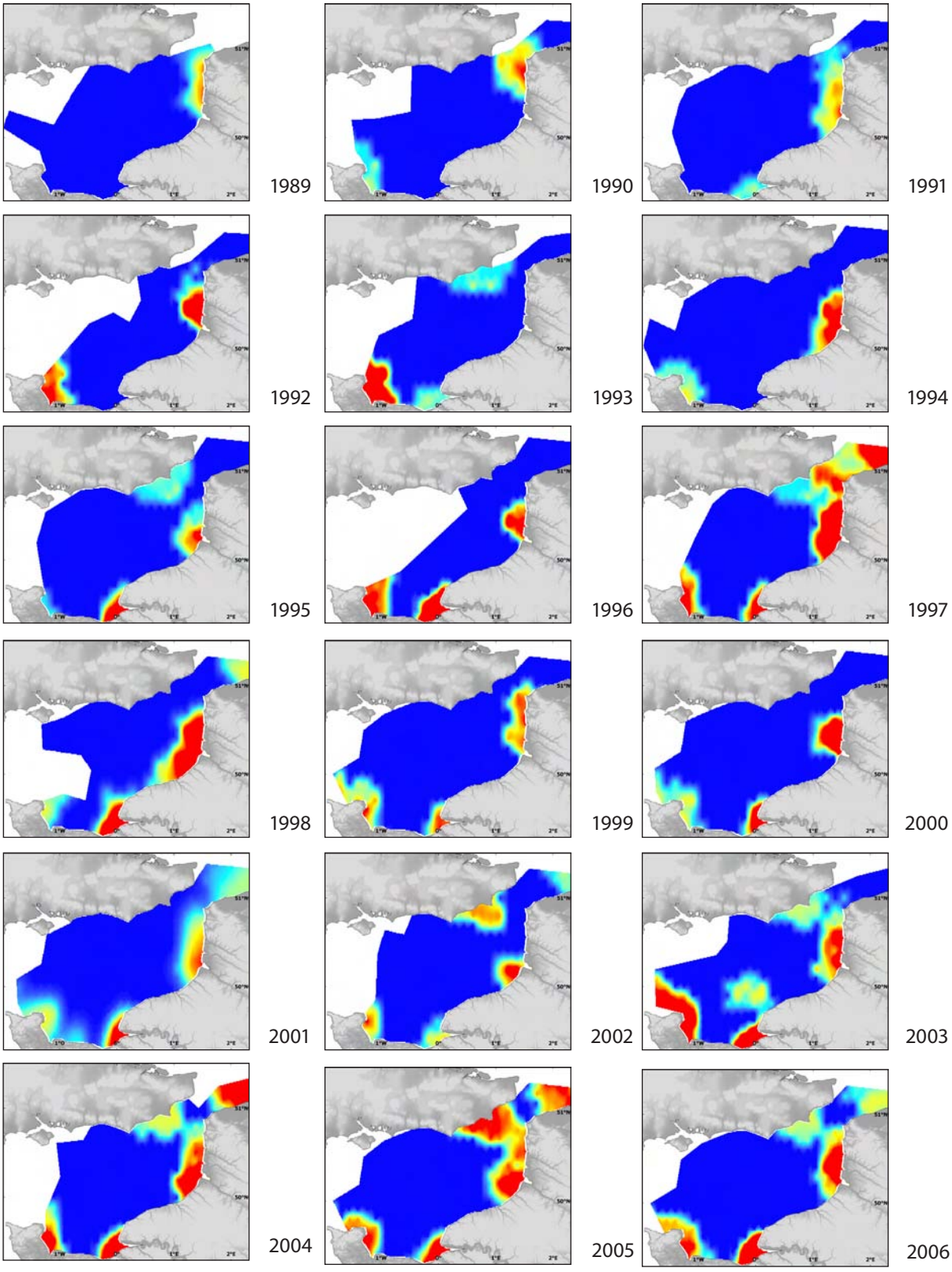
Erreur du modèle / *Model error*

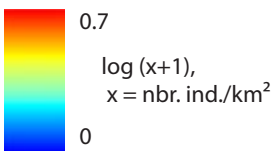




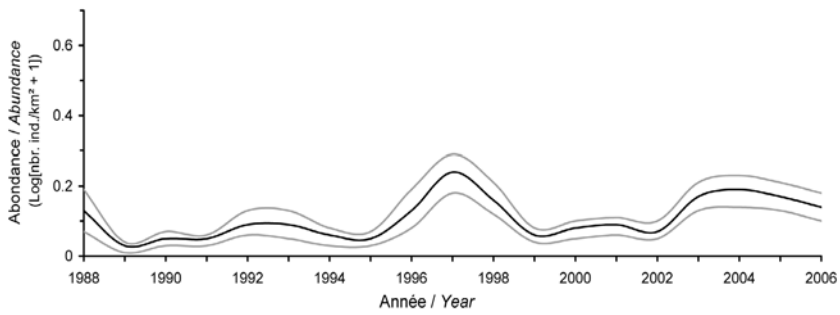
< 1 An / Year old - Pleuronectes platessa

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



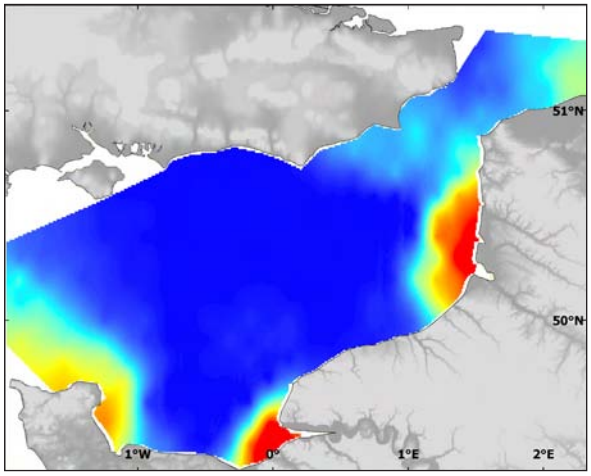


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

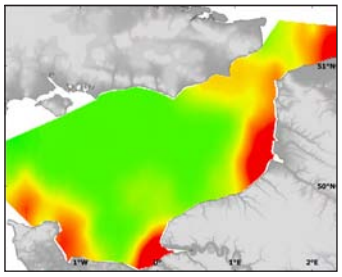


< 1 An / Year old - *Pleuronectes platessa*

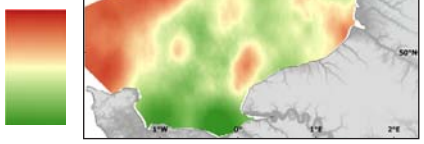
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



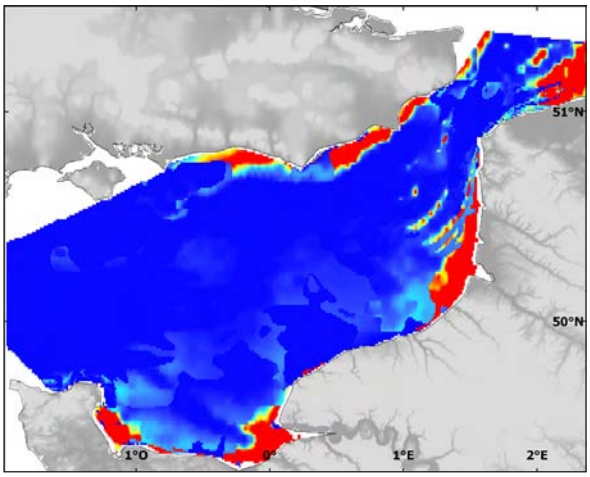
Ecart-type / *Standard deviation*

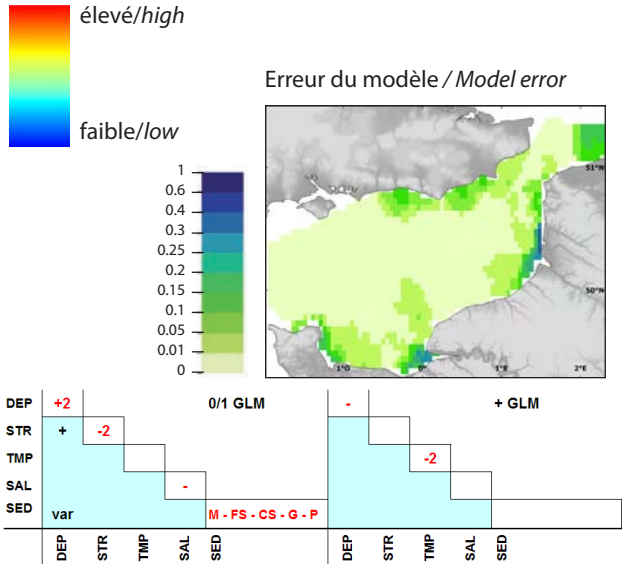


Erreur de krigeage / *Kriging error*



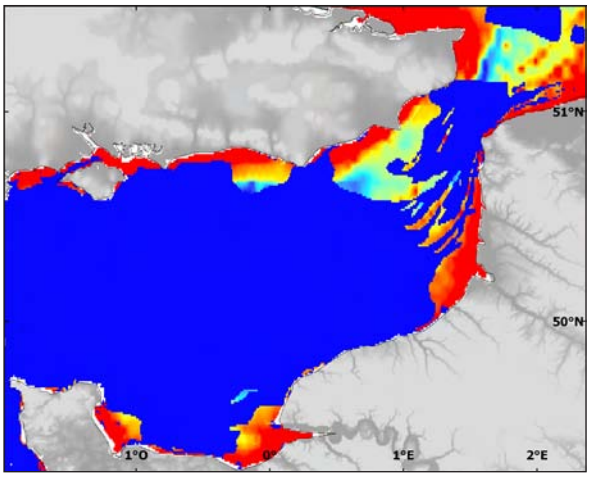
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

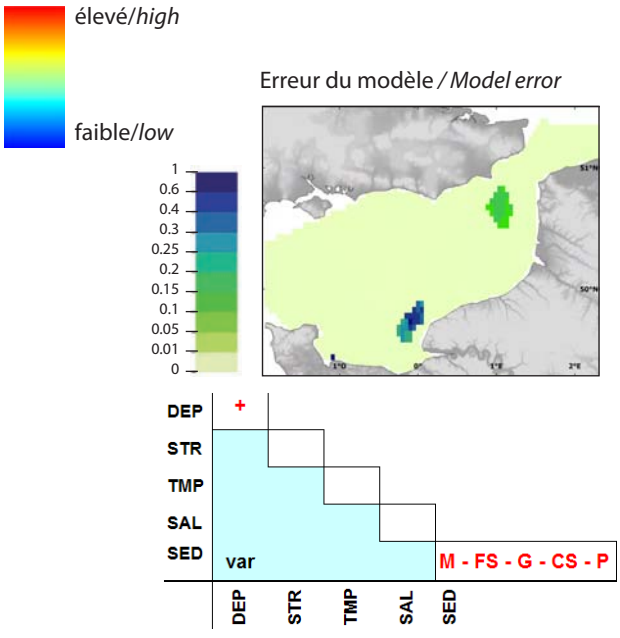




Erreur du modèle / *Model error*

Habitat potentiel enoctobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*

En octobre, la distribution des jeunes plies est moins étendue qu'en juillet et les individus semblent s'être concentrés au large des baies de Somme, Canche, Authie et Seine. On retrouve également des individus au niveau de la presqu'île du Cotentin. Les zones d'occurrence de la plie juvénile ne changent pas vraiment entre les deux saisons. L'erreur de krigeage est plus importante dans le nord-ouest de la zone où l'échantillonnage est plus clairsemé. Comme en juillet, le modèle d'habitat préférentiel favorise des habitats très côtiers au niveau des estuaires, ce qui ici concorde avec la distribution observée. Le modèle d'habitat potentiel se rapproche de celui de l'habitat préférentiel en allant un peu plus au large dans le détroit du Pas-de-Calais et le sud de la mer du Nord.

> 1 an

Les individus de plus d'un an (> 18.1 cm) sont échantillonnés dans les mêmes zones que les plus jeunes mais leur distribution s'étend plus au large.

En juillet, ils sont présents en forte proportion dans tout le détroit du Pas-de-Calais, dans le sud de la mer du Nord et dans les baies de Seine et des Veys. Aucun individu n'a été trouvé dans la partie centrale de la Manche orientale où les eaux sont plus profondes. Le modèle d'habitat préférentiel prédit bien la distribution observée, favorisant les zones à faibles profondeurs mais avec des courants de marées assez importants. Le modèle d'habitat potentiel est beaucoup plus optimiste, étendant les zones favorables, plus au large.

En octobre, la distribution semble se resserrer près des côtes. Beaucoup d'individus sont présents le long des côtes d'Opale ou belge et autour de Dungeness. Des zones d'abondance apparaissent également dans les baies de Seine et des Veys. L'erreur de krigeage est toujours associée aux zones où l'échantillonnage est plus épars. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel sont en accord avec les abondances de campagnes, toutefois l'erreur du modèle d'habitat préférentiel n'est pas négligeable. Le modèle d'habitat potentiel illustre l'affinité de cette espèce pour les fonds sableux à graveleux dans des zones de températures moyennes à faible profondeur et où les courants de marées se font ressentir.

tions were more sparse. As in July, the preferential habitat model strongly favoured coastal areas close to estuaries, which this time agrees with the survey data. The potential habitat model resembles the preferential habitat model but exhibits a more dispersed offshore spatial distribution in the Dover Strait as well as in the southern North Sea.

> 1 year old

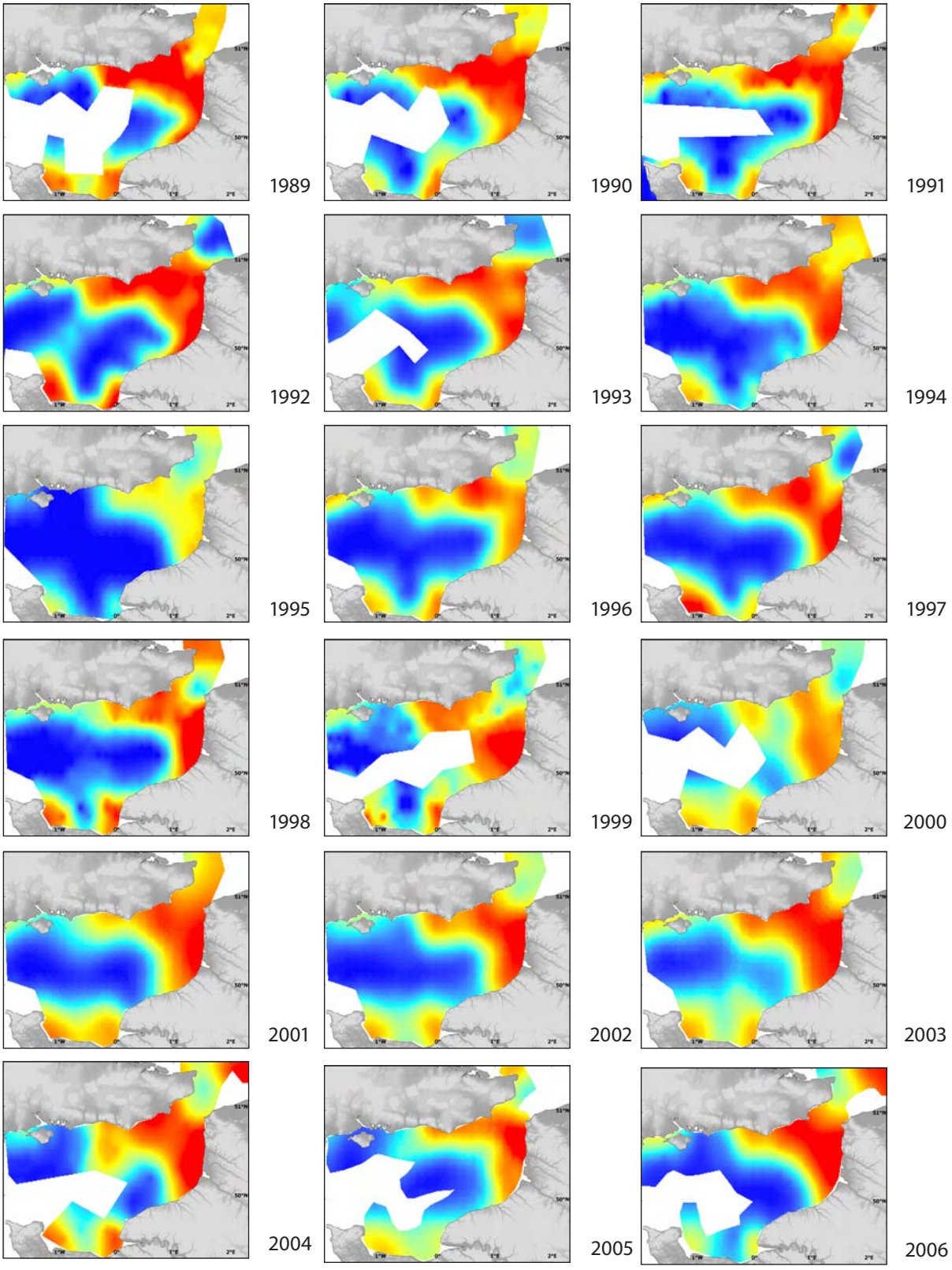
Older than one year individuals (length > 18.1 cm) were found in the same areas as younger ones but had a more offshore distribution pattern.

In July, high abundance levels were found in all of the Dover Strait, in the southern North Sea and in the Bays of Seine and Veys. No individual was found in the central Channel where waters are deeper. The preferential habitat model predicts the survey distribution well, favouring shallow waters with quite strong tidal currents. The potential habitat model was more optimistic, extending favourable habitats further offshore.

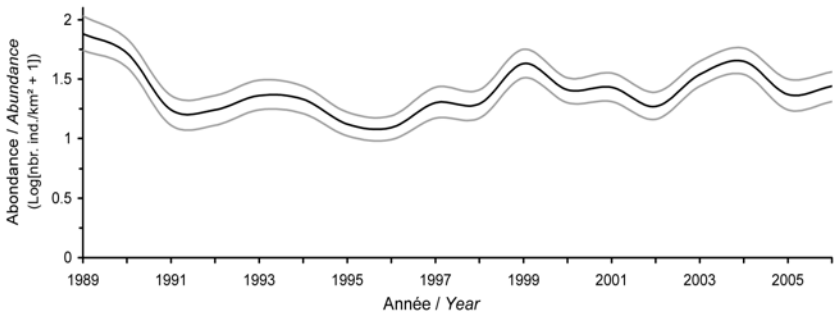
In October, the distribution pattern seemed to contract along the coasts. Many individuals were found along the Opale and Belgium coasts and around Dungeness. Some patches occured in the Bays of Seine and Veys. The kriging error was again associated with more sparse observations. The preferential and potential habitat models agreed with survey abundance levels though the preferential habitat model error was not negligible. The potential habitat model illustrates the affinity of this species for the sandy to gravely sediment types, shallow areas displaying average temperature conditions and where tidal currents can be strong.

> 1 An / Year old - *Pleuronectes platessa*

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*

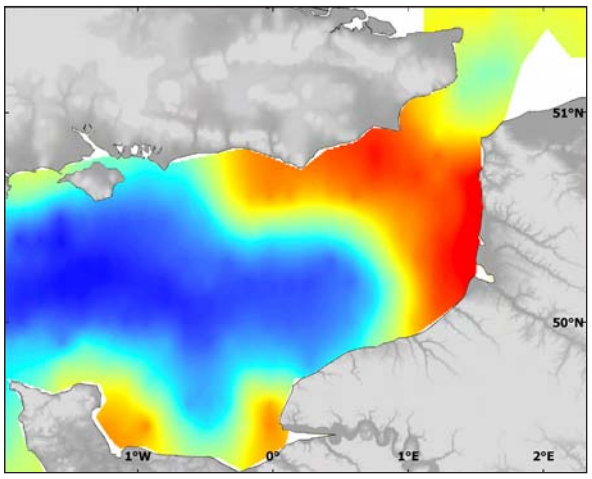


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



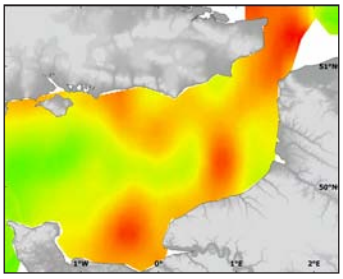
> 1 An / Year old - *Pleuronectes platessa*

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

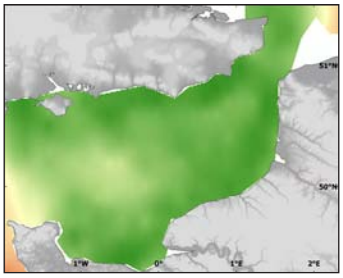


élevé/*high*
faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*

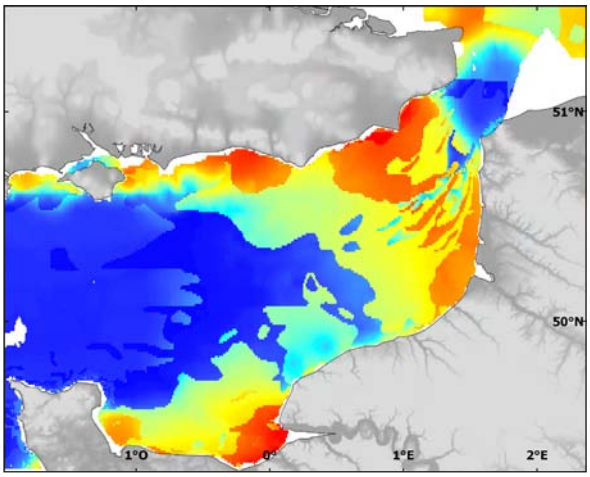


Erreur de krigeage / *Kriging error*

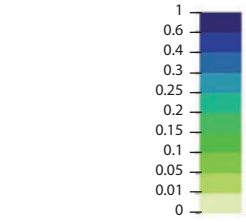


élevé/*high*
faible/*low*

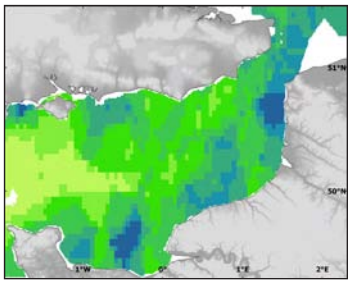
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

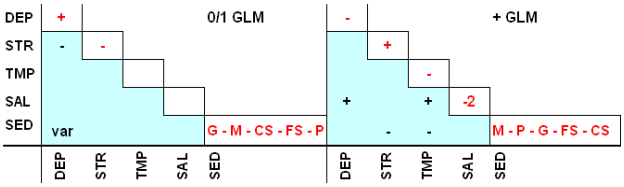


élevé/*high*
faible/*low*

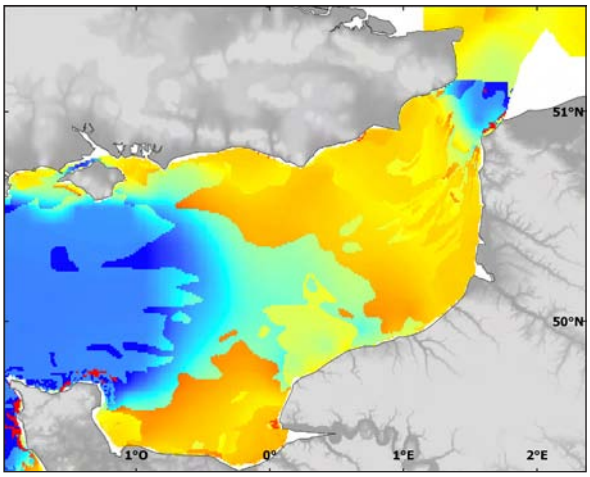


Erreur du modèle / *Model error*

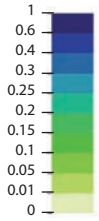




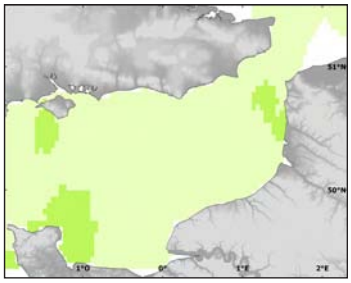
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

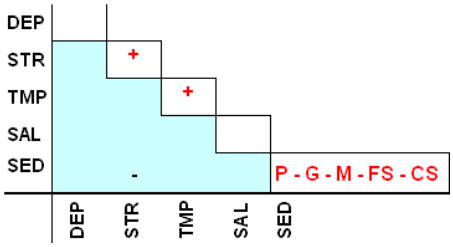


élevé/*high*
faible/*low*



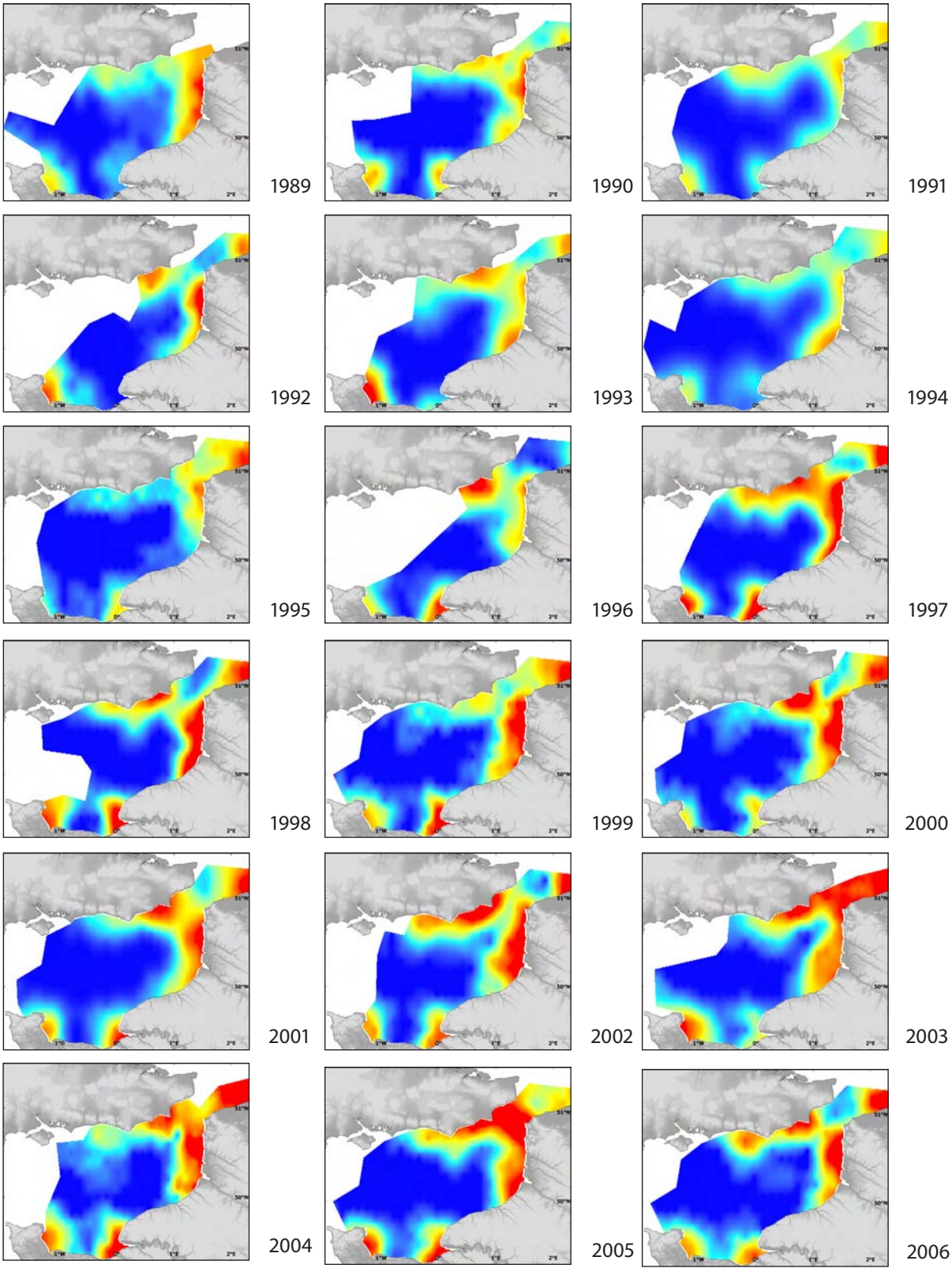
Erreur du modèle / *Model error*

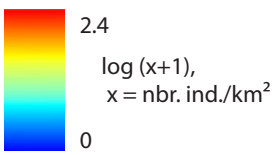




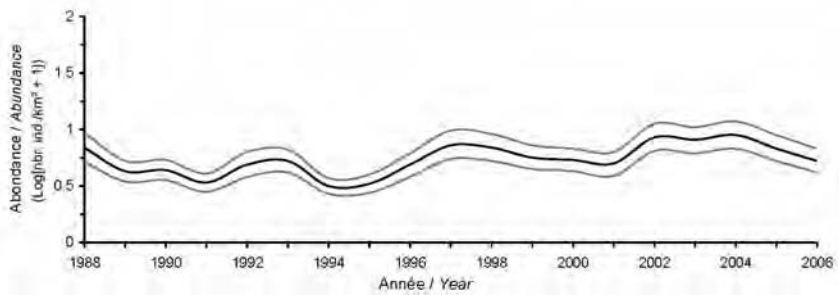
> 1 An / Year old - *Pleuronectes platessa*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



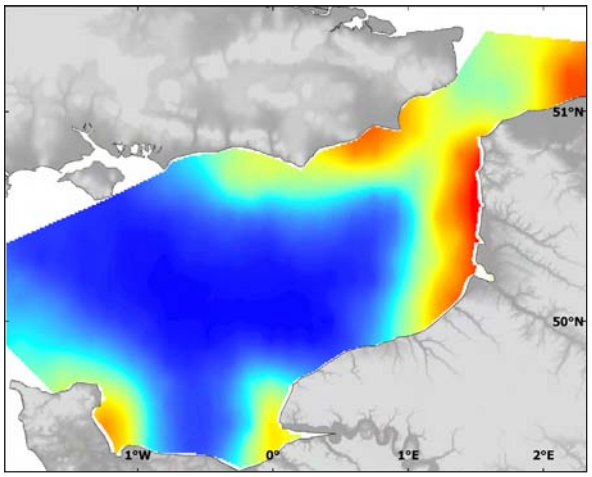


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



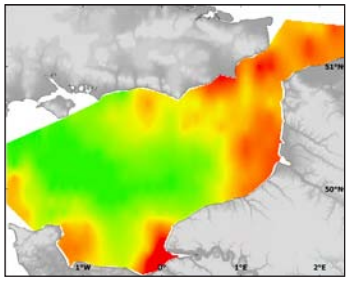
> 1 An / Year old - *Pleuronectes platessa*

Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)

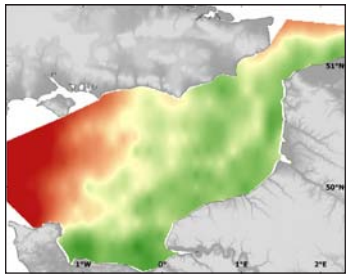


élevé/*high*
faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*

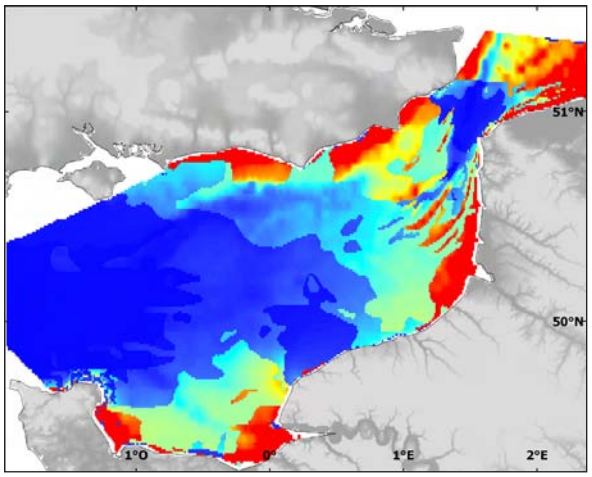


Erreur de krigeage / *Kriging error*



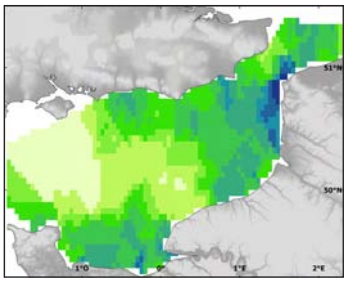
élevé/*high*
faible/*low*

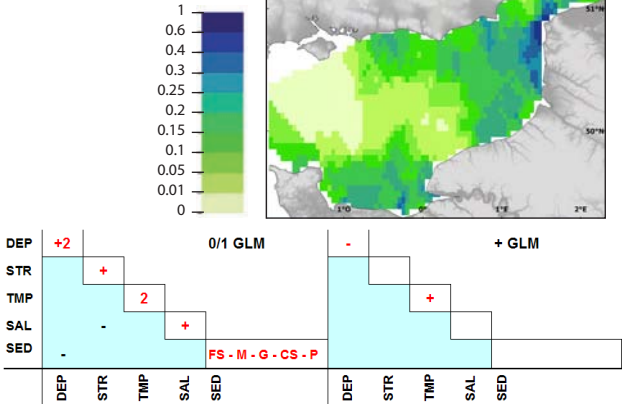
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



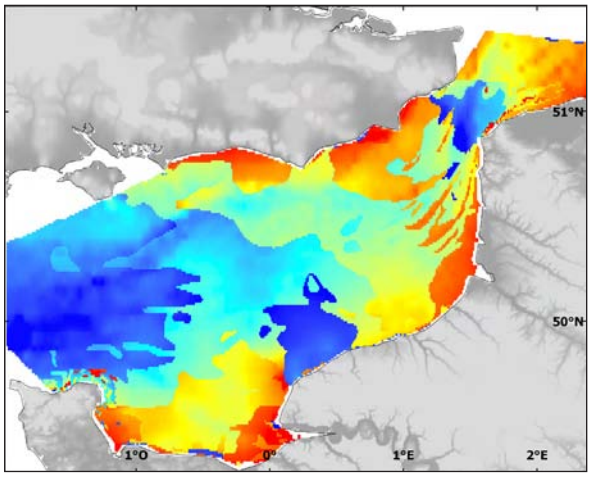
élevé/*high*
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



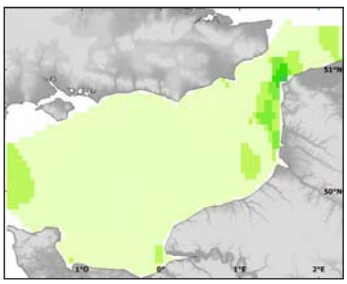


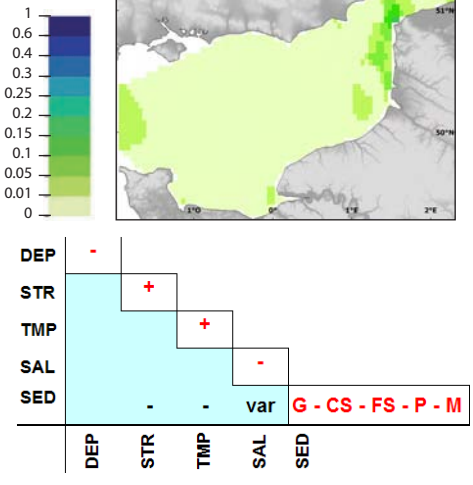
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



élevé/*high*
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



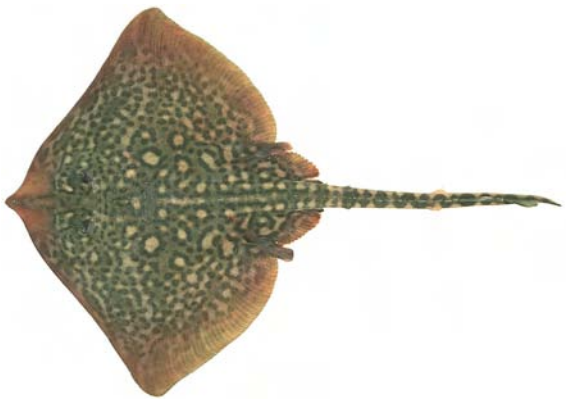


Raja clavata

Linnaeus,1758

Raie bouclée
Thornback ray, Roker

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Elasmobranchii
Ordre-Order : Rajiformes
Famille-Family : Rajidae



© IFREMER

Biologie - La raie bouclée adulte se nourrit essentiellement de crustacés et de poissons, plus quelques polychètes et mollusques. Les raies sont ovipares à fécondation interne et l'accouplement peut avoir lieu toute l'année. En Manche, la femelle pond les œufs par paires, les déposant sur le sable ou la vase entre février et septembre avec un maximum en juin. Les œufs sont des capsules oblongues de 6 à 9 cm de long sur 5 à 7 cm de large avec des pointes rigides aux 4 coins. L'éclosion a lieu après 4 à 5 mois d'incubation et les juvéniles apparaissent donc en août-décembre sur le littoral de la Manche. La croissance les premières années est très rapide (entre 8 et 14 cm par an), une raie de 3 ans mesurant environ 45 cm.

Caractères démographiques - Taille maximale 115 cm ; taille commune 40-105 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 20 ans ; âge et taille à maturité 7-9 ans et 50-95 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 118 cm, taux de croissance k = 0.14 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (moins de 100 œufs par femelle).

Environnement - Espèce démersale vivant essentiellement sur les fonds durs (roches, graviers) et sableux du plateau continental et du haut du talus entre 10 et 200 m de profondeur. Poisson préférant les eaux marines et les climats subtropicaux à tempérés.

Répartition géographique - Atlantique est, du sud de la Norvège et du nord des îles britanniques jusqu'à la Mauritanie, dont la mer Baltique, rare au sud de Islande et au nord de la Norvège ; mer Méditerranée, dont la mer Noire.

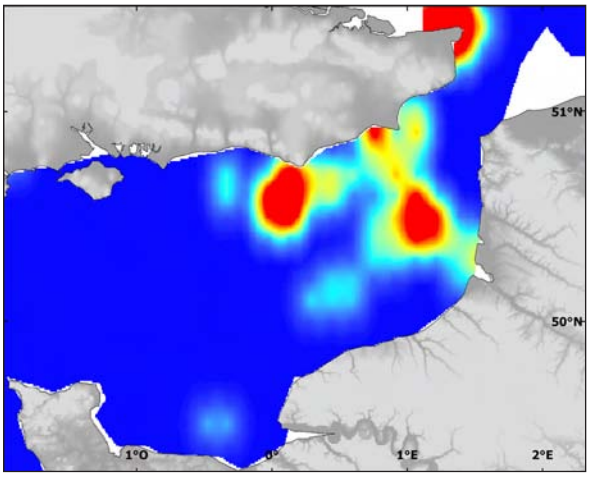
Biology - Adult thornback rays feed mainly on crustaceans and fish, plus a few polychaetes and molluscs. Rays are oviparous with internal fertilisation, and mating may occur at any time during the year. In the English Channel, females lay paired eggs on sand or mud between February and September with a peak in June. Eggs are oblong capsules with stiff pointed horns at the corners. Hatching occurs after 4 to 5 months incubation and juveniles are first seen in August-December in the coastal waters of the English Channel. Juveniles grow very fast during the first few years (8 to 14 cm per year), so that a 3 year old ray reaches about 45 cms in length.

Life history parameters - Maximum length 115 cm; common length 40-105 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 20 years; age and length at maturity 7-9 years and 50-95 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 118 cm, growth rate k = 0.14 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (less than 100 eggs per female).

Environment - A demersal species that lives on hard (rock, gravels) and sandy substrates of the continental shelf and the upper slope between 10 and 200 m in depth. The species prefers marine waters from subtropical to temperate climates.

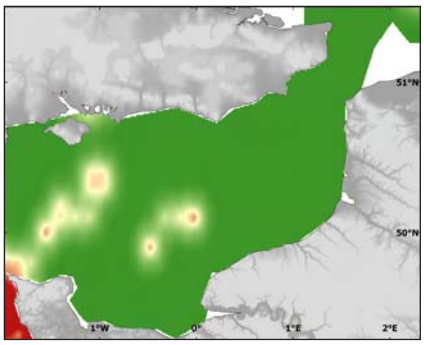
Geographical distribution - Eastern Atlantic, from southern Norway and the northern British Isles down to Mauritania, including the Baltic Sea, Mediterranean and Black seas. It is rare south of Iceland and north of Norway.

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006) /
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

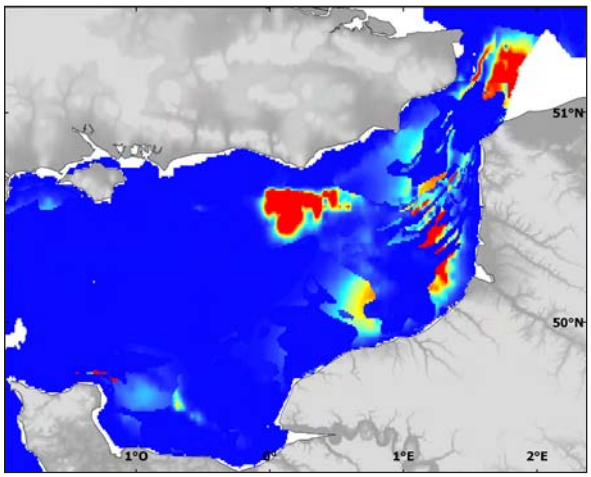


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

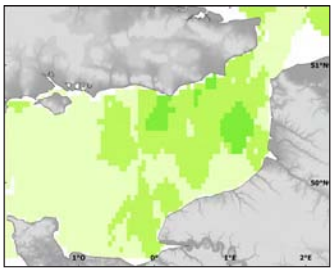
Erreur de krigeage
Kriging error

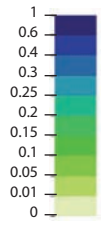


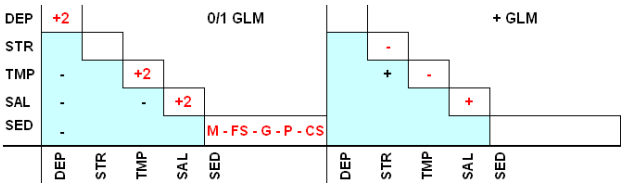
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



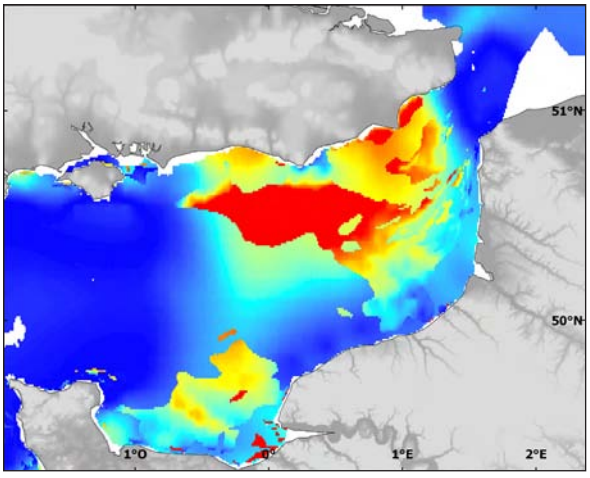
Erreur du modèle / *Model error*



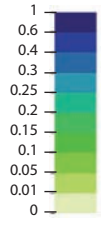


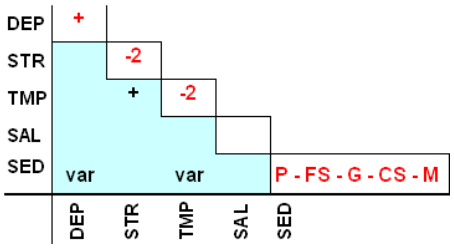


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



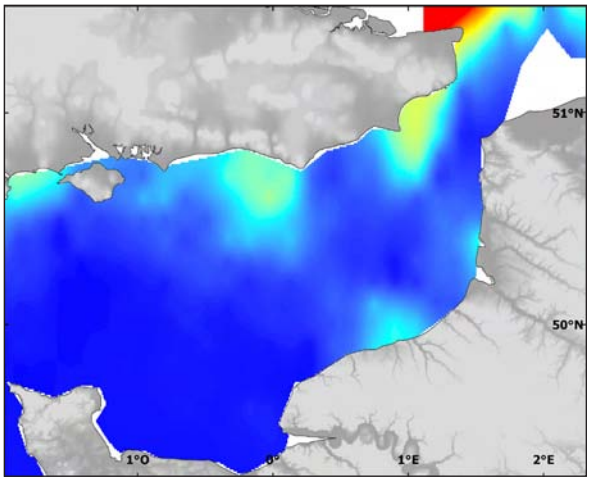
Erreur du modèle / *Model error*





Mâle & femelle / Male & female, > 1 An / Year old - Raja clavata

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006) /
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

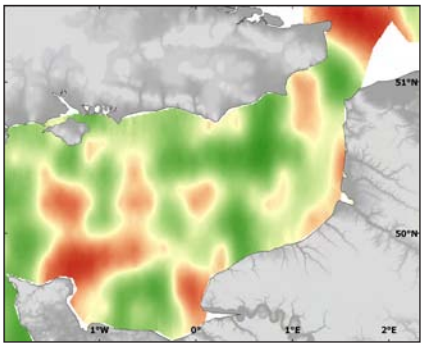


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

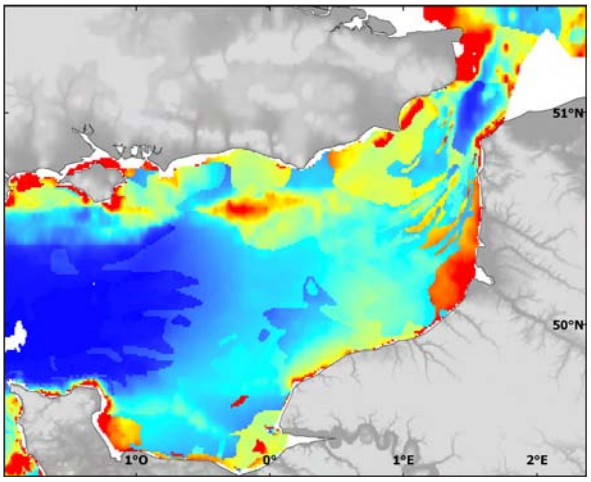
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

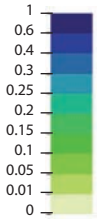


Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

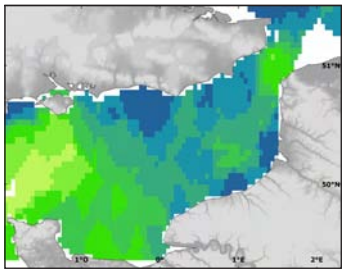


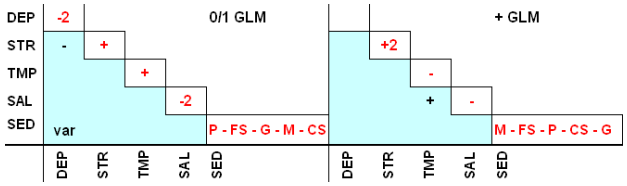
élevé/*high*

faible/*low*

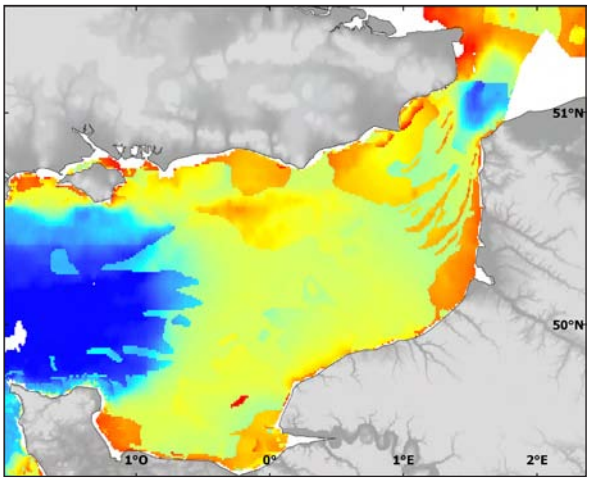


Erreur du modèle / *Model error*



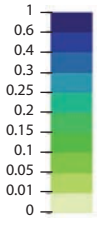


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

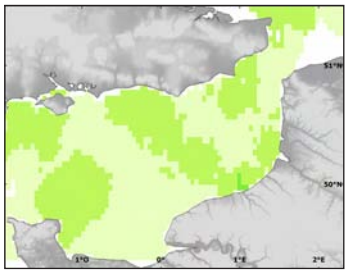


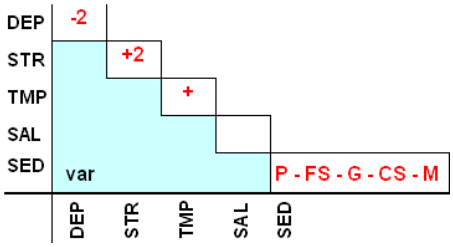
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*



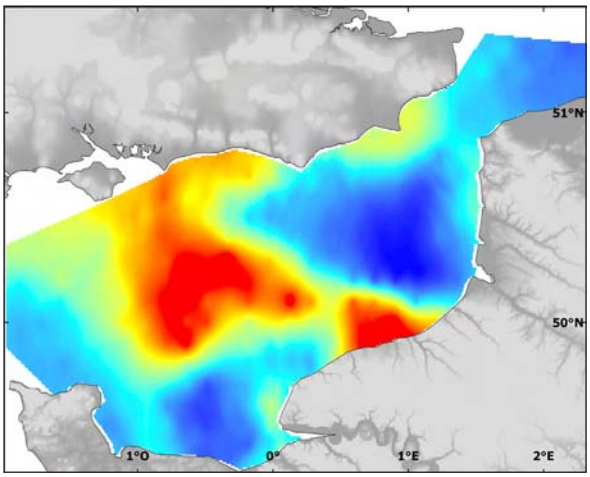


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

Mâle & femelle / Male & female, Tous âges confondus / Fish of all ages - Raja clavata

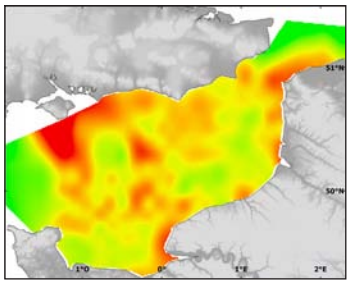
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)



élevé/*high*

faible/*low*

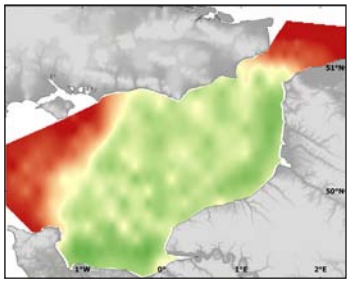
Ecart-type / *Standard deviation*



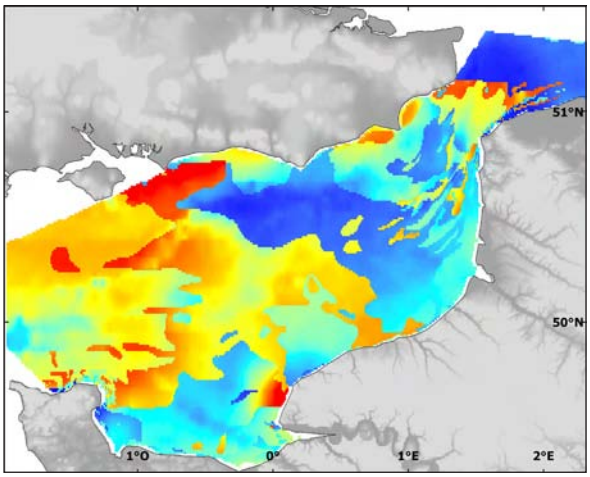
Erreur de krigeage / *Kriging error*

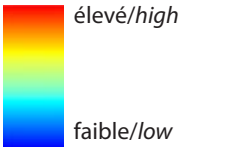
élevé/*high*

faible/*low*

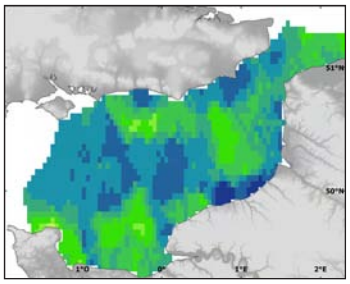


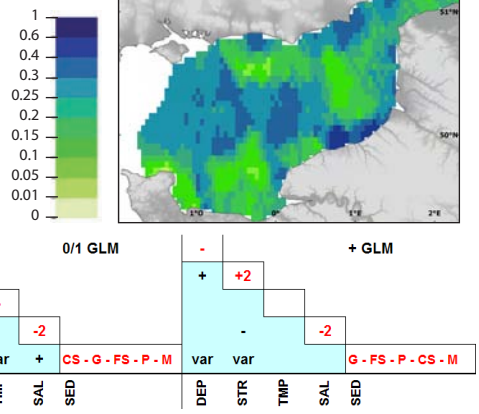
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



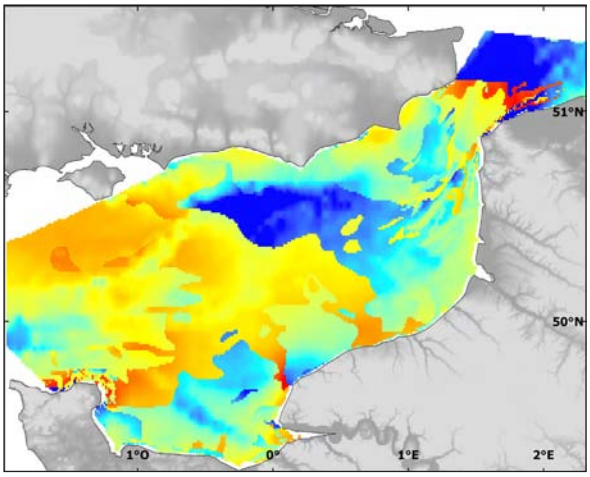


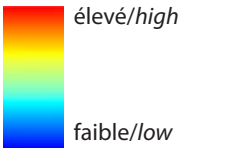
Erreur du modèle / *Model error*



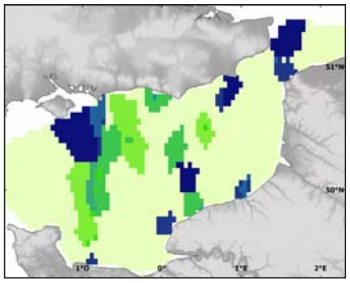


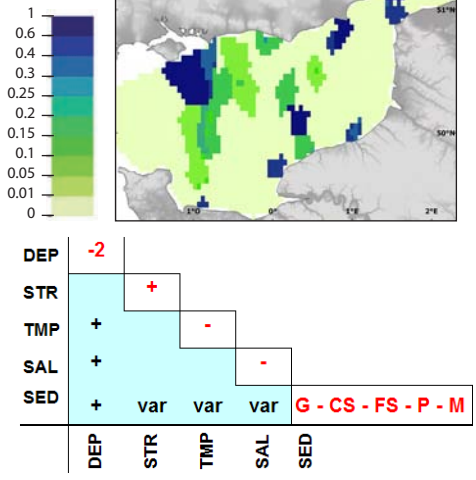
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*



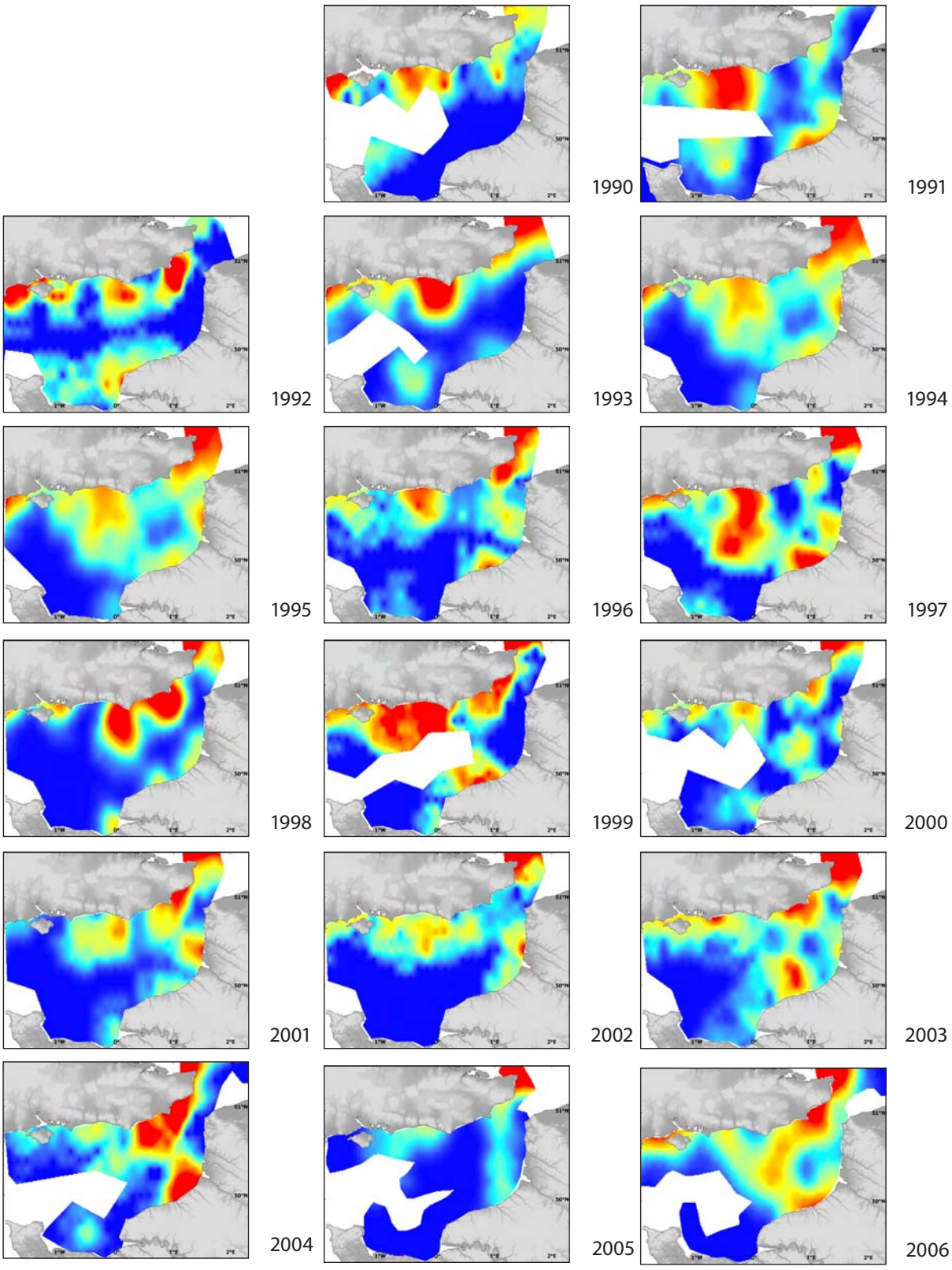


< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / ALL AGES

Femelle / Female, > 1 an / year old - Raja clavata

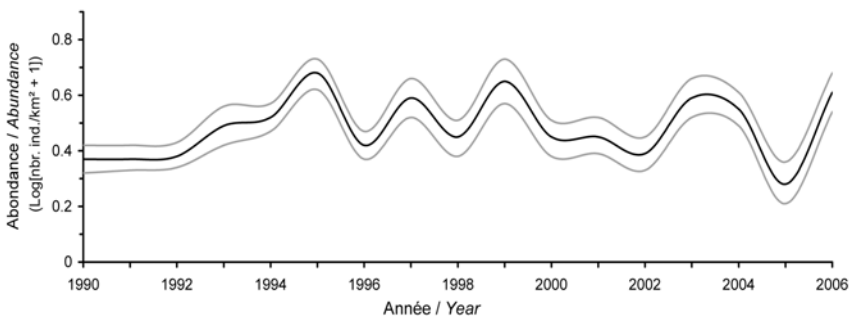
Abondance en juillet (BTS, 1990-2006) / *Abundance in July (BTS, 1990-2006)*



< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

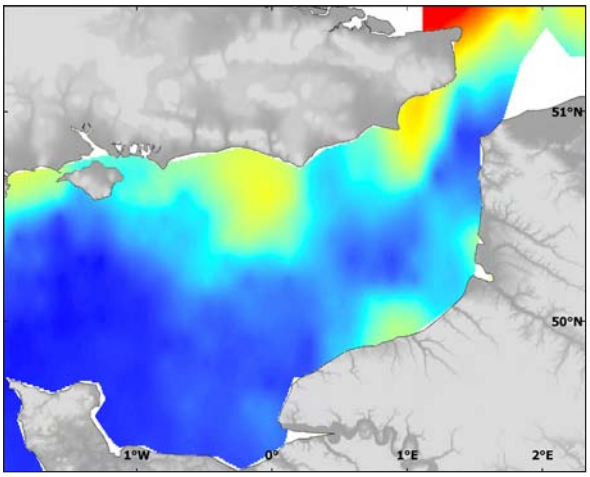
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



Femelle / Female, > 1 an / year old - Raja clavata

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1990-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1990-2006)

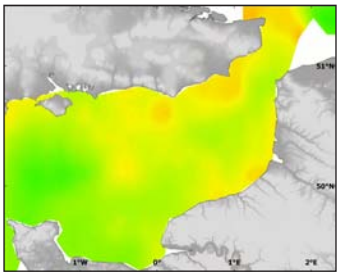
log (x+1),
x= nbr. ind./km²



élevé/*high*

faible/*low*

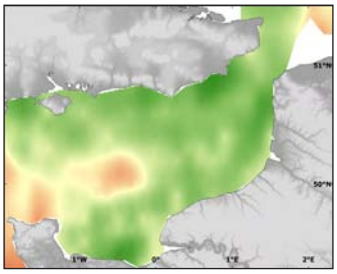
Ecart-type / *Standard deviation*



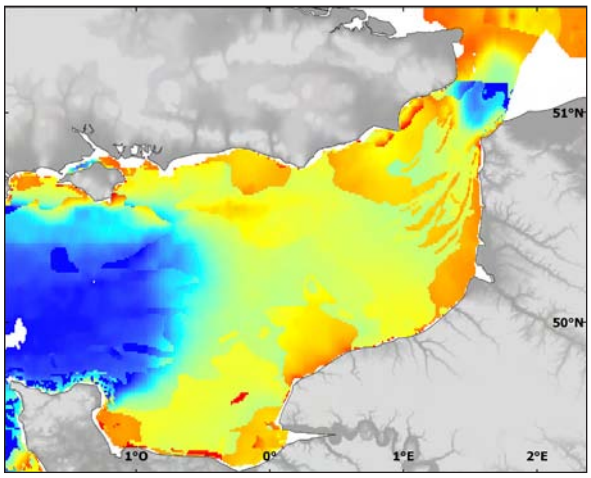
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*

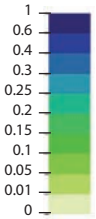


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

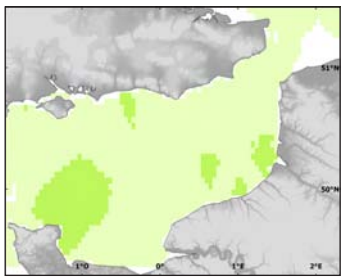


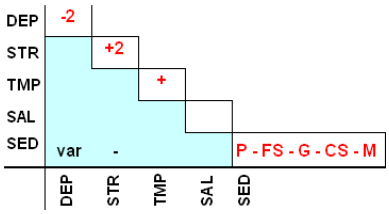
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*



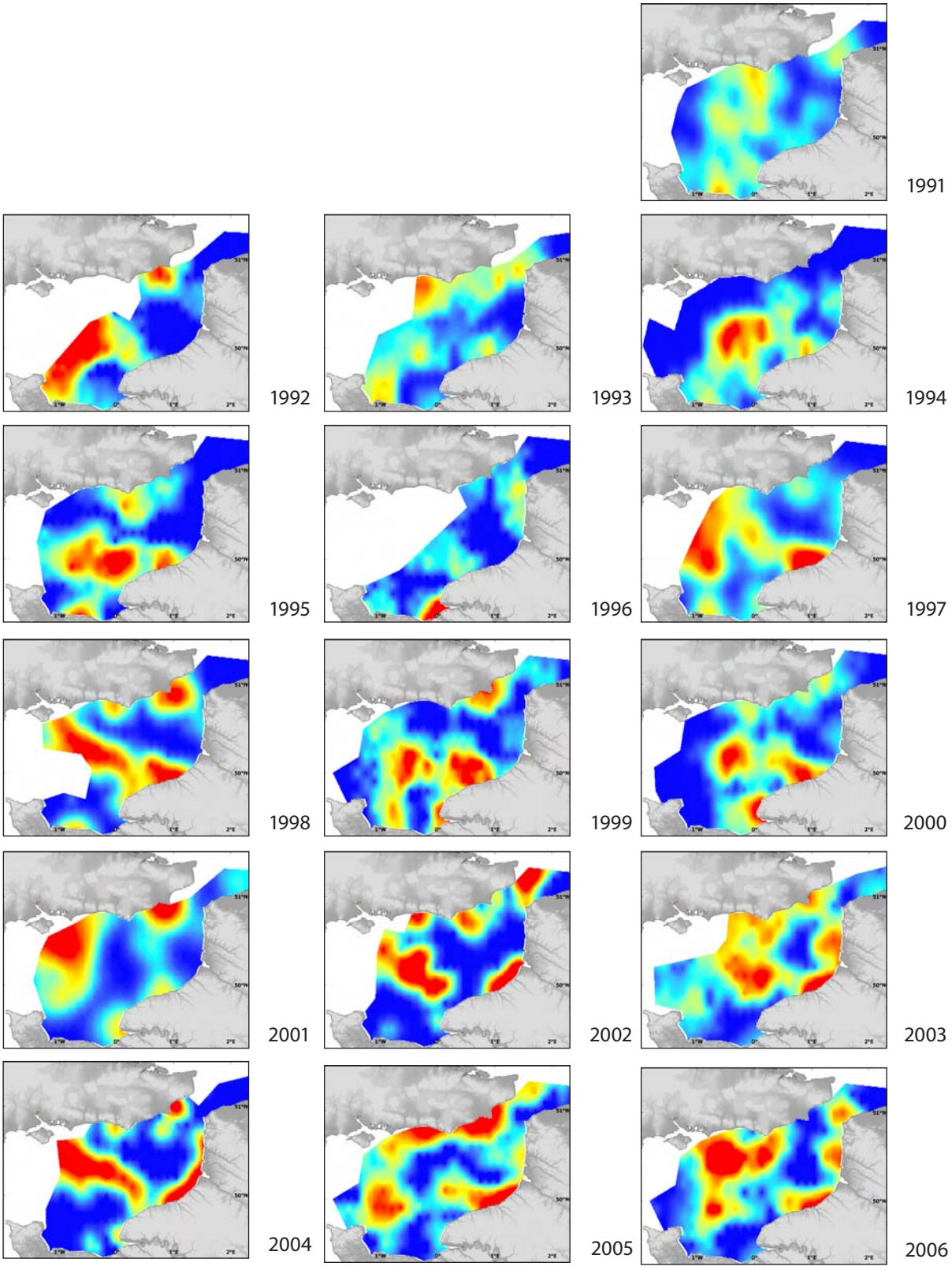


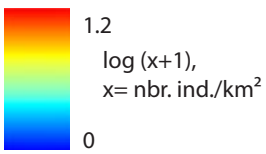
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

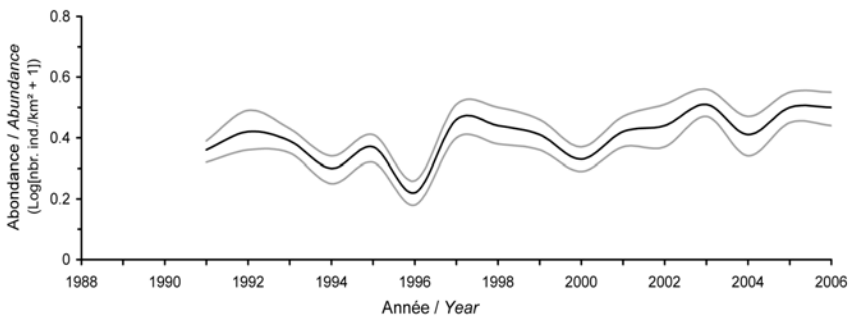
Femelle / Female, Tous âges confondus / Fish of all ages - Raja clavata

Abondance en octobre (CGFS, 1991-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1991-2006)*



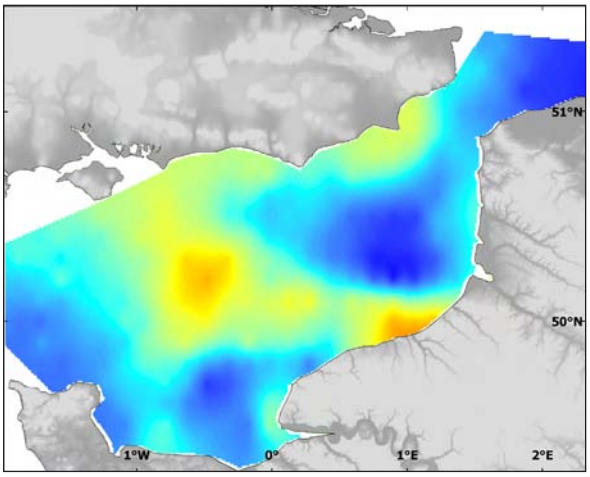


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

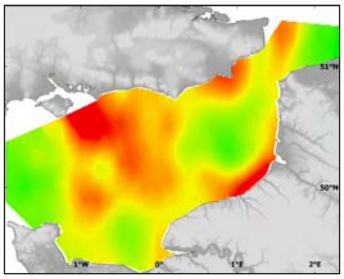


Femelle / Female, Tous âges confondus / Fish of all ages- Raja clavata

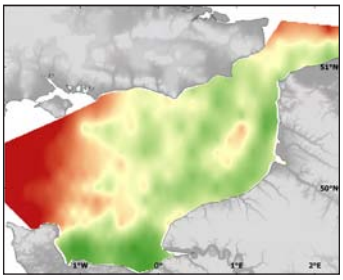
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1991-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1991-2006)



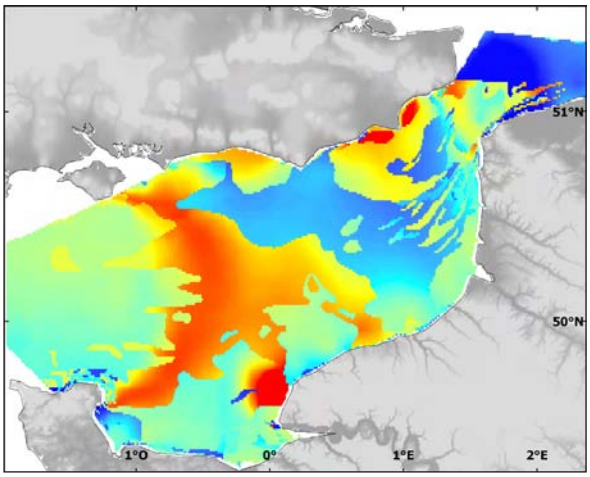
Ecart-type / *Standard deviation*



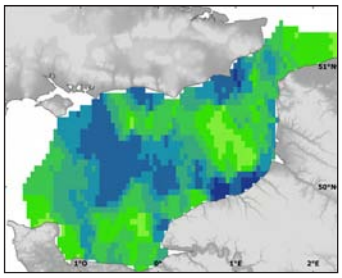
Erreur de krigeage / *Kriging error*

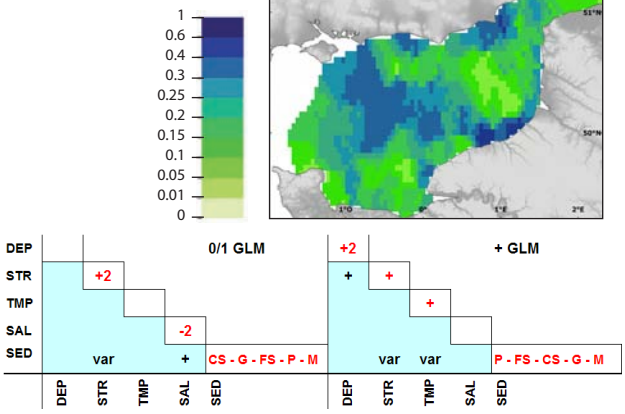


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

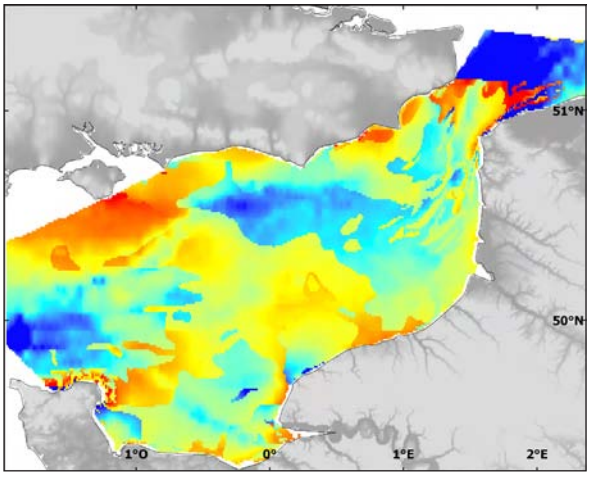


Erreur du modèle / *Model error*

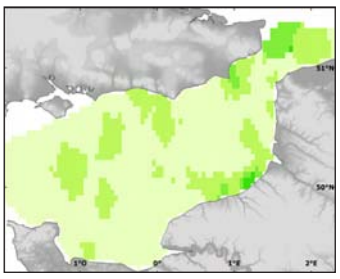


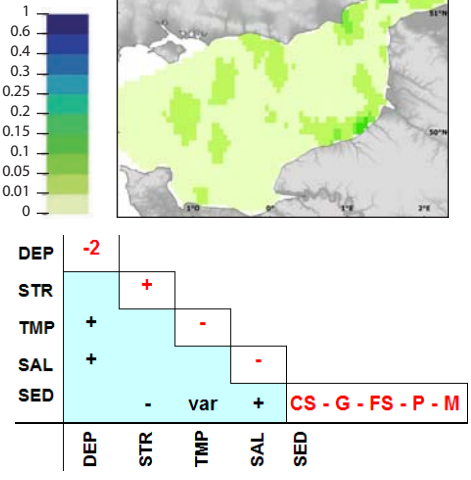


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



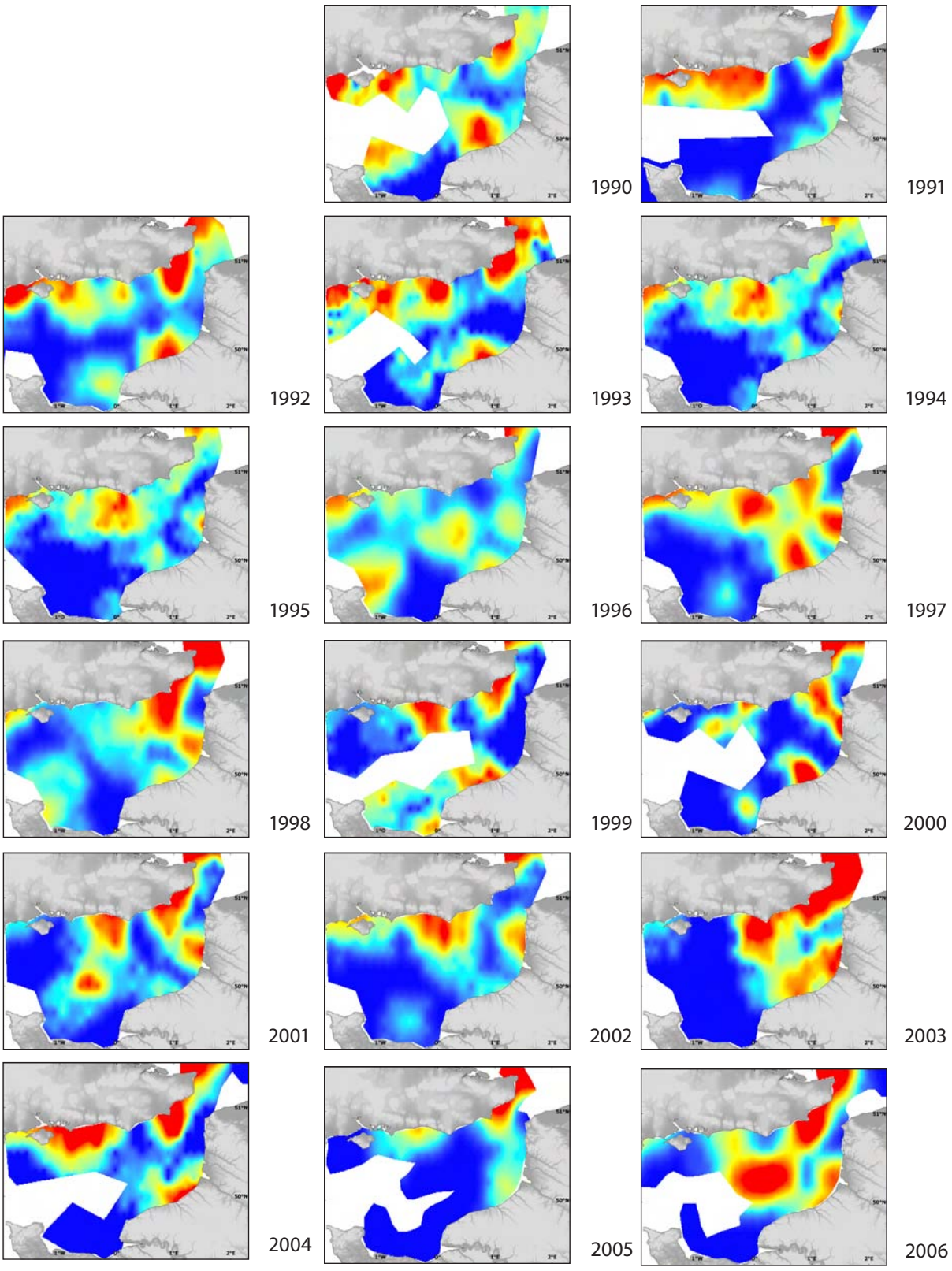


< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / ALL AGES

Mâle / Male, > 1 an / year old - Raja clavata

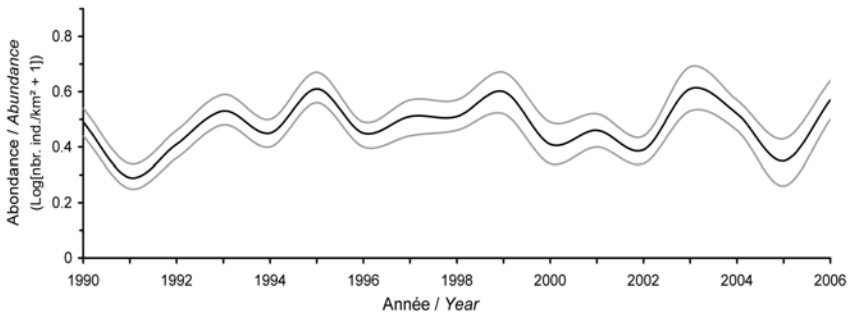
Abondance en juillet (BTS, 1990-2006) / *Abundance in July (BTS, 1990-2006)*



< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

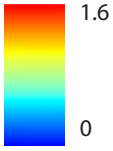
Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

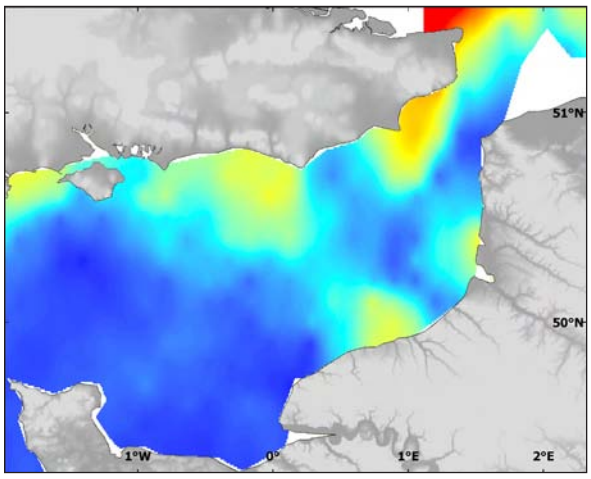


Mâle / Male, > 1 an / year old - Raja clavata

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1990-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1990-2006)

log (x+1),
x= nbr. ind./km^2

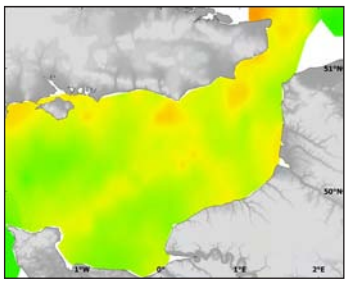




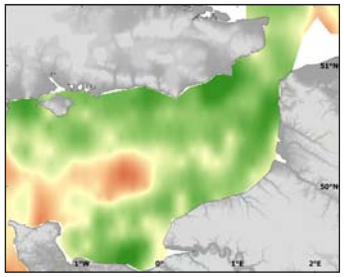
élevé/*high*

faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*



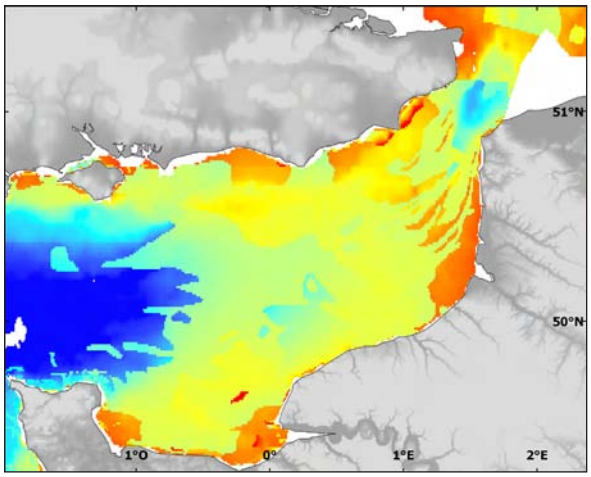
Erreur de krigeage / *Kriging error*



élevé/*high*

faible/*low*

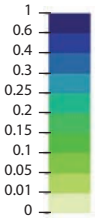
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

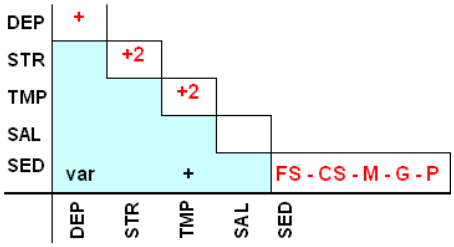


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



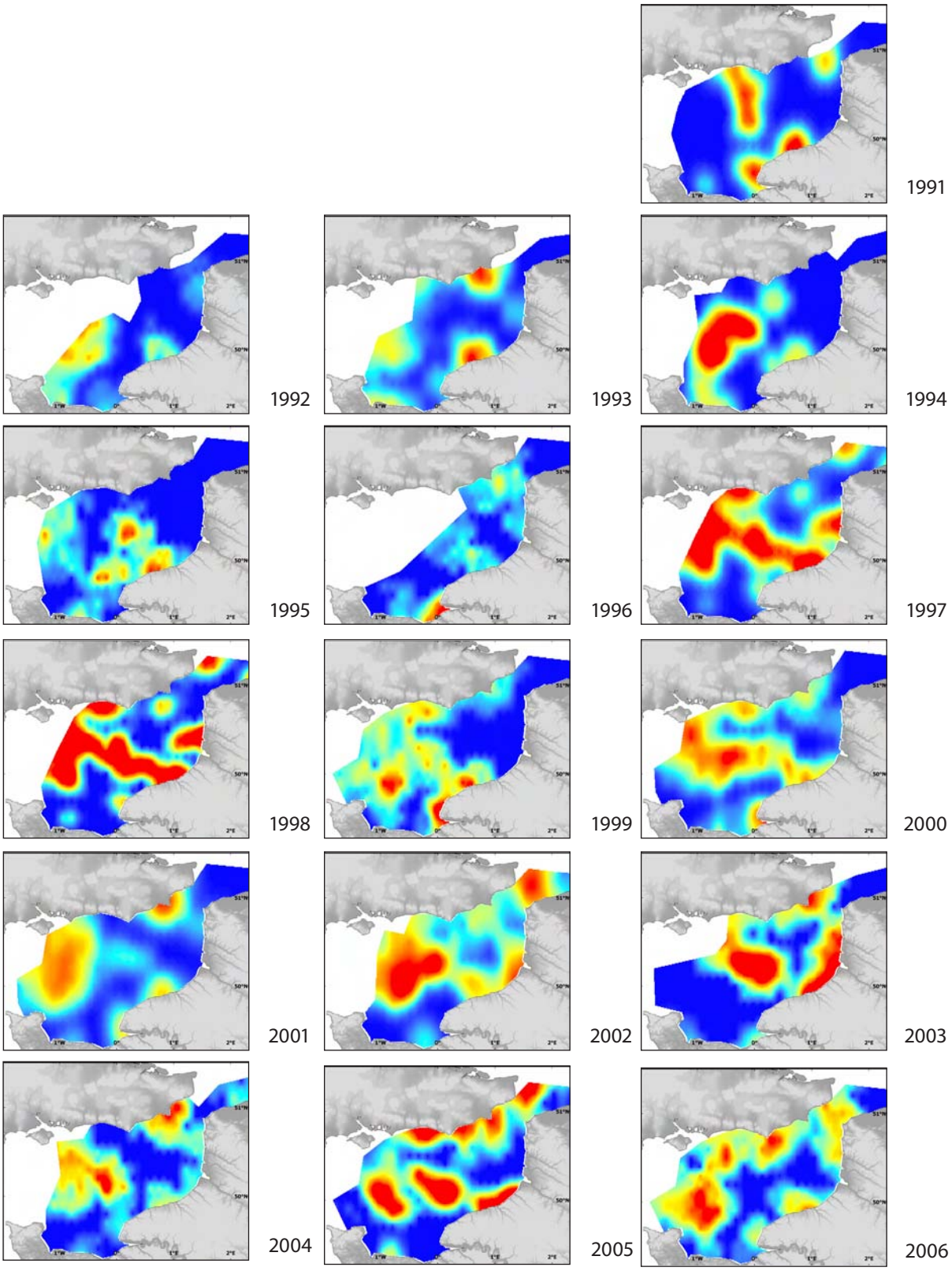


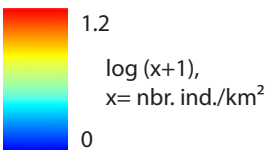
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

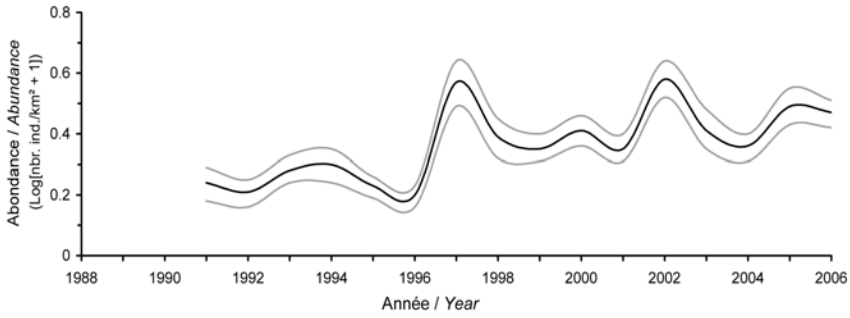
Mâle / Male, Tous âges confondus / Fish of all ages - Raja clavata

Abondance en octobre (CGFS, 1991-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1991-2006)*



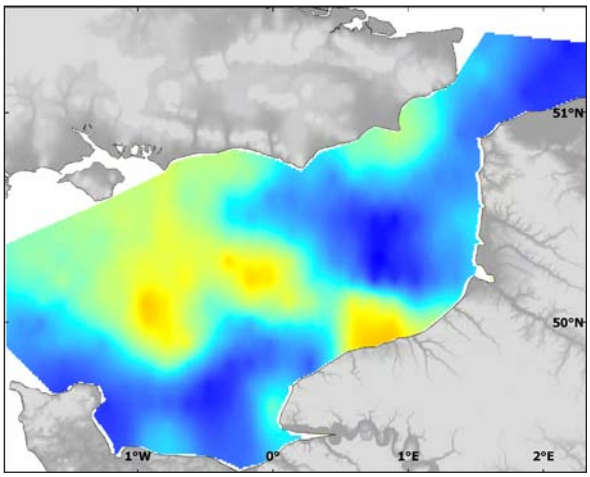


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



Mâle / Male, Tous âges confondus / Fish of all ages - Raja clavata

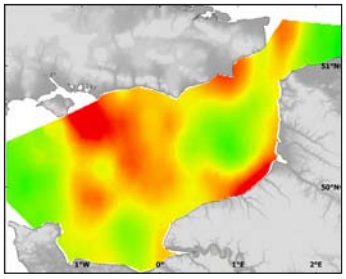
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1991-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1991 -2006)



élevé/*high*

faible/*low*

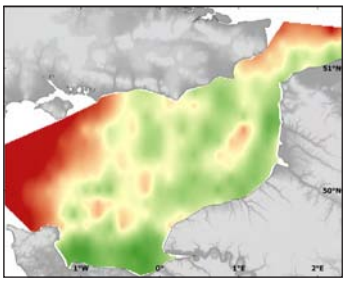
Ecart-type / *Standard deviation*



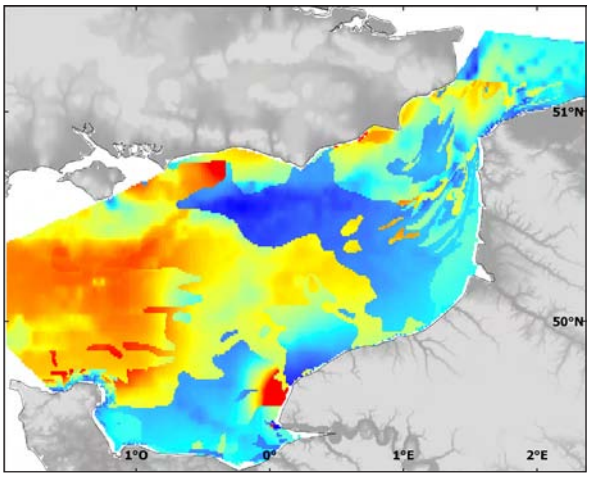
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*



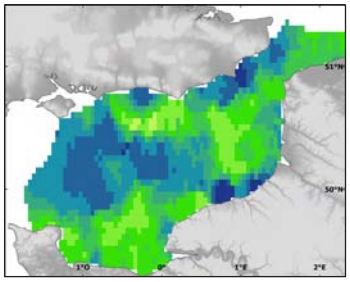
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

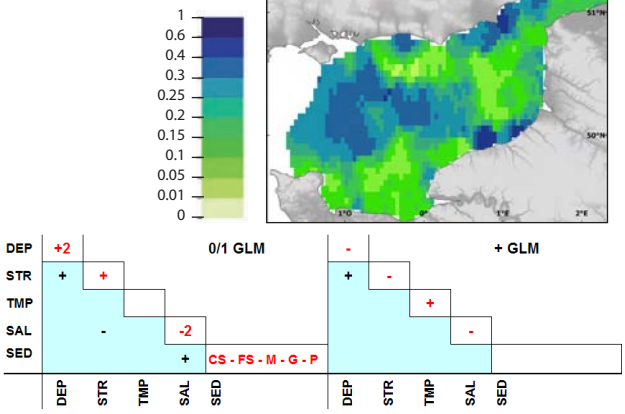


élevé/*high*

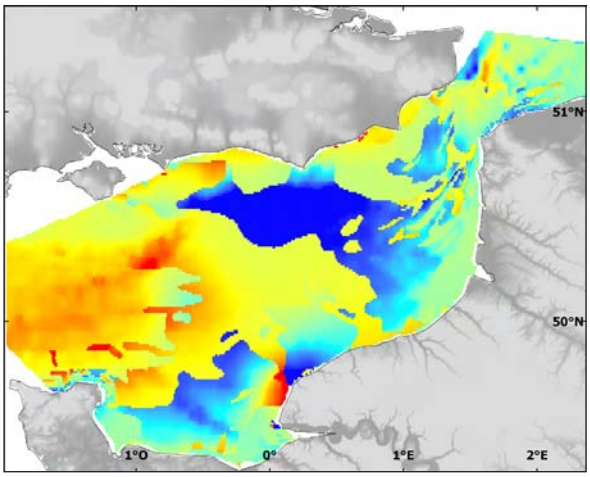
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





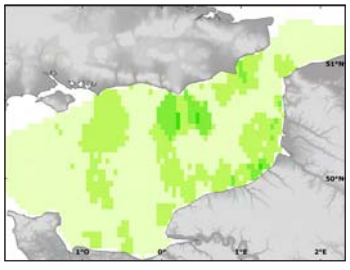
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in *October (RQ)*

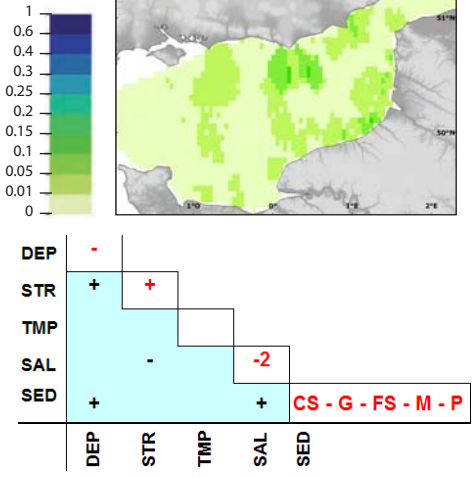


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / ALL AGES

Pour cette espèce, un certain nombre de cartes couvrant deux saisons (juillet et octobre) sont présentées, utilisant notamment des données précisant le sexe des individus. Le chalut perche utilisé en juillet échantillonne assez bien les juvéniles et sub-adultes, tandis que le chalut GOV utilisé en octobre est plus efficace sur les individus plus agés.

< 1 an

Après la ponte (qui a lieu de février à septembre), les œufs éclosent après quatre à cinq mois d'incubation, donc en août-décembre (ces très jeunes individus étant alors observés dans les secteurs côtiers). Par conséquent, très peu d'individus de moins de un an ont été observés en octobre (d'où l'absence de carte séparée pour ce stade de vie). En juillet, des individus de moins de un an (< 15.4 cm de longueur, tous sexes confondus) sont présents sur plusieurs zones de la partie est de la Manche orientale : à l'ouest de Beachy Head, dans une zone s'étendant de Dungeness aux baies de Somme et d'Authie, et autour de la côte nord du Kent (qui est en fait la continuation d'une zone d'abondance intense située dans l'estuaire de la Tamise et qui remonte le long de la côte d'Essex). Les données collectées dans les zones qui sont hors de la zone CHARM II, ne sont pas montrées ici. L'erreur de krigeage est importante là où les observations sont plus clairsemées.

Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel sont en accord avec les données de campagnes, et montrent des erreurs relativement faibles. Cette espèce, à ce jeune stade de vie, semble ainsi préférer les zones sableuses peu profondes, protégées des forts courants de marées (faible tension de cisaillement), caractéristiques des estuaires. Les modèles révèlent aussi la baie de Seine comme habitats préférentiel et potentiel, ce qui apparaît peu dans les données de campagnes.

> 1 an (juillet) et tous âges confondus (octobre)

En ce qui concerne les individus de plus d'un an (> 15.4 cm de longueur, juillet) et ceux de tous âges confondus (octobre, la majorité étant néanmoins âgée de plus d'un an), les données sont présentées dans l'ordre suivant : tous sexes confondus en juillet puis octobre, femelles en juillet puis octobre (dont cartes annuelles), et de même pour les mâles. Pour les cartes montrant tous sexes confondus, plusieurs zones d'abondance sont mises en évidence le long des côtes britanniques (Weymouth, Selsey, Brighton, et de Dungeness jusqu'à la côte nord du Kent comprise) et françaises (entre Fécamp et Dieppe, baie de Somme) pour le mois de juillet (qui est au cœur de la période de ponte). Il faut cependant noter que cette espèce est, ce même mois, bien plus abondante dans la moitié sud de la mer du Nord le long des côtes de l'Essex, du Suffolk et du Norfolk, avec une zone d'abondance très élevée dans l'estuaire de la Tamise (les données collectées dans ces zones, qui sont hors de la zone CHARM II, ne sont pas montrées ici). En octobre, cette espèce reste présente aux mêmes localisations qu'en juillet (ainsi que la côte ouest du Pays de Caux), mais est par ailleurs très abondante dans une zone s'étendant de la côte du West Sussex vers le sud au large. Pour les deux saisons, les erreurs de krigeage sont plus élevées là où les observations sont plus clairsemées.

For this species, a number of maps covering two seasons (July and October) is presented, some of which using data by sex. The beam trawl used in July catches juvenile and sub-adults well, whilst the VHVO (or GOV) trawl used in October is better for larger individuals.

< 1 year old

After egg laying (which takes place from February to September), eggs hatch after four to five months incubation, hence in August-December (these very young individuals are then present in coastal areas). Consequently, very few less than one year old individuals were recorded in October (hence the absence of a separate map for this life stage). In July, individuals of less than one year (< 15.4 cm in length, all sexes) were present in several areas of the eastern part of the eastern English Channel: west of Beachy Head, in an area extending from Dungeness to the Bays of Somme and Authie, and around the north coast of Kent (which is in fact the continuation of a high abundance area located in the Thames estuary and that extends northwards along the Essex coast). The areas outside of the CHARM II area are not shown here. The kriging error was high where observations were more sparse.

The preferential and potential habitat models agree with the survey data, and show relatively low errors. This species, at this young life stage, prefers sandy and shallow areas, protected from strong tidal currents (weak bed shear stress), characteristic of estuaries. Models also highlight, as preferential and potential habitats, the Bay of Seine, which is seldom seen in the survey data.

> 1 year old (July) and fish of all ages (October)

Regarding individuals old than one year (> 15.4 cm in length, July) and of all ages (October, the majority being however composed of individuals older than one year), data are presented as follows: both sexes together in July then October, females in July then October (including annual maps), and the same for males. For the maps showing all sexes, several abundance zones were present along the British (Weymouth, Selsey, Brighton, and from Dungeness to the north coast of Kent, included) and French (between Fécamp and Dieppe, Bay of Somme) coasts for the month of July (at the heart of the egg laying season). It must be noted, however, that this species was, this same month, much more abundant in the southern half of the North Sea along the Essex, Suffolk and Norfolk coasts, with a high abundance patch in the Thames estuary (areas outside of the CHARM II area, and hence not shown here). In October, this species remained present in the same locations as in July (and also on the west coast of the Pays de Caux), but showed great abundance in an area extending from the West Sussex coast southwards. For the two seasons, kriging errors were higher where observations were more sparse.

The habitat models (preferential and potential) available for each season are consistent (though errors remain relatively high) with survey data. In July, this species seems to prefer shallow coastal areas and hard (pebbles) and soft (mud, sand) substrates, sheltered from intense tidal currents. Further, the July potential habitat model reveals as favourable habitat a

Les modèles d'habitat disponibles (préférentiels et potentiels) pour chacune d'elles sont très en accord (même si les erreurs des modèles préférentiels restent assez élevées) avec les données de campagnes. En juillet, cette espèce semble préférer les zones côtières peu profondes et aux fonds durs (cailloux) et meubles (vase, sable), protégées des forts courants de marées. De plus, l'habitat potentiel de juillet révèle qu'une grande partie de la Manche orientale forme un habitat optimal. En octobre, cette espèce préfère aussi des zones plus profondes et des fonds durs (gravier et cailloux) où les courants de marées sont plus intenses, tels le détroit du Pas-de-Calais et la partie ouest de la Manche orientale. En effet, cette espèce effectue une migration printanière des eaux profondes vers les eaux plus côtières pour se reproduire en été, et repart en automne vers les eaux profondes.

Après la saison de ponte, on pense que les individus se rassemblent en groupes de sexe séparé ; pour les deux saisons en Manche, aucune différence de distribution spatiale n'est cependant apparente entre les mâles et les femelles sur les cartes de campagnes (à l'exception des données du sud de la mer du Nord en juillet, non montrées ici, où la distribution spatiale des mâles s'étend plus vers le nord). En juillet, les mâles comme les femelles ont un habitat potentiel très étendu en Manche orientale, ce qui est en fait confirmé par les cartes des campagnes de 1996, 1997, 1999 et 2006, par exemple. On note, en octobre, une légère augmentation à partir de 1997 de l'abondance totale des mâles comme des femelles dans la zone d'étude.

large part of the eastern English Channel. In October, this species additionally prefers deeper areas with hard substrates (gravel and pebble) where tidal currents are more intense, such as the Dover Strait and the western part of the eastern English Channel. Indeed, this species migrates in the spring from deep waters to coastal areas to breed in the summer, and then returns to deeper waters in the autumn.

After the spawning season, it is believed that individuals gather in same sex shoals; for the two seasons in the English Channel, no difference in spatial distribution was however detected between males and females in the survey maps (with the exception of data from the southern North Sea in July, not shown here, where the spatial distribution of males extended further north). In July, males just like females present a potential habitat widely dispersed in the eastern English Channel, which is in fact confirmed by maps of survey years 1996, 1997, 1999 and 2006, for instance. There was an increase, in October from 1997, of the total abundance (males, and females) in the study area.

Raja montagui

Fowler, 1910

Raie douce
Spotted ray

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Elasmobranchii
Ordre-Order : Rajiformes
Famille-Family : Rajidae

© IFREMER

Biologie - L'alimentation de cette espèce se modifie peu au cours de sa vie : les juvéniles se nourrissent principalement de crustacés (mysidacés, crabes, crevettes, amphipodes pour 85 % des proies), annélides polychètes, et quelques poissons. La proportion des poissons augmente ensuite dans le régime alimentaire des adultes. En Manche, la reproduction a lieu d'avril à juillet. Cette espèce est ovipare. A la ponte, les œufs ont la forme d'une capsule oblongue mesurant 6 à 7 cm de long sur 4 à 5 cm de large, se prolongeant aux quatre angles par des pointes assez courtes, et sont déposés sur des fonds sableux ou vaseux.

Caractères démographiques - Taille maximale 80 cm ; taille commune 65-70 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 18 ans ; âge et taille à maturité 11 ans et 60 cm (M), 65 cm (F); paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 79.2 cm, taux de croissance k = 0.21 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (environ 60 œufs par femelle et par an).

Environnement - La raie douce est inféodée aux substrats sableux et aux fonds durs assez peu profonds. Cette espèce vit entre la côte et 120 m de profondeur, les concentrations les plus élevées se trouvant entre 40 et 80 m de profondeur.

Répartition géographique - Atlantique est, des îles Shetland, sud de la mer du Nord et ouest de la mer Baltique jusqu'en Mauritanie, dont la partie ouest de la Méditerranée (de la Tunisie à l'ouest de la Grèce).

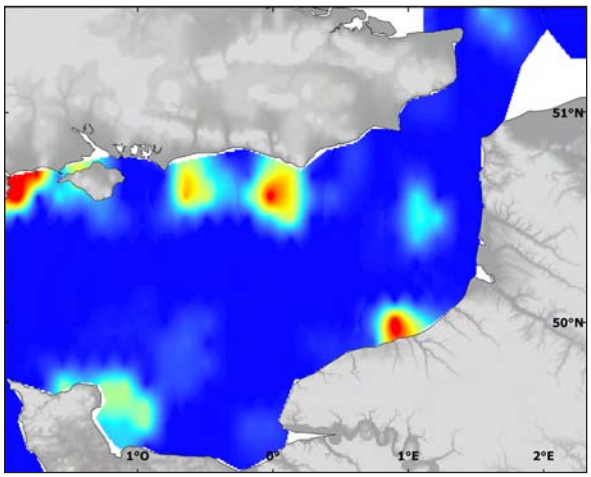
Biology - The diet of this species changes little during its lifetime: juveniles feed mainly on crustaceans (mysids, crabs, shrimps, and amphipods for 85 % of its prey), plus polychaete annelids and some fish. The proportion of fish increases in the diet of the adults. In the eastern English Channel, breeding takes place between April and July. This species is oviparous. When eggs are spawned, they are oblong capsules about 5-6 cm long and 4-5 cm wide with stiff pointed horns at the corners. They are deposited in sandy or muddy substrates.

Life history parameters - Maximum length 80 cm; common length 65-70 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 18 years; age and length at maturity 11 years and 60 cm (M), 65 cm (F); von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 79.2 cm, growth rate k = 0.21 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (about 60 eggs per female per year).

Environment - Spotted rays are found on sandy and hard substrates, in relatively shallow waters. The species lives down to 120 m in depth, the highest concentrations occurring between 40 and 80 m.

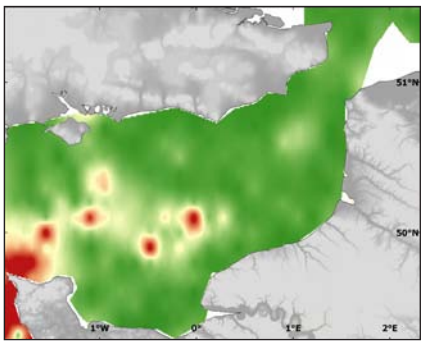
Geographical distribution - Eastern Atlantic: the Shetlands, southern North Sea and the western Baltic; down to Mauritania, including the western part of the Mediterranean (from Tunisia to western Greece).

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

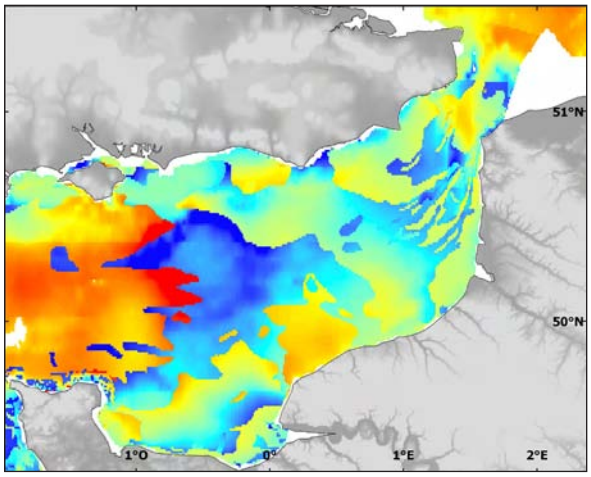


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

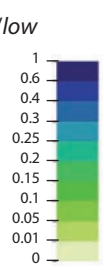
Erreur de krigeage
Kriging error



Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



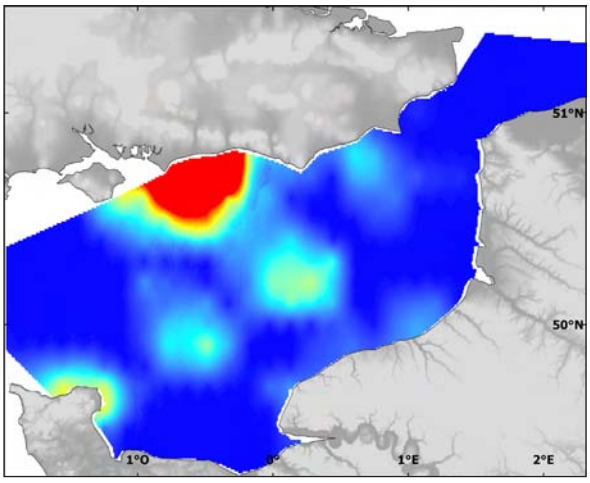
Erreur du modèle / *Model error*



	DEP	STR	TMP	SAL	SED
DEP	+2				
STR	+	+2			
TMP	-	+	+2		
SAL		-		+	
SED	-	var	var	var	M - P - FS - G - CS

Mâle & femelle / Male & female, Tous âges confondus / Fish of all ages - Raja montagui

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

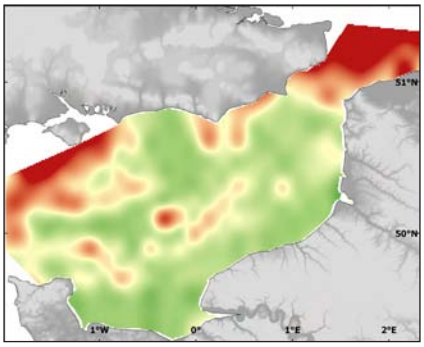


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

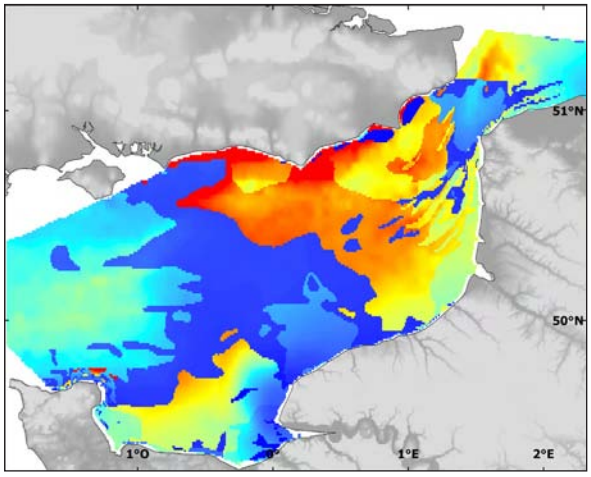
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

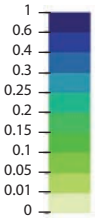


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

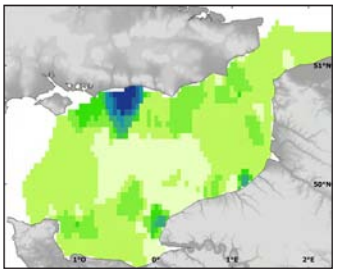


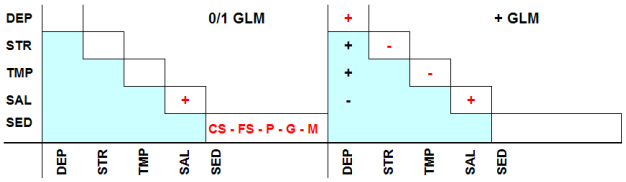
élevé/*high*

faible/*low*

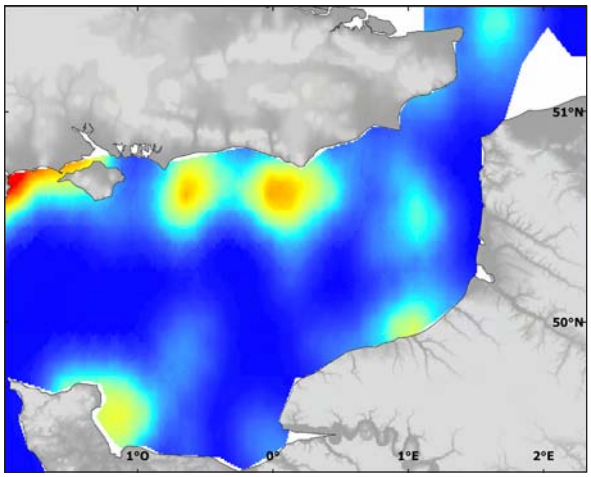


Erreur du modèle / *Model error*



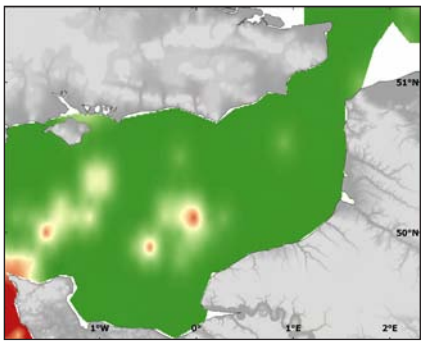


Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1990-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1990-2006)

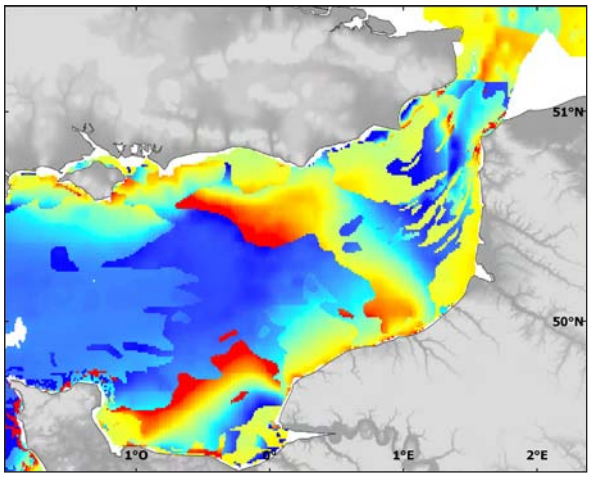


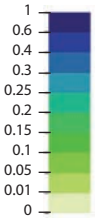
log (x+1),
x= nbr. ind./km²

Erreur de krigeage
Kriging error

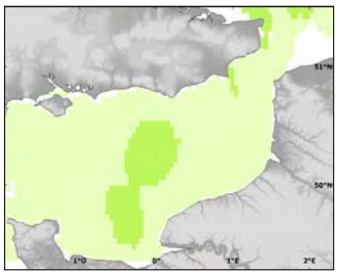


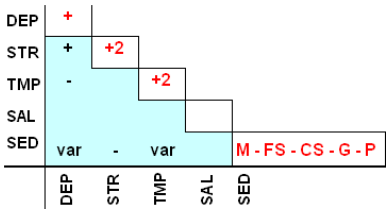
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)





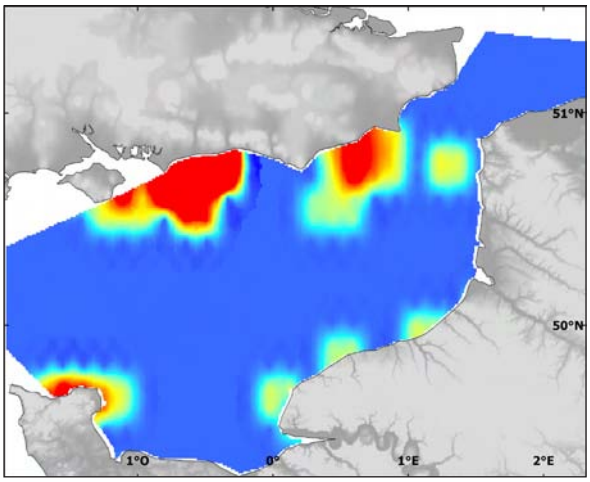
Erreur du modèle / *Model error*





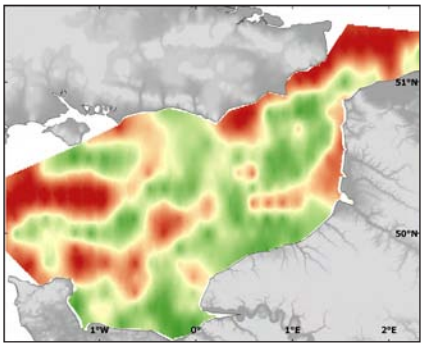
Femelle / Female, Tous âges confondus/ Fish of all ages - Raja montagui

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1991-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1991 -2006)

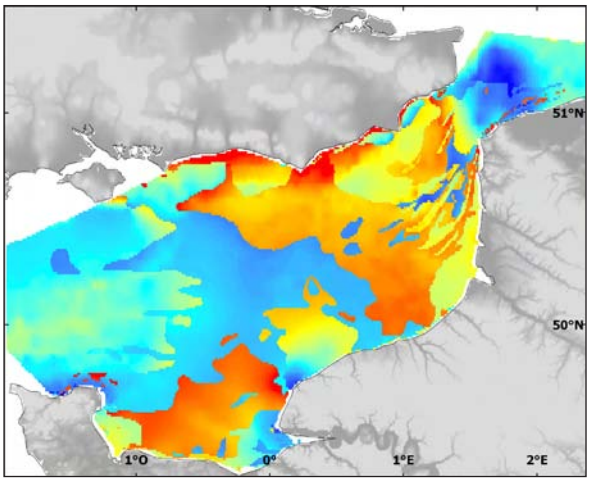


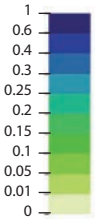
log (x+1),
x= nbr. ind./km²

Erreur de krigeage
Kriging error

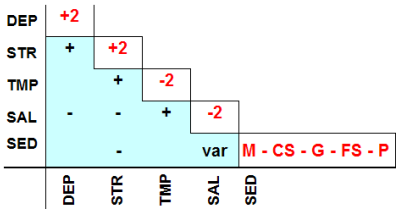


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

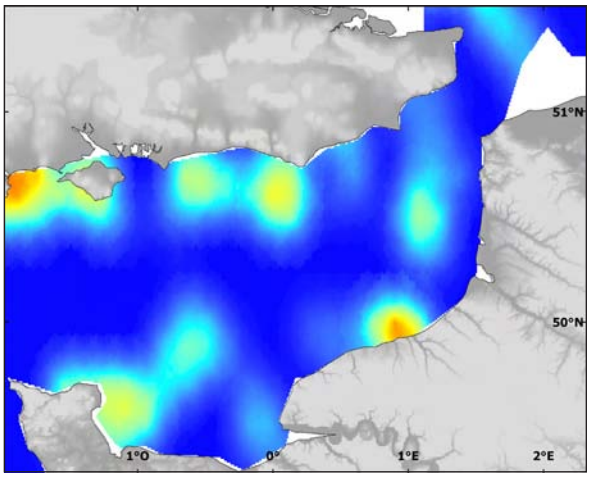




Erreur du modèle / *Model error*



Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1990-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1990-2006)

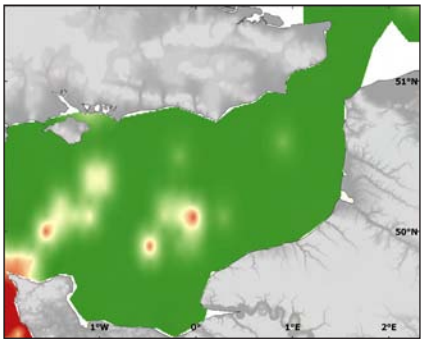


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

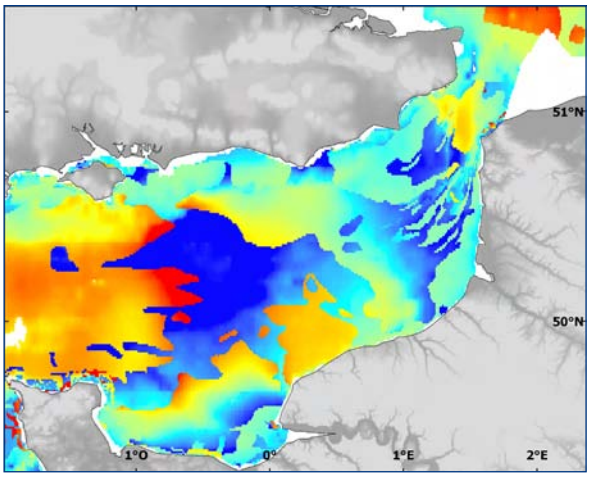
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

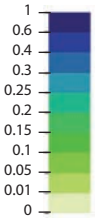


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

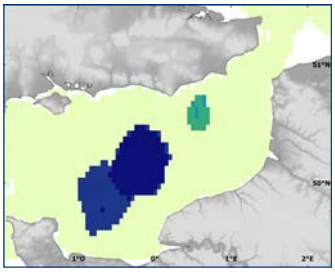


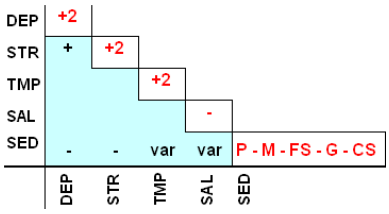
élevé/*high*

faible/*low*



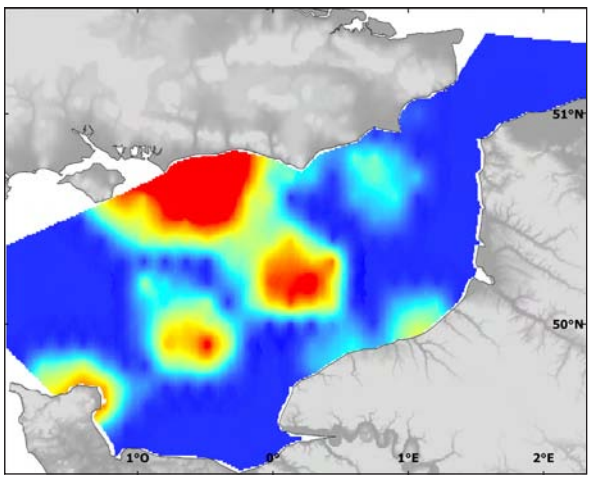
Erreur du modèle / *Model error*





Mâle / Male, Tous âges confondus / Fish of all ages - Raja montagui

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1991-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1991 -2006)

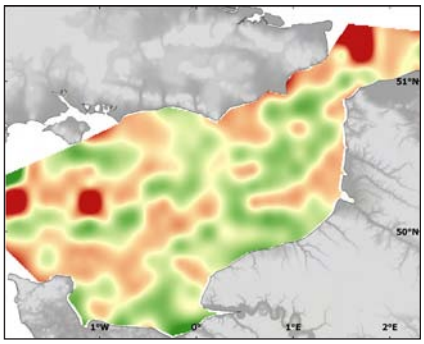


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

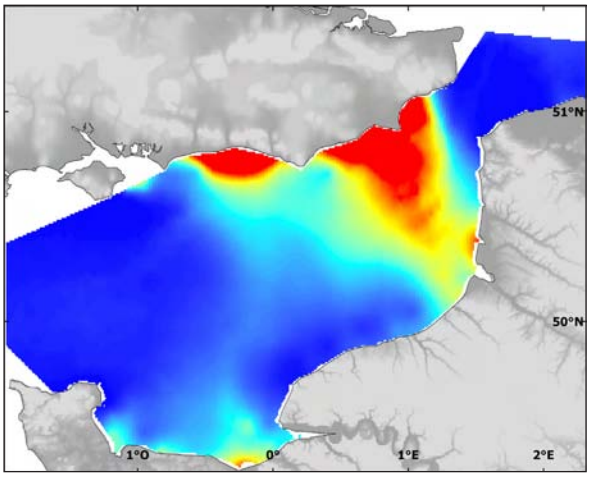
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

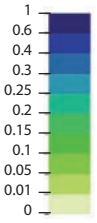


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

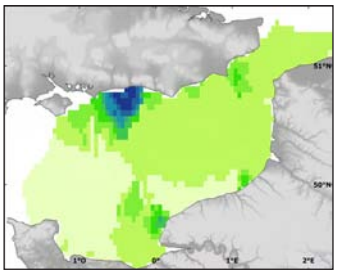


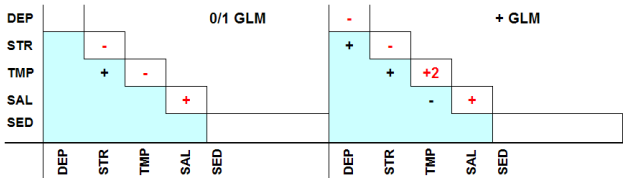
élevé/*high*

faible/*low*

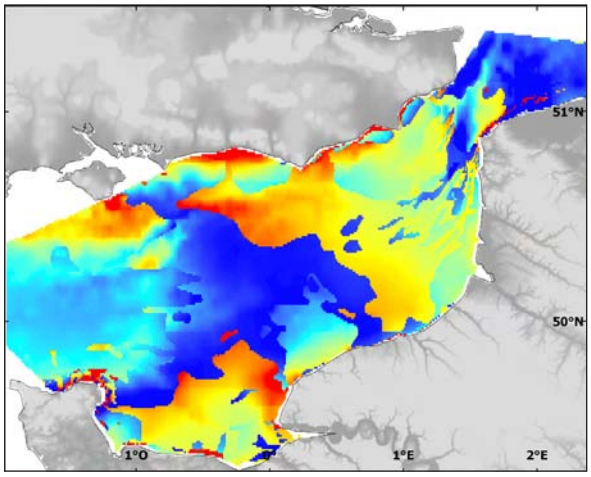


Erreur du modèle / *Model error*



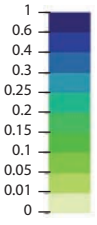


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

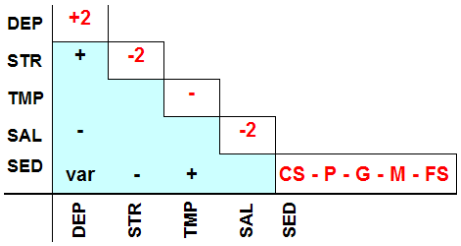


élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*



Tous âges confondus

Pour cette espèce, les données (tous âges confondus, la plupart étant néanmoins des individus de plus d'un an) de deux saisons étaient disponibles, et il a été possible de cartographier les mâles et les femelles séparément. Les cartes montrent des tendances pluriannuelles construites avec toutes les données disponibles (juillet : 1989-2006, octobre : 1988-2006). Il est important de noter que cette espèce est peu abondante en Manche orientale. Elle est en revanche bien plus abondante dans la moitié sud de la mer du Nord, à l'est de Lowestoft et au nord du Norfolk, comme l'ont révélé les données de juillet collectées dans ces zones (qui sont hors de la zone CHARM II, donc non montrées ici). Pour chacune d'elles sont présentées les données tous sexes confondus, puis les femelles, et enfin les mâles. En juillet, les trois distributions sont similaires : cette espèce, quelque soit le sexe de l'individu, se trouve en face de Weymouth, à l'est de Selsey, à l'ouest de Beachy Head du côté britannique, à l'est de la presqu'île du Cotentin et à la pointe d'Ailly côté français. Au mois d'octobre, les zones près de Selsey et de Beachy Head se fondent en une large zone d'abondance centrée au niveau de Selsey. Aussi, une zone au centre de la Manche orientale apparaît, cette dernière zone étant due à la présence de mâles. Comme en juillet, cette espèce est présente à l'est de la presqu'île du Cotentin en octobre. Les femelles en octobre sont relativement abondantes au niveau de Hastings et un peu moins le long de la côte haut-normande, tandis que des mâles ont été échantillonnés à Dieppe. En général, les erreurs de krigeage sont plus importantes là où les observations sont plus clairsemées, et où il y a de grandes variabilités d'abondance.

Probablement du fait de sa relativement faible occurrence en Manche, peu de modèles d'habitat ont passé avec succès tous les critères de sélection pour intégration dans l'atlas. De façon générale, les modèles potentiels étaient complexes (nombreuses variables testées significatives et interactions) tandis que leurs erreurs associées restaient faibles. Ces modèles potentiels avaient tendance à révéler des zones d'habitat potentiel non détectées dans les données de campagnes, par exemple la zone entre l'île de Wight et la presqu'île du Cotentin (pour les mâles en juillet), ou la baie de Seine (pour les femelles et les mâles en octobre) ou encore le centre du détroit du Pas-de-Calais (pour les mâles en octobre). Ceci laisse à penser que cette espèce sous-utilise son habitat en Manche orientale. Pour les femelles (aux deux saisons), les modèles potentiels indiquent une préférence pour les fonds sableux et vaseux. Seuls deux modèles d'habitat préférentiel sont montrés, mais ils semblent peu efficaces pour prédire l'abondance de cette espèce en Manche (on note des incohérences avec les données de campagnes).

Fish of all ages

For this species, data (all ages, though most individuals were older than one year) for two seasons were available, and it was even possible to map males and females separately. The maps show multi-annual distributions built using all the available data (July: 1989-2006, Octobre: 1988-2006). To be noted here is the fact that this species is not abundant in the eastern English Channel. It is, in contrast, much more abundant in the southern half of the North Sea, east of Lowestoft and north of Norfolk, as revealed by July data collected in these zones (which are outside of the CHARM II area, and hence not shown here). For each season, males and females are first shown together, then females on their own, and then males. In July, the three distributions are similar: this species, regardless of the sex of individuals, is found off Weymouth, east of Selsey and west of Beachy Head on the British side, and east of the Cherbourg Peninsula and off the Pointe d'Ailly on the French side. In October, the zones near Selsey and Beachy Head fuse to become a larger zone of abundance centred around Selsey, and a zone in the central eastern English Channel appears, the latter being due to the presence of males. As for July, this species is present east of the Cherbourg Peninsula in October. Females in October are relatively abundant near Hastings, and a bit less along the coast of upper Normandy, whilst some males were found near Dieppe. In general, krigging errors were higher in under-sampled areas and where there were large abundance variations.

Probably as a result of low abundance in the English Channel, few models passed all the selection criteria for inclusion in the atlas. Overall, potential habitat models were complex (many significant variables and interactions), whilst their associated errors remained low. These potential habitat models tended to reveal favourable habitats not detected in the survey data, for instance the zone between the Isle of Wight and the Cherbourg Peninsula (for males in July), or the Bay of Seine (for males and females in October), or even the centre of the Dover Strait (for males in October). This suggests that this species might be under utilising its potential habitat in the eastern English Channel. For females (of the two seasons), potential habitat models indicated a preference for soft substrates (sand and mud). Only two preferential habitat models are shown, but they remain poor at predicting abundance of this species in the English Channel, when comparing modelled habitats with survey data.

Sardina pilchardus

(Walbaum, 1792)

Sardine commune, Sardine d'Europe
European pilchard, Sardine

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Clupeiformes
Famille-Family : Clupeidae

© IFREMER

Biologie - Les jeunes se nourrissent de diatomées, d'œufs et de larves de petits crustacés ainsi que des larves de mollusques. La sardine, à l'âge adulte, se nourrit principalement de plancton, en particulier de petits crustacés comme les copépodes, de larves de mollusques et d'œufs et alevins de poissons. En Manche, la zone de reproduction semble progresser de l'ouest vers l'est de mars à août, suivi d'un retour des sardines vers l'ouest de septembre à novembre. Ceci se traduit par deux pics d'abondance d'œufs en Manche orientale de mai à juin puis d'octobre à novembre. Les œufs pélagiques flottent entre 10 et 70 m de profondeur. L'éclosion a lieu 2 à 4 jours après la ponte, l'alevin mesurant 4 mm.

Caractères démographiques - Taille maximale 25 cm ; taille commune 10-20 cm ; taille minimale de capture 11 cm (UE) ; longévité maximale 15 ans ; âge et taille à maturité 1-2 ans et 10-20 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 24.6 cm, taux de croissance k = 0.79 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.22 ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (50 000 à 60 000 ovules par femelle).

Environnement - La sardine commune est un poisson pélagique grégaire. Elle vit en bancs qui peuvent être de très grande taille, localisés près de la surface pendant la nuit (entre 15 et 40 m de la surface) et plus profondément le jour (de 30 à 50 m de la surface), depuis les eaux côtières jusqu'à 120 m de fond.

Répartition géographique - Atlantique nord-est de la Norvège et l'Ecosse jusqu'au Sénégal. Présente également en Méditerranée.

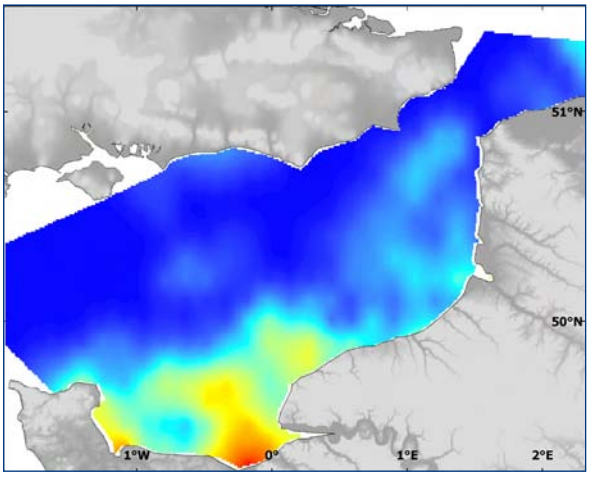
Biology - Juveniles feed on diatoms, small crustaceans (eggs and larvae) and mollusc larvae. Adult sardine feed mainly on planktonic crustaceans: copepods, mollusc larvae and fish eggs and larvae. In the eastern English Channel, the spawning area seems to shift eastwards between March and August, with sardines coming back in the western Channel from September to November. Two abundance peaks are thus recorded for eggs in the eastern English Channel, from May to June and from October to November. The pelagic eggs float between 10 and 70 m in depth. Hatching occurs 2 to 4 days after spawning and larvae measure 4 mm in length.

Life history parameters - Maximum length 25 cm; common length 10-20 cm; minimum landing size 11 cm (EU); maximum lifespan 15 years; age and length at maturity 1-2 years and 10-20 cm; von Bertalanffy parameters : asymptotic length L_{inf} = 24.6 cm, growth rate k = 0.79 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.22; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (50,000 to 60,000 oocytes per female).

Environment - Sardines are pelagic and gregarious. The species forms large schools which are found near to the surface at night (between 15 and 40 m in depth) and deeper during the day (between 30 and 50 m in depth). They are found in coastal waters of depths down to 120 m.

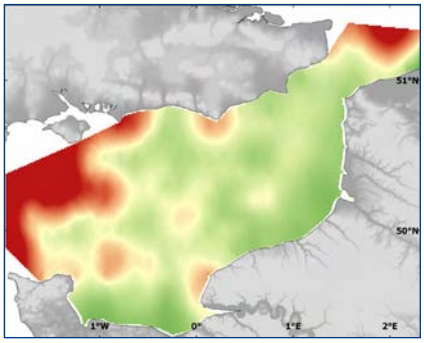
Geographical distribution - North-east Atlantic from Norway and Scotland, down to Senegal. Also found in the Mediterranean.

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

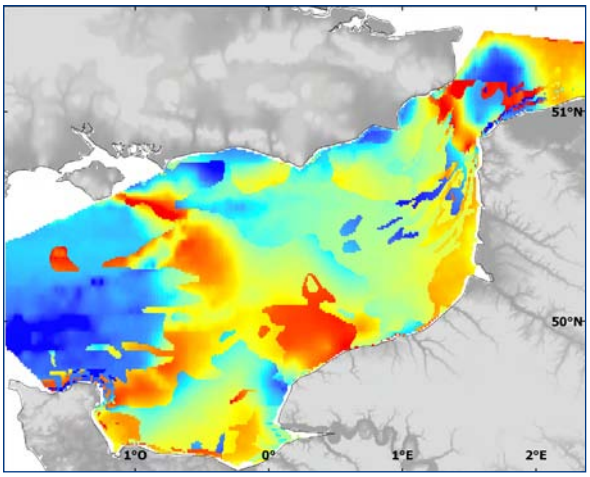


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

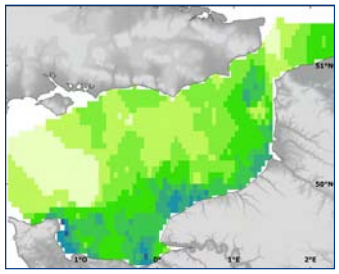
Erreur de krigeage
Kriging error

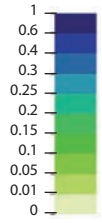


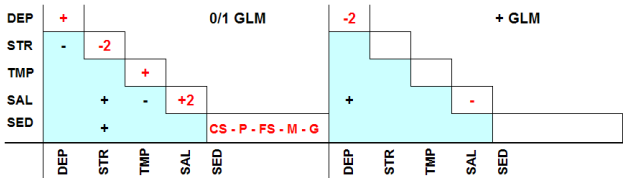
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



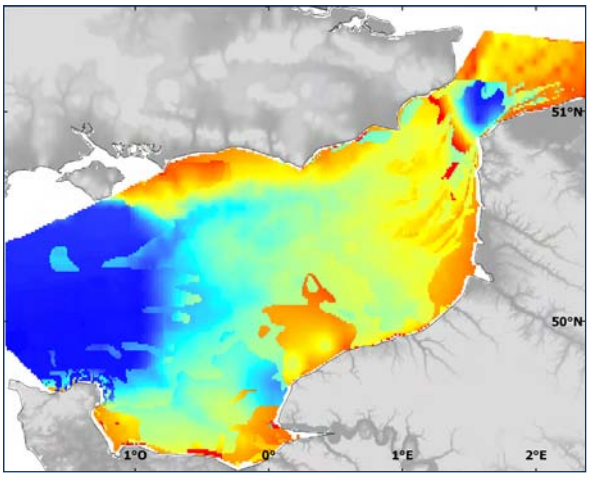
Erreur du modèle / *Model error*



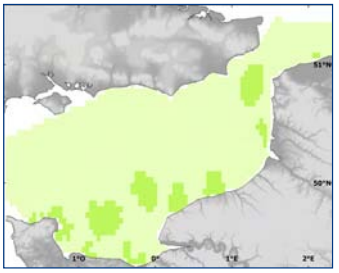


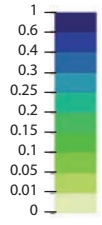


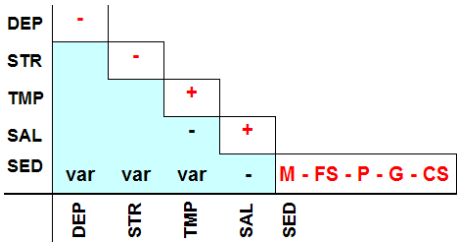
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*







Cette espèce pélagique vit en bancs dans la colonne d'eau et par conséquent aucun des engins utilisés ne la cible correctement : seul le chalut de fond GOV utilisé en octobre (campagnes CGFS) parvient à la capturer occasionnellement. Seule une carte d'abondance moyenne (pluriannuelle) et des cartes d'habitats préférentiel et potentiel ont pu être réalisées.

Tous âges confondus

L'abondance est très forte en octobre dans l'estuaire de la Seine et dans la baie des Veys. De moindres abondances apparaissent aussi au large d'Antifer, le long de la côte d'Opale, ainsi qu'au sud du détroit du Pas-de-Calais. En revanche, les modèles d'habitat étendent très largement ces zones favorables vers le large, hormis l'ouest de la zone d'étude et le détroit du Pas-de-Calais. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel sont complexes et incluent de nombreuses interactions rendant leur interprétation difficile. Généralement, les sardines sont trouvées sur des zones relativement profondes mais où la tension de cisaillement n'est pas excessive. Elles préfèrent des eaux océaniques (correspondant à des température et salinité élevées en cette saison en Manche Orientale). On la trouve aussi bien sur des sédiments sableux que sur des cailloutis.

This pelagic species lives in schools in the water column and consequently none of the sampling gears used during the surveys targeted it representatively. Only the VHVO (or GOV) bottom trawl used during the October surveys (CGFS) could occasionally capture it. One multi-annual abundance map was produced using these data, and also preferential and potential habitat models.

Fish of all ages

In October, abundance was high in the Seine estuary and in the Bay of Veys. Lower abundance areas were found off Cape Antifer, along the Opale coast, as well as to the south of the Dover Strait. Habitat models largely extend these favourable areas further offshore, with the exception of the western part of the study area and the Dover Strait. The preferential and potential habitat models are complex and include numerous interactions that make their interpretation difficult. Generally, sardines were found in relatively deep waters where bed shear stress was moderate. In October, they preferred oceanic waters having warmer temperature and higher salinity in the eastern English Channel. It is also found on sandy or pebbly sediment types.

Scomber scombrus

Linnaeus,1758

Maquereau commun
Atlantic mackerel

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Scombridae

© IFREMER

Biologie - Le maquereau est un poisson qui se nourrit essentiellement de zooplancton. Aux stades larvaire et post-larvaire, il se nourrit essentiellement de copépodes nauplii. A l'âge adulte, son alimentation diffère selon la saison. Il nage en effet la bouche ouverte et les ouies gonflées se nourrissant ainsi de tous les organismes capturés (de plus de 1.5 mm) ; copépodes, euphausiacés, larves de crabes, amphipodes et chaetognathes au printemps ; petits poissons pélagiques (sprats, sardines, lançons, harengs) durant l'été et l'automne. Il ne se nourrit pas quand il hiverne. En Manche et mer du Nord, la reproduction se déroule en juin-juillet. Les œufs pondus flottent à la surface de l'eau. Ensuite, les différents stades larvaires et les juvéniles nagent entre 0 et 30 m de profondeur le long des côtes jusqu'en automne où ils entament leur migration vers les zones d'hivernage situées plus au large.

Caractères démographiques - Taille maximale 60 cm ; taille commune 12-35 cm ; taille minimale de capture 20 cm sauf en mer du Nord 30 cm (UE) ; longévité maximale 17 ans ; âge et taille à maturité 3 ans et 29 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 37 cm, taux de croissance k = 0.56 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (400 000 à 500 000 ovules par femelle).

Environnement - Le maquereau est un poisson pélagique qui vit sur des fonds de 0 à 250 m mais surtout entre la surface et 40 m de profondeur. Il est de nature grégaire et l'importance des bancs peut varier en moyenne de 1 à 7 tonnes. C'est un excellent nageur (sa vitesse de nage peut atteindre 6 $m.s^{-1}$) et un grand migrateur.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, de l'Islande et du nord de la Norvège jusqu'au Maroc, Méditerranée, mer Noire, mer Baltique, Atlantique nord-ouest.

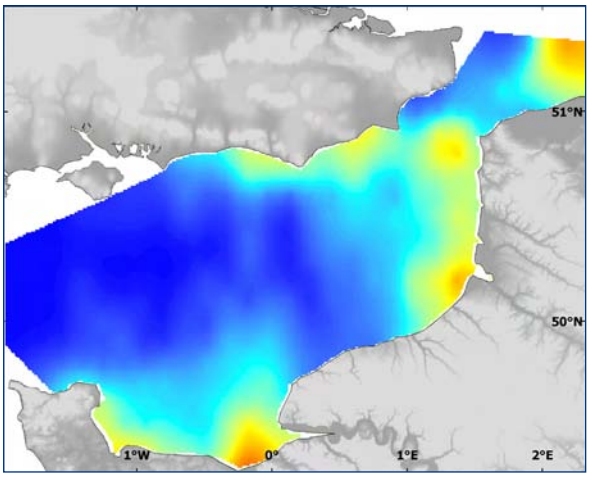
Biology - Mackerel feed mainly on zooplankton. At the larval and post-larval stages, it feeds on nauplii of copepods. The diet of adults changes with the season. Adults swim with their mouths open and gills swollen, hence feeding on organisms (larger than 1.5 mm) that enter; copepods, euphausids, crab larvae, amphipods and chaetognaths during the spring; small pelagic fish (sprat, sardine, sandeel, herring) during summer and autumn and they do not feed during the winter. In the English Channel and North Sea, spawning occurs in June and July, with eggs floating close to the surface. The various larval and juvenile stages swim at depths between 0 and 30 m along the coast, until the autumn when they begin their migration towards offshore wintering areas.

Life history parameters - Maximum length 60 cm; common length 12-35 cm; minimum landing size 20 cm except in North Sea 30 cm (EU); maximum lifespan 17 years; age and length at maturity 3 years and 29 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 37 cm, growth rate k = 0.56 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (400,000 to 500,000 oocytes per female).

Environment - Mackerel are pelagic fish found in substrates between 0 to 250 m, but mainly from the surface down to 40 m below. They are gregarious and the size of schools varies between 1 and 7 tonnes. Mackerel are excellent swimmers (reaching speeds of 6 $m.s^{-1}$) capable of long-distance migrations.

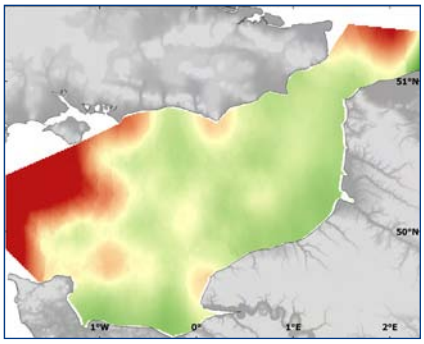
Geographical distribution - North-east Atlantic, from Iceland and north of Norway, down to Morocco, and the Mediterranean, Black and Baltic Seas; also in the north-west Atlantic.

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988-2006)

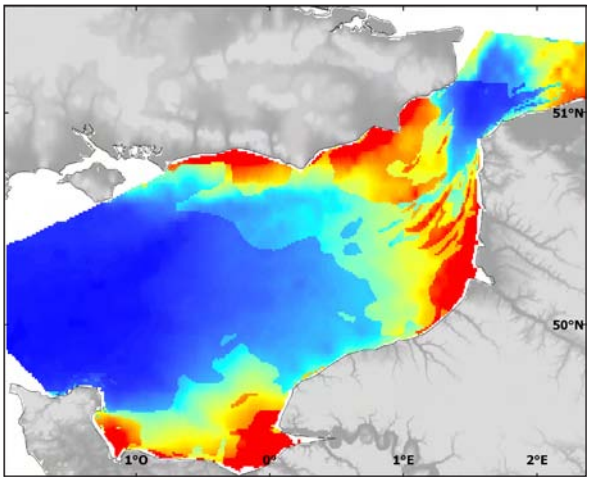


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

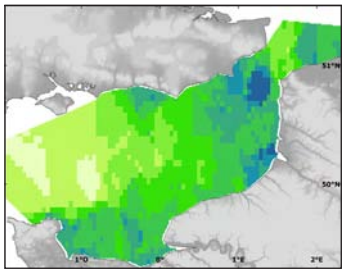
Erreur de krigeage
Kriging error

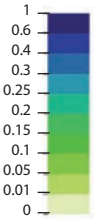


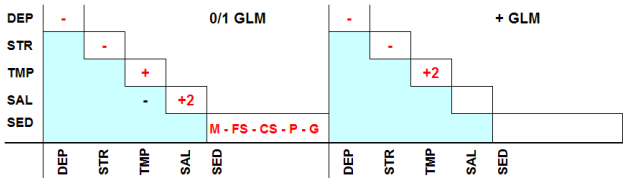
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



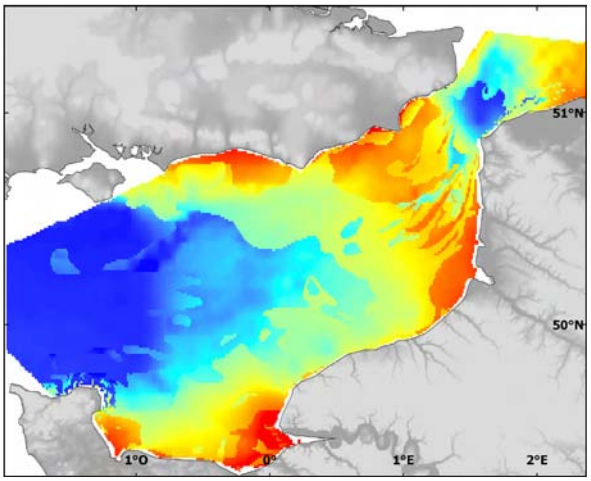
Erreur du modèle / *Model error*



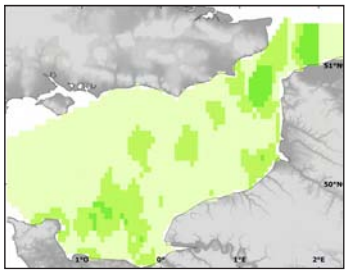


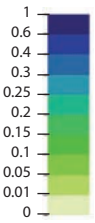


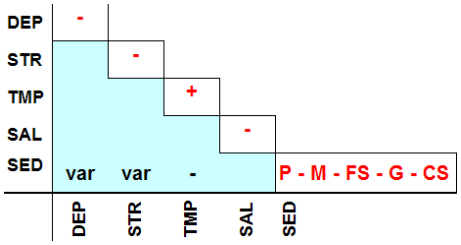
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*







Tous âges confondus

Les données disponibles ne concernent que la saison hivernale, tous âges confondus. Cette espèce pélagique est très mal échantillonnée par le chalut de fond GOV qui est utilisé pendant la campagne d'octobre.

En octobre, le maquereau se retrouve essentiellement à la côte au niveau des estuaires, dans le détroit du Pas-de-Calais et dans le sud de la mer du Nord. Le modèle d'habitat préférentiel montre que la côte d'Opale, la baie de Seine et les côtes britanniques sont favorables ainsi que le détroit du Pas-de-Calais ; le modèle est en effet lié à de faibles profondeurs, et des tensions de cisaillement et des températures plutôt élevées. Le même schéma spatial et les mêmes paramètres significatifs sont retrouvés pour l'habitat potentiel, en accord avec la distribution pluriannuelle (moyenne) observée en campagnes.

Fish of all ages

Data are available only for the winter season. This pelagic species is not representatively sampled by the GOV bottom trawl used during the October surveys.

In October, mackerel was mainly found in coastal waters: in estuaries, in the Dover Strait and in the southern North Sea. The preferential habitat model suggests that the Opale coast, the Bay of Seine, the British coast and the Dover Strait are favourable areas. They correspond to areas with shallow waters, strong bed shear stress and warm temperatures. In the potential habitat model, the same spatial pattern is also highlighted with the same significant parameters, in agreement with the survey multi-annual (mean) distribution.

Scyliorhinus canicula

(Linnaeus,1758)

Petite roussette
Lesser spotted dogfish, Small spotted catshark

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Elasmobranchii
Ordre-Order : Carcharhiniformes
Famille-Family : Scyliorhinidae

© IFREMER

Biologie - La petite roussette adulte se nourrit de mollusques gastéropodes, bivalves, céphalopodes, crustacés, vers polychètes et petits poissons. La petite roussette est une espèce ovipare à fécondation interne. En Manche, la petite roussette s'accouple et pond ses œufs de mai à septembre avec un pic en juillet. Les œufs sont des capsules cornées plus ou moins rectangulaires d'environ 6 cm de long et 2.5 cm de large. Les angles sont prolongés par des filaments qui permettent à la femelle d'accrocher les œufs sur le fond (pierres, algues…). Les œufs éclosent après une incubation de 3 à 8-9 mois suivant la température. Les juvéniles mesurent environ 10 cm à la naissance.

Caractères démographiques - Taille maximale 80 cm ; taille commune 50-70 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 10 ans ; âge et taille à maturité 5 ans et 54-60 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 88 cm, taux de croissance k = 0.2 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (environ 100 œufs par femelle et par an).

Environnement - Espèce bentho-démersale vivant sur les fonds graveleux et sableux du plateau continental et de la partie haute du talus, jusqu'à 400 m de profondeur. Poisson se répartissant dans les eaux marines de climat subtropical à tempéré.

Répartition géographique - Atlantique est, du sud de la Norvège et des îles britanniques jusqu'au Sénégal ; mer Méditerranée, dont l'Adriatique.

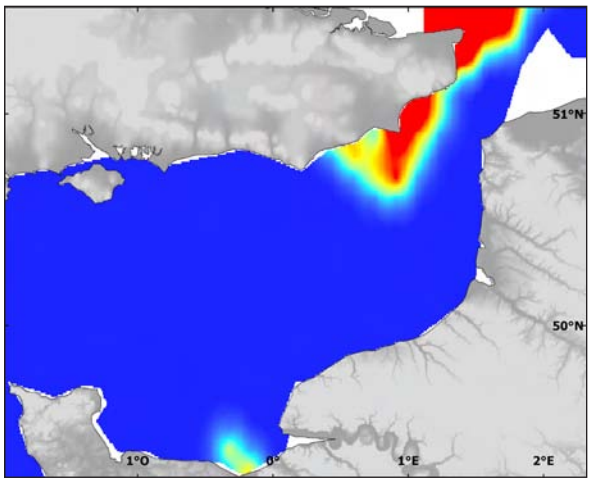
Biology - Adult lesser-spotted dogfish feed on gastropod molluscs, bivalves, cephalopods, crustaceans, polychaete worms and small fish. The species is oviparous with internal fertilisation. In the English Channel, mating and laying may occur between May and September with a peak in July. Eggs are more or less rectangular capsules about 6 cm long and 2.5 cm wide with horns at the corners. The horns are prolonged by filaments that enable the female to attach eggs to the bottom (rocks, algae, etc). Eggs hatch after 3 to 8-9 months incubation depending on water temperature. At birth, juveniles are 10 cm long.

Life history parameters - Maximum length 80 cm; common length 50-70 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 10 years; age and length at maturity 5 years and 54-60 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 88 cm, growth rate k = 0.2 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (about 100 eggs per female and per year).

Environment - This bentho-demersal species is found on gravely and sandy substrates of the continental shelves and the uppermost slopes down to 400 m in depth. The species occurs in marine waters from subtropical to temperate climates.

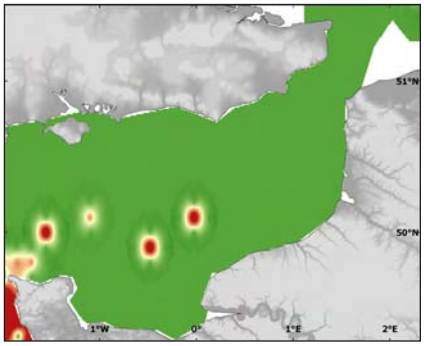
Geographical distribution - Eastern Atlantic, from southern Norway and British Isles down to Senegal; Mediterranean and Adriatic Seas.

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989-2006)

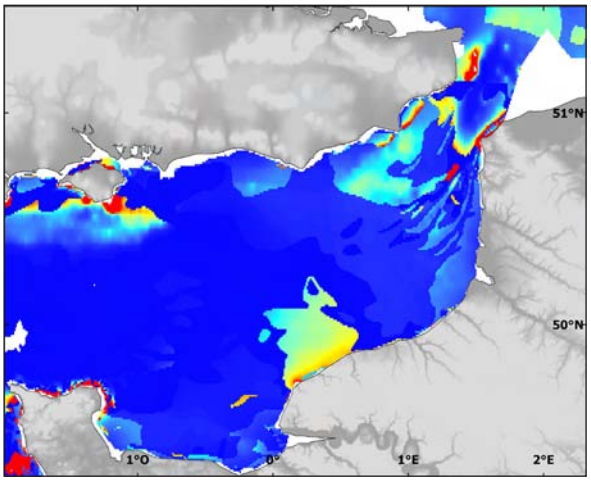


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

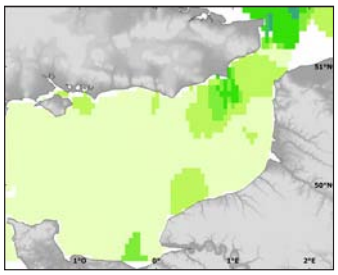
Erreur de krigeage
Kriging error

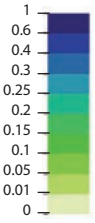


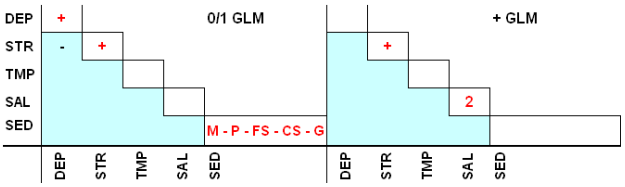
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



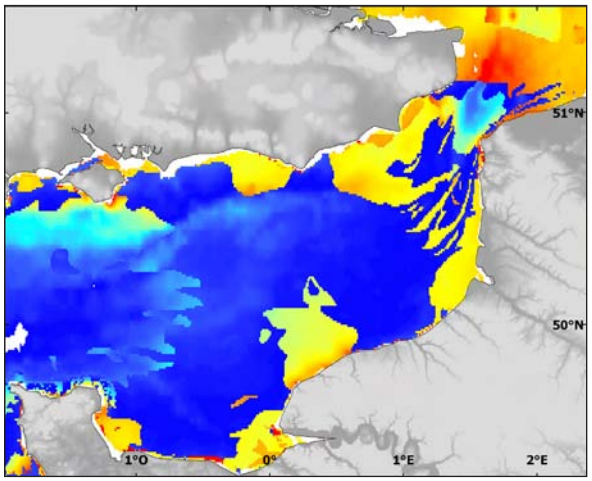
Erreur du modèle / *Model error*



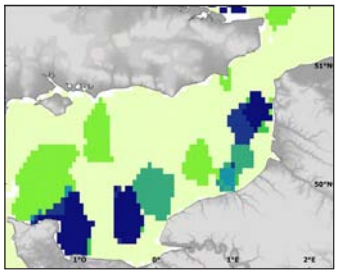


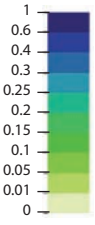


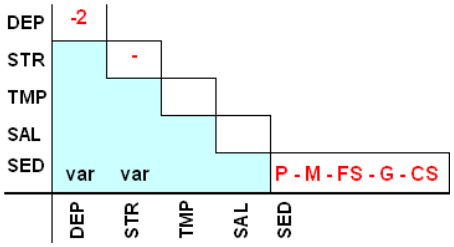
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

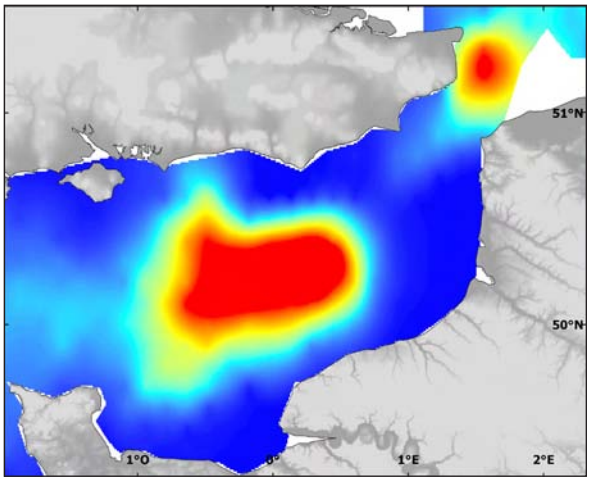






Mâle & femelle / Male & female, > 1 An / Year old - Scyliorhinus canicula

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

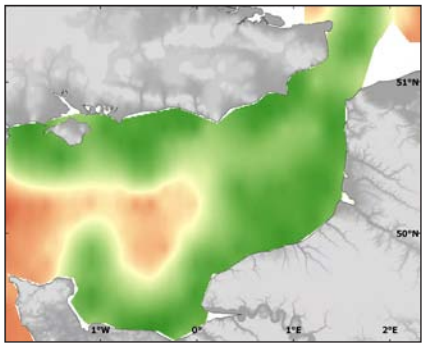


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

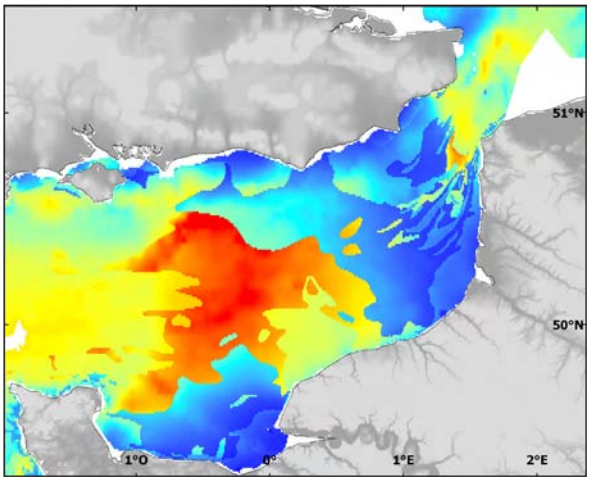
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

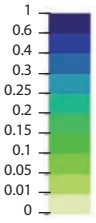


Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

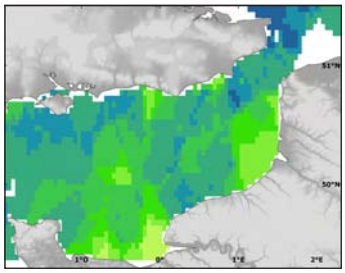


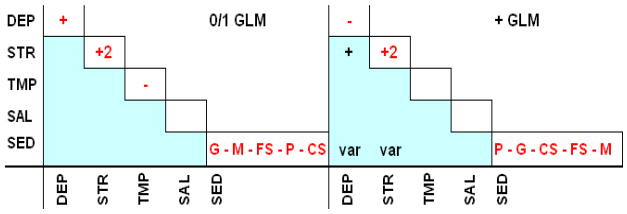
élevé/*high*

faible/*low*

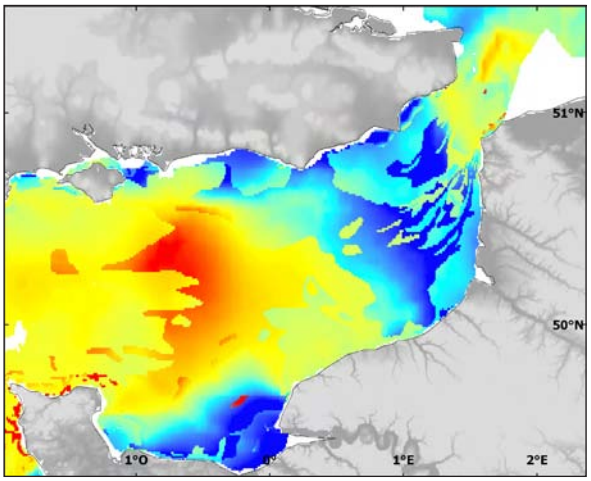


Erreur du modèle / *Model error*



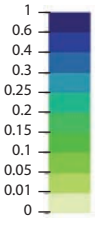


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

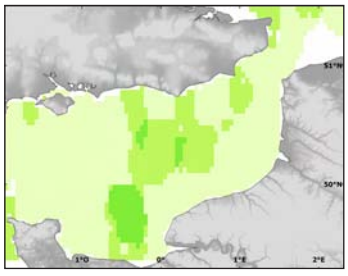


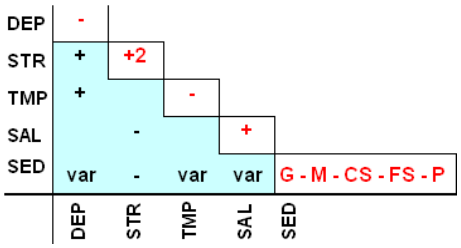
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*





Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)

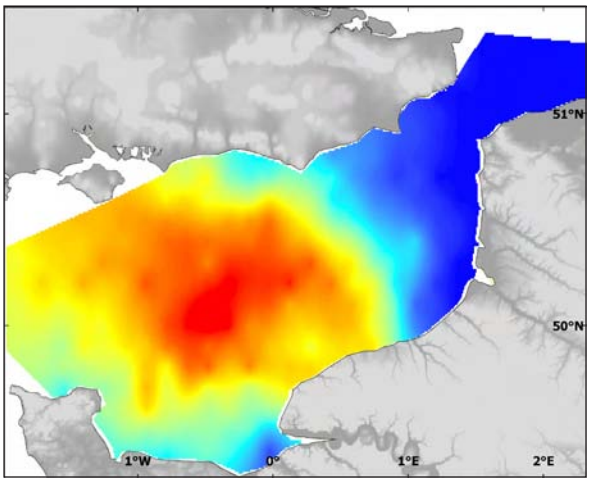
2.8

log (x+1),
x= nbr. ind./km²

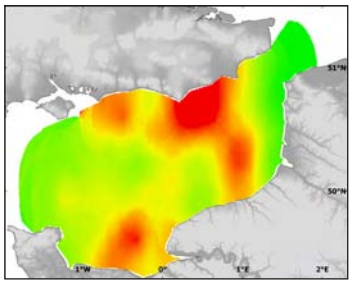
0

élevé/*high*

faible/*low*



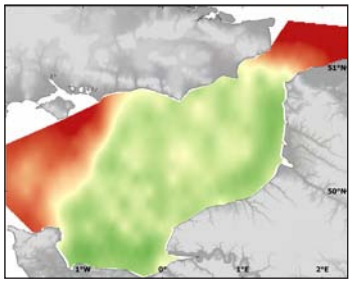
Ecart-type / *Standard deviation*



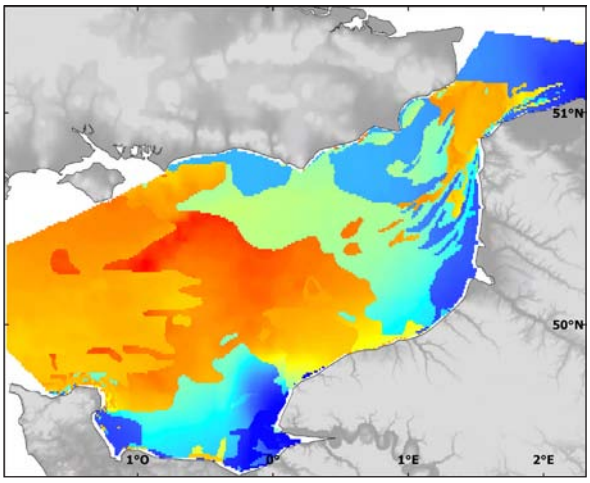
Erreur de krigeage / *Kriging error*

élevé/*high*

faible/*low*



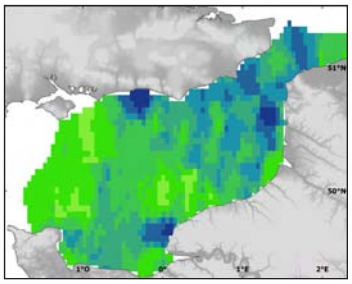
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

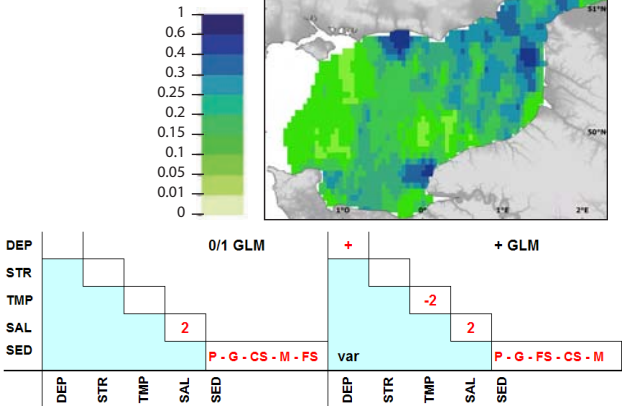


élevé/*high*

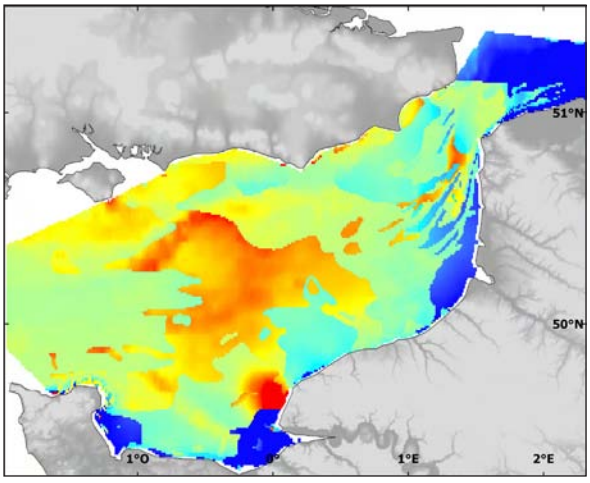
faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*





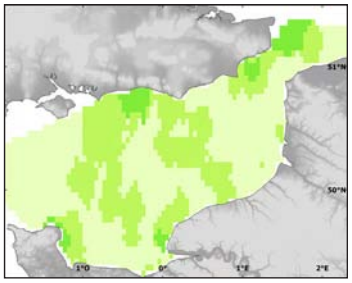
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

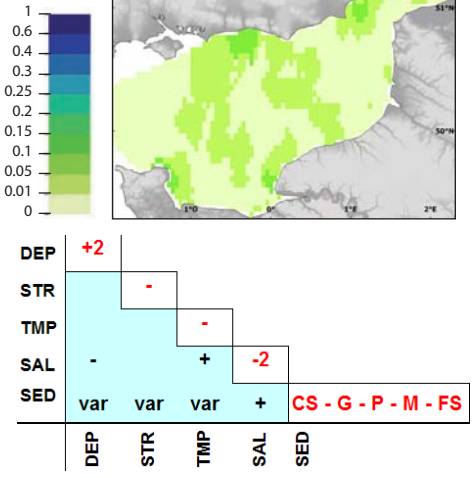


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



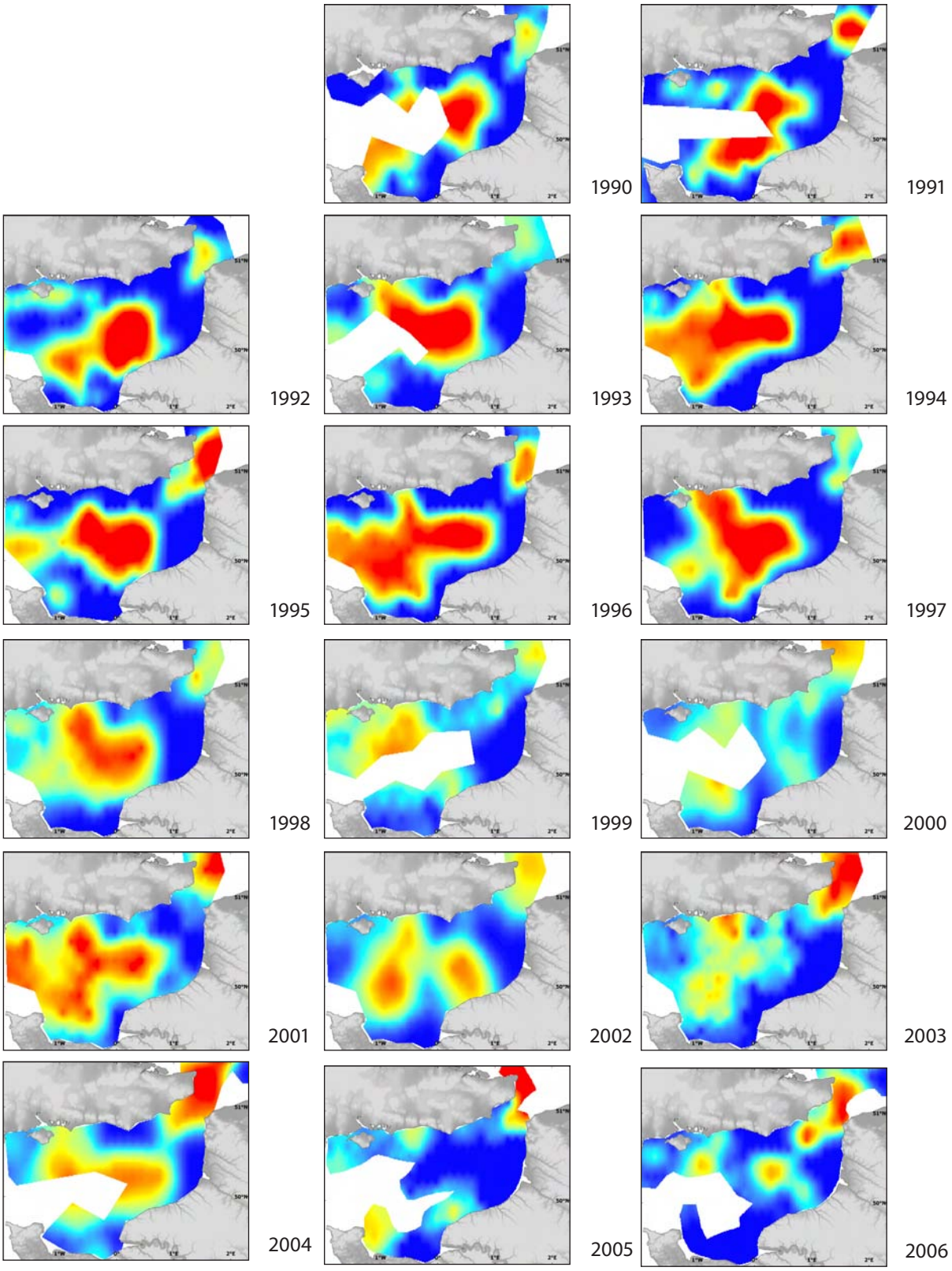


< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / ALL AGES

Femelle / Female, > 1 an / year old - Scyliorhinus canicula

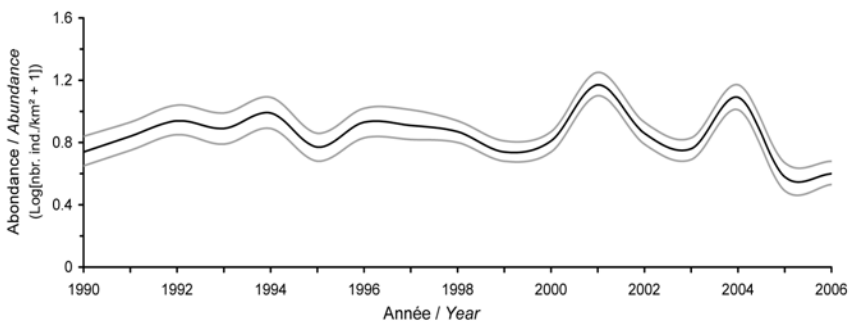
Abondance en juillet (BTS, 1990-2006) / *Abundance in July (BTS, 1990-2006)*



< 1 AN / YEAR OLD

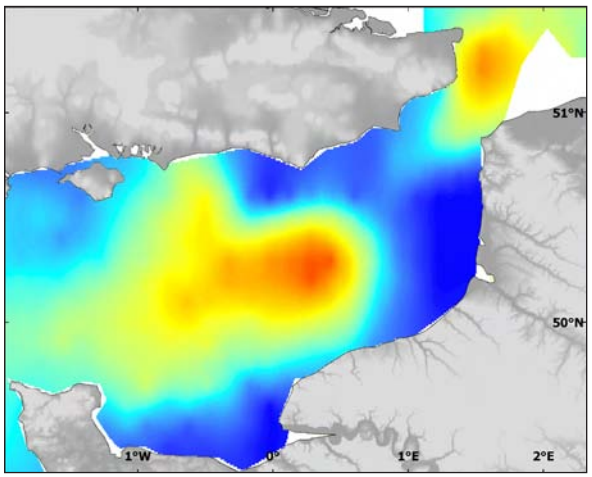
> 1 AN / YEAR OLD

Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



Femelle / Female, > 1 an / year old - Scyliorhinus canicula

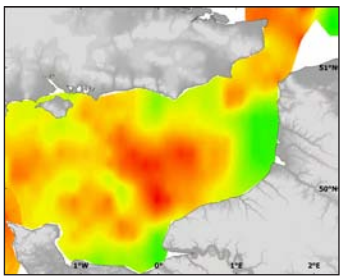
Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1990-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1990-2006)



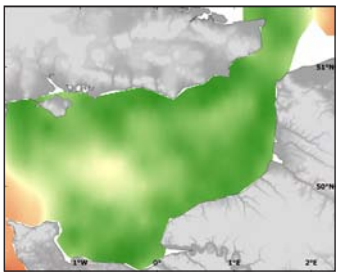
élevé/*high*

faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*



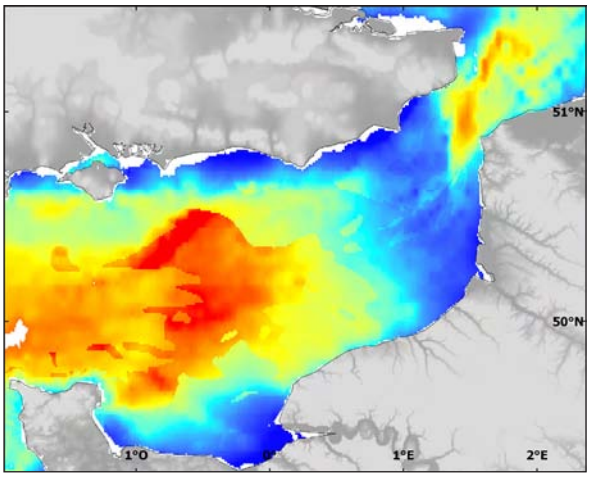
Erreur de krigeage / *Kriging error*

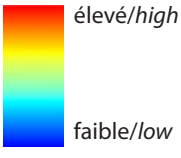


élevé/*high*

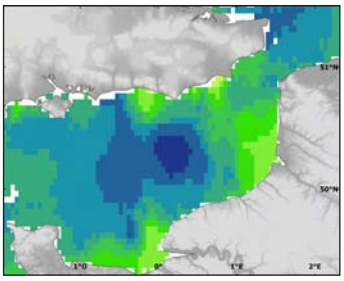
faible/*low*

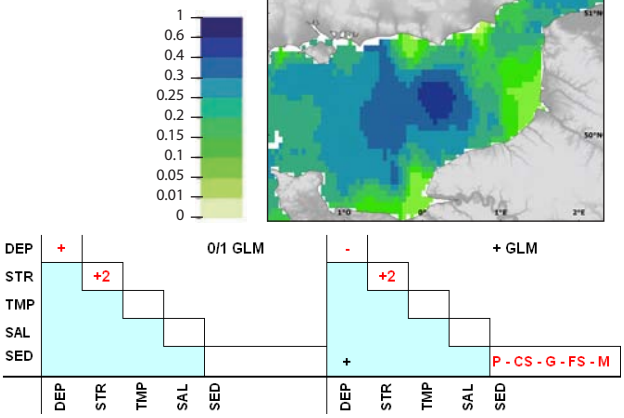
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



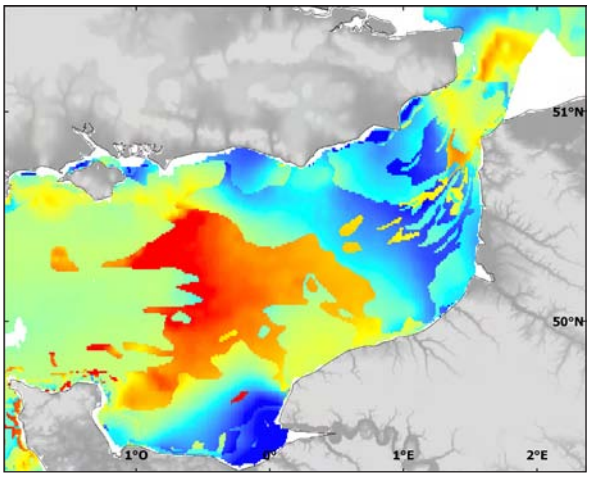


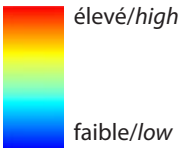
Erreur du modèle / *Model error*



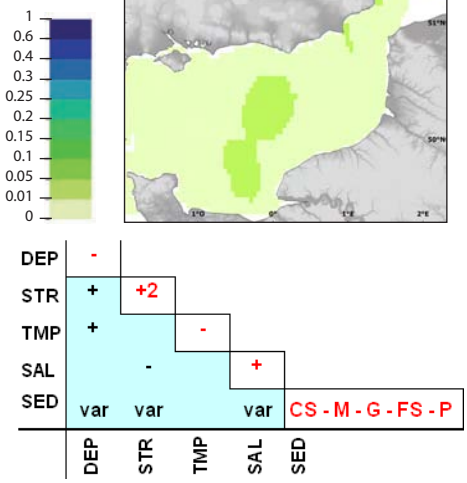


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*

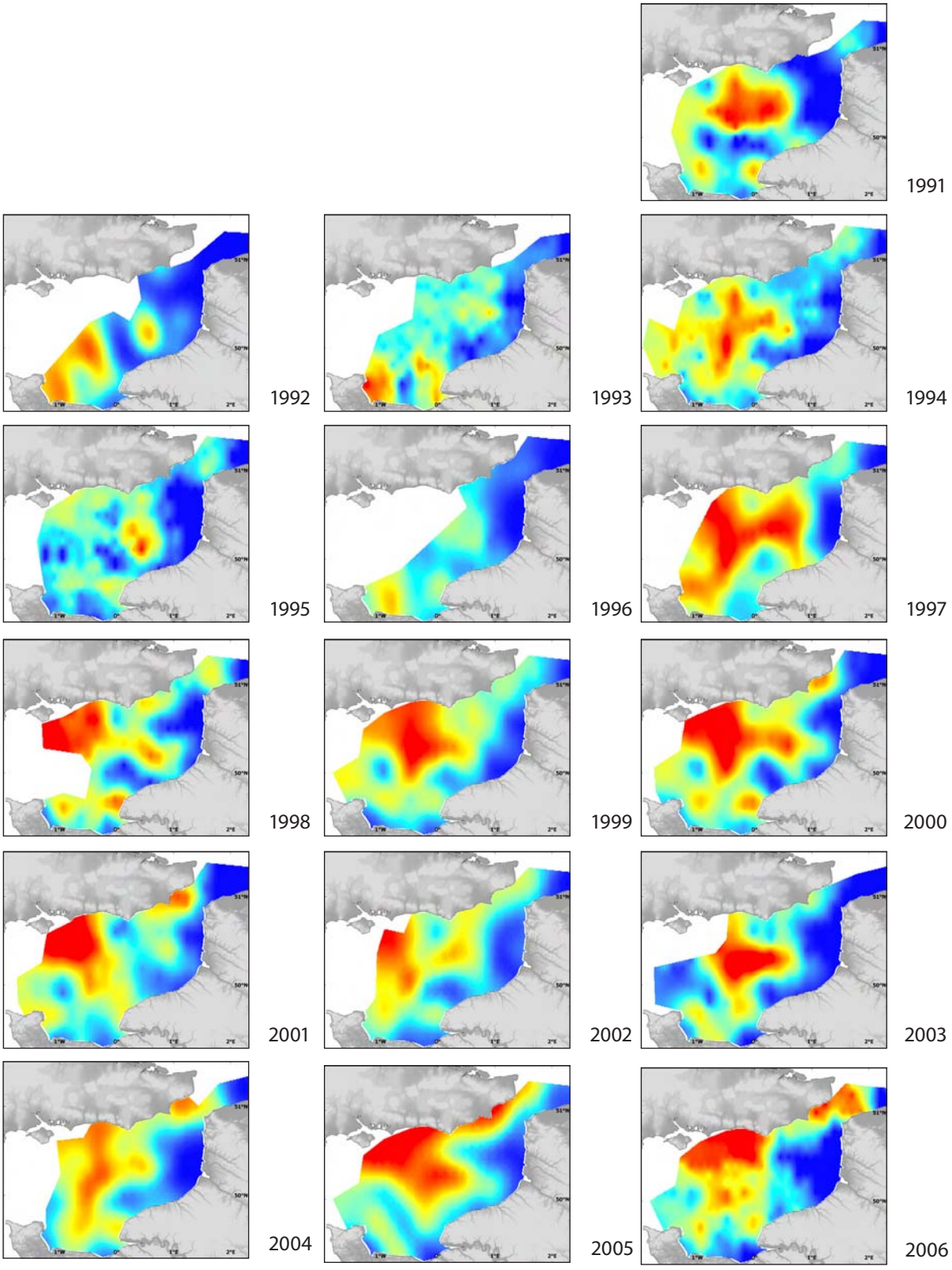


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

Femelle / Female, Tous âges confondus / Fish of all ages - Scyliorhinus canicula

Abondance en octobre (CGFS, 1991-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1991-2006)*

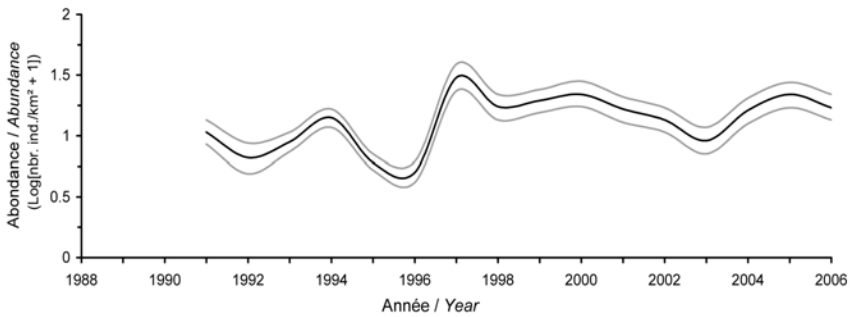


2.6

log (x+1),
x= nbr. ind./km²

0

Abondance interannuelle / *Interannual abondance*

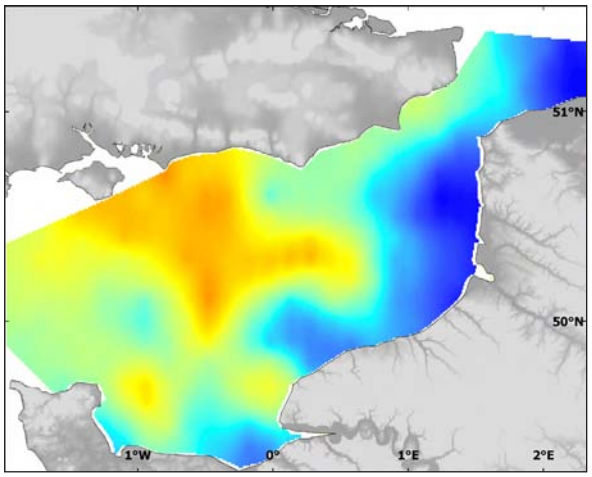


< 1 AN / YEAR OLD

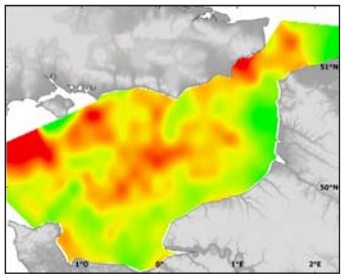
ALL AGES / TOUS AGES

Femelle / Female, Tous âges confondus / Fish of all ages - Scyliorhinus canicula

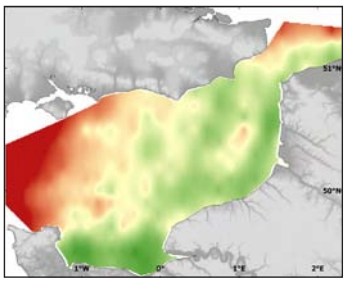
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1991-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1991 -2006)



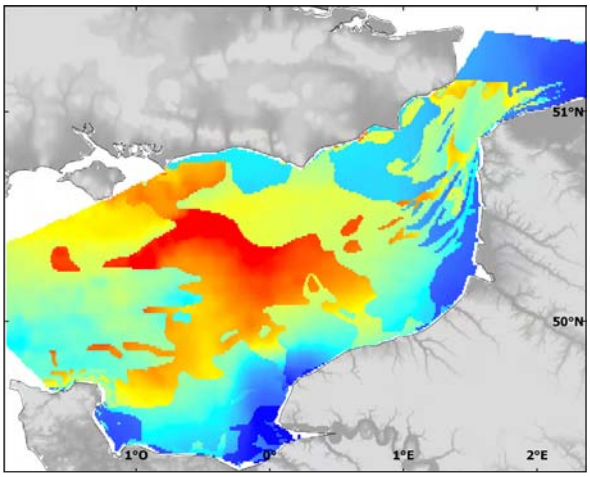
Ecart-type / *Standard deviation*

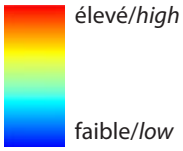


Erreur de krigeage / *Kriging error*

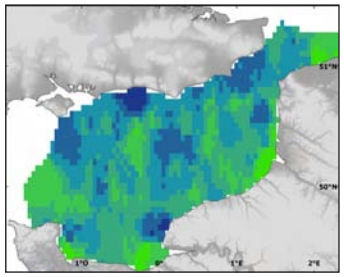


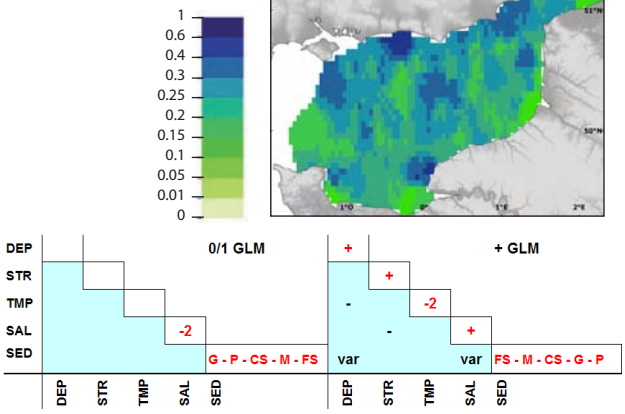
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



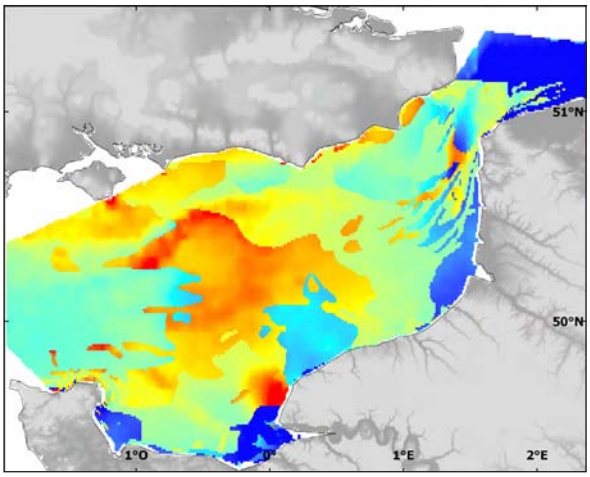


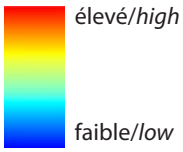
Erreur du modèle / *Model error*



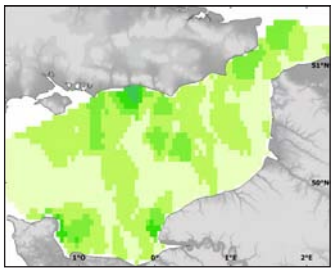


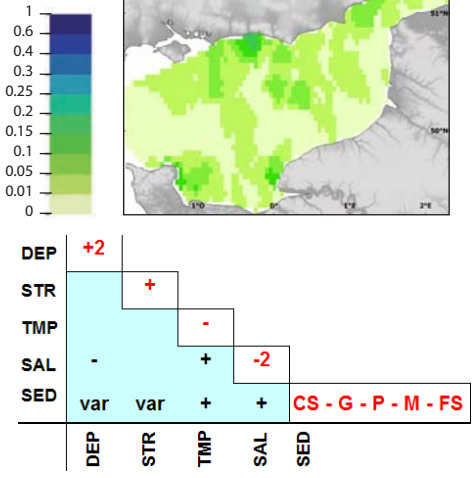
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*



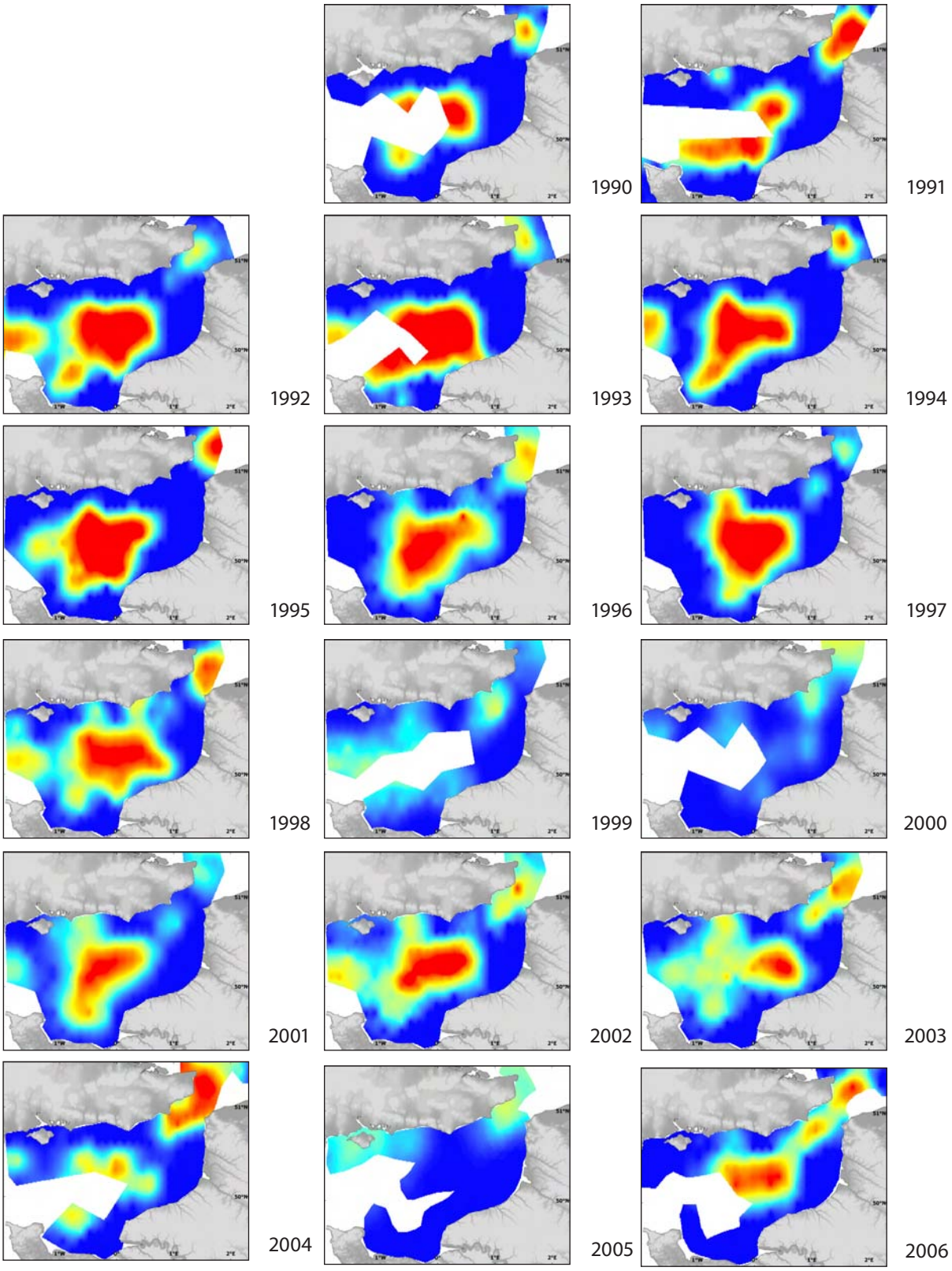


< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / TOUS AGES

Mâle / Male, > 1 an / year old - Scyliorhinus canicula

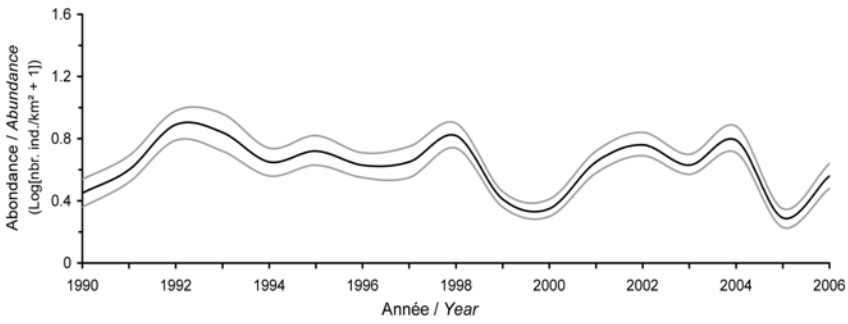
Abondance en juillet (BTS, 1990-2006) / *Abundance in July (BTS, 1990-2006)*



< 1 AN / YEAR OLD

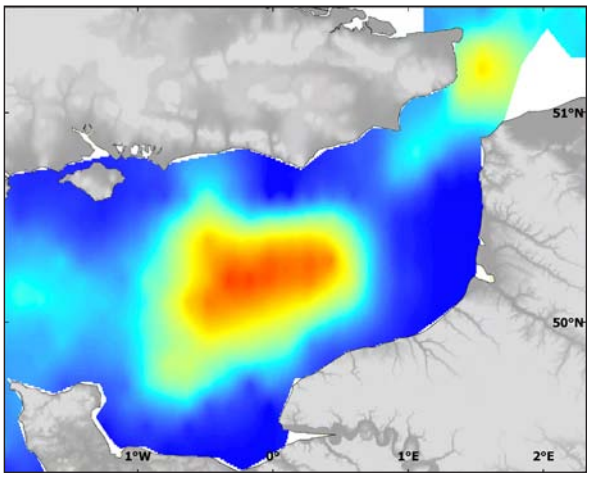
> 1 AN / YEAR OLD

Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



Mâle / Male, > 1 an / year old - Scyliorhinus canicula

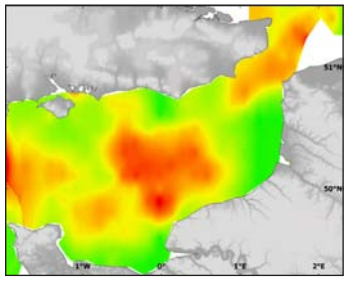
Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1990-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1990-2006)



élevé/*high*

faible/*low*

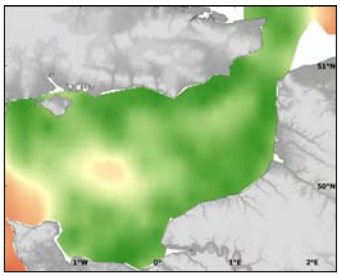
Ecart-type / *Standard deviation*



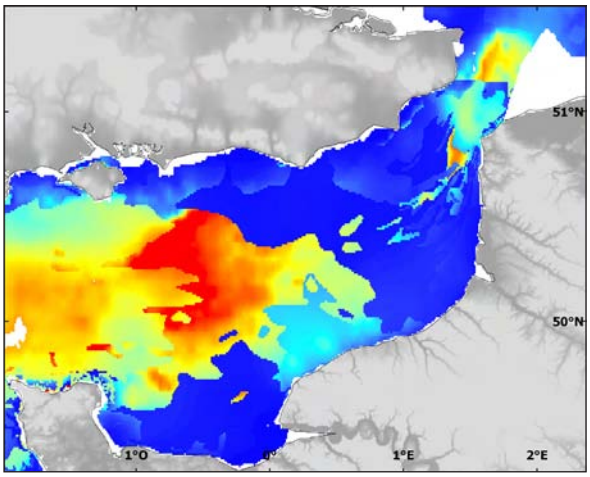
Erreur de krigeage / *Kriging error*

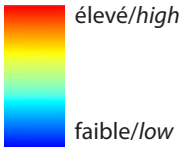
élevé/*high*

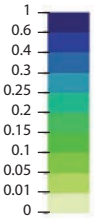
faible/*low*



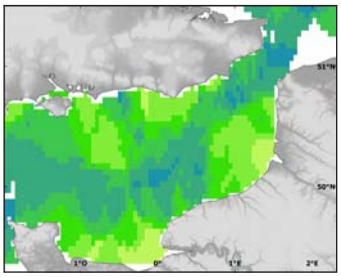
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

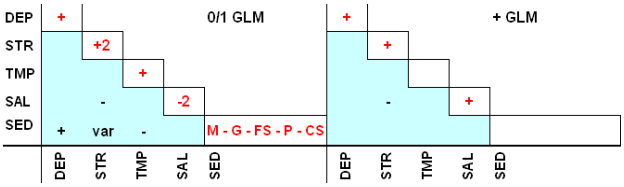




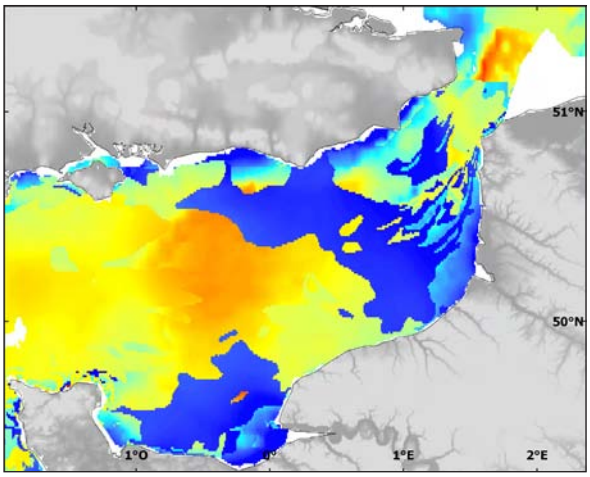


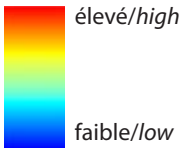
Erreur du modèle / *Model error*

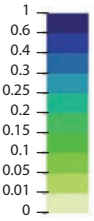




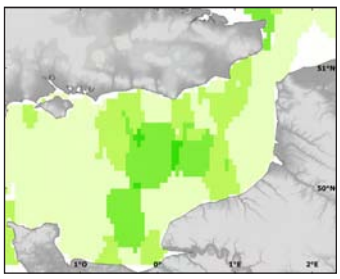
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

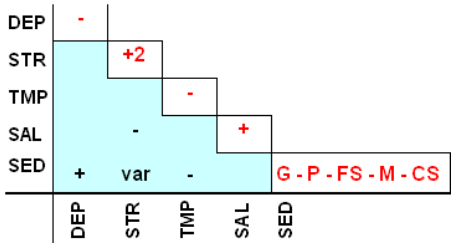






Erreur du modèle / *Model error*



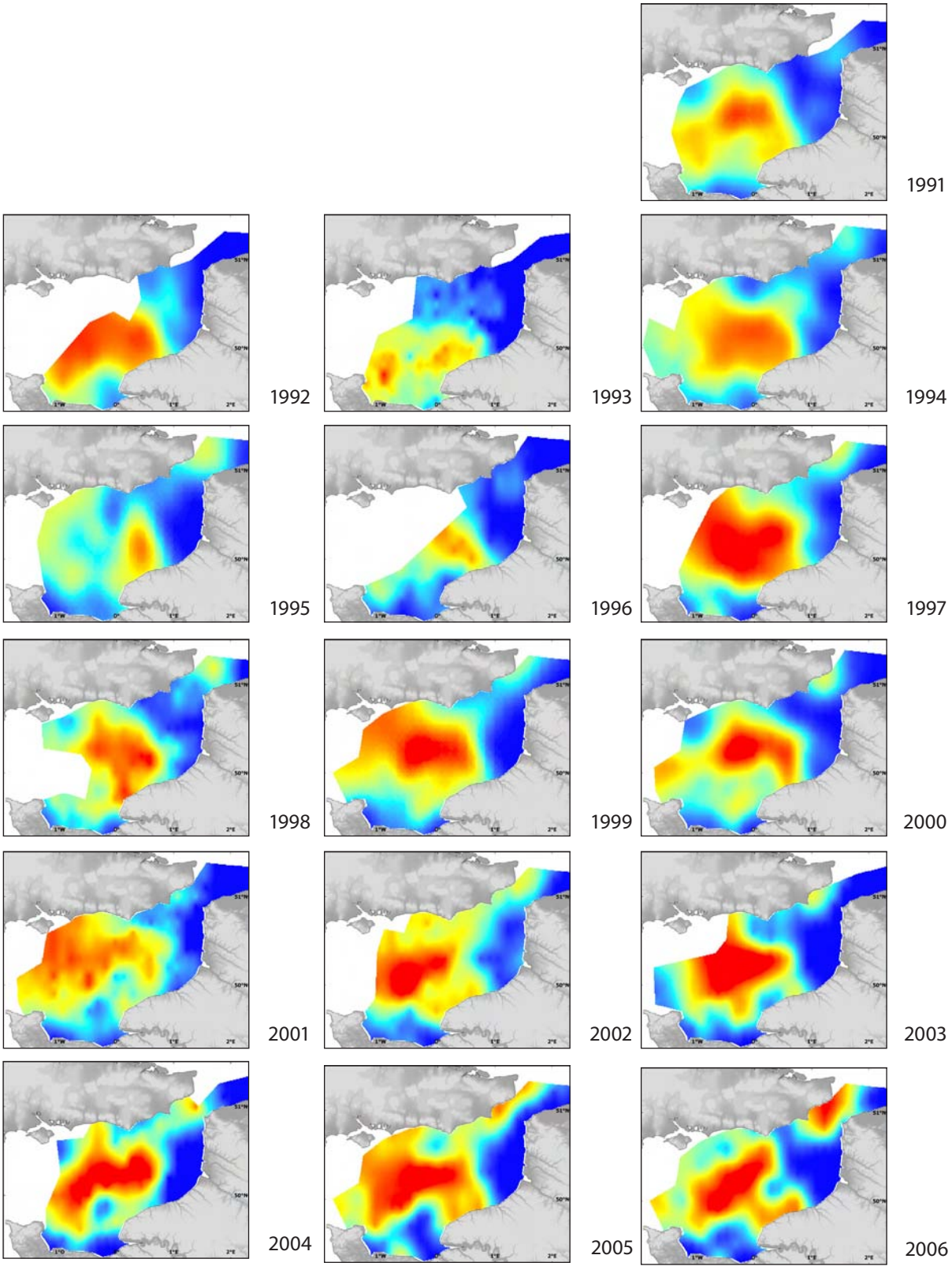


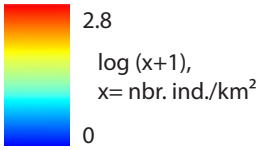
< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

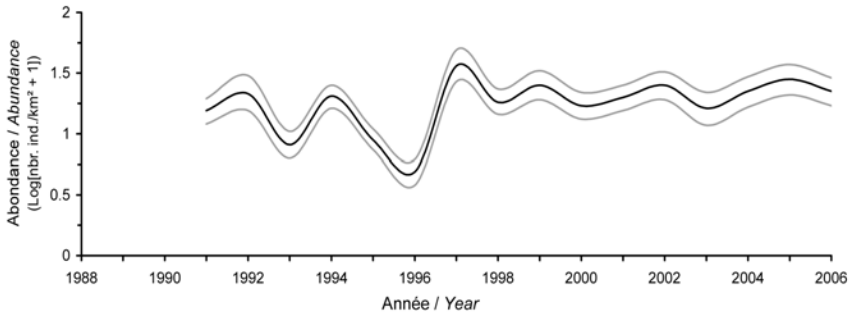
Mâle / Male, Tous âges confondus / Fish of all ages - Scyliorhinus canicula

Abondance en octobre (CGFS, 1991-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1991-2006)*



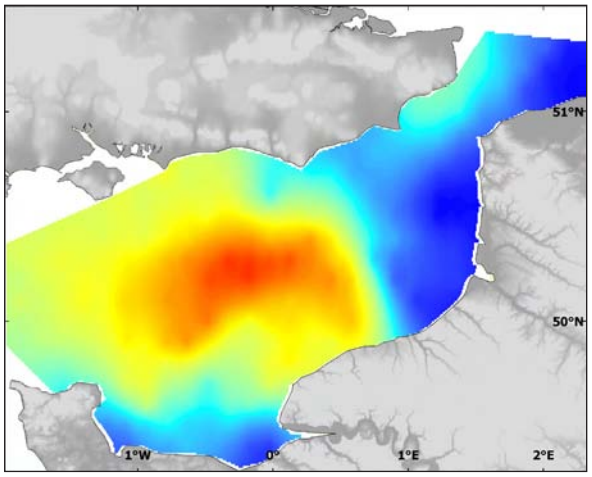


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

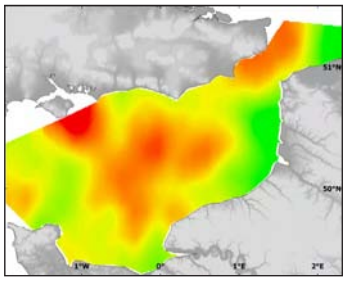


Mâle / Male, Tous âges confondus / Fish of all ages - Scyliorhinus canicula

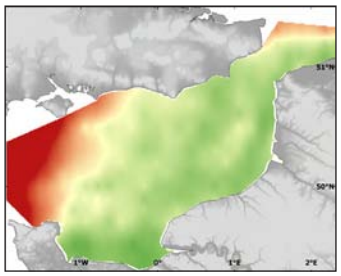
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1991-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1991-2006)



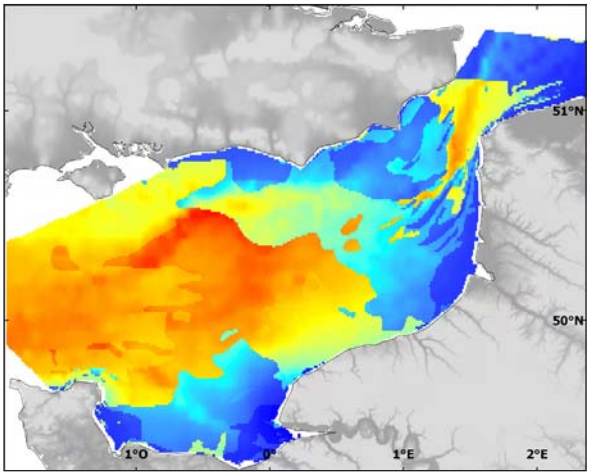
Ecart-type / *Standard deviation*



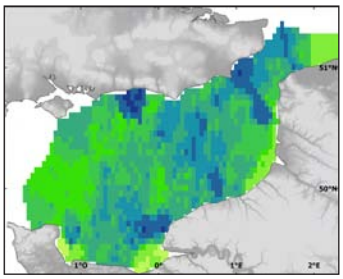
Erreur de krigeage / *Kriging error*

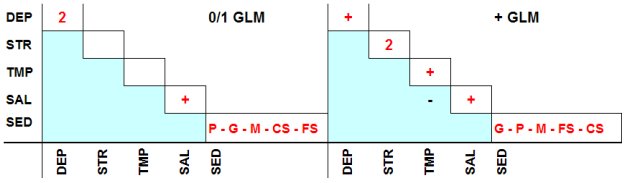


Habitat préférentiel en octobre (CGFS)
Preferential habitat in October (CGFS)

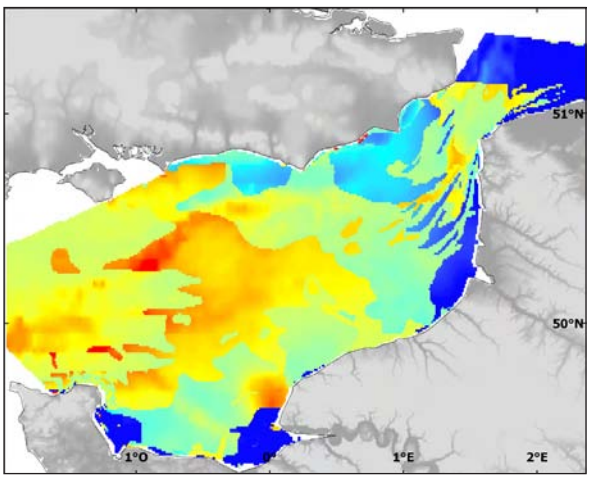


Erreur du modèle / *Model error*

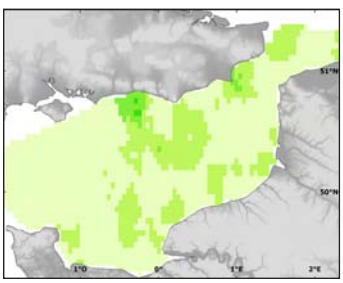


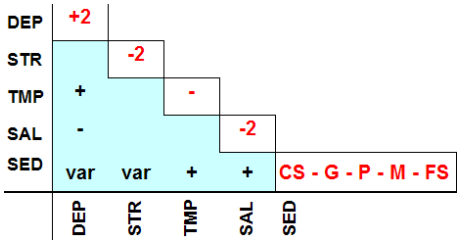


Habitat potentiel en octobre (CGFS)
Potential habitat in October (CGFS)



Erreur du modèle / *Model error*





< 1 AN / YEAR OLD

TOUS AGES / ALL AGES

Pour cette espèce, un certain nombre de cartes couvrant deux saisons (juillet et octobre) est présenté, utilisant notamment des données précisant le sexe des individus.

< 1 an

En juillet, les individus de moins de un an (longueur < 16.0 cm, tous sexes confondus) sont principalement présents autour des côtes sud et nord du Kent, la zone de la côte nord étant en fait la continuation d'une zone d'abondance intense située dans l'estuaire de la Tamise, et qui remonte au large vers le nord. Il y a aussi, par ailleurs, une zone d'abondance forte au niveau du Suffolk mais cette zone, ainsi que celle de l'estuaire de la Tamise sont situées hors de la zone CHARM II, et donc pas montrées ici. Une dernière zone d'abondance, mais bien plus faible, est présente au sud de la baie de Seine. L'erreur de krigeage est importante là où les observations sont plus clairsemées.

Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel (qui montrent par ailleurs des erreurs relativement faibles) sont en partie en accord avec les cartes de campagnes : c'est le cas au niveau des côtes sud et nord du Kent et de la baie de Seine (seulement pour le modèle d'habitat potentiel). Les deux modèles surlignent une zone d'habitat favorable au nord de Fécamp, et le modèle potentiel une zone correspondant à des fonds sableux le long des côtes de Picardie et Nord Pas-de-Calais. De façon générale, ce jeune stade de vie semble inféodé aux zones peu profondes et aux fonds vaseux et caillouteux. Très peu d'individus nés l'année précédente ont été observés en octobre (d'où l'absence de carte séparée pour ce stade de vie), les individus des cartes de juillet étant nés l'année précédente.

> 1 an (juillet) et tous âges confondus (octobre)

En ce qui concerne les individus de plus de un an (longueur > 16.0 cm, juillet) et ceux tous âges confondus (octobre, la majorité étant néanmoins âgée de plus d'un an), les données sont présentées dans l'ordre suivant : tous sexes confondus en juillet puis octobre, femelles en juillet puis octobre (dont cartes annuelles), et de même pour les mâles. Pour les cartes montrant tous sexes confondus, les individus sont très abondants dans la partie centrale de la Manche orientale, aux deux saisons, même si la répartition spatiale en octobre est plus étendue qu'en juillet (elle touche les côtes britanniques et françaises, et s'étend à l'ouest jusqu'au niveau de la presqu'île du Cotentin). En juillet, l'espèce est abondante à l'entrée nord du détroit du Pas-de-Calais, alors qu'elle y est absente en octobre. Pour juillet encore, il faut noter que, si l'on compare avec les données d'individus de moins de un an, l'espèce est bien plus abondante en Manche orientale que dans la partie sud de la mer du Nord, avec une zone d'abondance relative à l'est du Suffolk ; les données collectées dans ces zones étant hors de la zone CHARM II, elles ne sont pas montrées ici. Pour les deux saisons, les erreurs de krigeage sont plus élevées là où les observations sont plus clairsemées.

Les modèles d'habitat disponibles (préférentiels et potentiels) pour chaque saison sont très en accord avec les données de campagnes, même si les erreurs des modèles préférentiels restent assez élevées pour

For this species, a number of maps covering two seasons (July and October) is presented, some of which using data by sex.

< 1 year old

In July, individuals of less than one year (length < 16.0 cm, all sexes) were essentially present around the south and north coasts of Kent, the northern patch being in fact the continuation of a larger abundance zone located in the Thames estuary, and that extended northwards offshore. An additional abundance area was located at the level of Suffolk but this zone, as well as the Thames estuary zone, are located outside of the CHARM II zone and hence are not shown here. Lastly, individuals were also seen in the southern part of the Bay of Seine. The kriging error was high where observations were more sparse.

The preferential and potential habitat models show relatively low errors but only partly agree with the survey data: this is the case of the areas south and north of the Kent coast, and for the Bay of Seine (only for the potential habitat model). Both models highlight a favourable habitat north of Fécamp, and the potential habitat model a zone of sandy substrates located along the coast of Picardie and Nord Pas-de-Calais. Overall this species, at such young life stage, prefers shallow depths with muddy or pebbly substrates. Very few individuals laid the previous year were recorded in October (hence the absence of a separate map for this life stage), the individuals of the July maps having been laid the preceding year.

> 1 year old (July) and fish of all ages (October)

Regarding individuals older than one year (length > 16.0 cm, July) and of all ages (October, the majority being however composed of individuals older than one year), data are presented as follows: both sexes together in July then October, females in July then October (including annual maps), and the same for males. For the maps showing all sexes, this species was very abundant in the central part of the eastern English Channel, for both seasons, though the October spatial distribution was more dispersed (reaching the British and French coasts, and extending west to the level of the Cherbourg Peninsula) than in July. In July, the species was abundant at the northern approach of the Dover Strait, whilst it was absent from this location in October. Again for July and if comparing with less than one year old individuals, the species was then much more abundant in the eastern English Channel than in the southern part of the North Sea (where a relatively less intense abundance zone was present east of Suffolk) ; these areas being outside of the CHARM II zone, patterns are not shown here. For the two seasons, kriging errors were higher where observations were more sparse.

The habitat models (preferential and potential) available for each season are very consistent (though errors remain relatively high for the preferential habitat models) with the survey maps. For the two seasons, the species prefers deeper waters with hard substrates (gravel, pebble) and intense bed shear stress: this is typical of the central eastern English Channel and Dover Strait. In October, the two habitat models highlight the Dover Strait as favourable habitat for this species, even though this was not seen in the survey map. The two July models present habi-

les modèles d'habitat préférentiel. Aux deux saisons, l'espèce préfère les eaux profondes à fond dur (gravier, cailloux) présentant de forts courants de marées : ceci est caractéristique du centre de la Manche orientale et du détroit du Pas-de-Calais. En octobre, les deux modèles d'habitat surlignent ainsi le détroit comme zone d'habitat favorable pour cette espèce, même si ce n'était pas apparent dans la carte de campagnes. Les deux modèles de juillet montrent des habitats plus étendus (et très similaires aux habitats modélisés pour octobre) que la distribution des campagnes, ce qui indique que cette espèce sous-utilise peut-être son habitat en cette saison.

On pense qu'il existe une ségrégation spatiale pour cette espèce, avec des individus de certains sexes et tailles évoluant ensemble. Aux deux saisons, les zones d'abondances de femelles ont tendance à couvrir des zones plus étendues (notamment vers les côtes) que les zones d'abondances de mâles, qui sont le plus souvent concentrées au centre de la Manche orientale, et au centre du détroit (pour ce dernier en juillet). En particulier, deux zones apparaissent souvent en octobre en baie de Seine (l'une à l'est de Barfleur, et l'autre à l'ouest du Pays de Caux) dans les cartes de campagnes des femelles (notamment la carte moyenne), tandis que ce n'est pas le cas chez les mâles. La même chose est observée le long des côtes du East Sussex et du Kent (côte sud). Il faut aussi noter que cette différence de couverture spatiale (plus étendue chez les femelles), se retrouve aussi dans les données du sud de la mer du Nord en juillet (non montrées ici). L'accouplement ayant lieu de mai à septembre avec un pic en juillet, une telle ségrégation spatiale en octobre, donc hors de la période de reproduction, ne serait donc pas invraisemblable. Les modèles d'habitat, qui par ailleurs restent très similaires aux modèles où les mâles et les femelles sont ensemble, ne surlignent cependant pas cette différence de distribution entre les mâles et les femelles. Les courbes d'abondances totale pour la zone étudiée ne montrent pas d'évolution particulière pour la période considérée.

tats covering larger surface areas (similar to that of the October models) than the survey patterns, which suggests that this species might be under-utilising its habitat in this season.

It is believed that there is spatial segregation in this species, with fish of certain sizes and sexes shoaling together. For the two seasons, female spatial distributions tended to cover broader surface areas (notably towards the coasts) than those of males, which were mostly concentrated in the central eastern English Channel, and in the Dover Strait (the latter in July). In particular, two abundance zones were frequently seen in the Bay of Seine (one east of Barfleur, and the other west of the Pays de Caux) in the spatial distributions of females, whilst this was not the case for males. The same was recorded along the East Sussex and southern Kent coasts. Additionally, the same difference in spatial coverage (more dispersed for females) was also recorded in the southern North Sea data for July (not shown here). Mating taking place from May to September with a peak in July, such a spatial segregation of males and females in October, hence outside of the mating period, is not improbable. The habitat models, which were similar to the ones where males and females are modelled together, do not however highlight any spatial segregation between males and females. The total abundance curves for the study area do not show any particular evolution for the period considered.

Scyliorhinus stellaris

(Linnaeus,1758)

Grande roussette
Nursehound, Greater spotted dogfish

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Elasmobranchii
Ordre-Order : Carcharhiniformes
Famille-Family : Scyliorhinidae

© IFREMER

Biologie - La grande roussette se nourrit de crustacés (crabes), de mollusques céphalopodes, de poissons plats et de quelques poissons pélagiques (clupéidés). La grande roussette est ovipare. La formation des œufs et la ponte ont lieu toute l'année. Les œufs sont contenus dans des enveloppes cornées brunâtres de 3-4 cm de large et 10-13 cm de long, prolongées aux quatre angles par un long filament enroulé fortement en vrille. La durée d'incubation dépend de la température : elle est d'autant plus courte que l'eau est plus chaude. Les embryons se nourrissent seulement sur leurs réserves et à l'éclosion, leur taille est d'environ 16 cm.

Caractères démographiques - Taille maximale 150 cm ; taille commune 80-120 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 19 ans ; âge et taille à maturité *n/a* ans et 77-84 cm (F) ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = *n/a*, taux de croissance *k* = *n/a*, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (environ 100 œufs par femelle et par an).

Environnement - Espèce rencontrée à la côte ou plus au large, sur des fonds durs, parfois rocheux du plateau continental, ainsi que sur des fonds recouverts d'algues, des eaux peu profondes jusqu'à 65 m de profondeur.

Répartition géographique - Atlantique nord-est : îles Shetlands (rare), du sud de la Scandinavie et des îles britanniques jusqu'au Maroc ; Méditerranée.

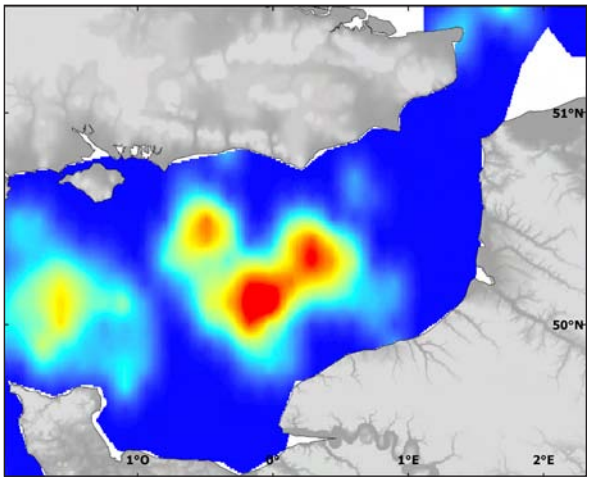
Biology - The nursehound feeds on crustaceans (crabs), cephalopod molluscs, flatfish and some pelagic fish (Clupeidae). The nursehound is oviparous. Eggs develop and are laid all year round. The eggs are contained in brownish envelopes, 3-4 cm wide and 10-13 cm long, prolonged with the four angles by a long filament strongly rolled up in gimlet. The incubation duration depends on the temperature: it is shorter with warmer water. Embryos feed only on yolk, and their size on hatching is about 16 cm.

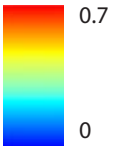
Life history parameters - Maximum length 150 cm; common length 80-120 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 19 years; age and length at maturity *n/a* years and 77-84 cm (F); von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = *n/a*, growth rate *k* = *n/a*, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (about 100 eggs per female and per year).

Environment - This is a common inshore and offshore species found on the continental shelf over rough, even rocky ground, and algal-covered substrates, from shallow waters to about 65 m in depth.

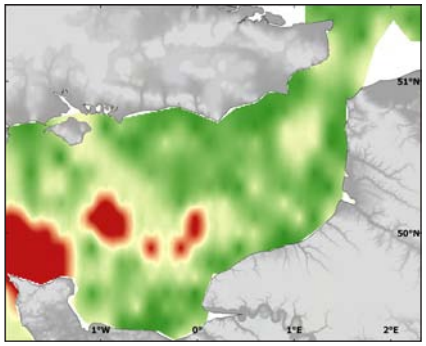
Geographical distribution - North-east Atlantic: Shetlands (rare), southern Scandinavia and British Isles south, to Morocco; Mediterranean Sea.

Probabilité de présence
en juillet (BTS, 1989-2006)
Presence probability in July (BTS, 1989-2006)

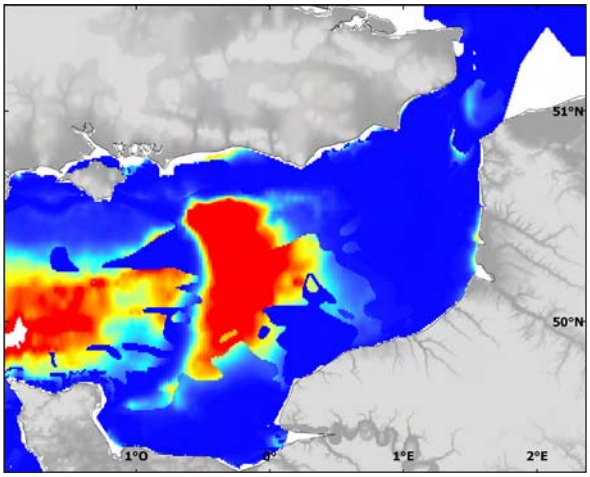


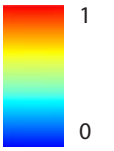


Erreur de krigeage
Kriging error

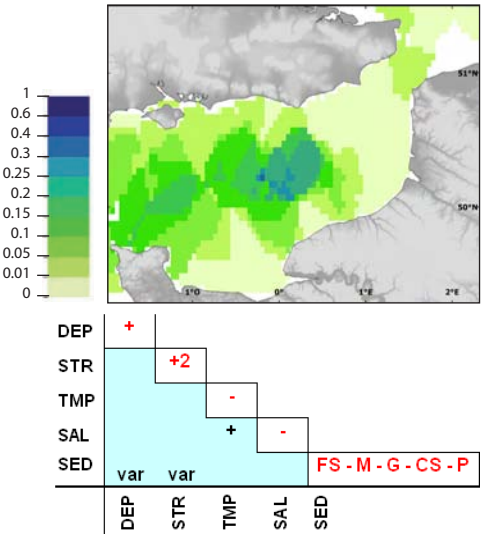


Habitat probable en juillet (GLM)
Probable habitat in July (GLM)



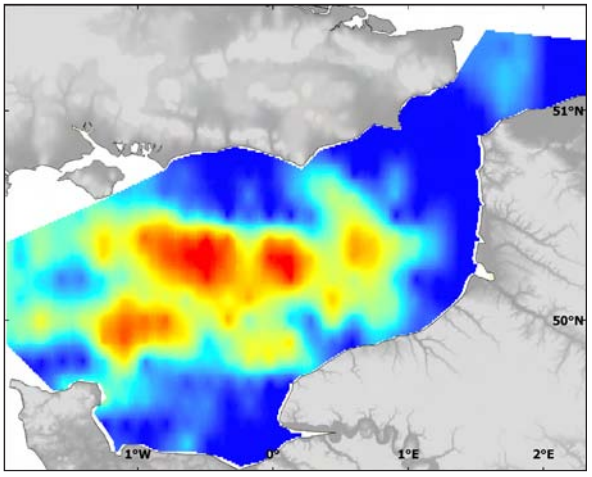


Erreur du modèle / *Model error*

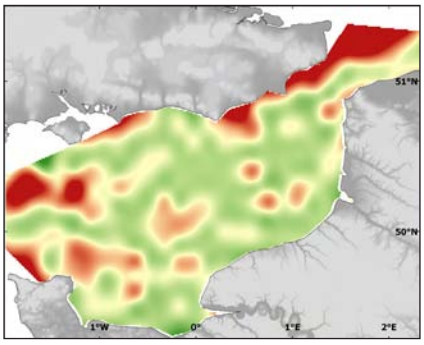


Tous âges confondus / Fish of all ages - Scyliorhinus stellaris

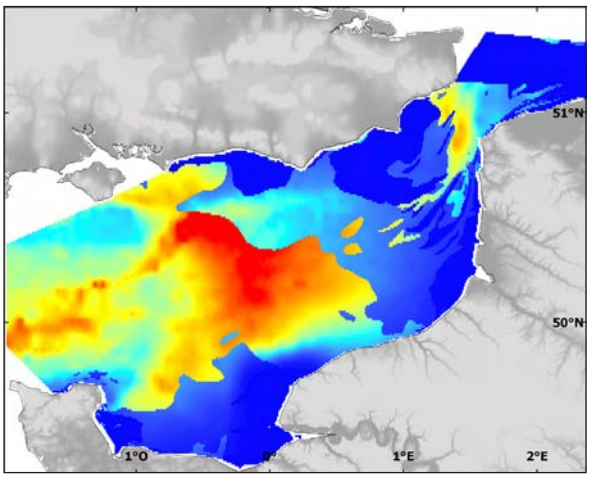
Probabilité de présence
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1988-2006)



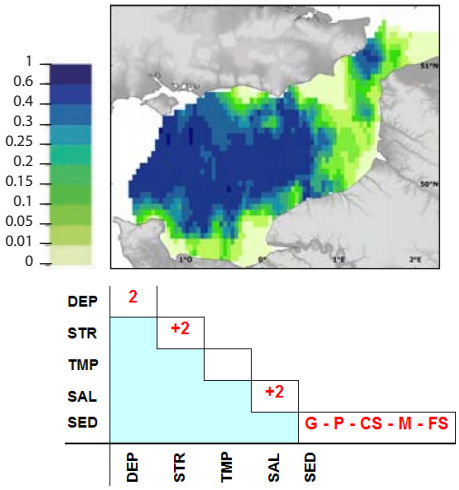
Erreur de krigeage
Kriging error



Habitat probable en octobre (GLM)
Probable habitat in October (GLM)



Erreur du modèle / *Model error*



Tous âges confondus

Que ce soit en juillet ou octobre, cette espèce (toutes tailles et sexes confondus, la plupart étant néanmoins des individus de plus de un an) est très présente sur une zone s'étendant du centre de la Manche orientale jusqu'au large de la côte nord de la presqu'île du Cotentin. L'erreur de krigeage est généralement plus importante là où les observations sont plus clairsemées, et où il y a de grandes variabilités d'occurrence.

Les modèles d'habitat probables des deux saisons correspondent bien aux données de campagnes, bien que le modèle d'octobre révèle un habitat probable au niveau du détroit du Pas-de-Calais, qui n'apparaît pas dans les données de campagnes. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones profondes, à fonds durs (gravier et cailloux) et aux fortes tensions de cisaillement. Les erreurs des modèles, cependant, sont restées relativement élevées, notamment dans les zones de forte occurrence, et aussi (pour octobre) au niveau du détroit, où le modèle prédit plus d'occurrence que ce qui avait été observé en campagne.

Fish of all ages

Be it in July or October, this species (all sizes and sexes, though most individuals were older than one year) showed a high occurrence over a zone extending from the central eastern English Channel to offshore north of the Cherbourg Peninsula. The kriging error was greater where observations were more sparse, and where there was a great variability of occurrence.

The probable habitat models of the two seasons agree rather well with the survey data, though the October model predicts occurrences in the Dover Strait, whilst these were not recorded during the surveys. Overall, this species was found in areas of deep waters, hard substrates (gravels and pebbles) and strong bed shear stress. Model errors remain high, notably in the zones of high occurrence, and also (in October) in the Dover Strait, where the model predicts higher occurrences than what was recorded during the surveys.

Sepia officinalis

Linnaeus,1758

Seiche commune
Common cuttlefish

Embranchement-Phylum : Mollusca
Classe-Class : Cephalopoda
Ordre-Order : Sepiida
Famille-Family : Sepiidae

© IFREMER

Biologie - La seiche (adulte) est un prédateur nocturne. Elle se nourrit de crustacés (crevettes, crabes) et de poissons. La seiche se reproduit au printemps et en été après avoir migré dans les eaux côtières. Mâles et femelles s'accouplent avec une parade nuptiale et la femelle pond ses œufs, entourés d'une enveloppe gélatineuse, en grappes (raisins de mer) qu'elle fixe sur divers substrats grâce à des filaments. La ponte peut s'étaler sur plusieurs semaines après l'accouplement, correspondant à plusieurs centaines ou milliers d'œufs. Les adultes meurent après la reproduction. L'éclosion des œufs a lieu entre 1 à 3 mois après la fécondation, selon la température de l'eau. Les jeunes mesurent alors environ 1.5 cm et la croissance est ensuite très variable, fonction de la température de l'eau. Les juvéniles restent sur les petits fonds jusqu'à l'automne puis migrent vers les eaux plus profondes pour hiverner. La croissance peut-être rapide puisque certains individus peuvent atteindre jusqu'à 50 cm en 2 ans.

Caractères démographiques - Taille maximale 50 cm (sans les tentacules) ; taille commune 10-40 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 2 ans ; âge et taille à maturité 1 an et *n/a* ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique du manteau LD_{inf} = 29.5 cm (F) et 31.5 cm (M), taux de croissance k = 1.27 an^{-1} (F) et 1.23 an^{-1} (M), âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (max. 3 000 œufs par femelle).

Environnement - Espèce benthique vivant enfouie dans le sable ou cachée dans les infractuosités des rochers le jour, jusqu'à 100 m de profondeur. Espèce vivant dans les eaux marines, sous des climats subtropicaux à tempérés.

Répartition géographique - Atlantique est, de l'entrée de la Baltique et du sud de la Norvège à la côte nord-ouest de l'Afrique ; mer Méditerranée.

Biology - Adult cuttlefish are nocturnal predators feeding on crustaceans (shrimps and crabs) and fish. Cuttlefish breed in spring and summer after migrating to coastal waters. Males and females mate with a courtship dance. Females lay their eggs, encapsulated in a gelatinous enveloppe, in bunches that they attach to diverse substrates using filaments. Spawning can last several weeks after mating, with females producing several hundreds or thousands of eggs. Adults die after breeding. Eggs hatch after 1 to 3 months incubation, depending on water temperature. At birth, juveniles are 1.5 cm long and subsequent growth varies a lot according to water temperature. Juveniles stay in shallow waters until the autumn and then migrate to deeper waters to over-winter. Cuttlefish may grow fast: some 2 years old individuals may reach up to 50 cm in length.

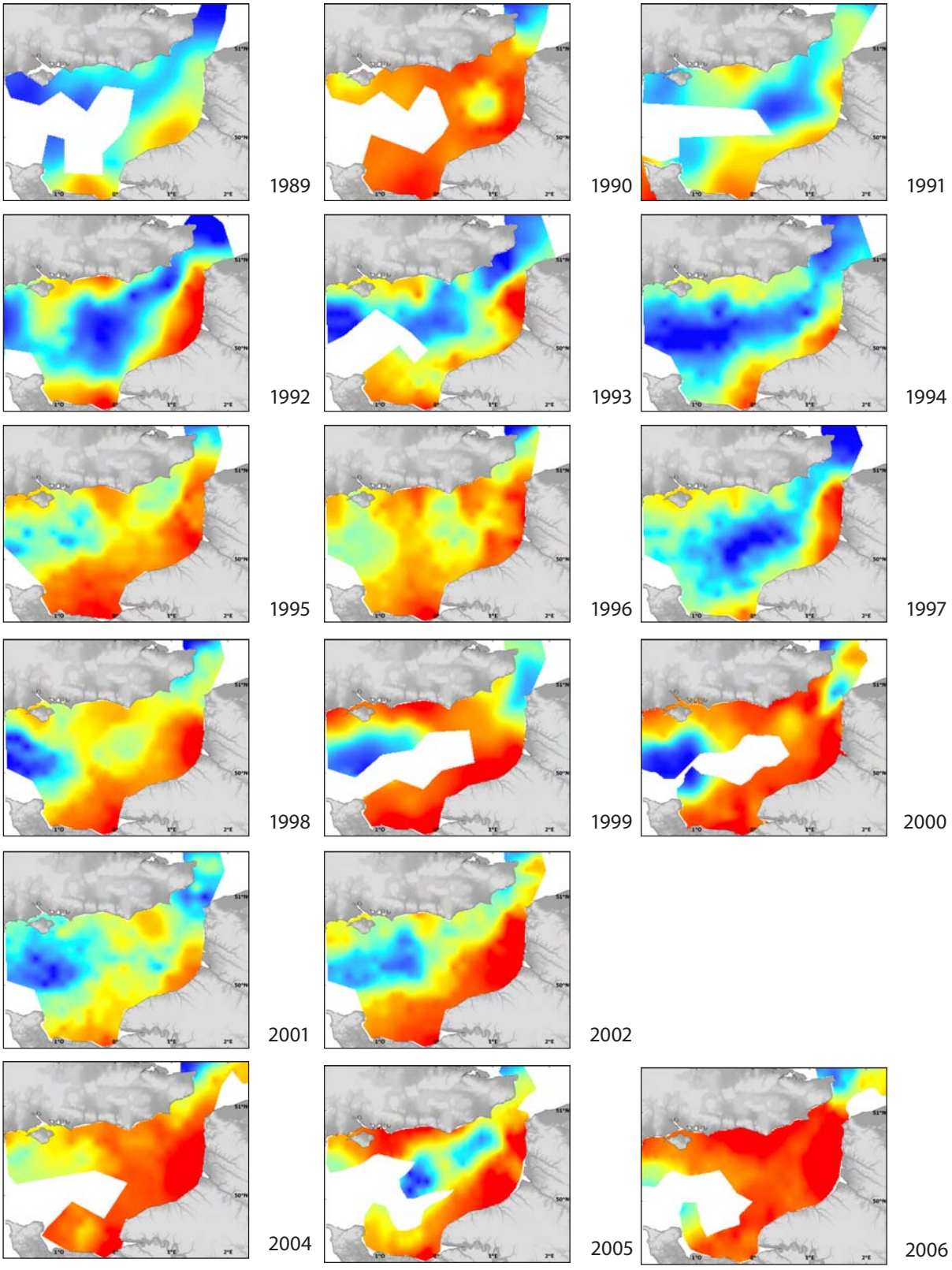
Life history parameters - Maximum length 50 cm (without tentacles); common length 10-40 cm; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan 2 years; age and length at maturity 1 year and *n/a* ; von Bertalanffy parameters : asymptotic mantle length LD_{inf} = 29.5 cm (F) and 31.5 cm (M), growth rate k = 1.27 $year^{-1}$ (F) and 1.23 $year^{-1}$ (M), theoretical age t_0 = *n/a* ; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (max. 3,000 eggs per female).

Environment - A benthic species that lives buried in the sand or hidden between rocks during the day between the surface and 100 m in depth. They are found in marine waters from subtropical to temperate climates.

Geographical distribution - Eastern Atlantic, from the entrance of the Baltic Sea in southern Norway to the north-west coast of Africa; Mediterranean Sea.

Tous âges confondus / Fish of all ages - Sepia officinalis

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*

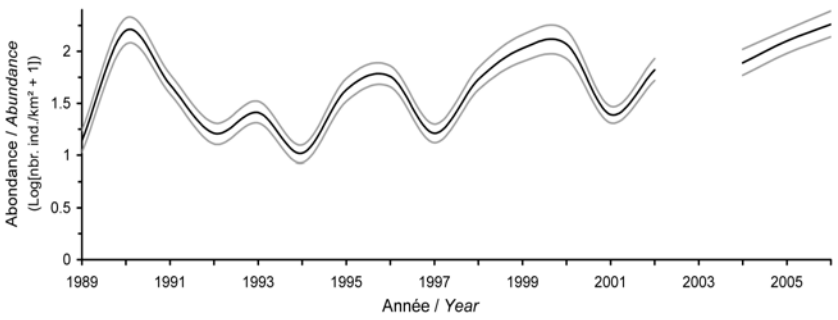


3.1

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

0

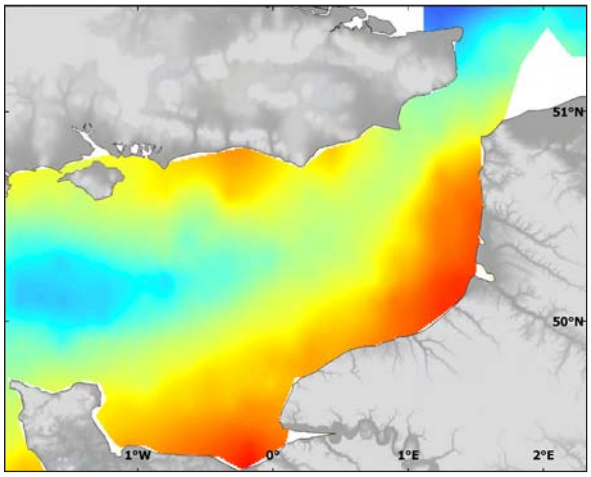
Abondance interannuelle / *Interannual abondance*



TOUS AGES / ALL AGES

Tous âges confondus / Fish of all ages - Sepia officinalis

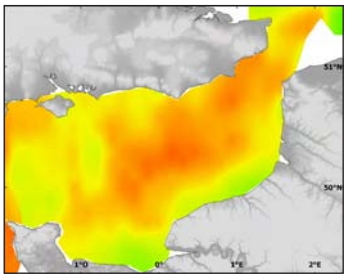
Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS,1989-2006)



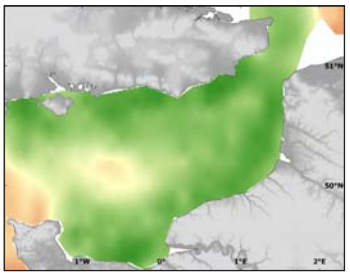
élevé/*high*

faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*



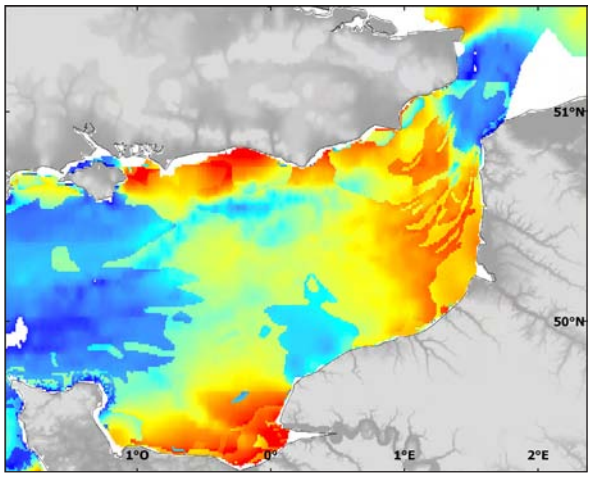
Erreur de krigeage / *Kriging error*

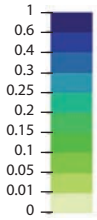


élevé/*high*

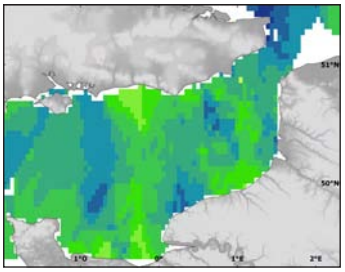
faible/*low*

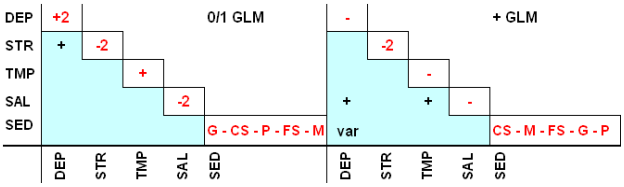
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



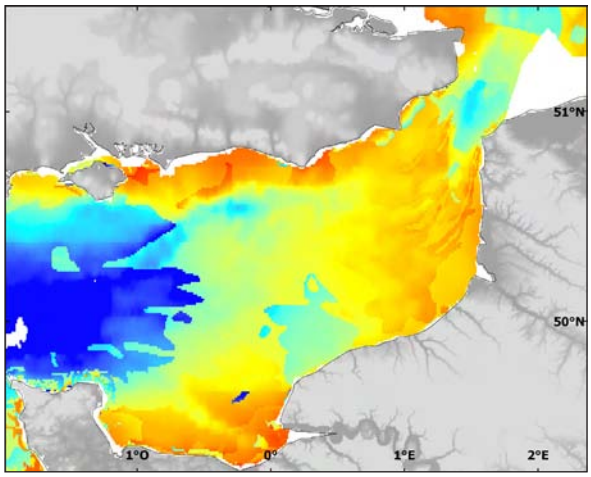


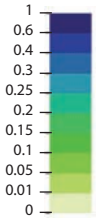
Erreur du modèle / *Model error*



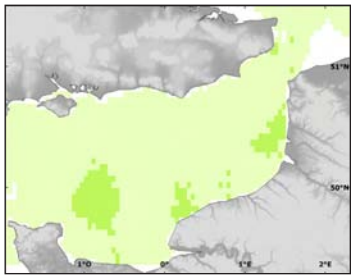


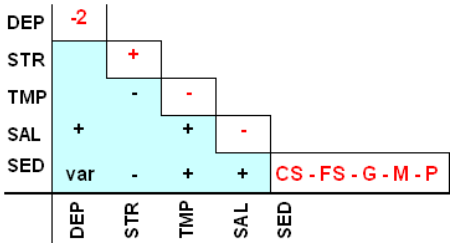
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)





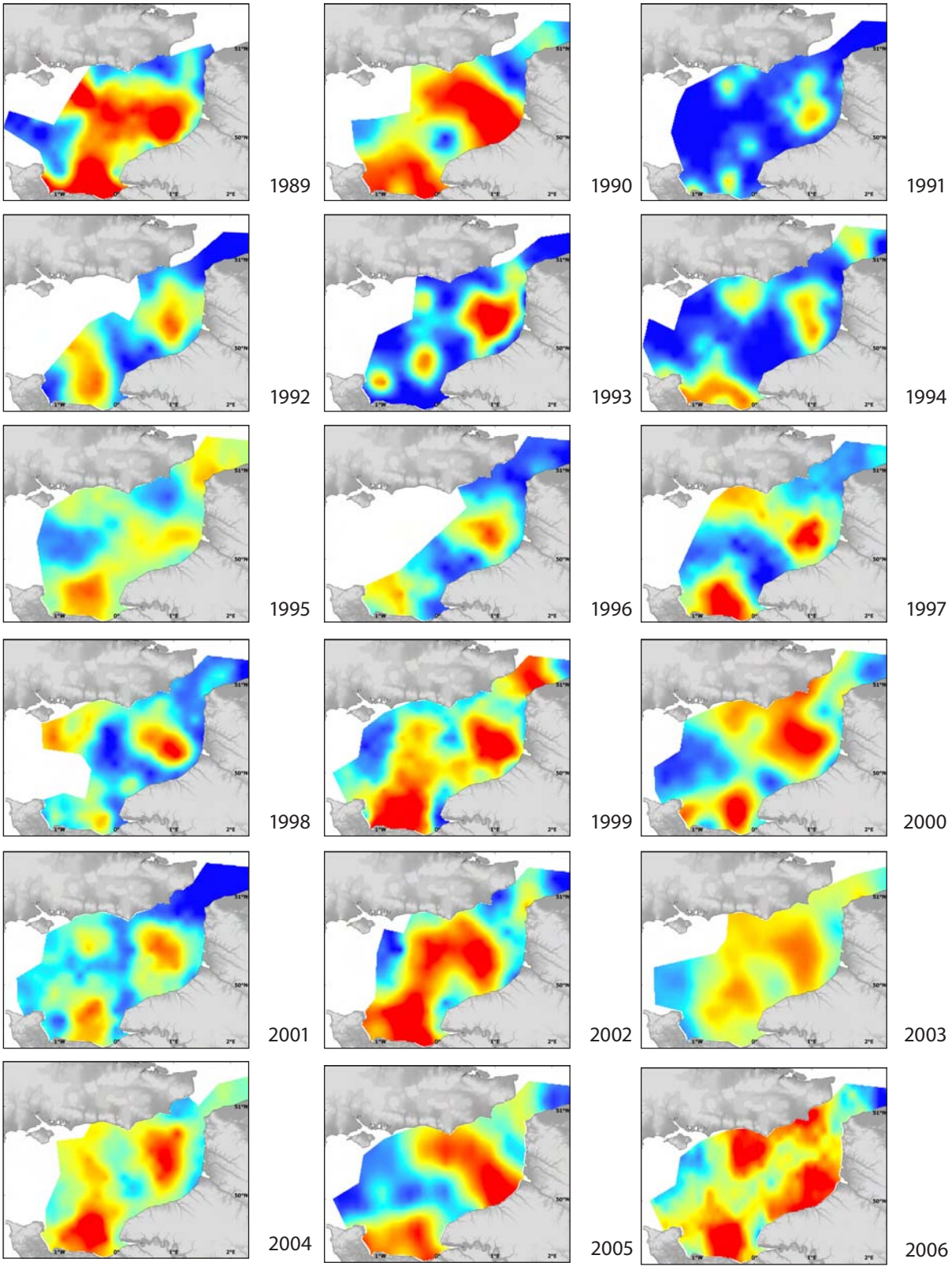
Erreur du modèle / *Model error*



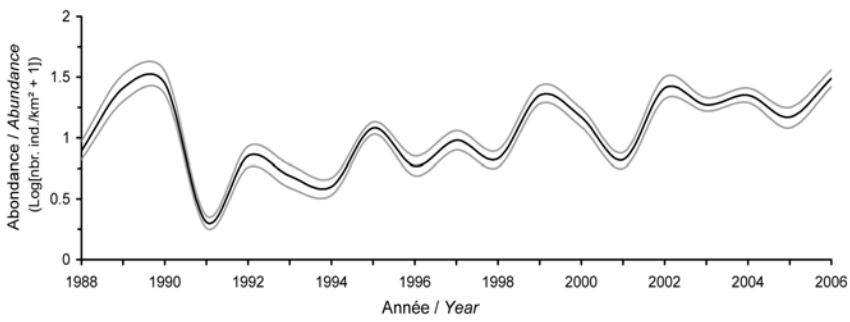


Tous âges confondus / Fish of all ages - Sepia officinalis

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*

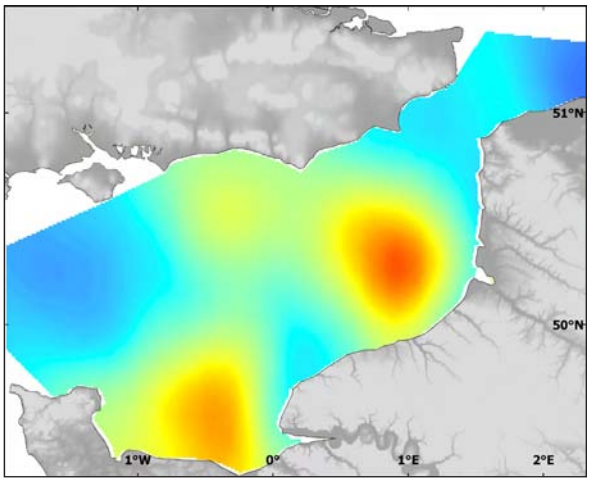


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

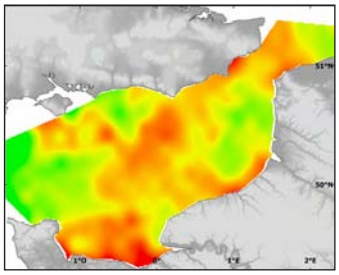


Tous âges confondus / Fish of all ages - Sepia officinalis

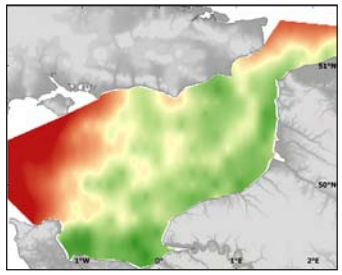
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



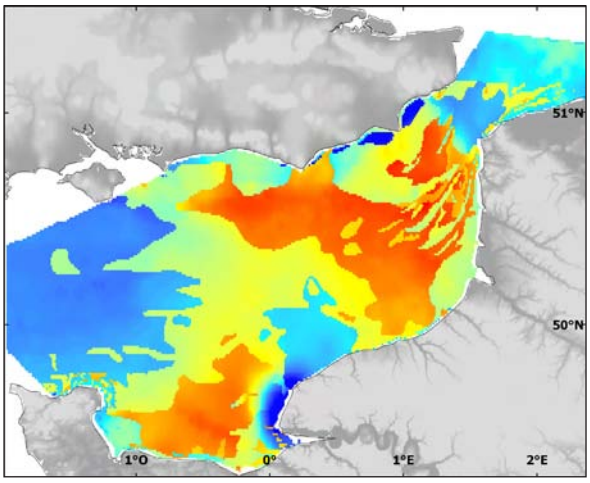
Ecart-type / *Standard deviation*

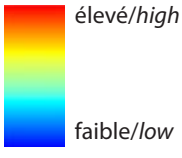


Erreur de krigeage / *Kriging error*

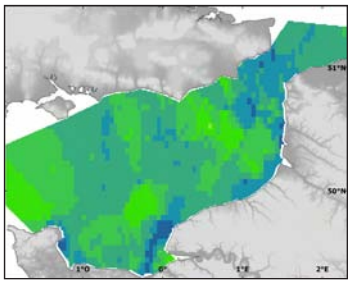


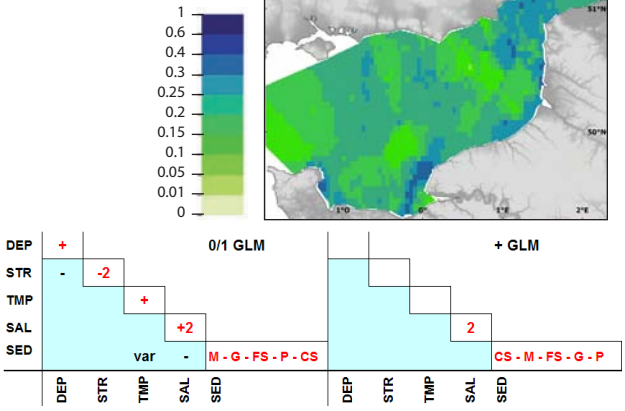
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)



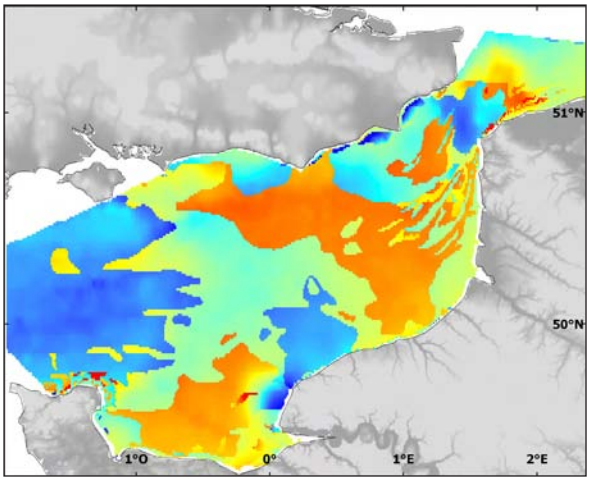


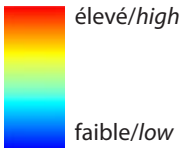
Erreur du modèle / *Model error*



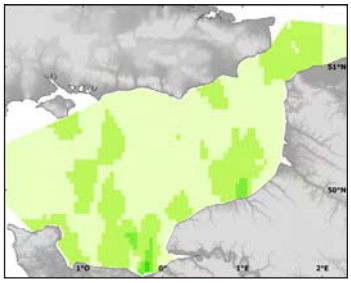


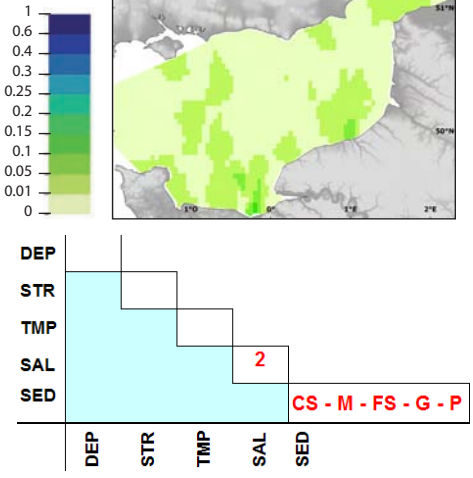
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)





Erreur du modèle / *Model error*





Tous âges confondus

Les données décrivant l'abondance de cette espèce sont disponibles sur deux saisons (sauf juillet 2003). Des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés pour chacune d'elles.

En juillet, les seiches sont présentes dans toute la Manche orientale et plus abondantes le long des côtes où elles se reproduisent généralement en cette saison, en particulier les côtes françaises. Cette distribution peut cependant varier de façon importante d'une année sur l'autre avec une extension au large suivant le niveau d'abondance locale. La densité moyenne de cette espèce semble avoir augmenté au cours de la période étudiée. L'erreur de krigeage est plus importante au large, là où les observations sont plus clairsemées. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution observée et révèle l'importance des zones de profondeurs moyennes mais protégées des forts courants de marées qui conditionnent la présence de cette espèce. Dans tous les cas, elle semble préférer les eaux les plus chaudes en cette saison ainsi que les sables grossiers. L'incertitude de ce modèle n'est cependant pas négligeable. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus au large encore et illustre la complexité du jeu des interactions entre les paramètres de l'environnement et les sédiments. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones moyennement profondes, avec des courants de marées faibles à intermédiaires et montre une grande tolérance aux conditions de température, salinité et sédimentaire de la zone.

En octobre, l'aire d'occupation des seiches semble se contracter en deux zones plus au large, la première au sud du détroit au large de la baie de Somme et la seconde en baie de Seine mais au large des estuaires. La localisation et la superficie de ces deux bassins varient beaucoup d'une année à l'autre, ces deux entités principales pouvant fusionner en une seule ou au contraire se scinder en plus petites zones suivant les niveaux d'abondance locale. La tendance à l'augmentation de la densité moyenne au cours de la période étudiée, déjà observée en été, semble se confirmer en automne. L'erreur de krigeage semble encore refléter à la fois les zones de moindre observation. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel confirment cette apparente concentration de la distribution en automne et révèlent cette fois une préférence plus marquée pour les fortes salinités et les sables grossiers qui favorisent la présence de cette espèce. Pourtant, en automne encore, l'incertitude du modèle préférentiel n'est pas négligeable. Il est à noter qu'en cette saison, les jeunes seiches commencent leur migration vers des eaux plus profondes pour hiverner.

Fish of all ages

Data are available for two seasons (except July 2003). Preferential and potential habitat models were developed for each season.

In July, cuttlefish were present across the eastern English Channel and were more abundant in the coastal areas where spawning usually occurs in this season, in particular along the French coast. However, this distribution pattern varied greatly from year to year, spreading offshore depending on the local abundance levels. The average density of this species appeared to have increased during the study period. The kriging error was higher offshore where observations were more sparse. The preferential habitat model agreed with the survey distribution and highlights the importance of intermediate depths, though protected from strong tidal currents, creating good habitat conditions for this species. Overall in July, this species seemed to prefer warmer waters as well as coarse sands. The model error was however relatively high. The potential habitat model extend this preferential areas further offshore and highlights the complexity of interactions between environmental parameters and sediments. Overall, this species appears tied to intermediate depths, with weak bed shear stress, and exhibits a large tolerance to temperature, salinity, and sedimentary type conditions.

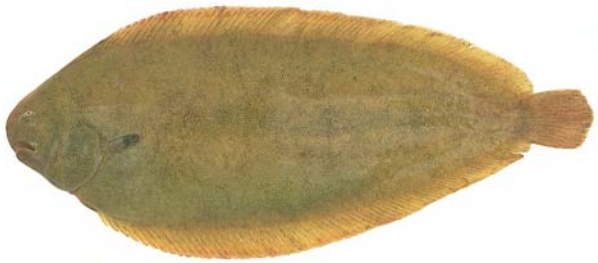
In October, the surface area occupied by cuttlefish seemed to contract in two main areas, one to the south of the Dover Strait off the Bay of Somme and the other in the Bay of Seine but offshore from estuaries. The location and surface area of these two patches could change significantly from year to year, the patches merging into one or breaking down into several smaller patches depending on local abundance levels. The rising trend in average density over the study period, already recorded in the summer, was confirmed in the autumn. Again, the kriging error seemed to reflect areas with fewer observations. The preferential and potential habitat models confirm this contraction of the autumn distribution and this time revealed a marked preference for high salinities and coarse sands. The preferential model error remained relatively high. To be noted here is the fact that, in October, young cuttlefish start their migration towards deeper waters, to over-winter.

Solea solea

(Linnaeus,1758)

Sole commune
Common sole, Dover sole

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Pleuronectiformes
Famille-Family : Soleidae



© IFREMER

Biologie - La sole adulte se nourrit d'annélides, petits mollusques et crustacés. Elle est active surtout la nuit, et s'enfouit plus ou moins totalement dans la journée. En Manche, la période de reproduction s'étale de février à juin avec une période d'intensité maximale en avril-mai, essentiellement dans les zones côtières du Pas-de-Calais et les grandes baies (Somme, Seine, Solent, Mont Saint-Michel, Start et Lyme). Les œufs pélagiques éclosent après 5 à 11 jours pour donner des larves, elles aussi pélagiques, qui se métamorphoseront en alevins benthiques après 1 à 2 semaines. Les juvéniles passent leurs 2 à 3 premières années dans les nourriceries côtières (baies et estuaires) où la croissance est rapide (11 cm à un an) avant de gagner les eaux plus profondes. A partir de cet âge, certains individus peuvent entamer une migration.

Caractères démographiques - Taille maximale 70 cm ; taille commune 24-35 cm ; taille minimale de capture 24 cm (UE) ; longévité maximale 27 ans ; âge et taille à maturité 3-5 ans et 23-35 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 37.7 cm, taux de croissance k = 0.3 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.84 ; paramètres de fécondité *alpha* = 0.0031 ovules.cm^{-beta} et *beta* = 4.97 (130 000 à 1 300 000 ovules par femelle).

Environnement - Poisson benthique vivant sur les fonds de sables fins ou vaseux, entre 0 et 150 mètres de profondeur. Il peut se trouver dans les eaux marines à saumâtres ayant des températures comprises entre 8 et 24°C.

Répartition géographique - Atlantique est, du sud de la Norvège au Sénégal, mer Méditerranée dont la mer de Marmara et la mer Noire.

Biology - Adult sole feed on annelid worms, small molluscs and crustaceans. Sole are active, especially at night, and bury themselves more or less completely during the day. In the English Channel, breeding takes place between February and June, with a peak from April to May, mainly in the coastal areas of the Dover Strait and in larger bays (e.g. Somme, Seine, Solent, Mont-Saint-Michel, Start and Lyme Bays). Pelagic eggs hatch after 5 to 11 days leading to larvae that are also pelagic and that will metamorphose into benthic fry after 1 or 2 weeks. Juveniles spend the first 2 or 3 years in coastal nurseries (bays and estuaries), where fast growth occurs (11 cm at 1 year old), before later moving to deeper waters. From this age, some individuals start migrating to join the adult stock.

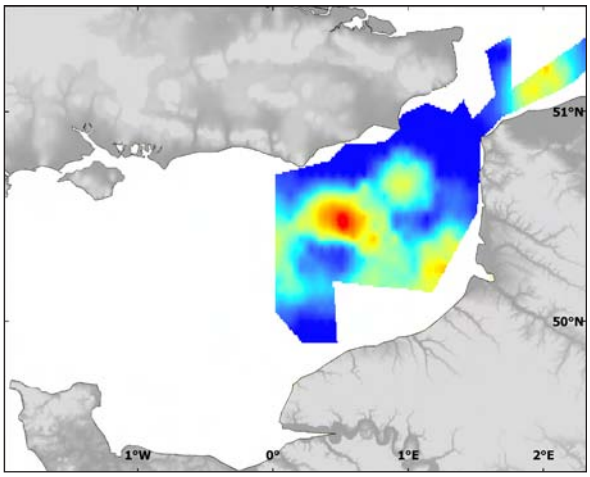
Life history parameters - Maximum length 70 cm; common length 24-35 cm; minimum landing size 24 cm (EU); maximum lifespan 27 years; age and length at maturity 3-5 years and 23-35 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 37.7 cm, growth rate k = 0.3 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.84; fecundity parameters *alpha* = 0.0031 oocytes.cm^{-beta} and *beta* = 4.97 (130,000 to 1,300,000 oocytes per female).

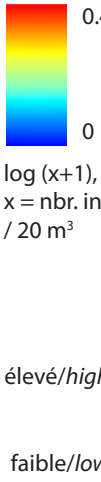
Environment - A benthic species that lives on fine sand and muddy substrates between 0 and 150 metres in depth. They can be found from marine to brackish waters where temperatures are between 8 and 24°C.

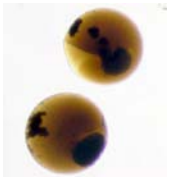
Geographical distribution - Eastern Atlantic, from southern Norway down to Senegal, and the Mediterranean Sea including the Marmara and Black Seas.

Œufs / Eggs - Solea solea

Abondance en janvier (IBTS, 2007)
Abundance in January (IBTS, 2007)

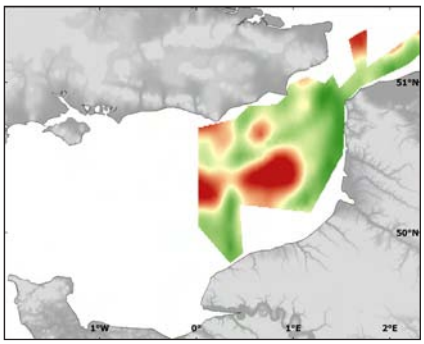




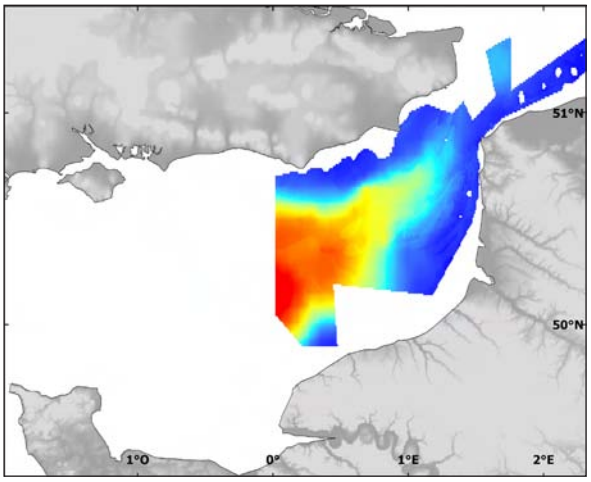


stades 1
stages 1

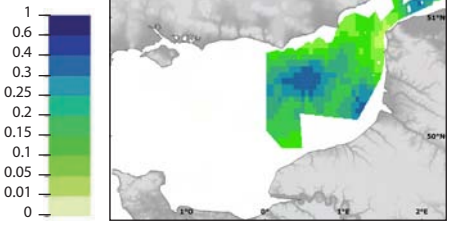
Erreur de krigeage
Kriging error



Habitat probable en janvier (GLM)
Probable habitat in January (GLM)

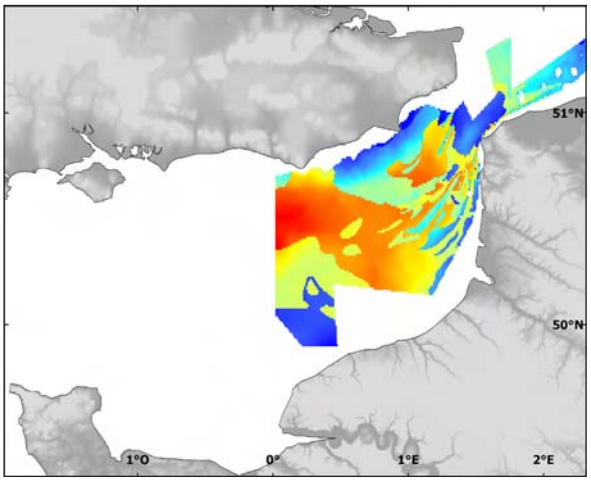


Erreur du modèle / *Model error*

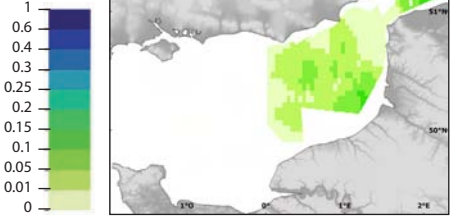


DEP	
STR	
TMP	+
SAL	
CHL	+2
SED	

Habitat potentiel en janvier (RQ)
Potential habitat in January (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

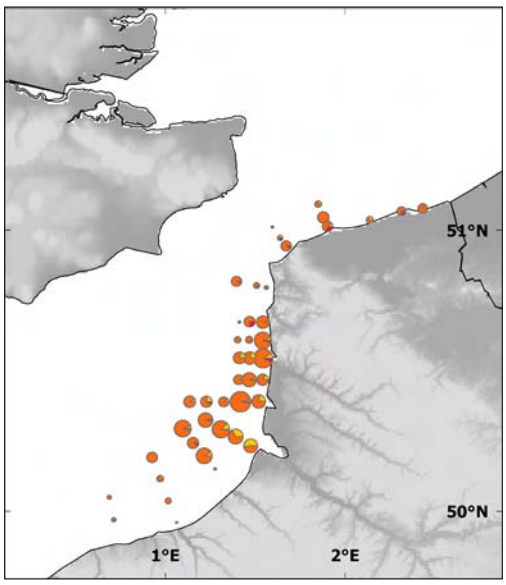


DEP	+2
STR	
TMP	+2
SAL	
CHL	+2
SED	CS - G - FS - M - P

Larves / Larvae - Solea solea

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

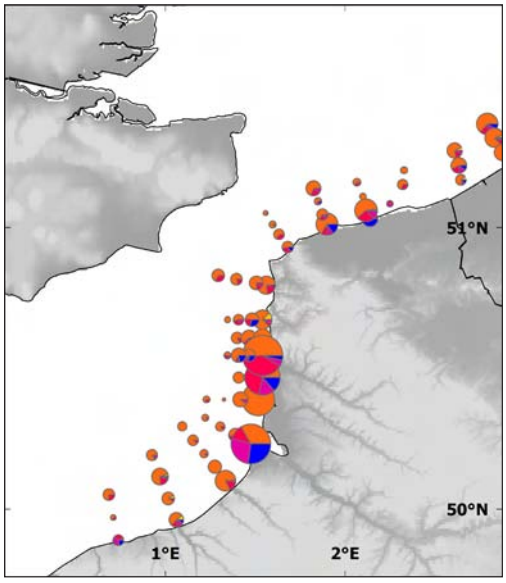
REISE 1 (avril/*April* 1995)



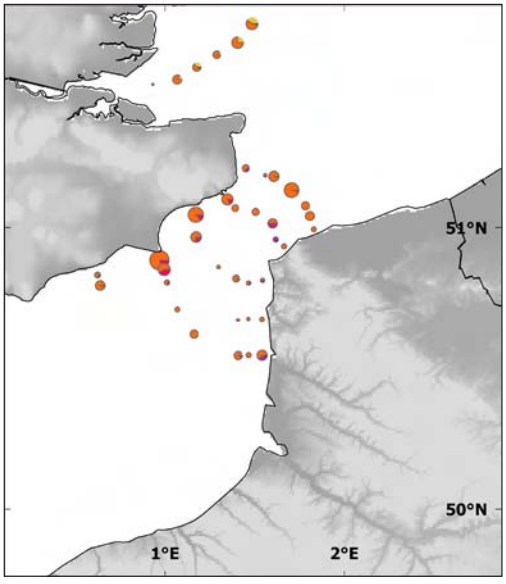
250 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1 *stage 1*
stade 2 *stage 2*
stade 3 *stage 3*
stade 4 *stage 4*
stade 5 *stage 5*
tous stades confondus *all stages*

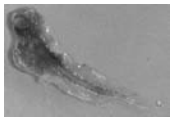
REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)

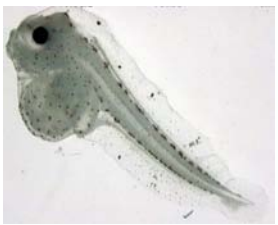


Larves de sole commune
Common sole larvae



stade 1
stage 1

stade 2
stage 2



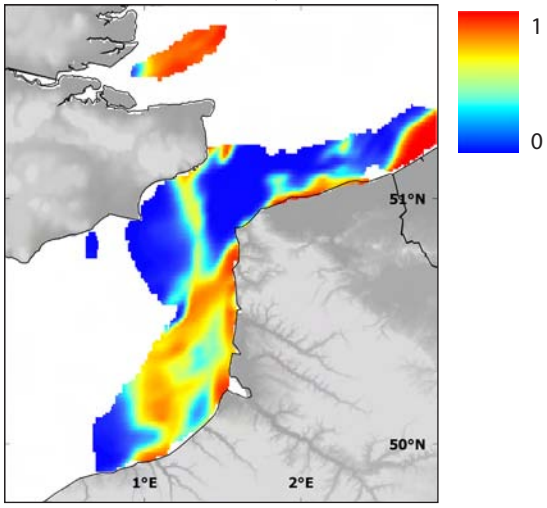
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

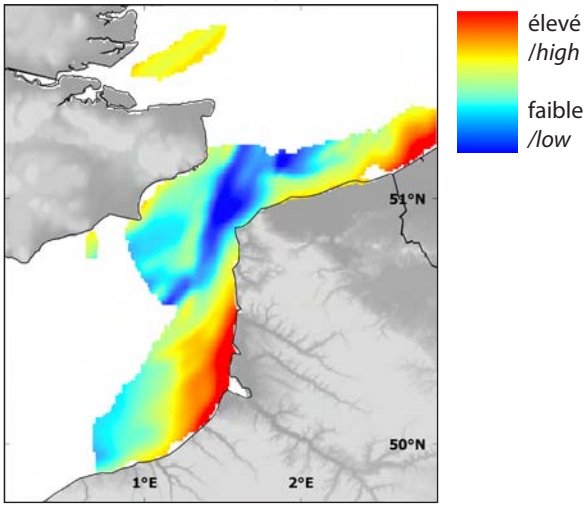
Larves / Larvae - Solea solea

Stade/*Stage* 1

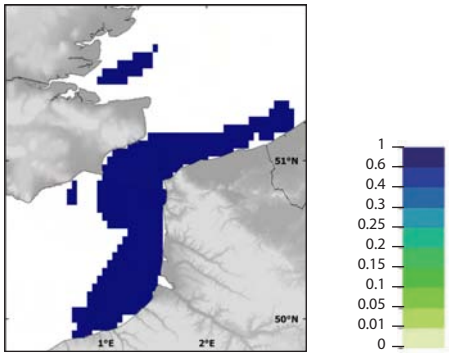
Habitat probable en avril/mai (GLM)
Probable habitat in April/May (GLM)



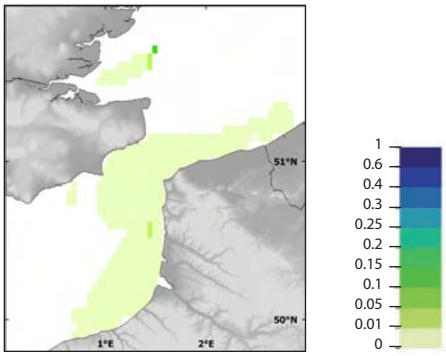
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

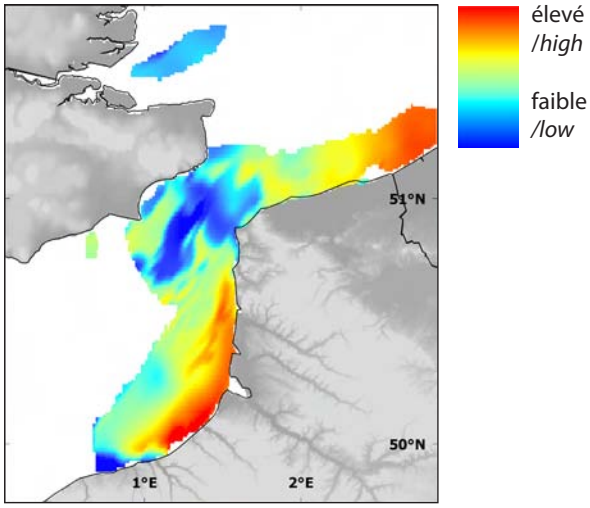


Erreur du modèle / *Model error*

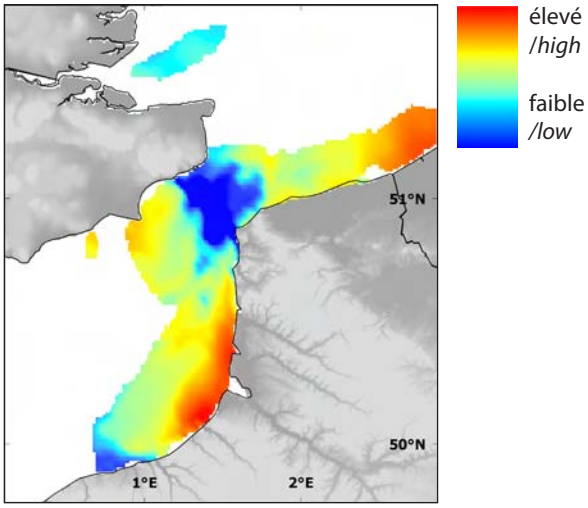


Stade/*Stage* 2

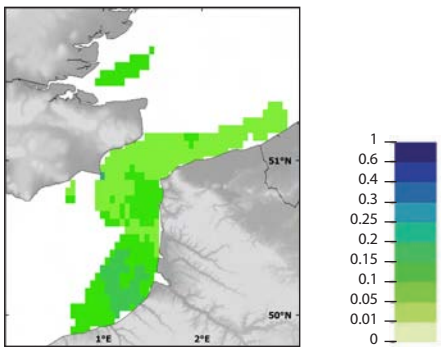
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



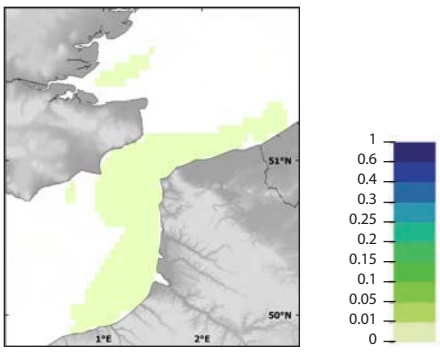
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



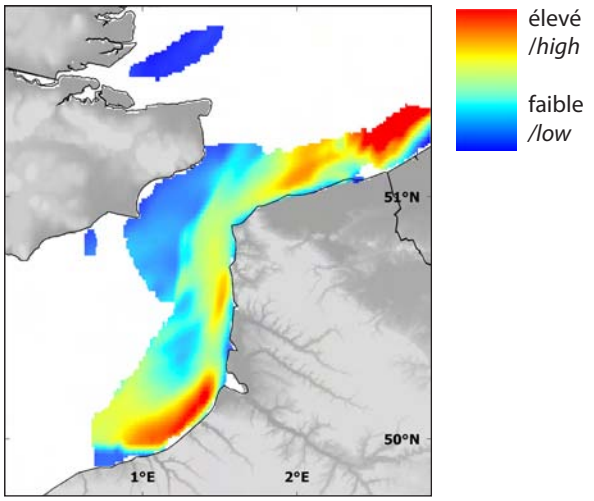
Erreur du modèle / *Model error*



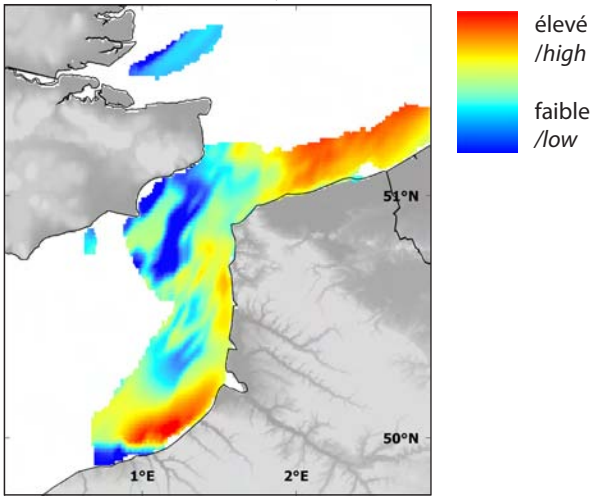
Larves / Larvae - Solea solea

Stade/*Stage* 3

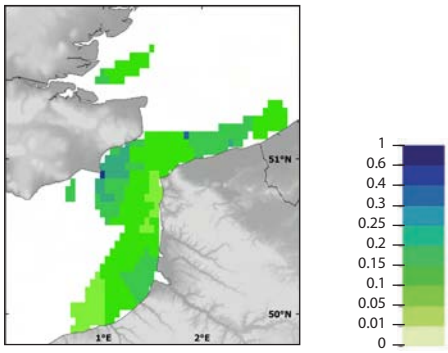
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



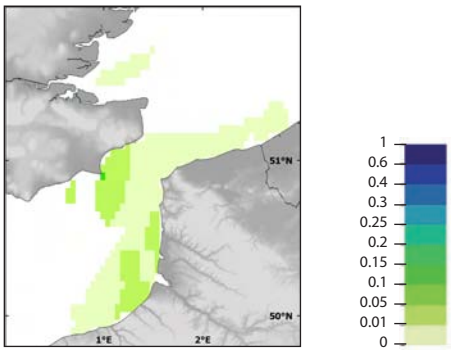
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

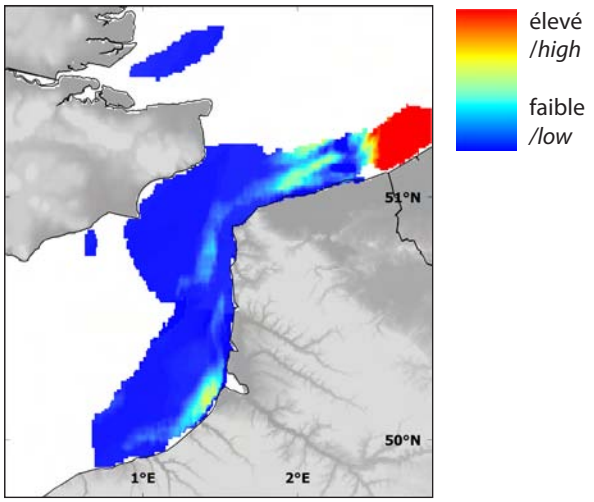


Erreur du modèle / *Model error*

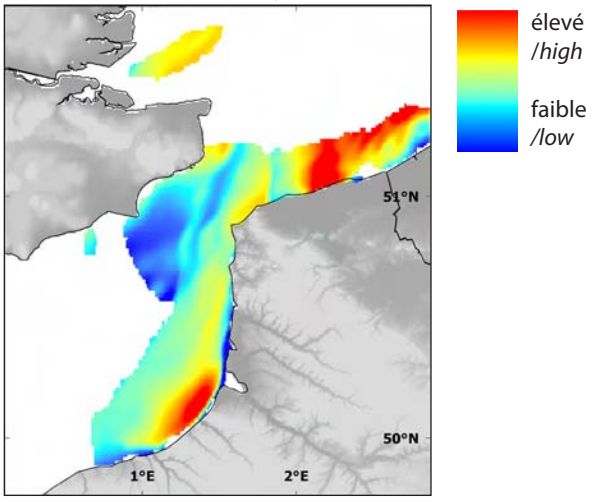


Stade/*Stage* 4

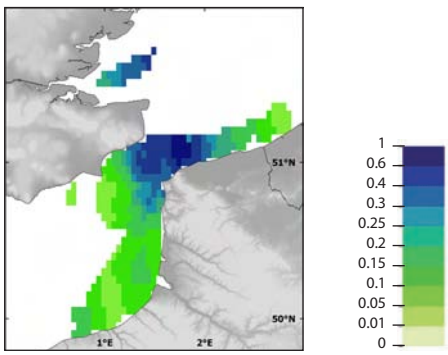
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



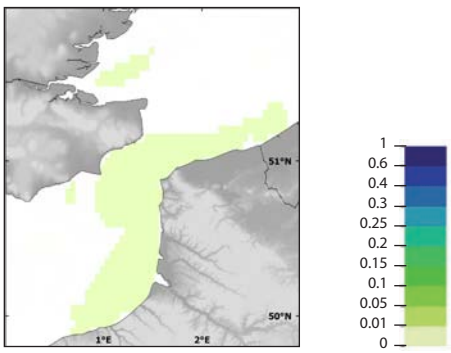
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

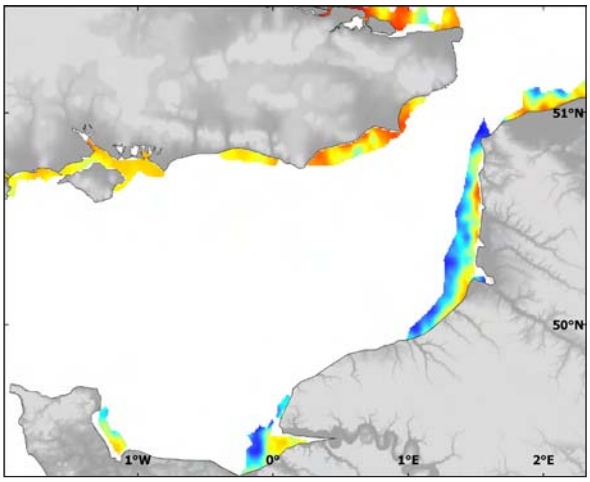


Erreur du modèle / *Model error*



Nourriceries côtières / Coastal nurseries - Solea solea

Abondance pluriannuelle en septembre
(YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

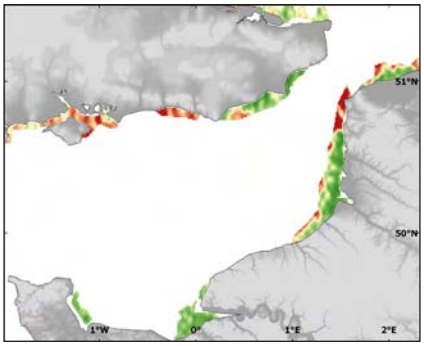


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

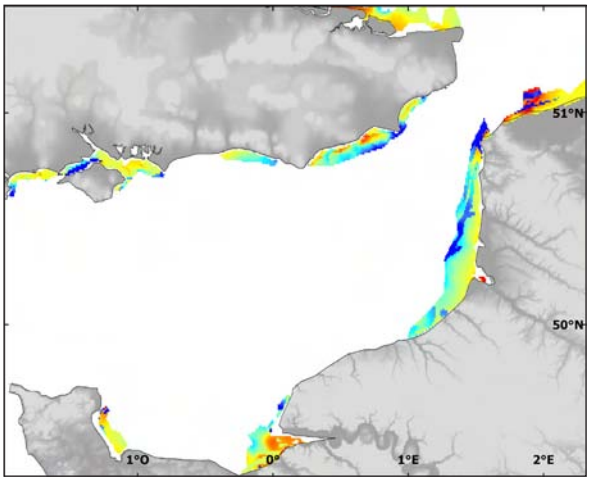
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



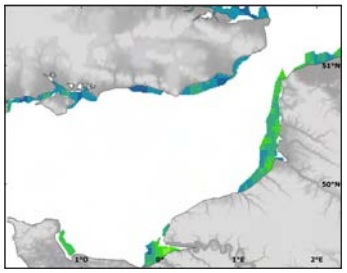
Habitat préférentiel (GLM)
Preferential habitat (GLM)

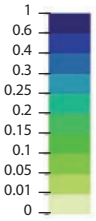


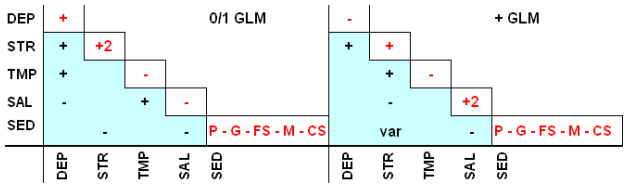
élevé/*high*

faible/*low*

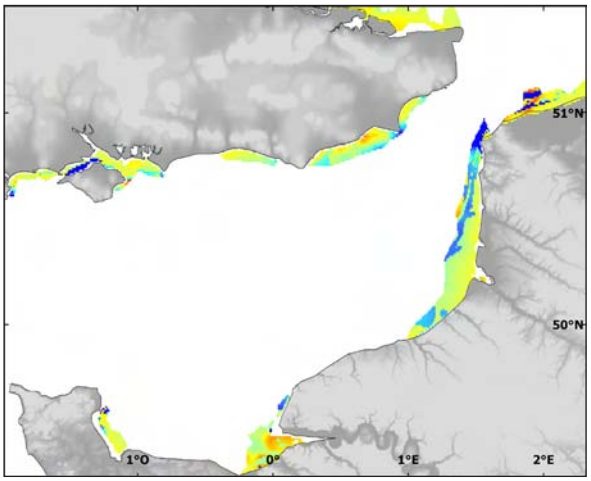
Erreur du modèle / *Model error*







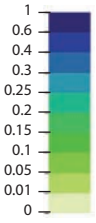
Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

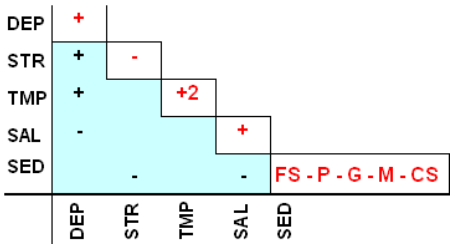


élevé/*high*

faible/*low*

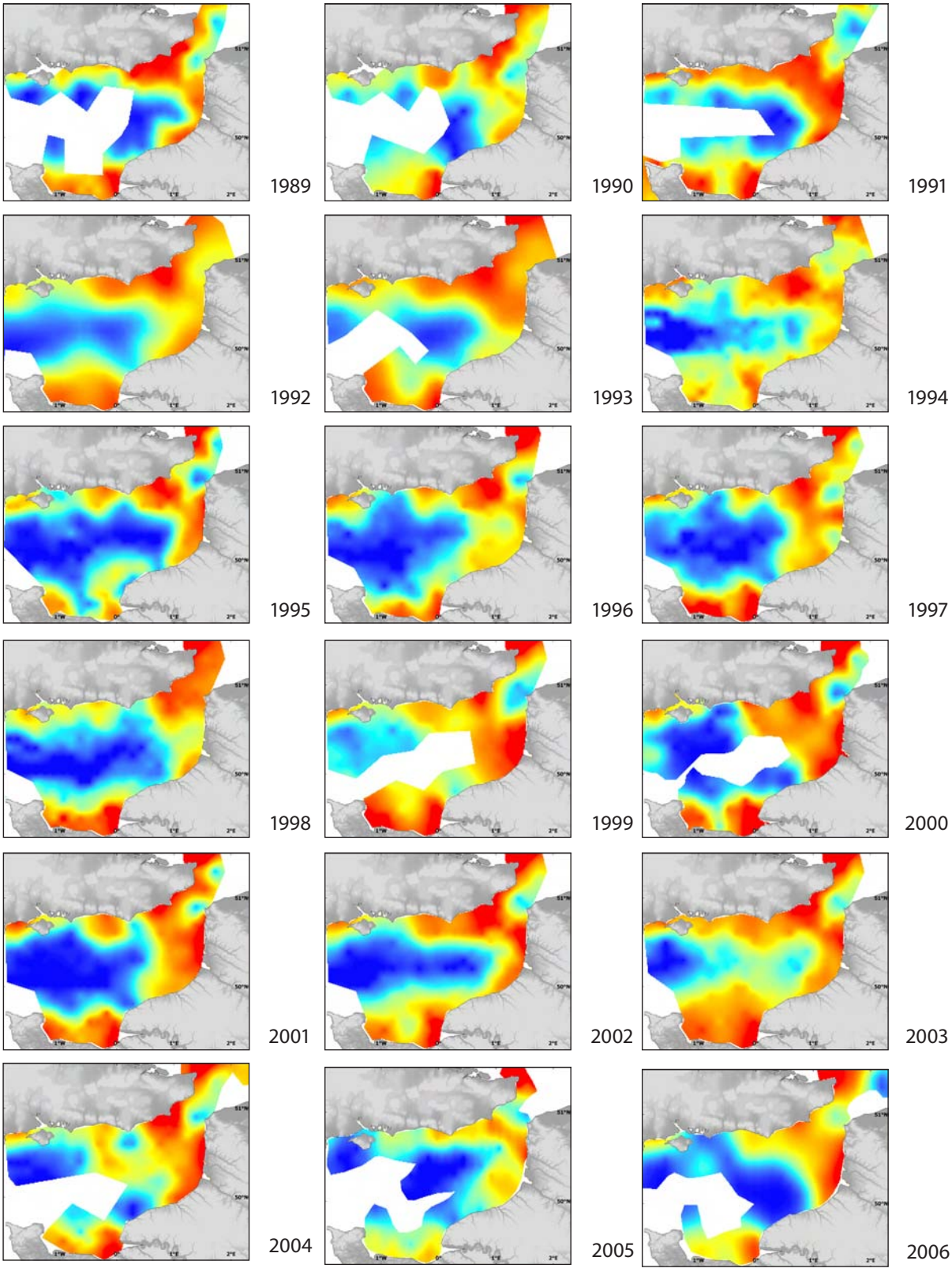
Erreur du modèle / *Model error*





Tous âges confondus / Fish of all ages - Solea solea

Abondance en juillet (BTS, 1989-2006) / *Abundance in July (BTS, 1989-2006)*

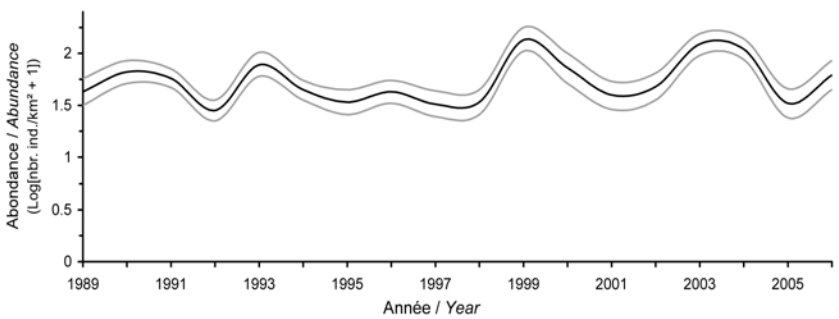


3.4

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

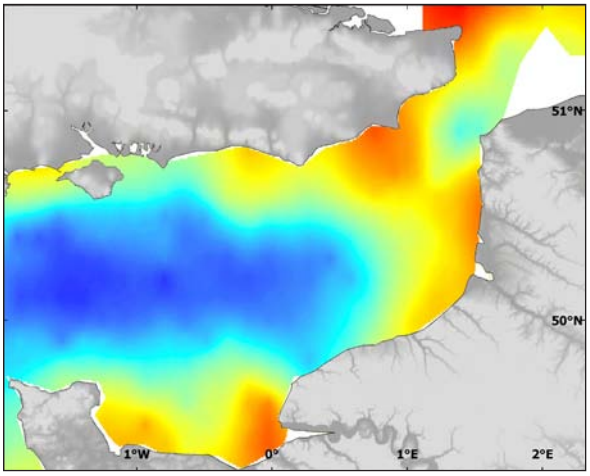
0

Abondance interannuelle / *Interannual abondance*



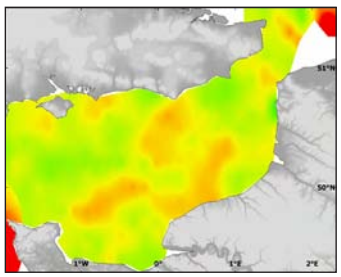
Tous âges confondus / Fish of all ages - Solea solea

Abondance moyenne
en juillet (BTS, 1989-2006)
Mean abundance in July (BTS, 1989-2006)

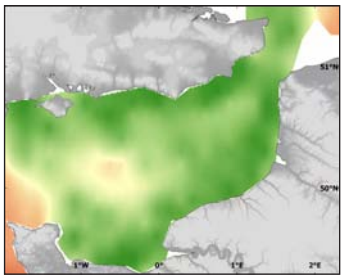


élevé/*high*
faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*

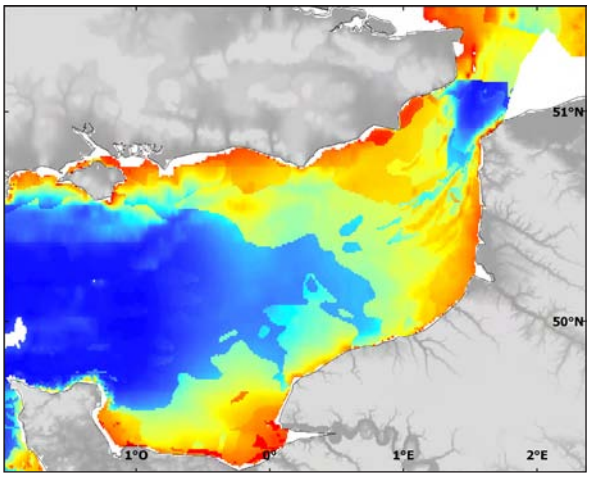


Erreur de krigeage / *Kriging error*

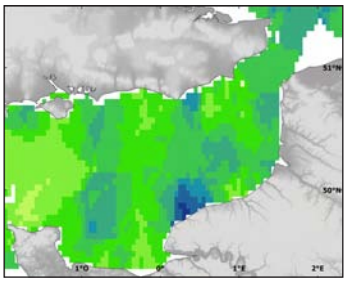


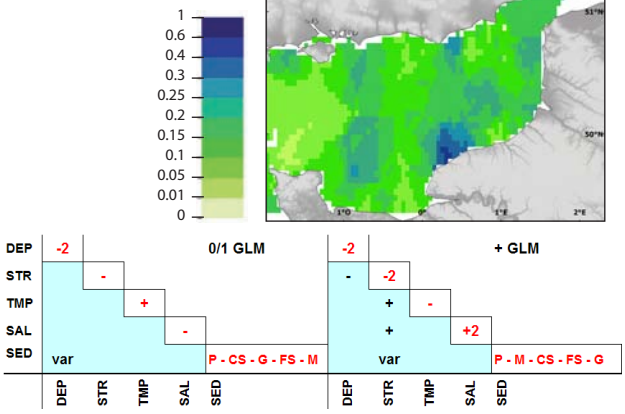
élevé/*high*
faible/*low*

Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

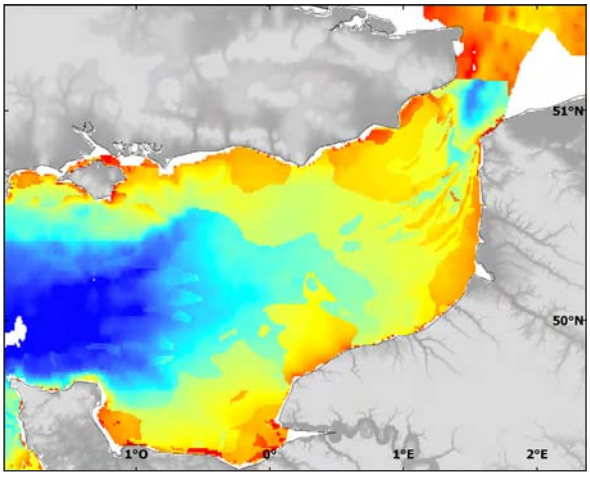


Erreur du modèle / *Model error*

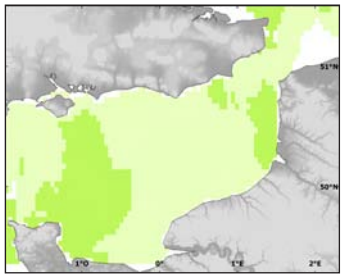


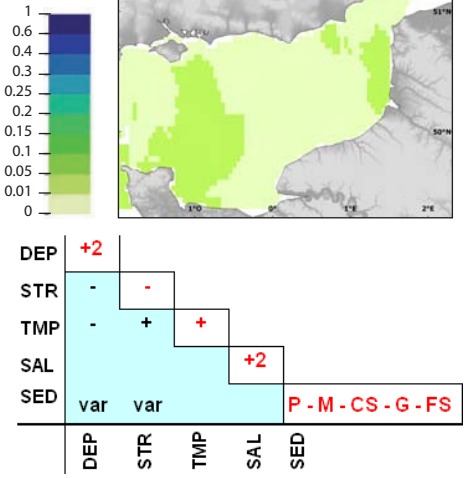


Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



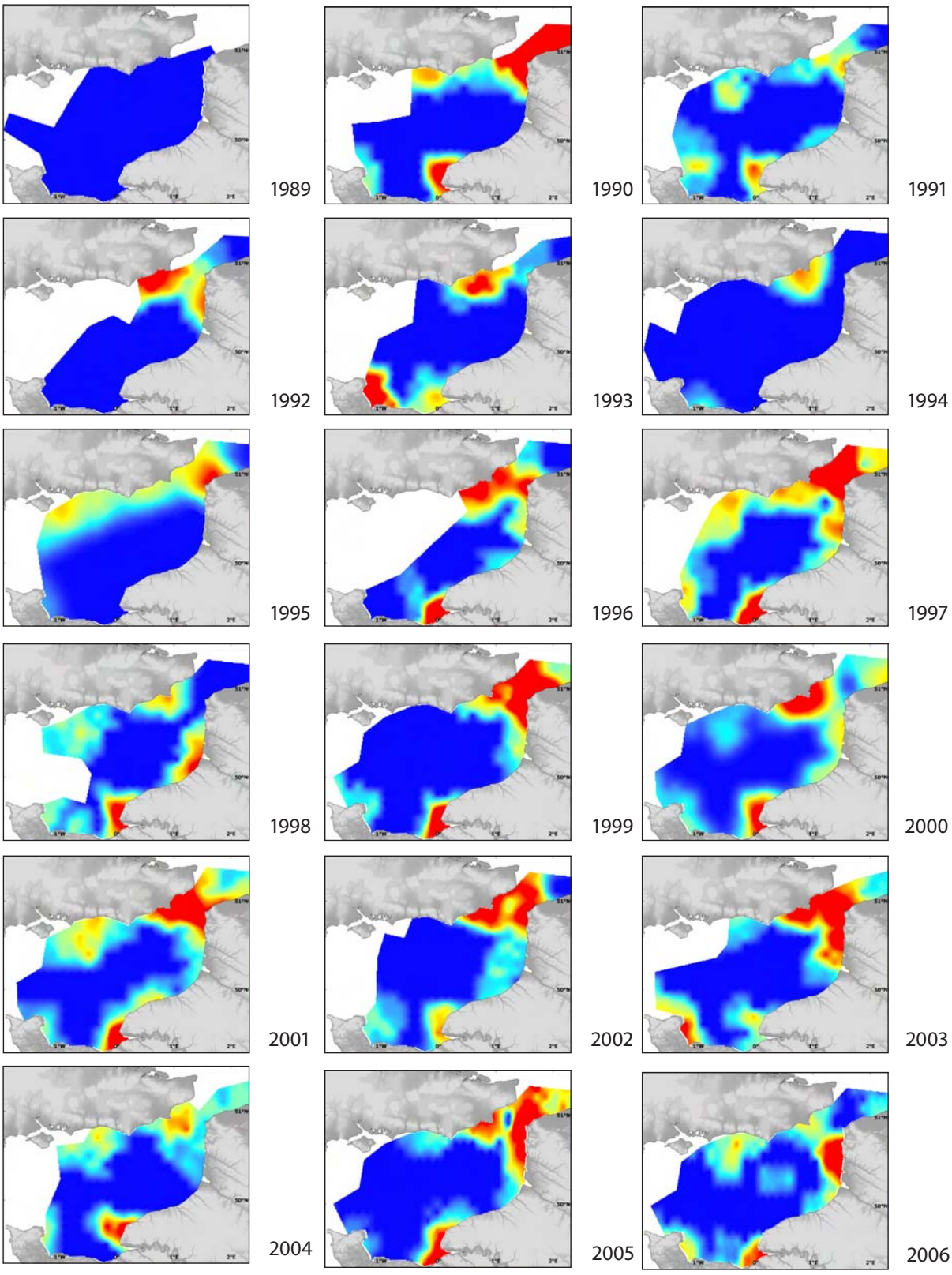
Erreur du modèle / *Model error*

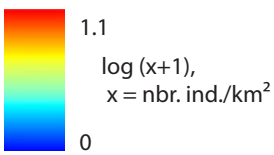




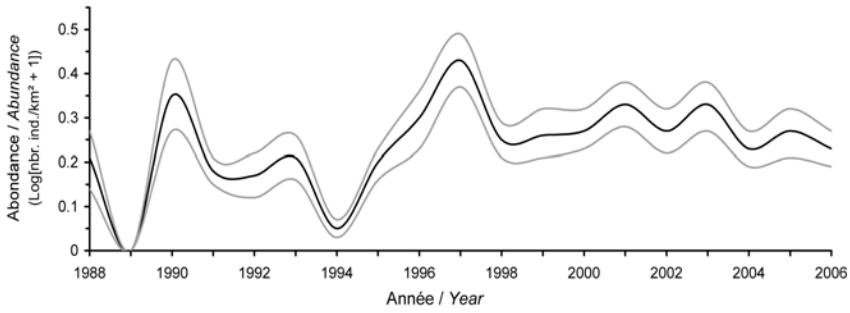
Tous âges confondus / Fish of all ages- Solea solea

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



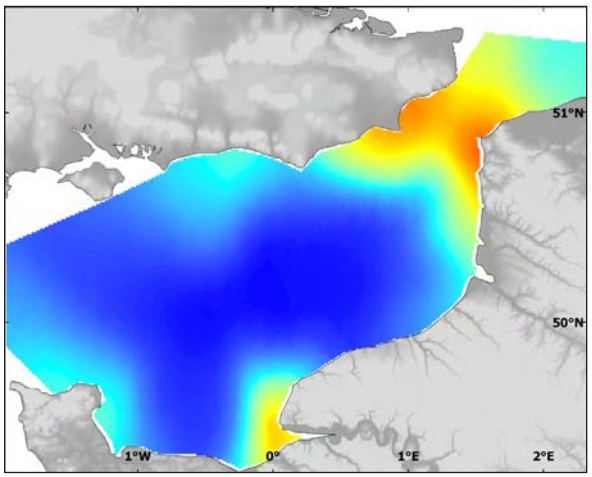


Abondance interannuelle / *Interannual abundance*



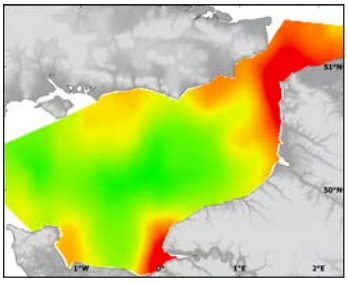
Tous âges / Fish of all ages - Solea solea

Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



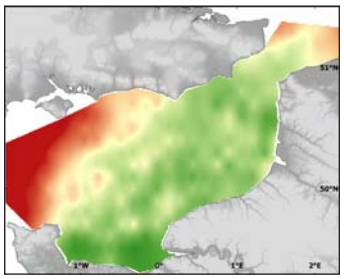
élevé/*high*
faible/*low*

Ecart-type / *Standard deviation*

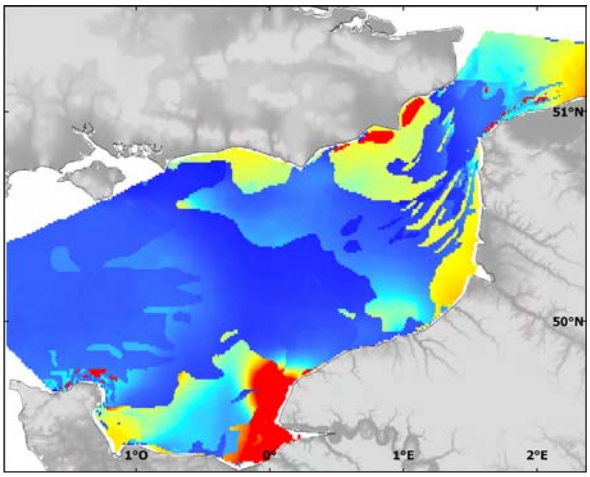


Erreur de krigeage / *Kriging error*

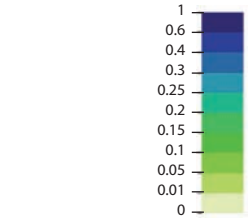
élevé/*high*
faible/*low*

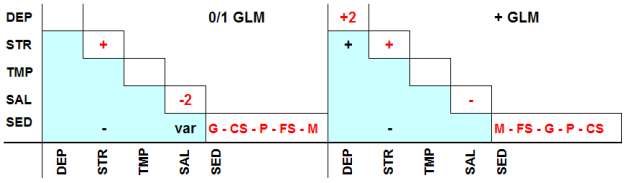


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

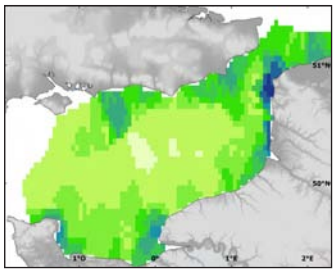


élevé/*high*
faible/*low*

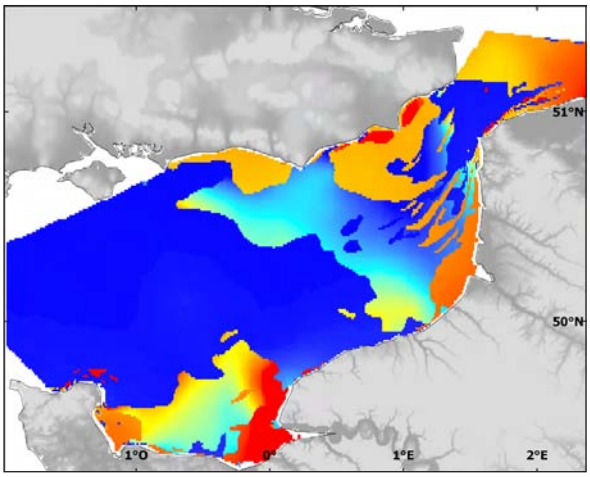




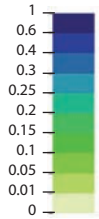
Erreur du modèle / *Model error*

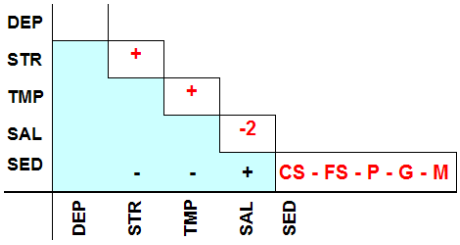


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

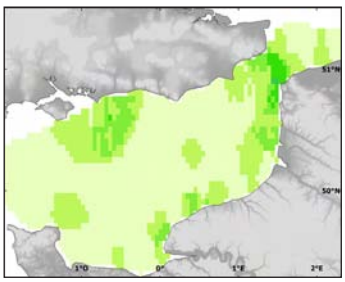


élevé/*high*
faible/*low*





Erreur du modèle / *Model error*



Œufs

Les soles pondent de février à juin en Manche, la ponte démarrant lorsque la température de l'eau dépasse 7°C. La carte d'abondance correspondant à janvier 2007 montre un pic d'abondance au centre de la zone échantillonnée, et des abondances un peu moins importantes au large de la baie de Somme. La zone de forte abondance est en accord avec le modèle d'habitat probable mais celui-ci prévoit une occurrence plus forte à l'ouest de la zone échantillonnée et ne considère pas le large de la baie de Somme comme une zone d'habitat probable. La température et la concentration en chlorophylle *a* sont les seuls paramètres significatifs prédictifs de ce modèle. L'habitat potentiel est plus étalé, défini dans des zones profondes avec des températures assez élevées et des sédiments grossiers. Les données étant récoltées en janvier, les densités d'œufs sont encore très faibles car la période de reproduction commence à peine. Le schéma de distribution n'est peut-être alors pas représentatif de son étendue en pleine période de reproduction.

Larves

Les larves de soles ont été capturées à chacune des campagnes. Si les larves sont largement distribuées lors du printemps, l'habitat préférentiel des stades 2 se trouve le long des côtes de Flandres et le long du pays de Caux, s'étendant au centre de la Manche. Ces habitats sont localisés à proximité des frayères connues pour cette espèce et en accord avec la distribution spatiale des œufs décrite dans la littérature (Grioche *et al.*, 2001). Il s'agit probablement d'une stratégie qui permet aux jeunes larves de se développer dans des zones de rétention associées à de faibles courants, les frayères étant dans des eaux de faible profondeur avec de fortes températures et fluorescences (Grioche *et al.*, 2001). Les larves plus âgées ont un habitat plus côtier. Cette distribution côtière semble s'expliquer par la présence de phénomènes de rétention face aux estuaires. Ces larves montrent, en Manche orientale, même pour les jeunes stades, des migrations verticales (Grioche *et al.*, 2000). Ce comportement aide au transport lors des marées descendantes et limite l'advection de cette espèce vers la mer du Nord. Pour le moment, on ne peut estimer les mélanges des larves issues des frayères du centre Manche par rapport à celles issues des frayères de la mer du Nord. Pour cela, il faudrait utiliser des techniques de génétique des populations.

Nourriceries côtières

La carte d'abondance pluriannuelle pour les nourriceries côtières montre que plus d'individus ont été trouvés le long des côtes britanniques. Pourtant le modèle d'habitat préférentiel ne favorise pas vraiment ces zones, sauf quelques petites zones près de Dungeness. Du coté français, on retrouve plus d'individus en face de la baie de Somme qu'en baie de Seine même si les deux modèles considèrent la zone comme moins favorable. Ces résultats montrent que les nourriceries se trouvent dans un secteur très côtier et, comme il a été dit précédemment, dans des zones de rétentions.

Tous âges confondus

Les abondances de soles recueillies en juillet sont relativement importantes. De plus, l'aire de répartition

Eggs

Sole spawn from February to June in the English Channel, and laying starts when the temperature reaches at least 7°C. In January 2007, there was a high abundance area in the centre of the sampled zone, with lower abundance levels found off the Bay of Somme. The higher abundance area agrees with the probable habitat model even though it predicts a higher occurrence in the western part of the study area and does not consider the Bay of Somme as probable habitat. Temperature and chlorophyll *a* concentrations were the only significant predictive parameters of the model. The potential habitat is more dispersed, covering deep waters with warmer temperatures and coarse sediments. With data being collected in January, eggs densities were low because it was the beginning of the breeding period, and therefore the spatial extent of the distribution pattern may not be representative of that of the main reproductive period.

Larvae

Sole larvae were caught during each survey. Though larvae were ubiquitous during the spring, the potential habitat for stage 2 larvae was along the Flanders coast, near the Pays de Caux, spreading up to the central parts of the English Channel. These habitats were located close to known spawning grounds for this species, i.e. in agreement with the egg distribution described by Grioche *et al.* (2001). This may be linked to the strategy of the youngest larvae being in areas with weaker currents (which allows their retention), with spawning occurring in shallow waters with high temperatures and fluorescence (Grioche *et al.*, 2001). Older larvae preferred more inshore coastal habitats, which can be explained by retention phenomenons linked to estuarial characteristics. In the eastern English Channel, these larvae exhibit, even at the youngest stages, vertical migrations (Grioche *et al.*, 2000). This behaviour enables transport during ebb tides and limits advection of the species to the North Sea. At the present time, it is not possible to estimate the mixing of larvae from the English Channel with those from the North Sea spawning grounds. Population genetics studies may help in assessing the extent of this mixing.

Coastal nurseries

Multi-annual abundance maps of the coastal nurseries showed that common sole were found along the British coast even though the preferential habitat model does not indicate these areas as being favourable, except for some areas around Dungeness. On the French side, more sole were found off the Bay of Somme than off the Bay of Seine, even though both models consider this area as less favourable. Results show that nurseries were mainly found in areas very close to the coast, where young fish are readily retained.

Fish of all ages

Abundance levels in July were relatively high. Moreover, the spatial extent of the distribution pattern was wide across the study area, with a preference for coastal areas. No sole were found in the western central part of the study area. High abundance patches were found in the Dover Strait and in the Bay of Seine, with this pattern recurring every year. In the summer, the preferential habitat was based on

semble assez large dans la zone échantillonnée avec toutefois une préférence pour les zones côtières. Aucun individu n'est trouvé dans la partie centrale de la Manche orientale. Les zones de fortes abondances sont situées au niveau du détroit du Pas-de-Calais et de la baie de Seine. Ce schéma est retrouvé tous les ans. L' habitat préférentiel pour cette période s'appuie sur une faible tension de cisaillement, de faibles profondeurs et un type de sédiment de fond plutôt meuble. Le modèle favorise les zones côtières et est en accord avec la distribution moyenne observée en Manche orientale. Seule la côte britannique, de l'île de Wight jusque Beachy Head, révèle de faibles abondances malgré le fait que ce soit un habitat préférentiel. Les habitats potentiels sont similaires aux habitats préférentiels et s'appuient sur les même paramètres, plus un certain nombre d'interactions illustrant la complexité des relations entre paramètres prédictifs.

Les cartes d'abondances montrent en octobre une abondance moindre et une répartition plus restreinte. Cela est probablement dû aux différences d'efficacité des engins de prélèvement, le chalut à perche utilisé lors des campagnes de juillet étant plus approprié pour les poissons plats enfouis, comme la sole, que le chalut de fond GOV utilisé lors des campagnes d'octobre. Cependant, comme en été, les zones de forte abondance sont situées dans des secteurs côtiers comme le détroit du Pas-de-Calais et la baie de Seine. L'erreur de krigeage est plus élevée là où l'échantillonnage est plus clairsemé. Le modèle d'habitat préférentiel privilégie la baie de Seine et la côte près de Dungeness et propose ainsi des habitats toujours très côtiers. La carte d'habitat potentiel est très semblable à celle de l'habitat préférentiel. Ces poissons benthiques préfèrent les zones côtières peu profondes où prédominent les sédiments sableux et la vase.

Les aires de distribution de la sole en été et en automne sont similaires et sont en accord avec les données sur les nourriceries côtières. La sole est un poisson benthique vivant dans des secteurs très côtiers. La superposition des frayères, des zones de distribution des larves et des nourriceries rend la distribution spatiale de la sole commune particulière.

weak bed shear stress and shallow depths, in areas having soft sediment type. The model favours coastal areas which agrees with the mean survey distribution in the English Channel. From the Isle of Wight up to Beachy Head however, low abundance levels were found in spite of the fact that this is preferential habitat. The potential habitat model is similar to the preferential habitat model, depending on the same predictive parameters, with additional interactions that illustrate the complexity of the relationships between environmental parameters.

Maps from the October survey show lower abundance levels and a less dispersed distribution pattern. This is probably caused by differences in the survey gear efficiency. The beam trawl used during the July surveys is more suitable than the VHVO (or GOV) bottom trawl used during the October surveys for catching flatfish like sole that are buried in the sand. Still, as in the summer, areas of high abundance were also located in coastal areas, as well as the Dover Strait and the Bay of Seine. The kriging error was higher where observations were more sparse. The preferential habitat model shows the Bay of Seine and the coast close to Dungeness as favourable areas. The potential habitat map resembles the preferential habitat map. This benthic fish prefers shallow coastal areas with sandy or muddy sediment types.

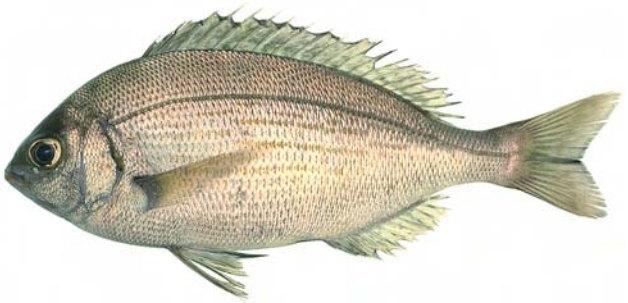
Distribution patterns in the summer and autumn are very similar and they agree with the nursery data. Sole is a benthic fish living in very coastal areas. The spatial distribution of the various life stages is very particular as there is overlapping of spawning, larval and nursery areas.

Spondyliosoma cantharus

(Linnaeus,1758)

Griset, Dorade grise
Black bream

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Sparidae



© IFREMER

Biologie - Le griset a un régime alimentaire omnivore et est capable de s'adapter aux disponibilités du milieu. Il se nourrit d'algues entéromorphes, d'hydraires, de polychètes, de crustacés et de petits poissons. Le griset est hermaphrodite protogynique. Il acquiert sa maturité sexuelle femelle entre 2 et 4 ans et devient mâle entre 7 et 8 ans. En Manche, la reproduction a lieu d'avril à septembre dans les eaux côtières. Les mâles préparent des nids sur les fonds de graviers fins où les œufs seront déposés par la femelle. Le mâle aère les œufs et les protège des prédateurs durant l'incubation qui dure 9 à 10 jours. La larve est pélagique environ 2 mois avant de rejoindre les zones de nourriceries dans les eaux peu profondes. La croissance des juvéniles est assez lente.

Caractères démographiques - Taille maximale 60 cm ; taille commune 15-40 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 20 ans ; âge et taille à maturité 2-4 ans et 15-22 cm (F), 7-8 ans et 35 cm (M) ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 42.8 cm, taux de croissance k = 0.193 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.83 ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (10 000 à 100 000 ovules par femelle).

Environnement - Espèce bentho-pélagique dont les bancs se trouvent soit en pleine eau soit près du fond. Poisson vivant au-dessus des fonds sableux ou rocheux de la surface à 100 m de profondeur. Poisson se répartissant dans les eaux marines sous des climats subtropicaux à tempérés.

Répartition géographique - Atlantique est, de la Norvège (rare) et du nord de l'Ecosse jusqu'au nord de la Namibie, dont Madère, les îles Canaries et le cap Vert ; Méditerranée, dont la mer Noire (rare).

Biology - The black bream has an omnivorous diet and can adapt to the availability of a range of food items in its environment. Adults can feed on seaweeds, hydraria, polychaetes, crustaceans, and small fish. Black bream are protogynic hermaphrodites. They acquire female sexual maturity between 2 and 4 years old and become sexually mature males between 7 and 8 years old. In the English Channel, spawning takes place from April to September, in coastal waters. Males prepare nests in fine gravely substrates, where females will lay their eggs. Males aerate eggs and protect them against predators during incubation, which lasts between 9 and 10 days. Larvae are pelagic for about 2 months before migrating to nursery areas in shallow waters. Juvenile growth is rather slow.

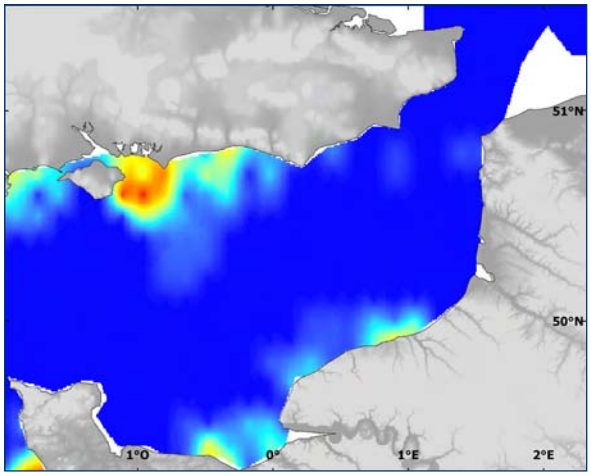
Life history parameters - Maximum length 60 cm; common length 15-40 cm; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan 20 years; age and length at maturity 2-4 years and 15-22 cm (F), 7-8 years and 35 cm (M); von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 42.8 cm, growth rate k = 0.193 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.83; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (10,000 to 100,000 oocytes per female).

Environment - This is a bentho-pelagic species that lives in schools in the water column or close to the bottom. The species lives on rocky and sandy substrates from the surface to 100 m in depth. Fish are distributed in marine waters, from subtropical to temperate climates.

Geographical distribution - Eastern Atlantic, from Norway (rare) and north of Scotland, down to northern Namibia, including the Madeira, Canary, and Cape Verde Islands; Mediterranean Sea including the Black Sea (rare).

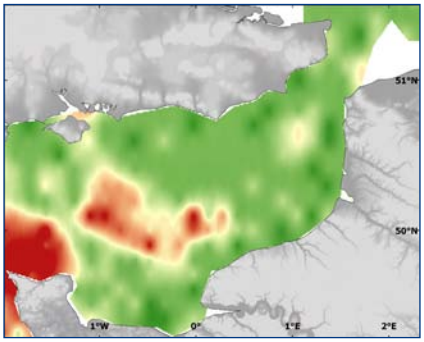
< 1 An / Year old - Spondyliosoma cantharus

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)

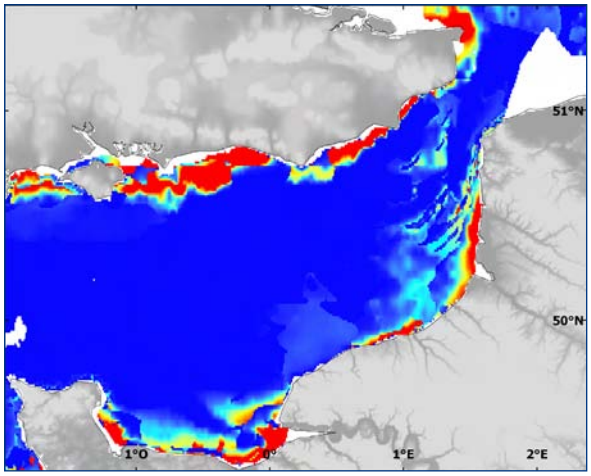


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

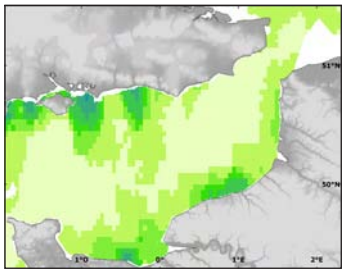
Erreur de krigeage
Kriging error

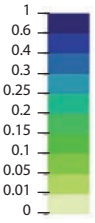


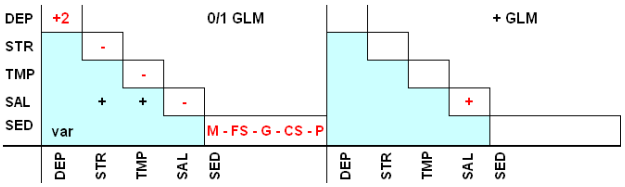
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



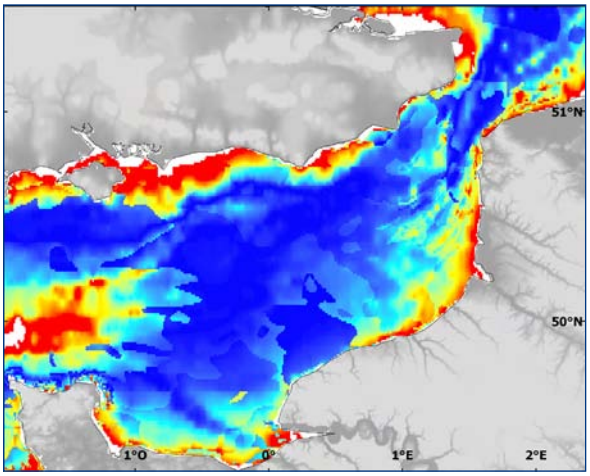
Erreur du modèle / *Model error*



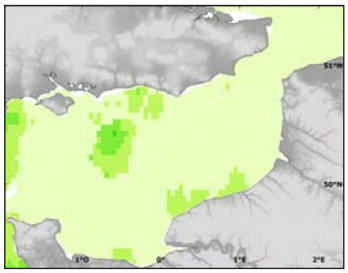


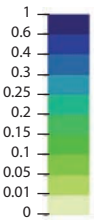


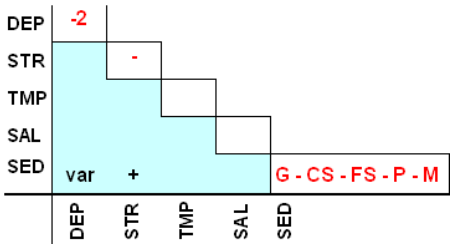
Habitat potentiel en juillet (BTS)
Potential habitat in July (BTS)



Erreur du modèle / *Model error*

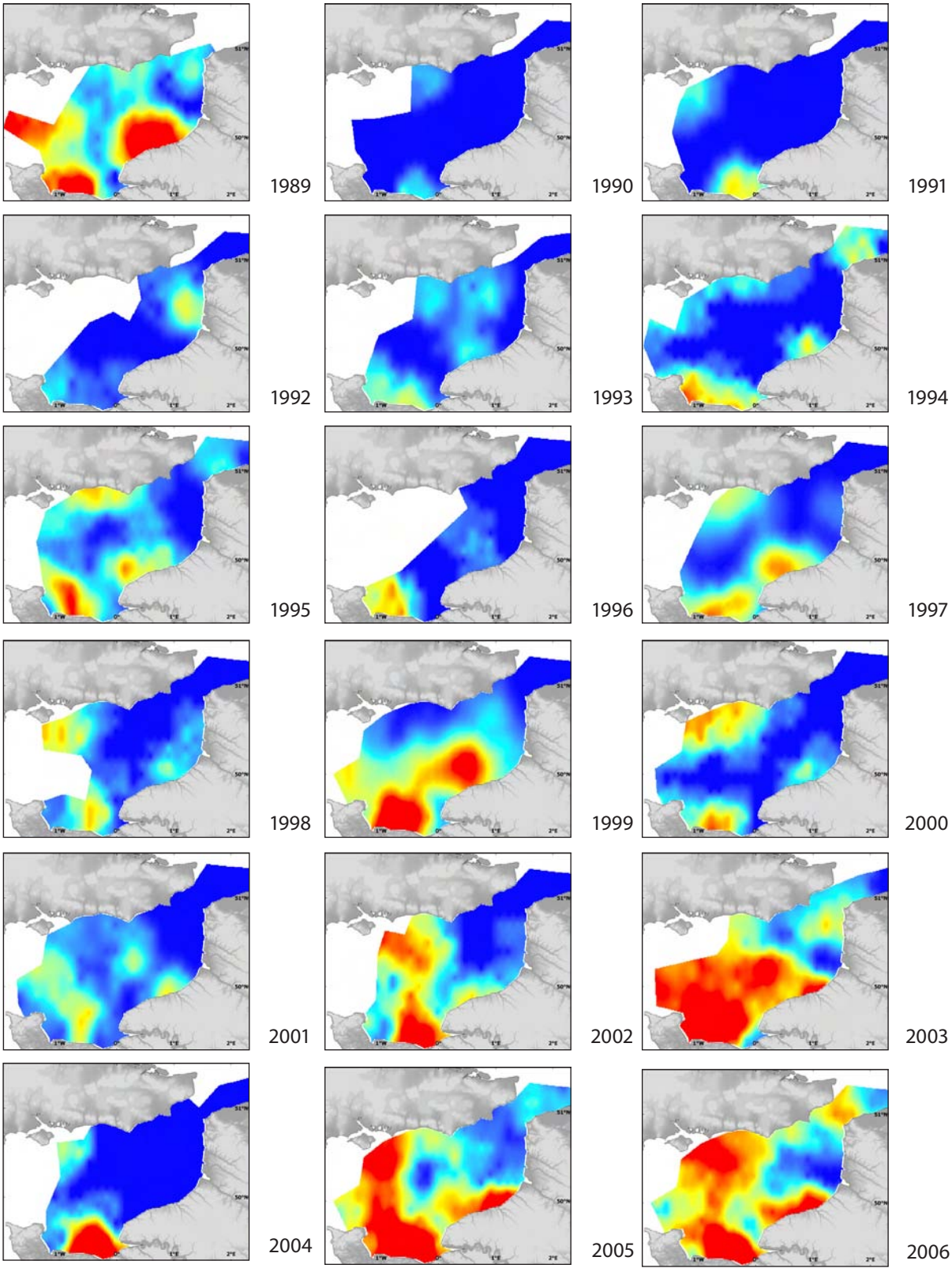






< 1 An / Year old - *Spondyliosoma cantharus*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*

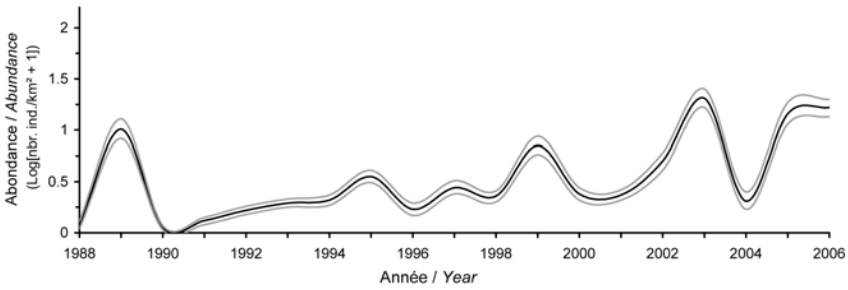


1.9

log (x+1),
x = nbr. ind./km²

0

Abondance interannuelle / *Interannual abondance*

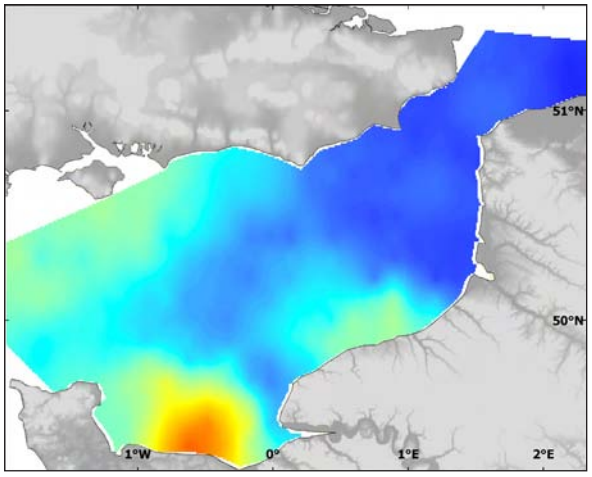


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

< 1 An / Year old - *Spondyliosoma cantharus*

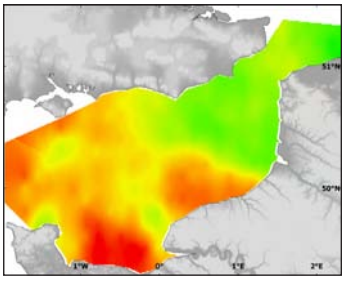
Abondance moyenne
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988 -2006)



élevé/*high*

faible/*low*

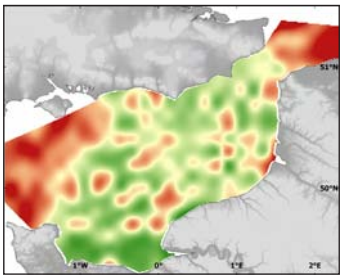
Ecart-type / *Standard deviation*



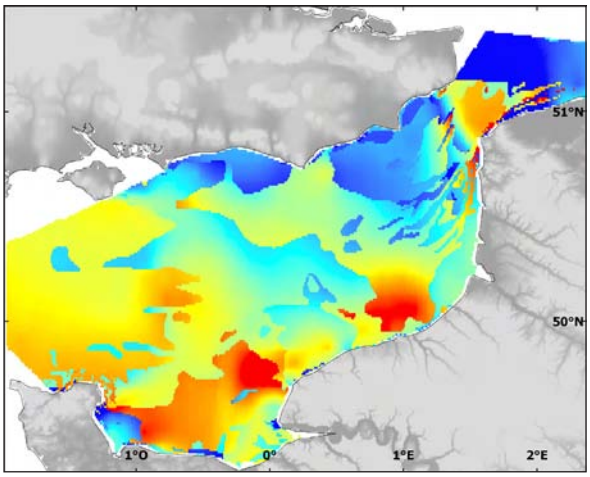
Erreur de krigeage / *Kriging error*

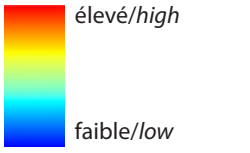
élevé/*high*

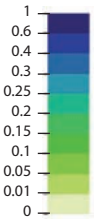
faible/*low*



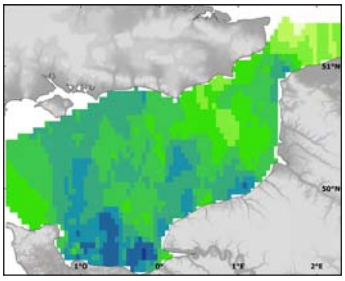
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

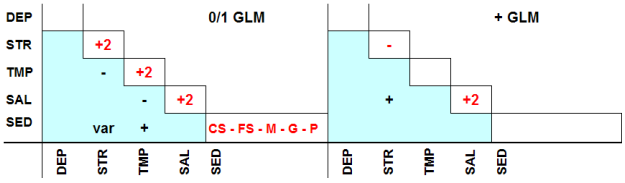




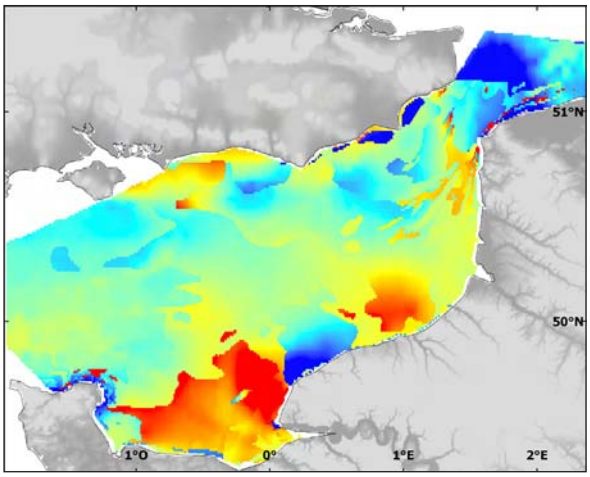


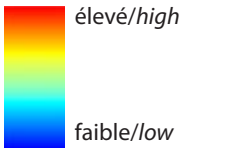
Erreur du modèle / *Model error*

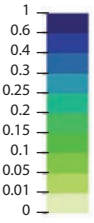




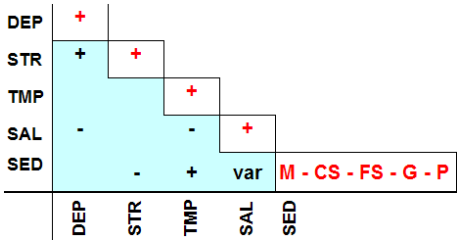
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)







Erreur du modèle / *Model error*

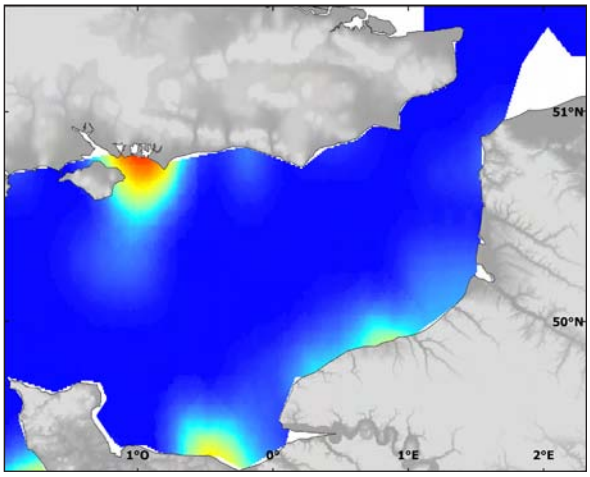


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An / Year old - *Spondyliosoma cantharus*

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)

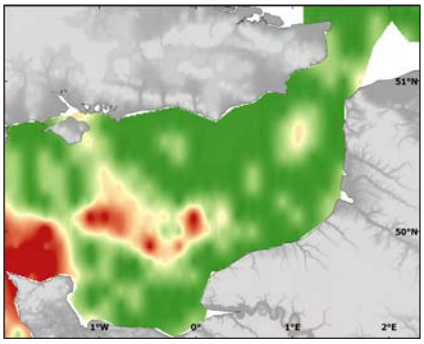


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

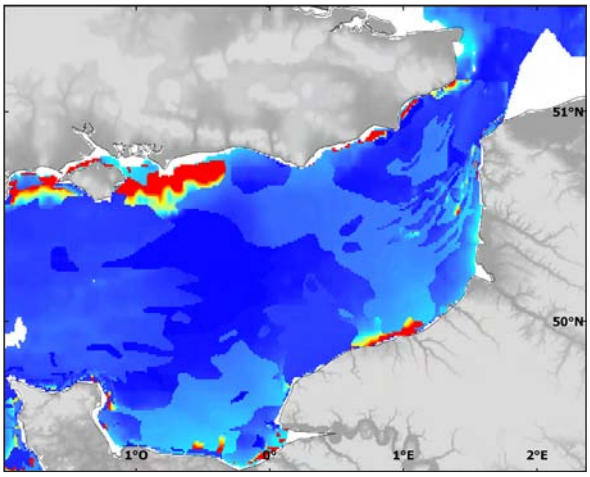
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



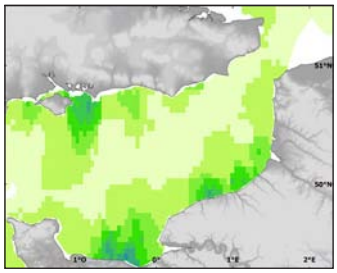
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

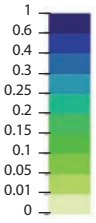


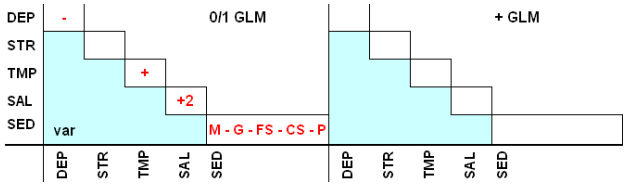
élevé/*high*

faible/*low*

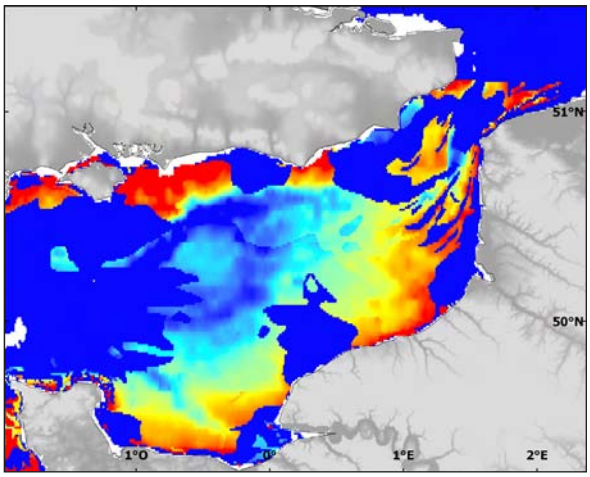
Erreur du modèle / *Model error*







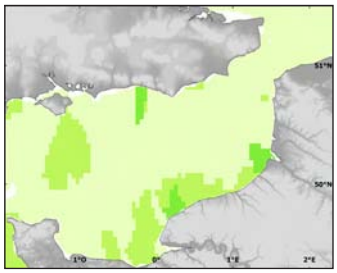
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

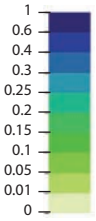


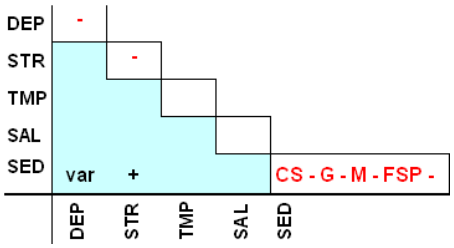
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

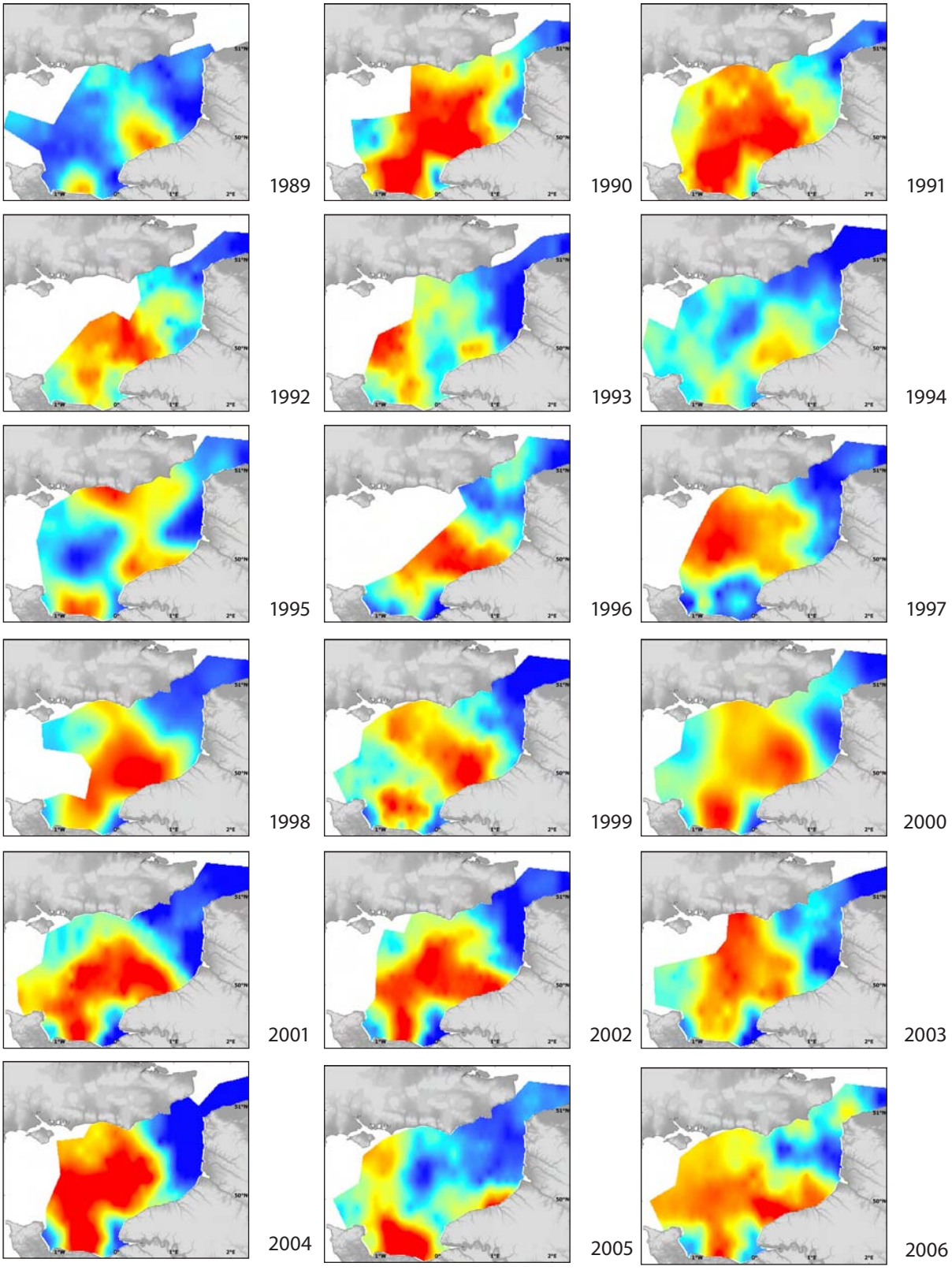




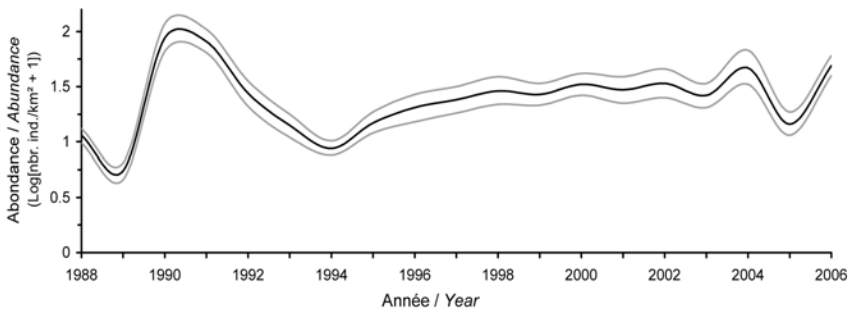


> 1 An / Year old - *Spondyliosoma cantharus*

Abondance en octobre (CGFS, 1989-2006) / *Abundance in October (CGFS, 1989-2006)*



Abondance interannuelle / *Interannual abundance*

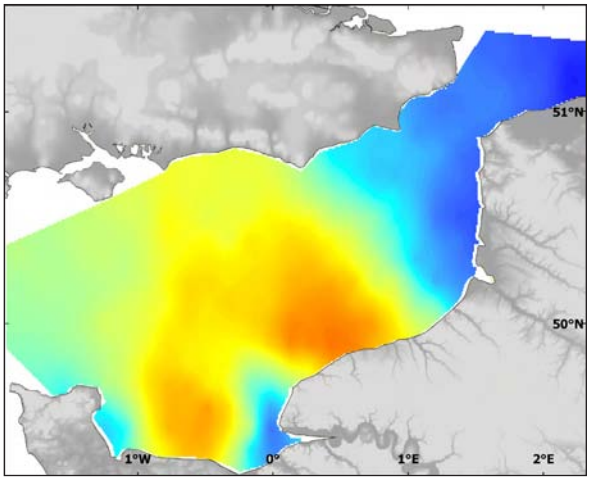


< 1 AN / YEAR OLD

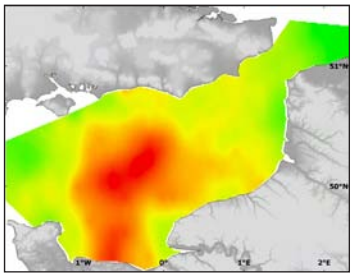
> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An / Year old - *Spondyliosoma cantharus*

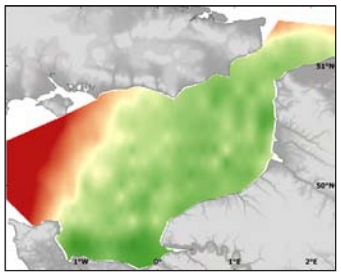
Abondance moyenne
en octobre (CGFS 1988-2006)
Mean abundance in October (CGFS, 1988-2006)



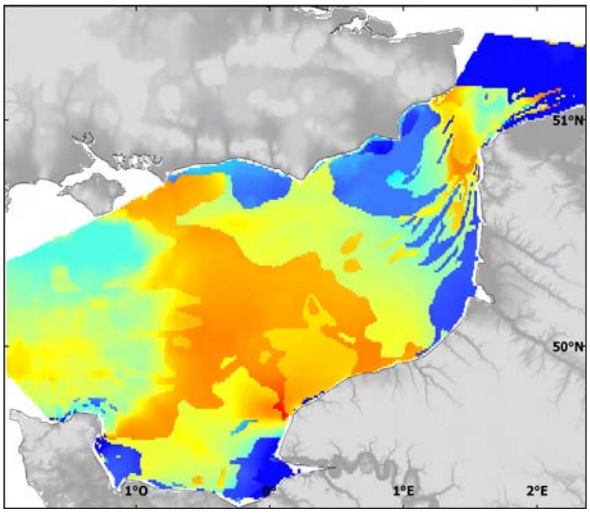
Ecart-type / *Standard deviation*



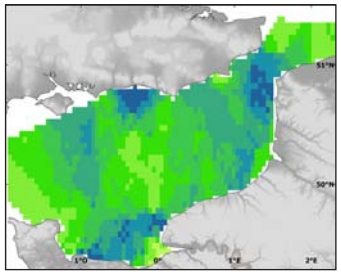
Erreur de krigeage / *Kriging error*

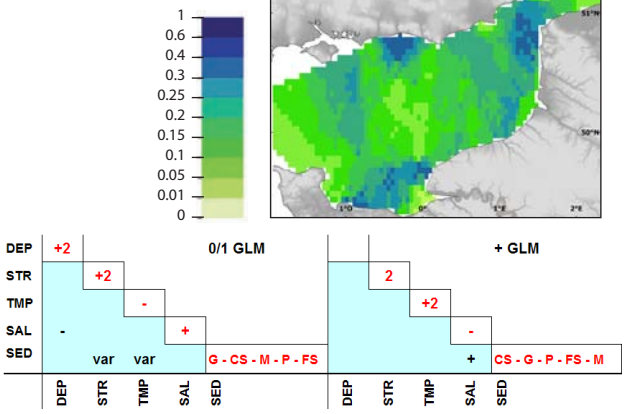


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

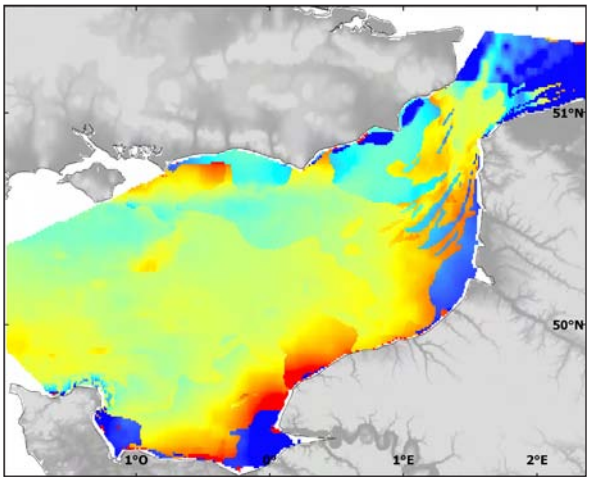


Erreur du modèle / *Model error*

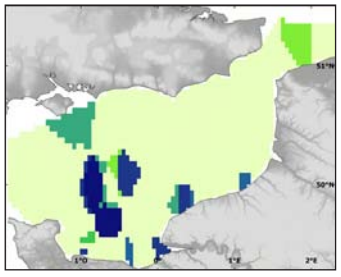


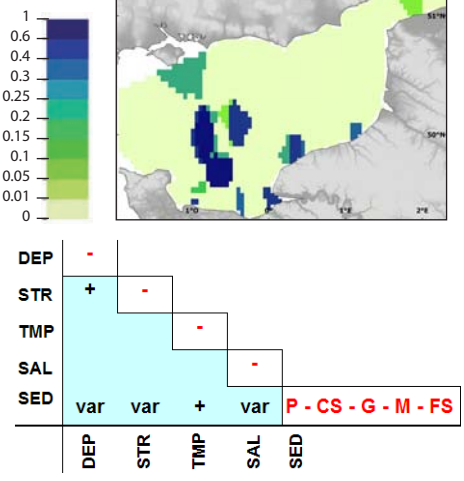


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*





< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

Les campagnes d'octobre, qui utilisent un chalut de fond GOV ont mieux capturé cette espèce benthopélagique que celles de juillet, qui utilisent un chalut perche. Les individus de moins d'un an (taille < 12.7 cm) ont été séparés des individus plus âgés pour les deux saisons, mais les cartes annuelles ne sont disponibles que pour octobre.

< 1 an

En juillet, les individus de moins d'un an ont une distribution très côtière qui est reproduite par les modèles d'habitat. L'habitat potentiel identifie également une zone favorable plus au large, au nord de la presqu'île du Cotentin. A ce stade de son cycle de vie, cette espèce semble tolérer des profondeurs variables mais préférer de faibles tensions de cisaillement et des sédiments fins, sableux ou graveleux qui semblent correspondre à des zones côtières variées. En octobre, l'abondance des jeunes individus est plus au large et montre une grande variabilité d'une année à l'autre, avec des localisations régulières de forte abondance au large de la baie de Seine et de Dieppe et dans une moindre mesure au large des côtes britanniques. Les modèles d'habitats préférentiel et potentiel montrent des zones d'abondance très étendues et des paramètres explicatifs illustrant des conditions océaniques correspondant aux zones sableuses au centre de la Manche orientale (profondeurs et courants de niveaux intermédiaires à élevés, température et salinité élevée).

> 1 an

Les distributions spatiales des individus plus âgés en juillet sont quasiment les mêmes que ceux des individus de moins de un an. Le modèle d'habitat préférentiel parvient bien à prédire la distribution observée en campagne mais le modèle d'habitat potentiel révèle que des zones plus au large peuvent également être favorables, suggérant que les individus plus âgés peuvent tolérer des tensions de cisaillement plus importantes suivant le type de sédiment, en particulier sur des sables grossiers. En octobre, les individus plus âgés ont également une distribution similaire à celle des jeunes en cette saison, s'étendant plus au large qu'en juillet et préférant des sédiments plus grossiers encore.

October surveys, using a VHVO (or GOV) bottom trawl, caught this bentho-pelagic species more representatively than those in July, which use a beam trawl. Individuals of less than one year (length < 12.7 cm) were defined as such on the basis of length, though annual maps are only available for one season (October).

< 1 year old

In July, individuals of less than one year presented a coastal spatial distribution that was also shown by the habitat models. The potential habitat model also highlights a suitable area further offshore, north of the Cherbourg Peninsula. At this life stage, this species seems to tolerate a range of depths but favours weak bed shear stress and fine to gravely sediment types that correspond to a range of coastal zones. In October, young individuals were found further offshore and presented significant annual abundance variations, though they were generally present offshore from the bay of Seine and Dieppe and to a lesser extent offshore from the British coast. Preferential and potential habitat models highlighted broad abundance zones in the central eastern Channel, having oceanic conditions with sandy substrates (intermediate to great depths and bed shear stress, high temperature and salinity).

> 1 year old

The spatial distribution patterns of older individuals in July were almost identical to those of younger ones. The preferential habitat model could predict the survey spatial distribution, but the potential habitat model revealed that areas further offshore are also favourable; this suggests that older individuals may tolerate higher levels of bed shear stress, particularly on coarse sands. In October, older individuals also had a spatial distribution similar to that of younger individuals in this season, expanding further offshore compared to July, and favouring even coarser sediment types.

Sprattus sprattus

(Linnaeus,1758)

Sprat
Sprat

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Clupeiformes
Famille-Family : Clupeidae

© IFREMER

Biologie - Les alevins de sprat se nourrissent de diatomées, d'œufs et de larves de copépodes. Les adultes mangent du zooplancton, principalement des crustacés planctoniques (copépodes). La reproduction se déroule à partir de janvier en Manche.

Caractères démographiques - Taille maximale 16 cm ; taille commune 10-14 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 6 ans ; âge et taille à maturité 1-2 ans et 7-14 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf}=13.2 cm, taux de croissance $k = 0.53$ an^{-1}, âge théorique $t_0 = n/a$; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (6 000 à 10 000 ovules par femelle).

Environnement - Espèce pélagique côtière (depuis la surface jusqu'à 50 m de profondeur), vivant parfois très près des côtes et pénétrant dans les estuaires (surtout les jeunes individus) ; se tient à proximité du fond pendant le jour et remonte à la surface pendant la nuit. Cette espèce forme des concentrations très importantes et effectue de grandes migrations entre les aires de nutrition pendant l'hiver et les lieux de ponte au printemps et en été.

Répartition géographique - Atlantique nord-est, des îles Lofoten au golfe de Gascogne, Manche, mer du Nord, mer Baltique ; nord de la Méditerranée et mer Noire.

Biology - Young sprat feed on diatoms and copepod eggs and larvae. Adults eat zooplankton, principally planktonic crustaceans (copepods). Spawning starts in January in the English Channel.

Life history parameters - Maximum length 16 cm; common length 10-14 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 6 years; age and length at maturity 1-2 years and 7-14 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf}=13.2 cm, growth rate $k = 0.53$ $year^{-1}$, theoretical age $t_0 = n/a$; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (6,000 to 10,000 oocytes per female).

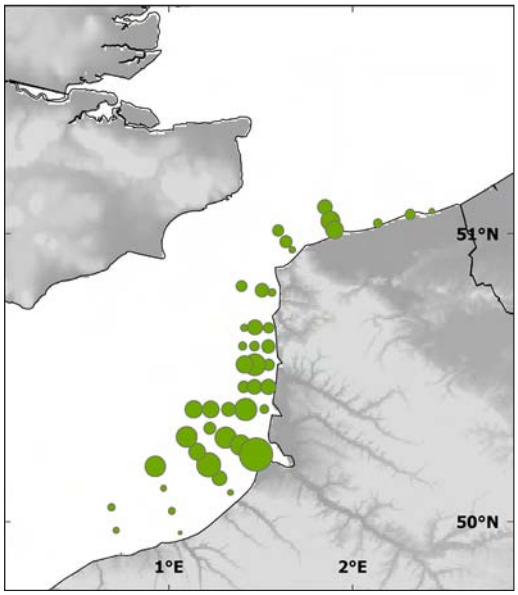
Environment - A pelagic species (found from the surface to 50 m in depth), it is sometimes found near the coast and may enter estuaries (especially the juveniles). It stays near the bottom during the day and moves to the surface at night. This species tends to form shoals and can migrate long distances between winter feeding grounds and spring and summer spawning grounds.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from the Lofoten Islands to the Bay of Biscay, including the English Channel, North and Baltic Seas; north Mediterranean and Black Seas.

Larves / Larvae - Sprattus sprattus

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



800 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

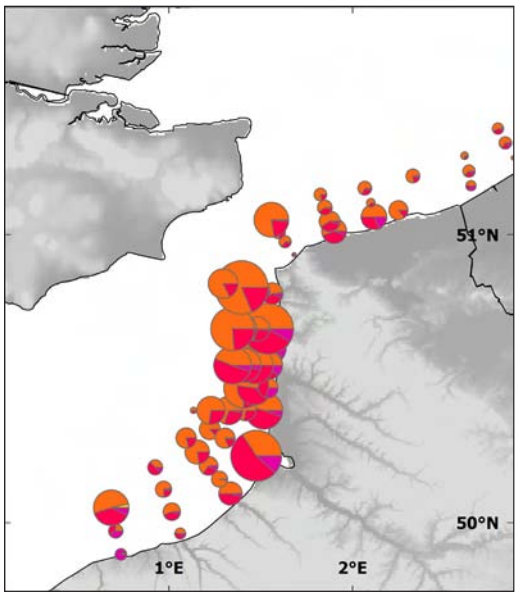
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

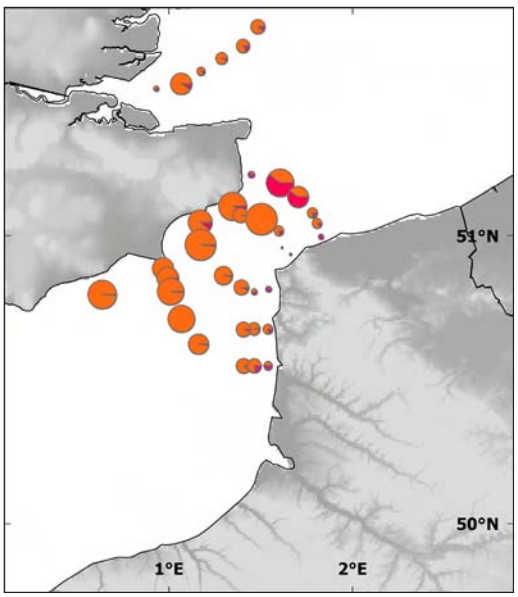
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

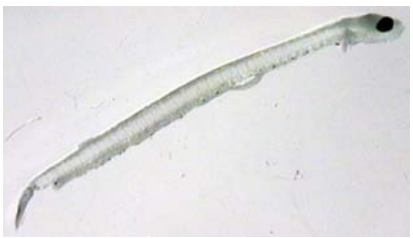
REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)



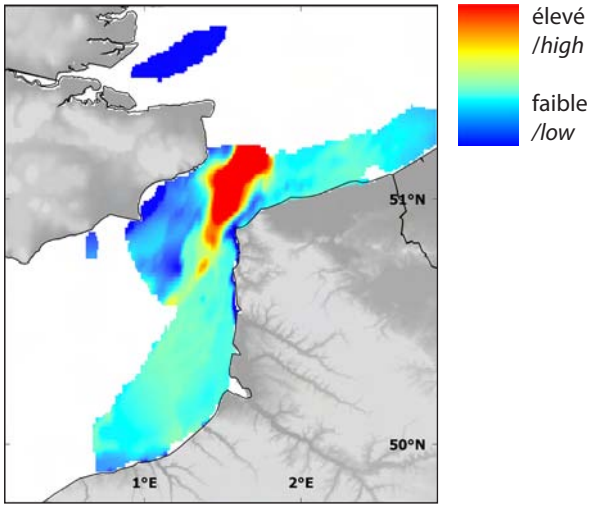
Larve de sprat
Sprat larva



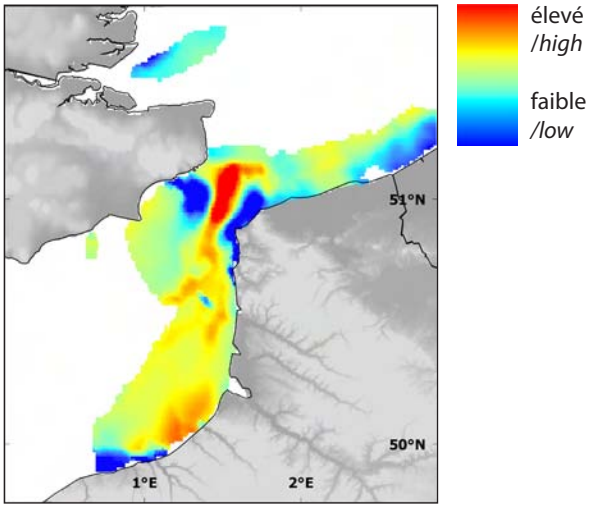
stade 2
stage 2

Larves (tous stades confondus) / Larvae (larvae of all stages) - Sprattus sprattus

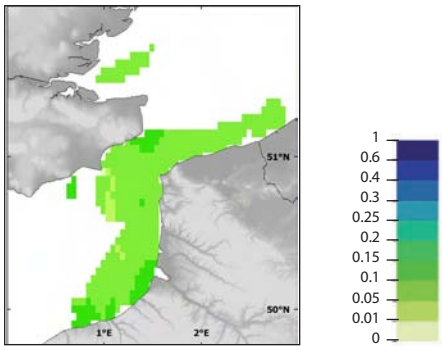
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



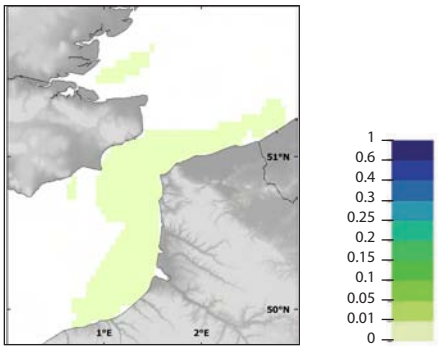
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Erreur du modèle / *Model error*



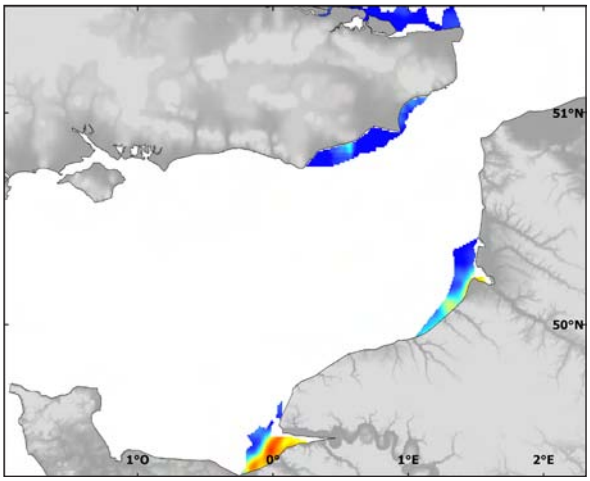
Larves

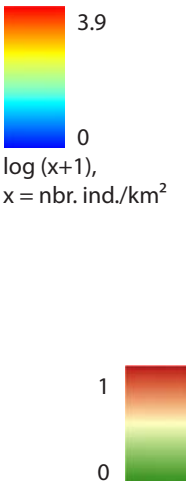
Les larves de sprat sont dominantes quelque soit la campagne d'étude. Les stades n'ont pas été déterminés pour cette espèce pour la campagne REISE1. Les larves se distribuent largement sur toute la zone à l'exception des caps du Pas-de-Calais et des côtes sud de la Normandie. Le maximum trouvé par les modèles se situe au milieu du détroit. Cette espèce ne répond pas au schéma classique de migration vers les nourrisseries côtières et ses larves restent totalement pélagiques au cours de tout leur développement.

Larvae

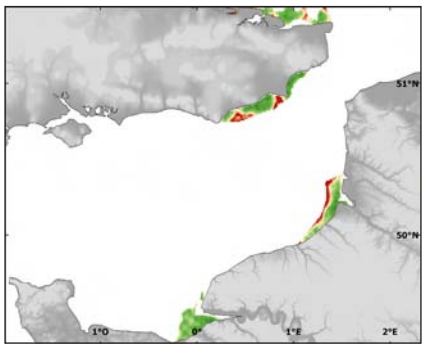
Sprat were the dominant larvae in all of the surveys. Stages were not determined for this species in the REISE 1 survey. Larvae were found almost everywhere except near the headlands of the Dover Strait and along the southern coast of Normandy. Maximum preferred habitats were located in the centre of the Dover Strait. This species does not follow the classical scheme of migration towards coastal nurseries as its larvae remains pelagic during throughout their development.

Abondance pluriannuelle en septembre
(YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

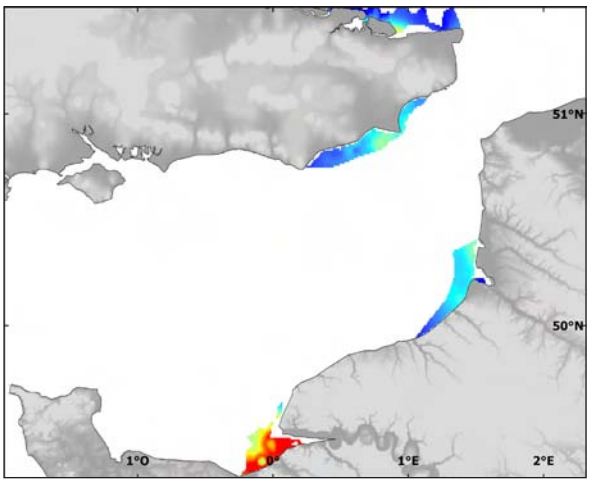




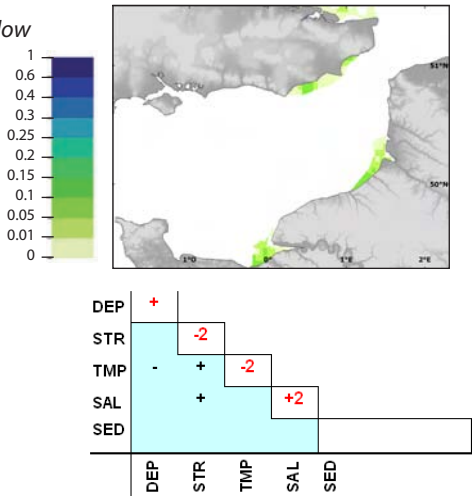
Erreur de krigeage
Kriging error



Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Nourriceries côtières

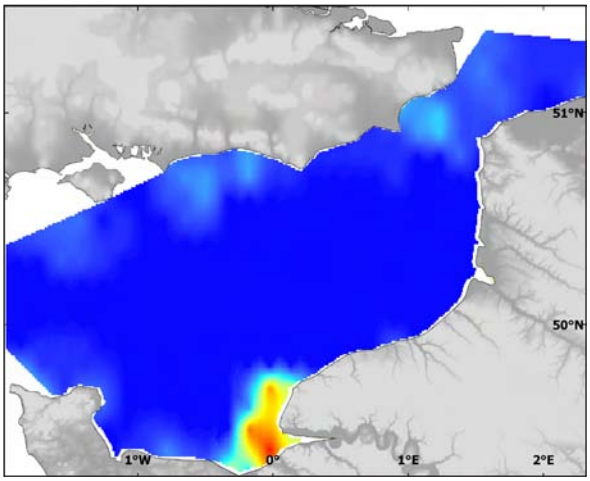
L'abondance moyenne du sprat sur les nourriceries côtières a été étudiée entre 1977 et 2006 en septembre, mais seulement à l'est du 0° de longitude. La distribution de cette espèce sur ces nourriceries est limitée aux baie de Seine et de Somme. Seul le modèle d'habitat potentiel a satisfait les critères de sélection pour intégration dans l'atlas et il est en accord avec la distribution observée en campagnes, bien que faisant apparaître un habitat potentiel plus étendu notamment le long des côtes britanniques. Bien qu'inféodée aux zones peu profondes, protégées des forts courants de marées, cette espèce préfère des températures plus froides et des salinités élevées à l'écart des eaux douces déversées par les estuaires. Cette espèce pélagique ne présente pas de préférence sédimentaire.

Coastal nurseries

Sprat abundance in the coastal nurseries was recorded in September between 1977 and 2006, but only east of 0° of longitude. The spatial distribution was limited to the Bays of Seine and Somme. Only the potential habitat model passed the selection criteria for inclusion in the atlas and it agrees with the survey distribution. The potential habitat is however more dispersed, in particular along the British coast. Although tied to shallow areas offering protection against bed shear stress, this species prefers cooler temperatures and higher salinities, away from fresh water inputs from estuaries. This pelagic species does not show any sediment preference.

Tous âges / Fish of all ages - Sprattus sprattus

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988 -2006)

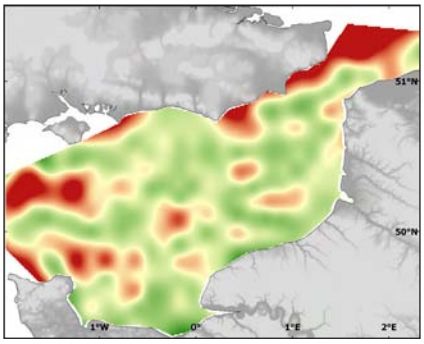


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

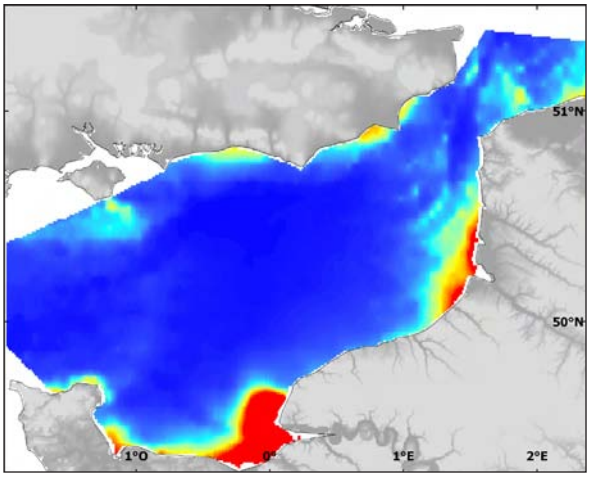
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

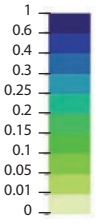


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

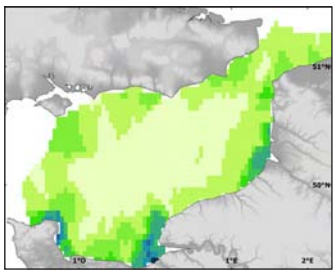


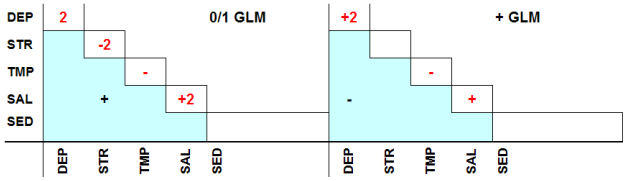
élevé/*high*

faible/*low*

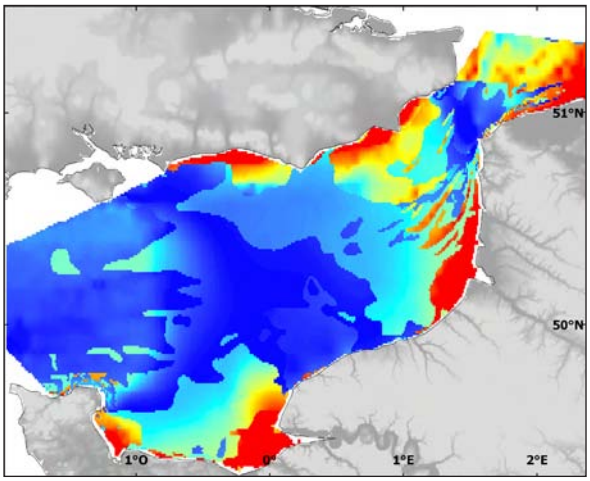


Erreur du modèle / *Model error*



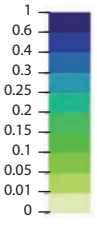


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

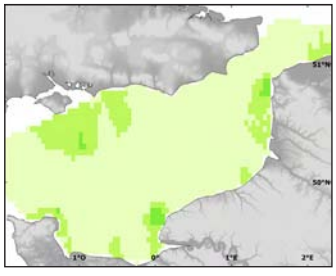


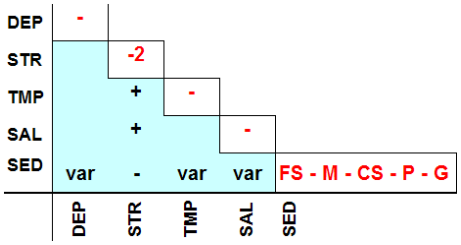
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*





Tous âges confondus

Les données d'abondance ne sont disponibles qu'en automne. De plus, le chalut de fond GOV utilisé pendant la campagne d'octobre ne capture pas efficacement cette espèce et donc ne permet pas une bonne représentation de son abondance annuelle. Seule l'abondance moyenne (ou pluriannuelle) sur la période 1988–2006 a été cartographiée. Des modèles d'habitats préférentiel et potentiel ont été développés pour cette saison.

En octobre, le sprat est abondant en baie de Seine bien que présent en moindre abondance le long des côtes britanniques et dans le détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage semble distribuée de façon aléatoire reflétant les importantes variations des abondances observées. Ceci est un effet prévisible pour une espèce pélagique vivant en banc et dont la capturabilité est très aléatoire par chalut de fond. Le modèle d'habitat préférentiel semble en accord avec la distribution observée et révèle l'importance des zones côtières généralement peu profondes et protégées des forts courants de marées qui conditionnent la présence de cette espèce. Cette espèce semble également préférer les eaux plutôt froides de cette saison et où une salinité relativement importante est constatée. L'incertitude du modèle est plus forte dans les zones de plus grande occurrence, mais très faible dans les autres zones signifiant qu'il n'y a pratiquement aucune incertitude concernant l'étendue des zones d'absence de cette espèce. Le modèle d'habitat potentiel étend ces zones préférentielles plus au large encore et illustre la complexité du jeu des interactions entre les paramètres prédictifs testés. Globalement, cette espèce semble inféodée aux zones peu profondes, protégées des forts courants de marées, aux température les plus froides et avec des sédiments fins.

Fish of all ages

Data are only available in October. Further, the VHVO (or GOV) bottom trawl used during the October survey is not able to catch this species representatively and does not provide a good picture of its yearly abundance. Hence, only the average (or multi-annual) abundance for 1988-2006 was mapped. Preferential and potential habitat models were developed for this season.

In October, sprat was abundant in the Bay of Seine although also present in lower abundance levels along the British coast and in the Dover Strait. The kriging error was distributed randomly, reflecting large variations in the survey abundance levels. This is to be expected for a pelagic species, living in shoals leading to low catchability with a bottom trawl. The preferential habitat model agrees with the survey distribution and highlights the importance of the coastal zones, generally shallow and protected from the strong tidal currents, which favours this species' presence. In October, this species seems to prefer cooler waters, with relatively high salinities. The model error was higher in areas of high abundance levels but there was almost no uncertainty concerning the spatial extent of areas where this species is absent. The potential habitat model extend the preferential areas further offshore and highlights the complexity of the interactions amongst the tested predictive parameters. Overall, this species appears tied to shallow areas offering protection against strong bed shear stress, with cooler temperatures and displaying fine sediment types.

Squalus acanthias

(Linnaeus,1758)

Aiguillat commun, Aiguillat tâcheté
Spurdog, Spiny dogfish

Embranchement-Phylum : Chordata

Classe-Class : Elasmobranchii

Ordre-Order : Squaliformes

Famille-Family : Squalidae

© IFREMER

Biologie - L'aiguillat commun se nourrit principalement de poissons (lançons, harengs, callionymes…) mais ingère également des mollusques (surtout des céphalopodes), des crustacés (crabes), quelques méduses et annélides. L'aiguillat commun est une espèce ovovivipare. L'ovulation a lieu en décembre ou janvier et la gestation dure de 18 à 22 mois. A la fin de la première année, l'embryon ne mesure que 10 cm. La naissance a lieu dans les eaux côtières, de novembre (la seconde année) à janvier, les jeunes mesurant de 20 à 33 cm.

Caractères démographiques - Taille maximale 122 cm ; taille commune 80-110 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale > 40 ans (F) ; âge et taille à maturité 8 ans et 75-95 cm (F) et 5 ans et 59-69 cm (M) ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 79.7 cm, taux de croissance k = 0.21 an^{-1}, âge théorique t_0 = -2.0 ; paramètres de fécondité *alpha = n/a* et *beta = n/a* (2 à 21 petits par femelle).

Environnement - On rencontre cette espèce aussi bien à la côte qu'au large, au niveau du plateau continental ou autour des îles, ainsi que dans des baies fermées ou dans des estuaires. L'aiguillat commun vit habituellement près du fond mais on le retrouve également entre deux eaux ou à proximité de la surface. Souvent regroupé en bancs de grande taille et bon nageur, il effectue parfois de grandes migrations, pouvant parcourir 10 km par jour pendant plusieurs mois.

Répartition géographique - Atlantique nord-est (du Groenland sud et du nord de la Norvège jusqu'au Maroc). Méditerranée et mer Noire. Atlantique nord-ouest.

Biology- Spurdog feed mainly on fish (sandeel, herring, dragonet, etc), but also on molluscs (mainly cephalopods), crustaceans (crabs), some jellyfish and annelid worms. Spurdog are ovoviviparous. Ovulation occurs in December or January and gestation lasts from 18 to 22 months. At the end of the first year, the embryo reaches 10 cm in length. Birth occurs in coastal waters between November (of the second year) and January, and juveniles may reach from 20 to 33 cm in length.

Life history parameters- Maximum length 122 cm; common length 80-110 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan > 40 years (F); age and length at maturity 8 years and 75-95 cm (F) and 5 years and 59-69 cm (M) von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 79.7 cm, growth rate k = 0.21 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -2.0; fecundity parameters *alpha = n/a* and *beta = n/a* (2 to 21 pups per female).

Environment - Found inshore as well as offshore on the continental shelf and around islands, this species is often found in enclosed bays and estuaries. Spurdog usually live near the bottom, but also in midwater and at the surface. They often form very large schools and are good swimmers. Spurdog can migrate over large distances, sometimes swimming up to 10 km per day for several months.

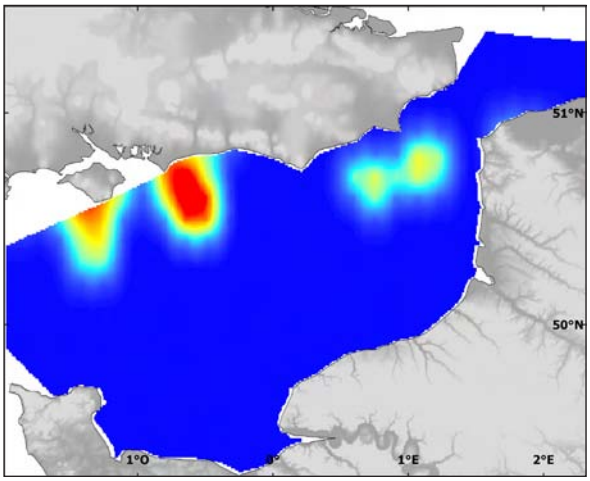
Geographical distribution- North-east Atlantic (from south of Greenland and from northern Norway, down to Morocco). Also in the Mediterranean and Black seas and the north-west Atlantic.

Tous âges / Fish of all ages - Squalus acanthias

Captures en juillet (BTS, 1989-2006)
Catches in July (BTS, 1989-2006)

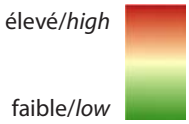
● 1 capture d'individu(s)/*1 catch of individual(s)*

Probabilité de présence en octobre (GGFS, 1988-2006)
Presence probability in October (CGFS, 1988-2006)

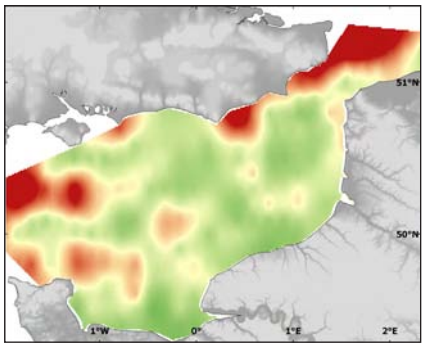


élevé/*high*

faible/*low*



Erreur de krigeage
Kriging error



Tous âges confondus

Les individus de Manche se trouvent l'hiver en Manche orientale ; vers le mois d'avril, ils entrent dans la partie sud de la mer du Nord dans le cadre de migrations étendues vers le nord. On pense qu'il n'existe pas de nourriceries majeures en Manche et que les adultes sont des visiteurs originaires d'autres zones.

Les données de campagnes en juillet ne sont pas suffisantes pour une cartographie par interpolation : sont donc représentées les localisations où des individus (toutes tailles et sexes confondus) ont été capturés pendant les campagnes en mer de 1989 à 2006. Cette espèce est très mal échantillonnée par le chalut perche utilisé lors des campagnes de juillet, d'où les très faibles taux de capture. Il y a eu trois captures d'individus de cette espèce dans la zone étudiée : une à l'est de Dungeness, une au sud-est de l'île de Wight et enfin une au nord de Dieppe.

En octobre, cette espèce (toutes tailles et sexes confondus) était présente au sud-ouest de Selsey et au sud de l'île de Wight, et relativement moins présente à l'approche sud du détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage est plus importante là où les observations sont plus clairsemées. De façon générale, il semble que cette espèce habite, en Manche orien-

Fish of all ages

The English Channel individuals spends the winter months in the eastern English Channel ; in April, they migrate to the southern half of the North Sea as part of wide-ranging northward migrations. It is believed that major nurseries do not exist in the English Channel and that adult individuals usually are visitors which recruit to the English Channel from other seas.

Survey data for July were not sufficient for a cartography by interpolation: instead are shown the locations where individuals (of all sizes and sexes) were caught during the sea surveys. The near absence of this species in July is due to a very low gear selectivity, and does not reflect absence. There were three catches of individuals from this species during the period 1989-2006: one east of Dungeness, one south-east of the Isle of Wight and lastly one north of Dieppe.

In October, this species (all sizes and sexes) was present south-east of Selsey and south of the Isle of Wight, and relatively less present in the southern approach of the Dover Strait. The kriging error was greater where observations were more sparse. Overall, this species seems to inhabit, in the eastern English Channel, shallow waters with hard or soft

tale, des eaux peu profondes de type sédimentaire varié (fonds dur ou meuble). Des données de débarquement suggèrent qu'il existe une séparation temporelle et spatiale des sexes et stades de maturité en Manche et eaux adjacentes. Par exemple, les femelles les plus grosses seraient les plus abondantes en eaux profondes alors que les femelles gravides seraient retrouvées à la côte.

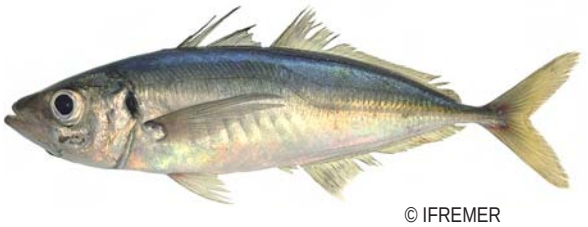
substrate types. Landings data indicate that there are spatial and temporal separations of sexes and maturity stages in the English Channel and surrounding areas. For instance, larger female individuals would be most abundant in deep waters but, when pregnant, they would be found inshore.

Trachurus trachurus

(Linnaeus,1758)

Chinchard commun
Atlantic horse mackerel, Scad

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Perciformes
Famille-Family : Carangidae



© IFREMER

Biologie - Les larves de chinchard, selon leur taille, se nourrissent essentiellement de copépodes (larves et adultes). Les juvéniles ingèrent également une grande proportion de copépodes, mais également des ostracodes, des mysidacés, des poissons (gobies, lançons, etc). Les adultes se nourrissent de poissons (anchois, sprat, sardine, hareng, etc), de céphalopodes et crustacés. La reproduction a lieu de mars à août. L'œuf ne se développe qu'à partir d'une température de 10°C. L'éclosion a lieu après 2.5 à 3 jours d'incubation (à 16°C), la larve pélagique mesurant 2.5 mm.

Caractères démographiques - Taille maximale 60 cm ; taille commune 15-45 cm ; taille minimale de capture 15 cm (UE) ; longévité maximale 15 ans ; âge et taille à maturité 3-5 ans et 20-30 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 40.20cm, taux de croissance k = 0.137 an^{-1}, âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (3 000 à 14 000 s par femelle).

Environnement - Pélagique et grégaire, le chinchard commun vit entre deux eaux ou sur des fonds sableux, généralement à moins de 200 m de profondeur. Les adultes se regroupent en bancs de grande taille le long de la côte, au niveau de fonds sableux, et souvent regroupés avec des juvéniles de hareng. Les chinchards sont également des poissons très migrateurs.

Répartition géographique - Méditerranée et Atlantique est : de la Norvège à l'Afrique du Sud, le long des côtes de Maputo (Mozambique).

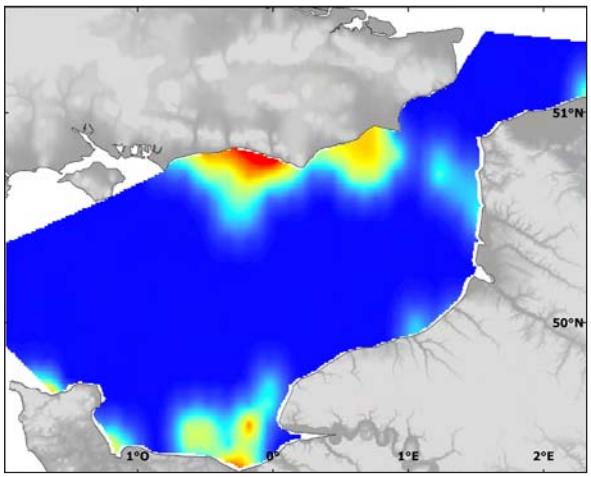
Biology - Horse mackerel larvae, depending on their size, mainly feed on copepods (larvae and adults). Juveniles also ingest mainly copepods, as well as ostracods, mysids, fish (goby, sandeels, etc). Adults feed on fish (anchovy, sprat, sardine, herring, etc), cephalopods and crustaceans. Spawning occurs from March to August. Eggs only develop if temperature is warmer than 10°C. Hatching occurs after 2.5 or 3 days of incubation (at 16°C), the pelagic larvae measuring 2.5 mm in length.

Life history parameters - Maximum length 60 cm; common length 15-45 cm; minimum landing size 15 cm (EU); maximum lifespan 15 years; age and length at maturity 3-5 years and 20-30 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 40.20 cm, growth rate k = 0.137 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (3,000 to 14,000 oocytes per female).

Environment - A pelagic and gregarious fish, the horse mackerel lives in midwater or on sandy substrates, mostly between the surface and 200 m in depth. Adults form large schools in coastal waters having a sandy substrate, and they often shoal with juvenile herring. The horse mackerel is a migratory fish.

Geographical distribution - The Mediterranean Sea and eastern Atlantic: from Norway to south Africa and around the coast to Maputo (Mozambique).

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988 -2006)

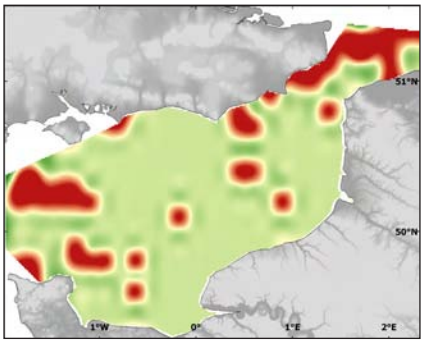


log (x+1),
x= nbr. ind./km²

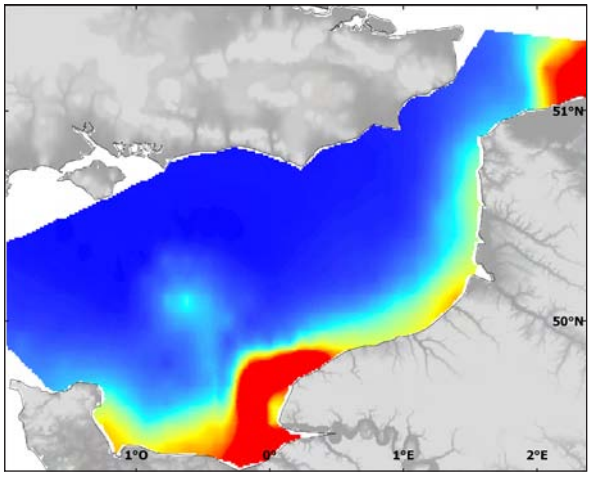
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



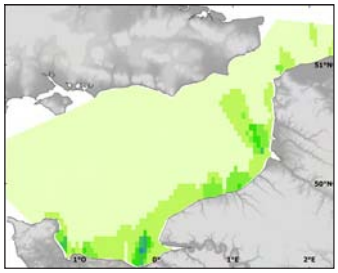
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

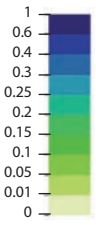


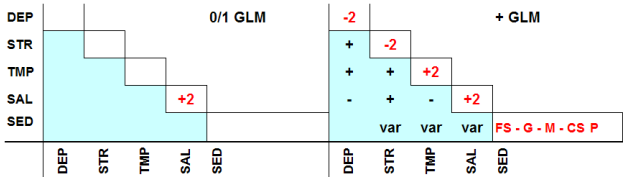
élevé/*high*

faible/*low*

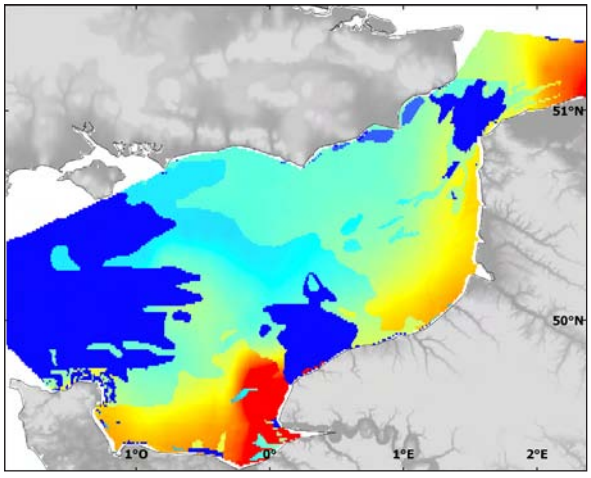
Erreur du modèle / *Model error*







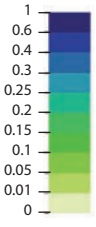
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

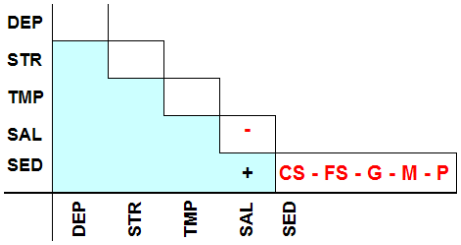


élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*



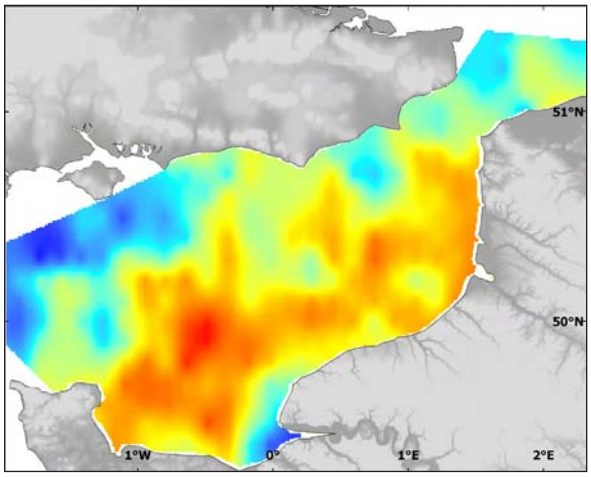


< 1 AN / YEAR OLD

> 1 AN / YEAR OLD

> 1 An/Year old - *Trachurus trachurus*

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988 -2006)

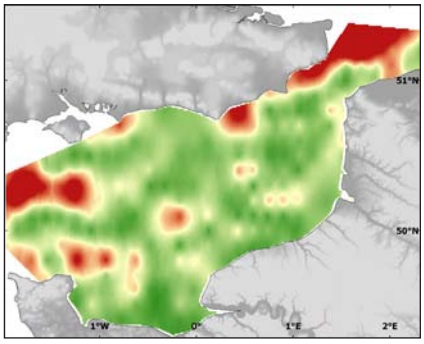


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

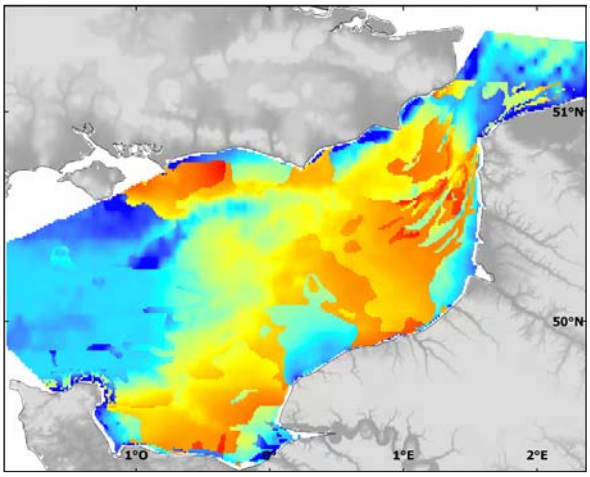
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

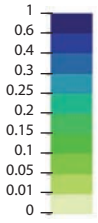


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

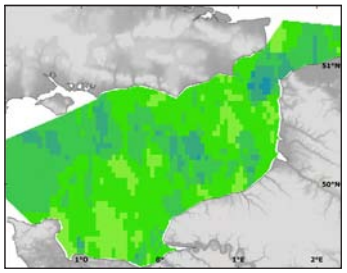


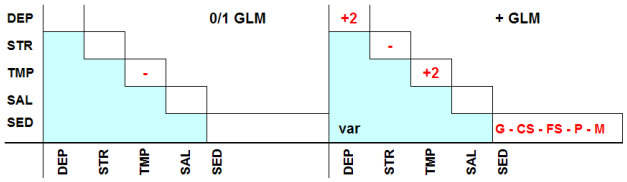
élevé/*high*

faible/*low*

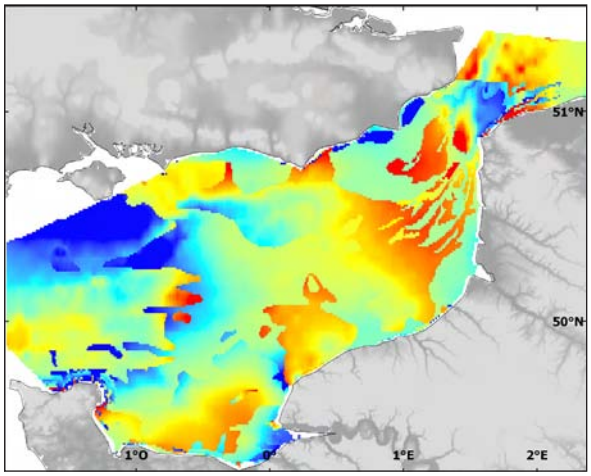


Erreur du modèle / *Model error*



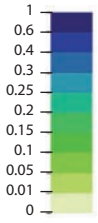


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

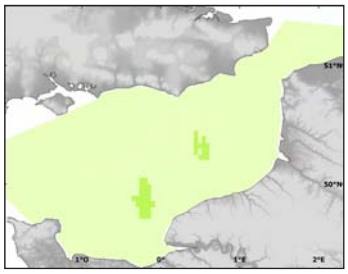


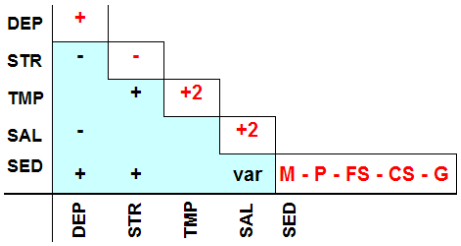
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*





Cette espèce pélagique vit en banc dans la colonne d'eau et par conséquent aucun des engins utilisés ne la cible correctement : seul le chalut de fond GOV utilisé en octobre (campagnes CGFS) parvient à la capturer. Ces données ont néanmoins permis de distinguer les individus de moins d'un an (taille inférieure à 5.1 cm) de ceux plus âgés. Mais la maturité sexuelle de cette espèce qui n'est atteinte que vers 3 à 5 ans est mal reflétée par cette séparation.

< 1 an

Les individus de moins de un an ont une distribution très côtière le long des côtes du Sussex et en baies de Seine et des Veys. L'habitat préférentiel, en revanche, s'étend à l'ensemble de la côte française. Les conditions de présence de l'espèce semblent uniquement liées à une salinité relativement élevée mais celles du niveau d'abondance font apparaître des relations très complexes entre tous les paramètres environnementaux et qui rendent l'interprétation très difficile. L'habitat potentiel est plus parcimonieux (en terme de paramètres prédicteurs significatifs) et révèle la présence d'un habitat favorable spatialement très étendu. Les salinités faibles et les sédiments sableux des zones côtières françaises semblent cependant mieux convenir à ces jeunes individus.

> 1 an

Les individus de plus de un an sont comparativement très abondants (pas de zone d'absence dans l'aire d'étude), cette espèce étant la plus fréquemment pêchée lors de cette campagne. De plus, sa distribution spatiale est très large sur toute la zone d'étude. Cette occurrence constante est reflétée par un habitat préférentiel peu exigeant sur les conditions de présence mais révélant des abondances plus importantes dans des zones excluant des tensions de cisaillement fortes, et présentant des niveaux de température intermédiaires et des sédiments graveleux ou sableux grossiers. Le modèle d'habitat potentiel montre, lui, une distribution plus étendue et diffuse, en s'appuyant sur un jeu de relations complexes entre les paramètres de l'environnement.

This pelagic species lives in schools in the water column and consequently none of the fishing gear used during the surveys is able to catch it representatively. Only the VHVO (or GOV) bottom trawl used during the October surveys (CGFS) could capture it. In the October data, individuals of less than one year (length < 5.1 cm) were defined as such on the basis of length. As sexual maturity does not occur until ages 3 and 5, it is poorly reflected in this distinction.

< 1 year old

Individuals of less than one year presented a very coastal spatial distribution along the Sussex coast and in the Bays of Seine and Veys. In contrast, the preferential habitat extended further along the French coast. Presence conditions of this species appeared to be linked to relatively high salinity, though abundance level conditions revealed complex interactions between all parameters, making the interpretation of these results difficult. The potential habitat model was more parsimonious (in terms of significant predictors) and revealed the presence of a very extensive favourable habitat. Low salinity and sandy sediments in the French coastal areas seemed to better suit these young individuals.

> 1 year old

Individuals of more than one year were comparatively very abundant (the species was present everywhere in the studied zone), this species being the most frequently fished during this survey. Moreover, its spatial distribution was very dispersed over the whole studied area. This continuous occurrence was mirrored by a preferential habitat model not strict on presence conditions, but reflecting higher abundance in areas excluding strong bed shear stress and having intermediate temperatures and coarse sand or gravely sediments. The potential habitat model is even broader in its spatial distribution, with a complex set of interactions between environment variables.

Trisopterus luscus

(Linnaeus,1758)

Tacaud commun
Pouting, Bib, Whiting-pout

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Gadiformes
Famille-Family : Gadidae

© IFREMER

Biologie - Au cours de sa première année de vie, le tacaud commun se nourrit essentiellement de crustacés (crevettes, crabes). Adulte, se trouvant plus au large, il se nourrit de crustacés, de petits poissons, de mollusques céphalopodes et de polychètes. La période de reproduction s'étale de février à juin en Manche orientale. Les œufs pélagiques ont une période d'incubation de 10 à 12 jours avant de devenir des larves. Après éclosion, les larves migrent vers le fond. Les juvéniles ainsi formés vivent près des côtes.

Caractères démographiques - Taille maximale 46 cm ; taille commune 15-35 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 4 ans ; âge et taille à maturité 1-2 ans et 21-25 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = 37.6 cm, taux de croissance k = 0.46 an^{-1}, âge théorique t_0 = -0.77 ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a* (*n/a* à *n/a* ovules par femelle).

Environnement - Le tacaud commun est un poisson démersal grégaire. Il affectionne les fonds sableux (juvénile), rocheux ou autour d'épaves (adulte), dans des eaux peu profondes, depuis la surface près des côtes jusqu'à des profondeurs de 100 à 150 m. Il se regroupe également dans les estuaires (juvénile).

Répartition géographique - Atlantique nord-est, du sud de la Norvège jusqu'au Maroc et au nord-ouest de la Méditerranée, de l'Espagne jusqu'à la Grèce en comprenant la mer Adriatique. Espèce particulièrement abondante en Manche, dans le sud de la mer du Nord et dans le golfe de Gascogne.

Biology - During their first year, pouting feed mainly on crustaceans (shrimps, crabs). Adults, found offshore, feed on crustaceans, small fish, cephalopods and polychaetes. In the eastern English Channel spawning takes place from February to June. Pelagic eggs incubate for 10 to 12 days before becoming larvae. After hatching, the larvae migrate to the bottom. Juveniles live near to the coast.

Life history parameters - Maximum length 46 cm; common length 15-35 cm; minimum landing size *n/a* ; maximum lifespan 4 years; age and length at maturity 1-2 years and 21-25 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} = 37.6 cm, growth rate k = 0.46 $year^{-1}$, theoretical age t_0 = -0.77; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a* (*n/a* to *n/a* oocytes per female).

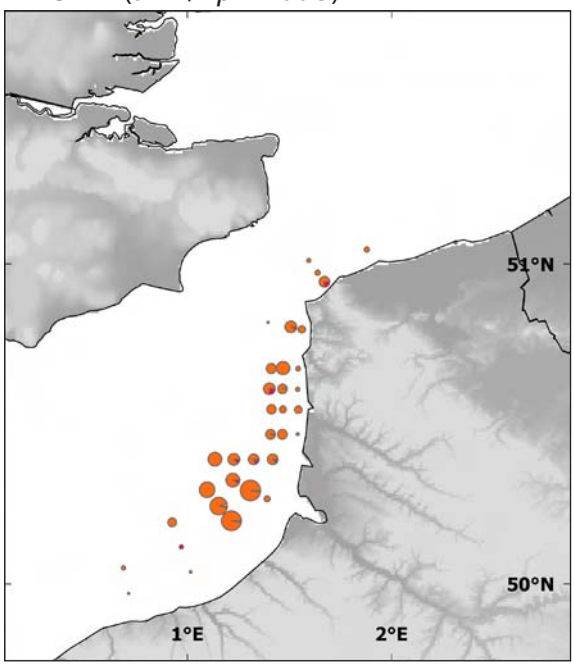
Environment - This is a demersal and gregarious species. It is mostly found on sandy (juveniles) or rocky substrates or around wrecks (adults), and from the surface near the coast to depths of 100-150 m. Juveniles also gather in estuaries.

Geographical distribution - North-east Atlantic, from south of Norway down to Morocco, including the north-western part of Mediterranean, from Spain to Greece, and the Adriatic Sea. Very abundant in the eastern English Channel, the southern North Sea and in the Bay of Biscay.

Larves / Larvae - Trisopterus luscus

Abondances par stade de développement
Abundance per developmental stage

REISE 1 (avril/*April* 1995)



200 nbr. ind. /100 m³
nbr. ind. /100 m³

stade 1
stage 1

stade 2
stage 2

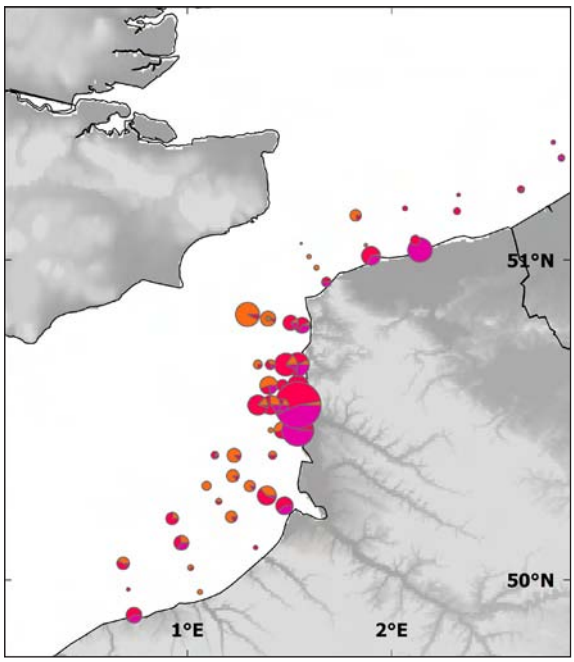
stade 3
stage 3

stade 4
stage 4

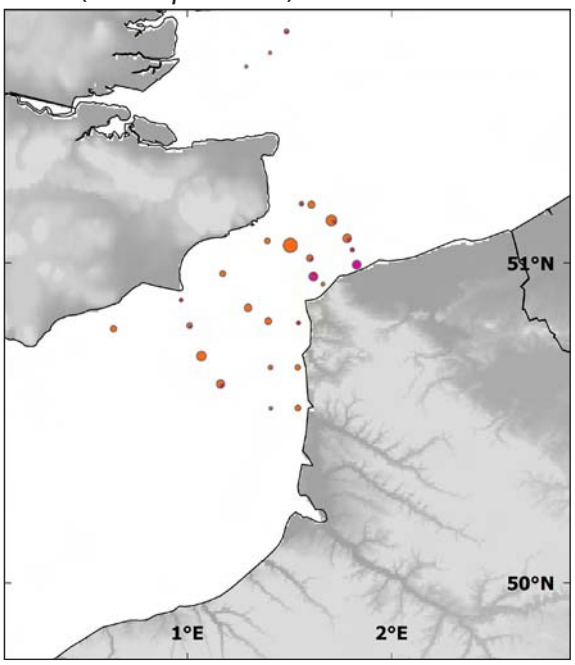
stade 5
stage 5

tous stades confondus
all stages

REISE 2 (mai/*May* 1995)



BCD (avril/*April* 1999)



Larves de tacaud commun
Pouting larvae

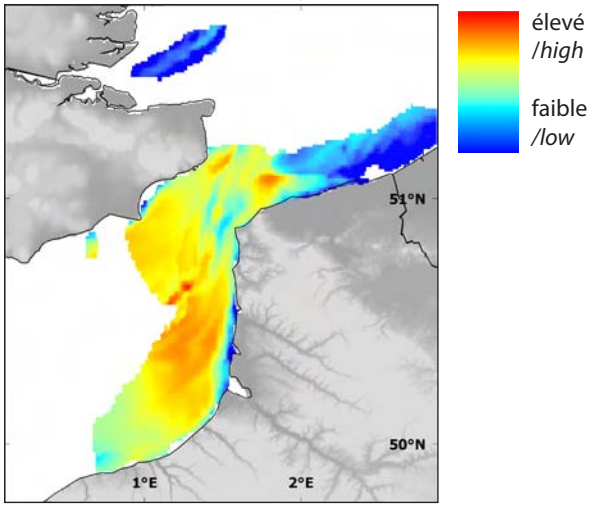
stade 2
stage 2

stade 4
stage 4

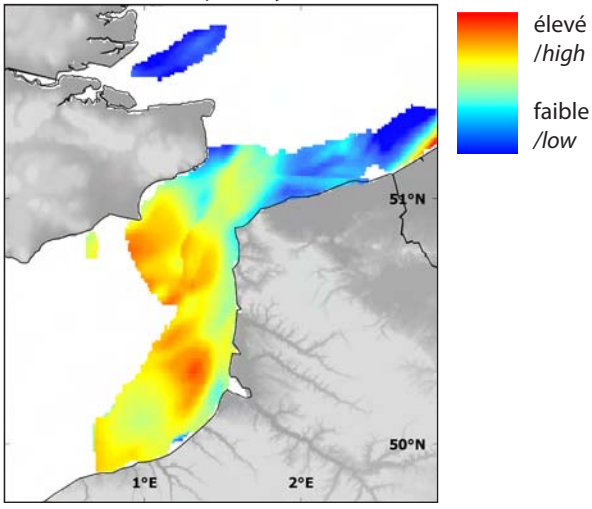
Larves / Larvae - Trisopterus luscus

Stade/*Stage* 2

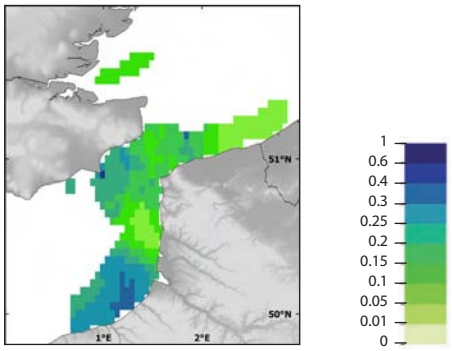
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



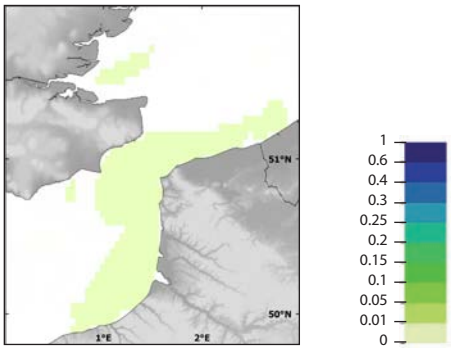
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

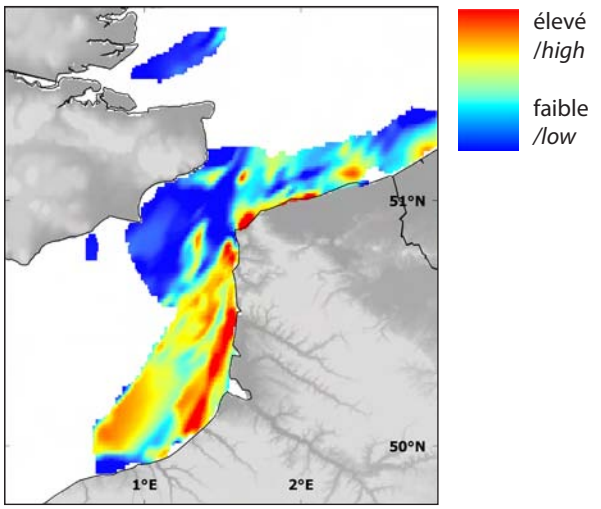


Erreur du modèle / *Model error*

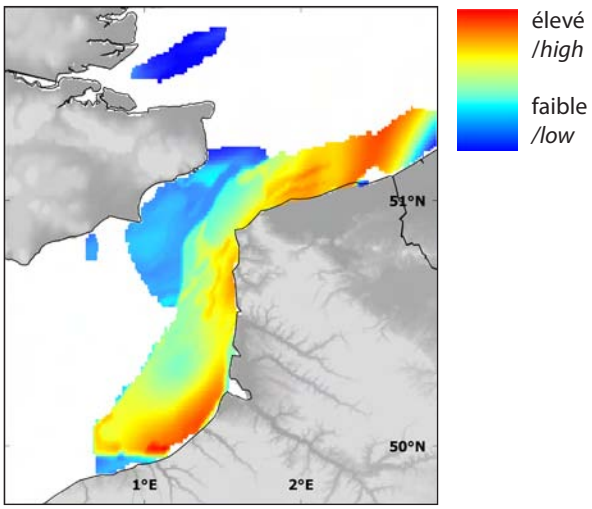


Stade/*Stage* 3

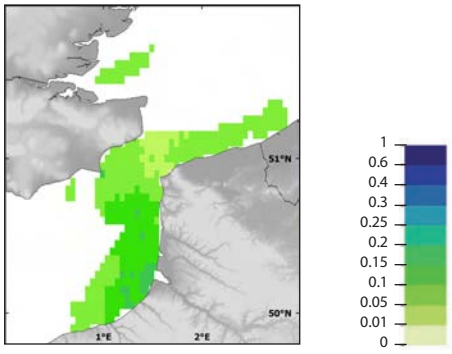
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



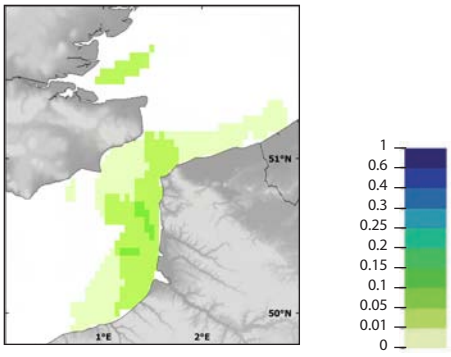
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

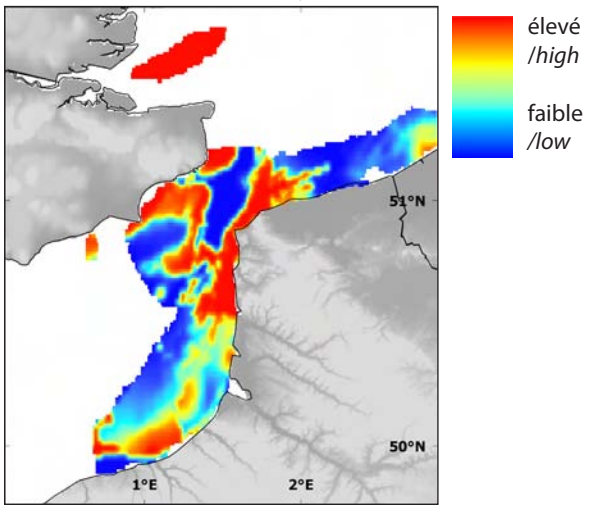


Erreur du modèle / *Model error*

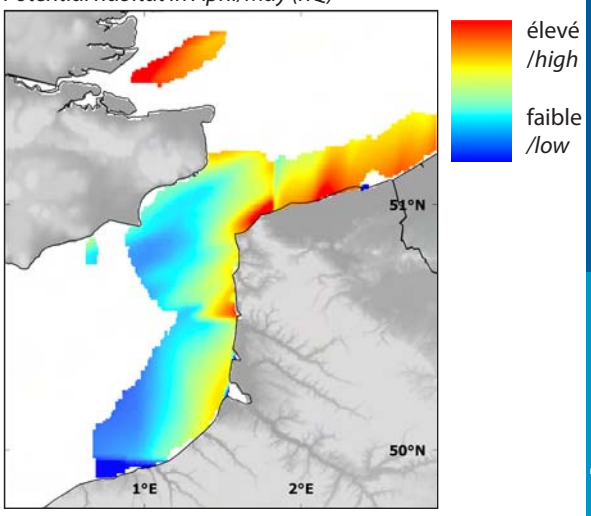


Stade/Stage 4

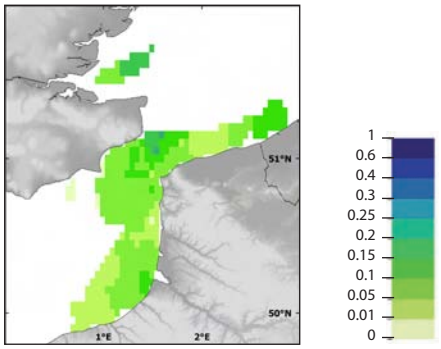
Habitat préférentiel en avril/mai (GLM)
Preferential habitat in April/May (GLM)



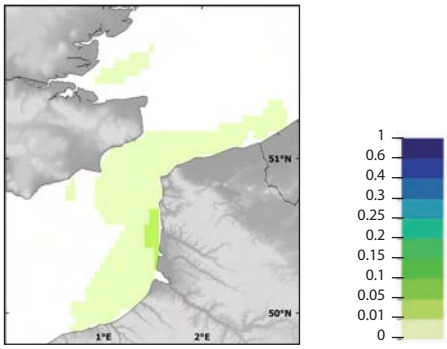
Habitat potentiel en avril/mai (RQ)
Potential habitat in April/May (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*



Erreur du modèle / *Model error*



Larves

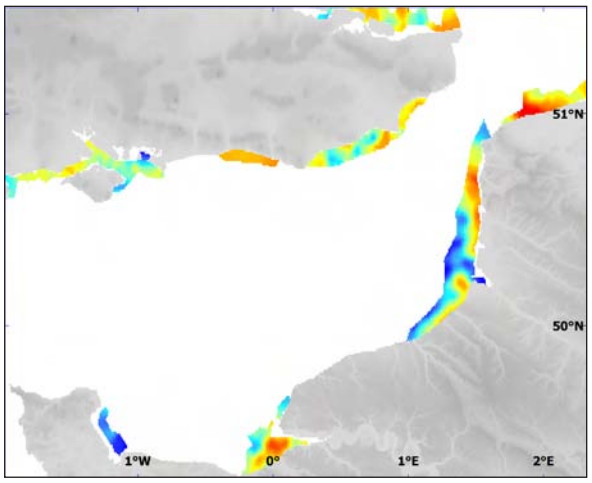
Les larves de tacaud ne sont pas dominantes dans les échantillons mais fréquemment capturées, ce qui a permis d'étudier leur habitat. Des différences d'abondances ont été observées entre les campagnes. Si les stades 2 dominent, les stades 3 sont très importants durant la campagne REISE 2. Les stades 2 sont principalement trouvés au large alors que les stades plus âgés sont plus près des côtes avec des maxima au niveau des côtes belges et françaises (côtes normandes et d'Opale).

Larvae

Pouting larvae were not dominant in the samples but frequent captures allowed the study of their habitat. There were important abundance differences between surveys. Though stages 2 were the most abundant, stage 3 were relatively abundant during the REISE 2 survey. Stage 2 larvae were mainly found offshore whereas older stages were found closer to the coast, with a maximum along the Belgian and French coasts (the Normandy and Opale coasts).

Nourriceries côtières / Coastal nurseries - Trisopterus luscus

Abondance plurirannuelle en septembre
(YFS, 1977-2006)
Multi-annual abundance in September (YFS, 1977-2006)

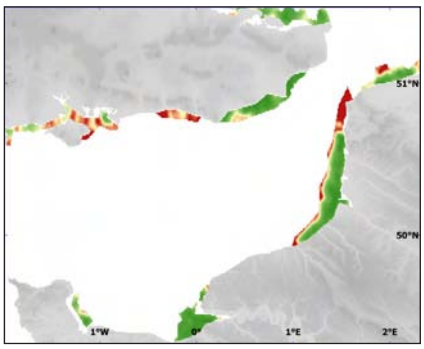


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

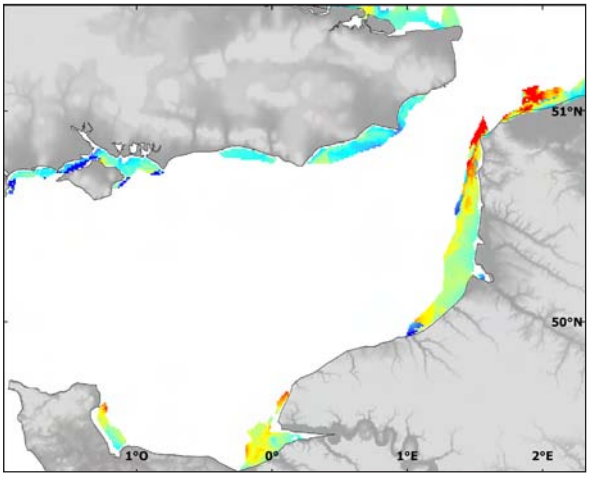
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

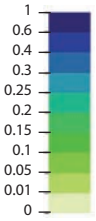


Habitat potentiel (RQ)
Potential habitat (RQ)

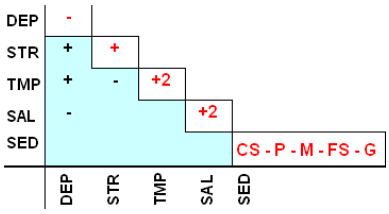


élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*



Nourriceries côtières

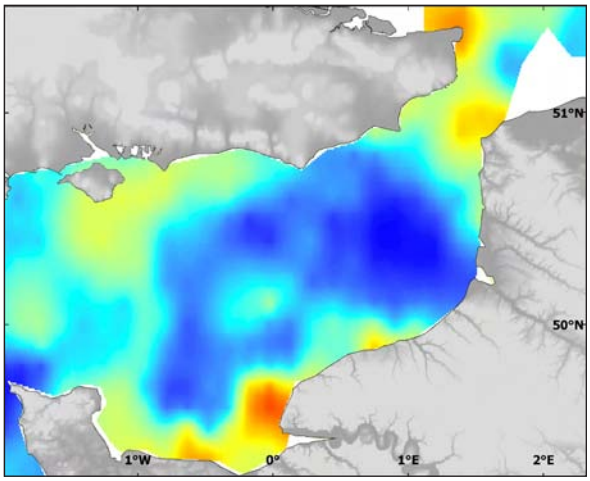
La carte de nourricerie côtière montre une préférence des individus pour les eaux très côtières avec une répartition assez étendue de la baie de Seine aux côtes belges et des abondances moyennes au niveau des côtes britanniques. Le modèle d'habitat potentiel montre des zones très favorables sur les côtes belges ce qui est en accord avec la distribution pluriannuelle. De plus, l'erreur du modèle est très faible sur toute la zone.

Coastal nurseries

Pouting had a preference for very coastal waters. They showed a dispersed distribution from the Bay of Seine to the Belgian coast and intermediate abundance levels along the British coast. The potential habitat model shows very favourable areas on the Belgian coast, which agrees with the multi-annual distribution. Furthermore, the model error was very low across the study area.

Tous âges / Fish of all ages- Trisopterus luscus

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)

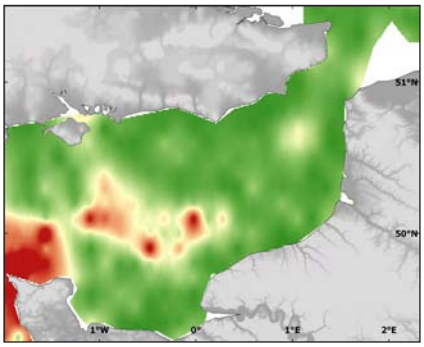


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

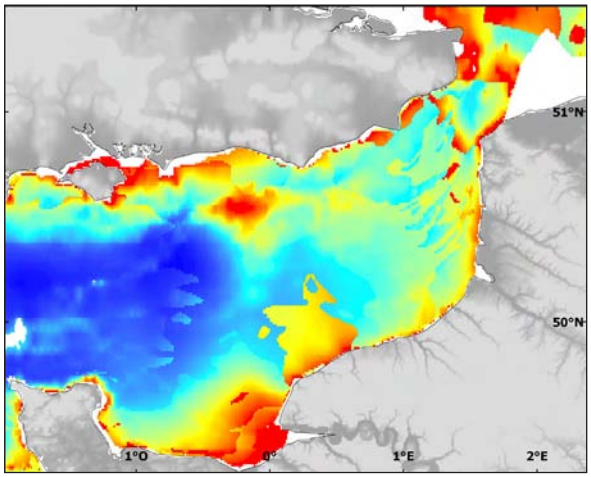
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



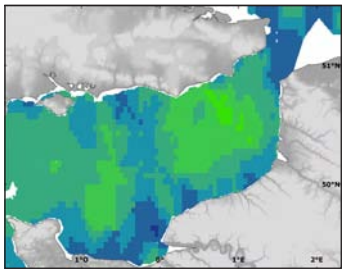
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)

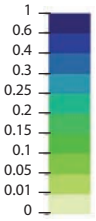


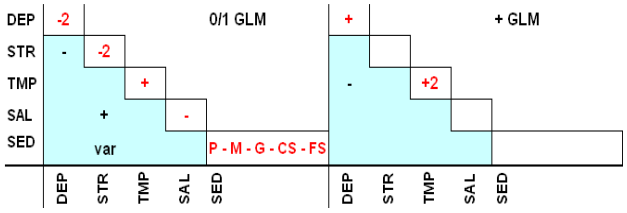
élevé/*high*

faible/*low*

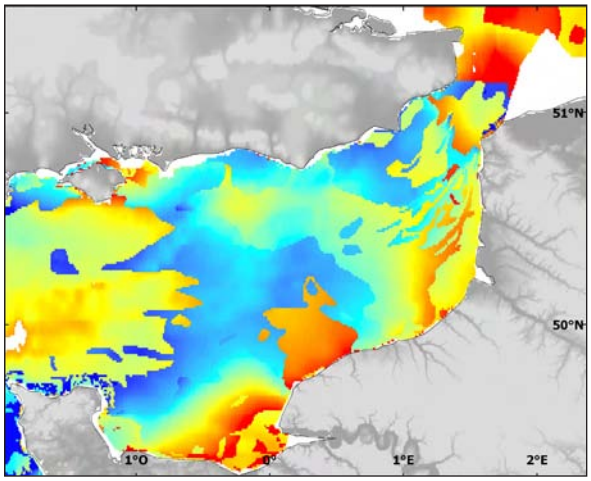
Erreur du modèle / *Model error*







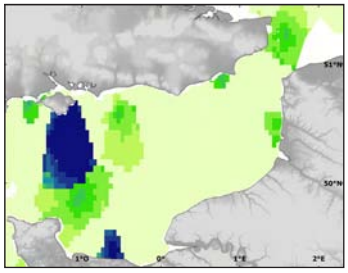
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)

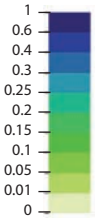


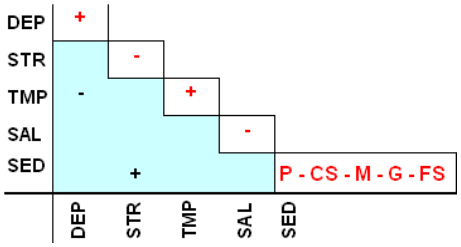
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*

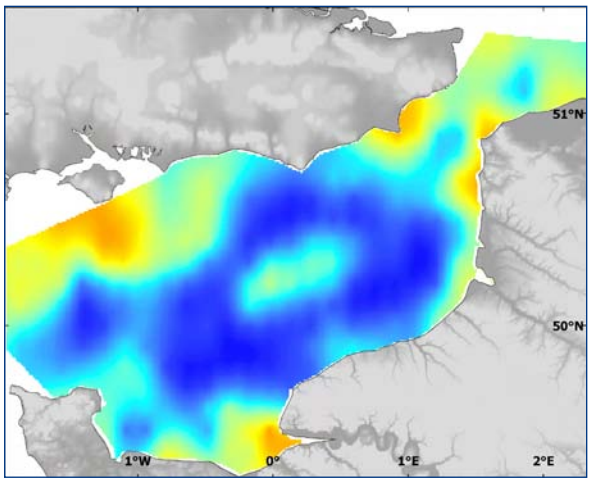






Tous âges / Fish of all ages - Trisopterus luscus

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988 -2006)

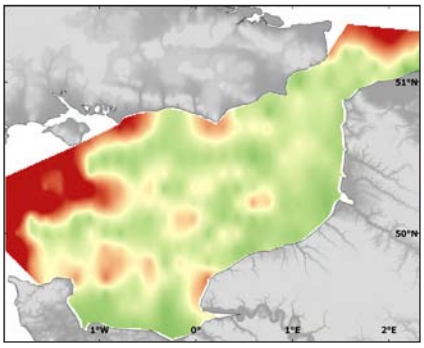


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

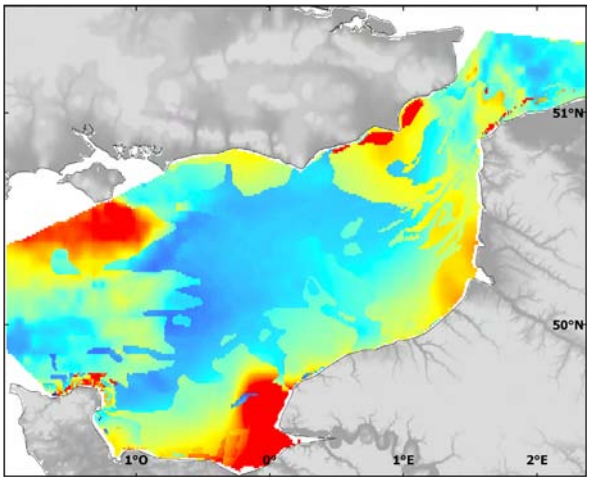
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error



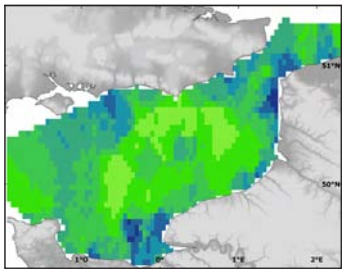
Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

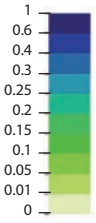


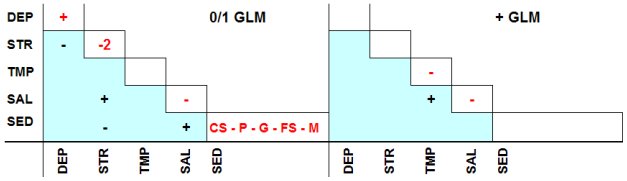
élevé/*high*

faible/*low*

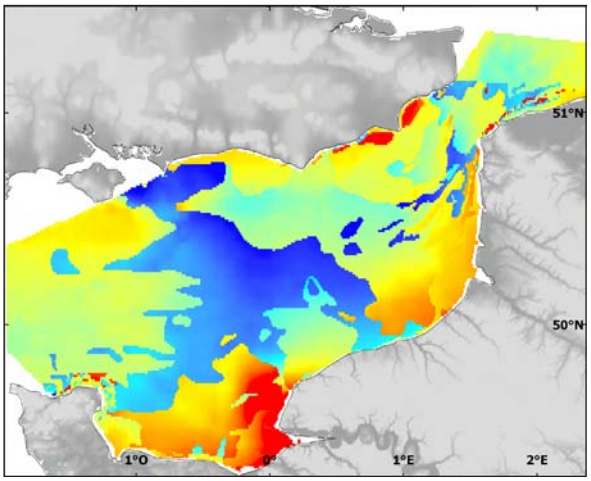
Erreur du modèle / *Model error*







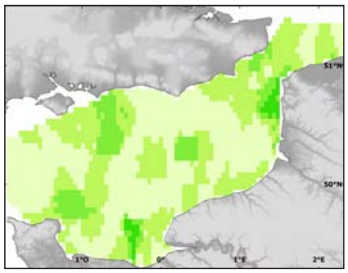
Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

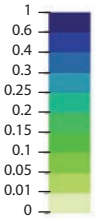


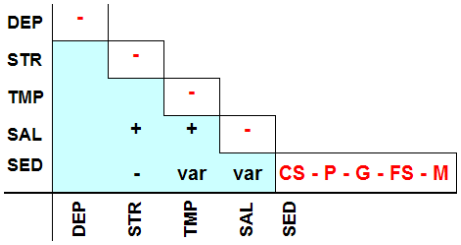
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur du modèle / *Model error*







Tous âges confondus

Des cartes d'abondances moyennes sur la période 1988-2006 ont été produites, en été et en automne. La distribution pluriannuelle en juillet montre une répartition de l'espèce au large dans le détroit du Pas-de-Calais et dans la partie centrale de la Manche orientale, et des zones plus côtieres comme au niveau de la baie de Seine et du Kent. En cette fin de période de reproduction, les adultes quittent progressivement les zones de frai dans les eaux plus profondes du large, pour revenir près des côtes où se trouvent les juvéniles. La carte d'habitat préférentiel n'est pas cohérente avec les abondances observées. Le modèle d'habitat potentiel est plus en accord avec la carte d'abondance pluriannuelle en prédisant les zones assez profondes, tempérées et avec de faibles courants de marées comme favorables au tacaud.

En octobre, on retrouve à peu près le même schéma de distribution des individus avec une tendance plus côtière bien prédite par le modèle d'habitat préférentiel. Celui-ci favorise les zones subissant peu les influences de la marées, avec une salinité faible pouvant correspondre aux eaux estuariennes et avec des sédiments grossiers. L'habitat potentiel est similaire à celui de juillet et est en accord avec les abondances observées même s'il indique des zones plus au large comme favorables.

Fish of all ages

Only the average abundance for the summer and autumn seasons, over the 1988-2006 period, was mapped. In July, the species was found offshore in the central eastern Channel and in the Dover Strait. Abundance patches could also be found in the Bay of Seine and on the Kent coast. July is at the end of the breeding season, with adults leaving the spawning areas located in deeper parts of the English Channel to join the coastal areas where juveniles are. The preferential habitat map does not agree with the survey spatial distribution. The potential habitat model is more in agreement with the survey distribution: favourable areas are relatively deep, temperate and with weak bed shear stress.

In October, the distribution pattern is almost the same as that of July but more coastal. This is accurately predicted by the preferential habitat model, which highlights favourable areas as displaying weak tidal currents, low salinity (estuarine waters), and with coarse sediments. The potential habitat model is similar to that of July, and agrees with the multi-annual distribution, though areas further offshore are highlighted as favourable.

Trisopterus minutus

(Linnaeus,1758)

Petit tacaud , Capelan
Poor cod

Embranchement-Phylum : Chordata
Classe-Class : Actinopterygii
Ordre-Order : Gadiformes
Famille-Family : Gadidae

© IFREMER

Biologie - Les adultes se nourrissent essentiellement de décapodes (crevettes et crabes), de petits poissons et de vers polychètes. La reproduction a lieu de février à mai, avec un pic en mars-avril.

Caractères démographiques - Taille maximale 40 cm ; taille commune 15-30 cm ; taille minimale de capture *n/a* ; longévité maximale 5 ans ; âge et taille à maturité 1-2 ans et 13 cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf}=24 cm (F) et 20 cm (M), taux de croissance $k = 0.40$ an^{-1} (F) et 0.42 an^{-1} (M), âge théorique t_0 = *n/a* ; paramètres de fécondité *alpha* = *n/a* et *beta* = *n/a*.

Environnement - Espèce démersale et grégaire. On le retrouve essentiellement dans les eaux du large, à des profondeurs de 30 à 300 m, sur des fonds sableux ou vaseux. Seuls les jeunes individus vivent dans les eaux peu profondes et se rencontrent souvent dans ou autour des épaves, dans des fissures ou crevasses des substrats rocheux.

Répartition géographique - Atlantique est : du fjord Trondheim et des îles Féroé au Portugal et tout le long de la côte atlantique du Maroc ; présent en Méditerranée.

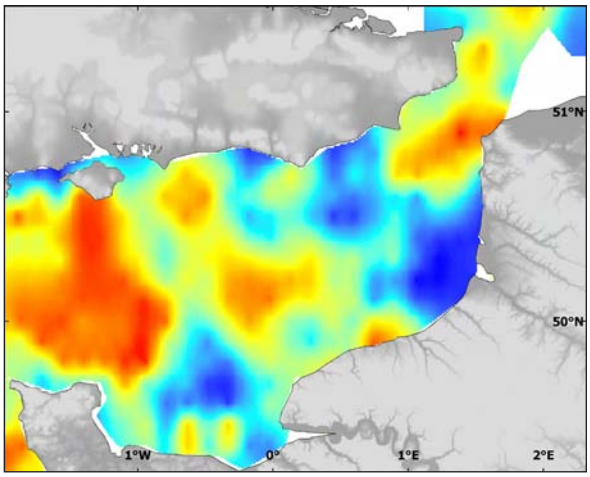
Biology - Adults mainly feed on decapods (shrimps and crabs) plus small fish and polychaetes. Breeding occurs from February to May, with a peak in March-April.

Life history parameters - Maximum length 40 cm; common length 15-30 cm; minimum landing size *n/a*; maximum lifespan 5 years; age and length at maturity 1-2 years and 13 cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf}=24 cm (F) and 20 cm (M), growth rate $k = 0.40$ $year^{-1}$ (F) and 0.42 $year^{-1}$ (M), theoretical age t_0 = *n/a*; fecundity parameters *alpha* = *n/a* and *beta* = *n/a*.

Environment - This is a demersal and gregarious fish. It is mainly found in offshore waters, having depths between 30 and 300 m, and muddy or sandy substrates. Only young individuals are found in shallow waters, often seen in and around wrecks, or in cracks or crevices of rocky substrates.

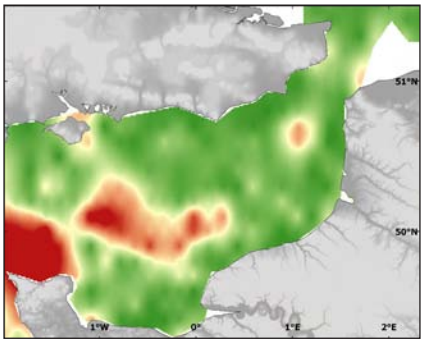
Geographical distribution - Eastern Atlantic: from the Trondheim Fjord and the Faeroe Islands, down to Portugal and along the Atlantic coast of Morocco; also in the Mediterranean Sea.

Abondance pluriannuelle
en juillet (BTS, 1989-2006)
Multi-annual abundance in July (BTS, 1989 -2006)

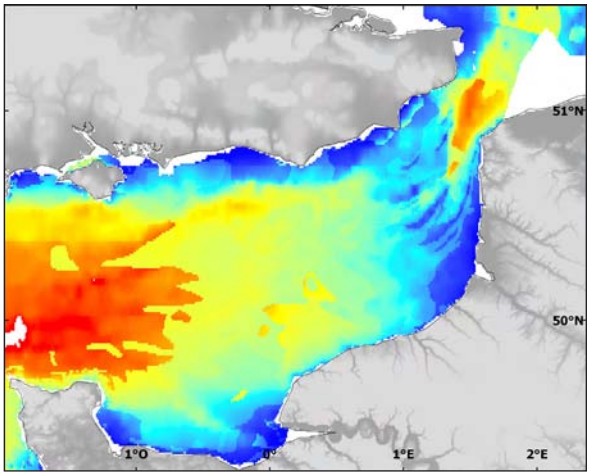


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

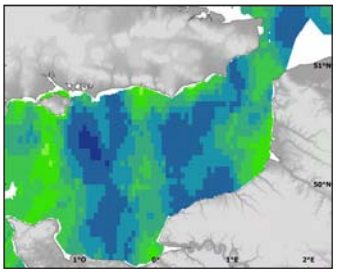
Erreur de krigeage
Kriging error

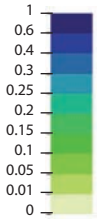


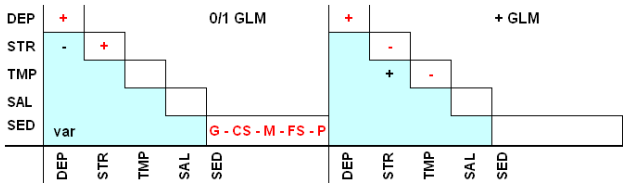
Habitat préférentiel en juillet (GLM)
Preferential habitat in July (GLM)



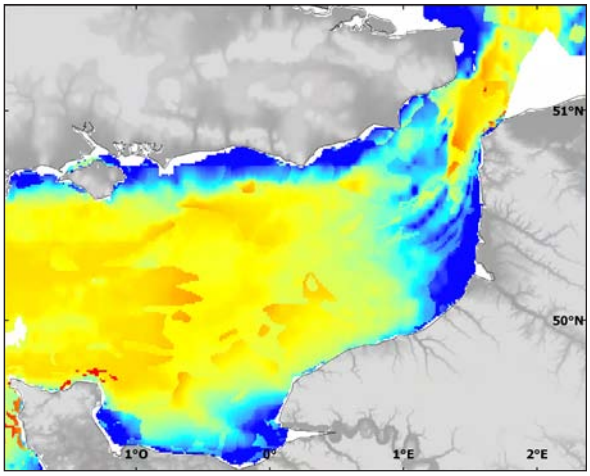
Erreur du modèle / *Model error*



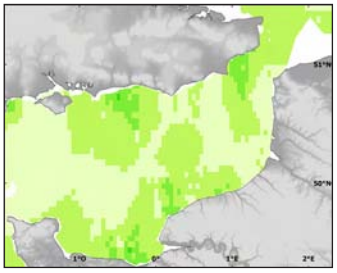


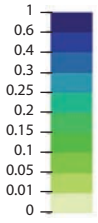


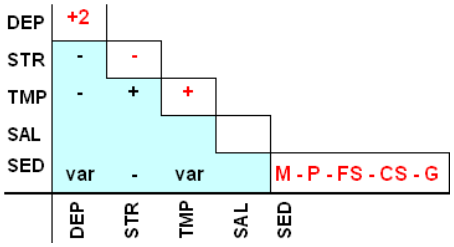
Habitat potentiel en juillet (RQ)
Potential habitat in July (RQ)



Erreur du modèle / *Model error*

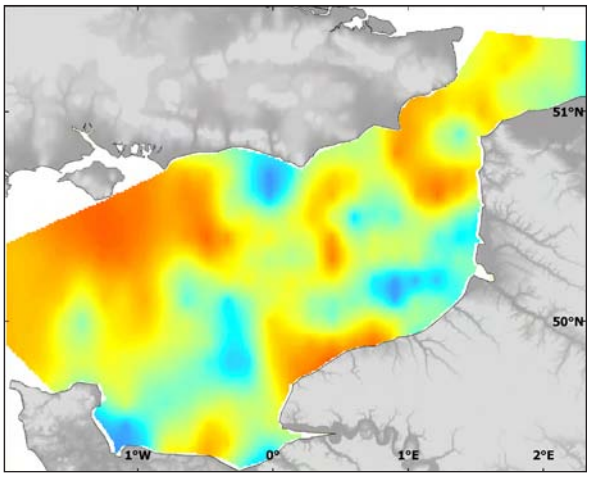






Tous âges / Fish of all ages - Trisopterus minutus

Abondance pluriannuelle
en octobre (CGFS, 1988-2006)
Multi-annual abundance in October (CGFS, 1988 -2006)

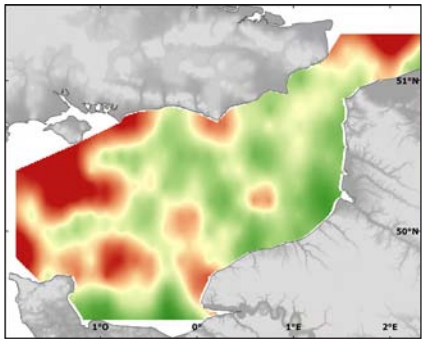


log (x+1),
x = nbr. ind./km²

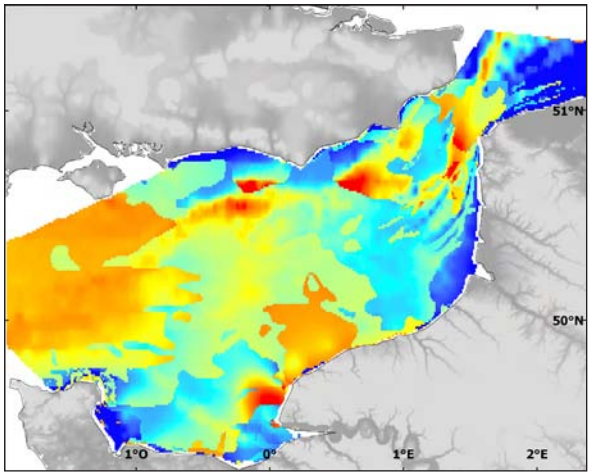
élevé/*high*

faible/*low*

Erreur de krigeage
Kriging error

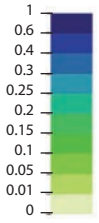


Habitat préférentiel en octobre (GLM)
Preferential habitat in October (GLM)

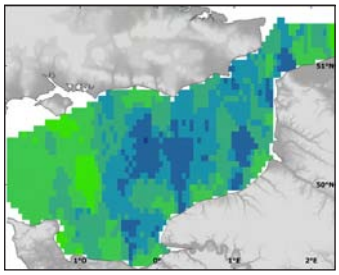


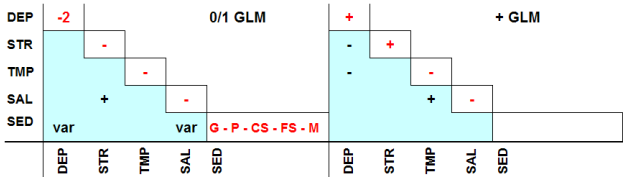
élevé/*high*

faible/*low*

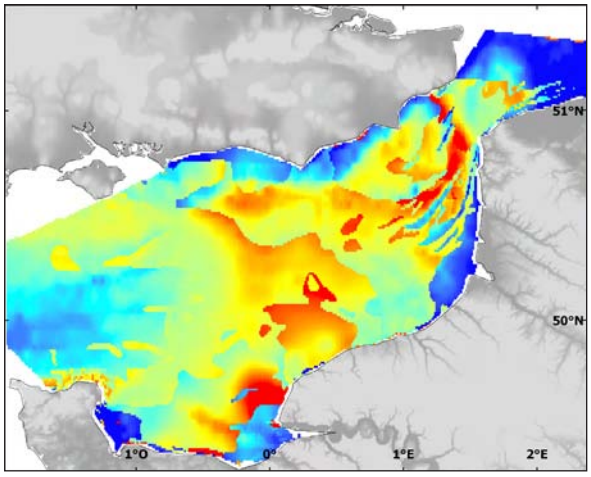


Erreur du modèle / *Model error*



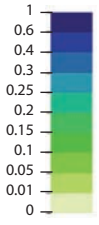


Habitat potentiel en octobre (RQ)
Potential habitat in October (RQ)

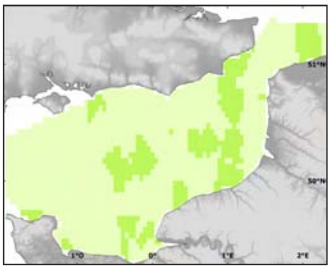


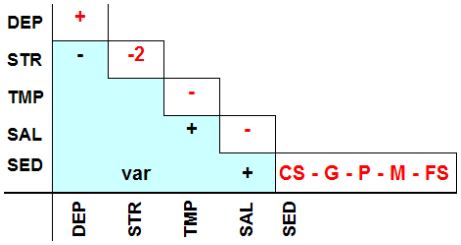
élevé/*high*

faible/*low*



Erreur du modèle / *Model error*





L'espèce ne présente pas d'intérêt commercial. Les données disponibles pour juillet et octobre ont permis de produire des cartes de distribution pluriannuelles des individus tous âges confondus. Les distributions observées sur ces deux saisons ne présentaient pas de différences notables.

Tous âges confondus

En juillet, les fortes abondances se situent à l'ouest et au centre de la Manche orientale et dans le détroit du Pas-de-Calais. Le modèle d'habitat préférentiel se superpose assez bien aux distributions observées et illustre la préférence de cette espèce pour des zones assez profondes, avec de fortes tensions de cisaillement et des sédiments grossiers. Le modèle d'habitat potentiel montre, lui, une distribution plus étendue et diffuse, en s'appuyant sur un jeu de relations complexes entre les paramètres environnementaux.

En octobre, la répartition de cette espèce est similaire à celle de juillet, incluant l'ouest de la Manche orientale, Antifer et le détroit du Pas-de-Calais. L'erreur de krigeage est plus importante à l'ouest de la zone étudiée, là où les observations sont plus clairsemées. L'habitat préférentiel révèle que les tensions de cisaillement importantes et les sédiments durs de type cailloutis et graviers favorisent la présence de cette espèce. L'habitat potentiel révèle des zones plus à l'est, avec des profondeurs plus faibles et des sédiments de sables grossiers, qui pourraient également lui convenir.

This species is not commercially exploited. Data were available for July and October and were used to produce multi-annual distribution maps using individuals of all ages. The distributions recorded over these two seasons did not present notable differences.

Fish of all ages

In July, high abundance areas were located to the west and the centre of the eastern English Channel and in the Dover Strait. The preferential habitat model was very similar to that shown by the survey data and illustrates this species' preference for deep areas having strong bed shear stress and coarse sediments. The surface area covered by the potential habitat model is broader; the model presents a complex set of relationships between its significant environment variables.

In October, the spatial distribution was similar to that of July, including the west of the eastern English Channel, Cape Antifer and the Dover Strait. The kriging error was higher to the west of the study area, where the observations were more scattered. The preferential habitat model revealed that strong bed shear stress and hard sediment types such as pebble and gravels favour the presence of this species. Moreover, the potential habitat model highlights favourable areas in the east, having shallower depths and coarse sand sediment type.

Chapitre 5.
Activités de pêche

Chapter 5.
Fishing activities

Chapitre 5.
Activités de pêche

Résumé

L'objectif de ce double chapitre est de présenter les pêcheries et les communautés qui s'y rattachent. Tout d'abord, l'atlas présente, de manière illustrée, les navires et engins de pêche utilisés des deux côtés de la Manche et fournit, à la suite, un descriptif des données de débarquements de 26 espèces exploitées. Puis, l'atlas explore de nouveaux territoires à travers une première perspective sociologique (ou anthropologique) de l'industrie de la pêche et de ses acteurs.

Introduction

L'objectif de ce chapitre est de présenter les pêcheries et les communautés qui s'y rattachent dans un contexte relativement large. Les pêcheries en terme de navires déployés, d'engins utilisés, de zones de pêche et d'espèces cibles sont décrites. Dans cet atlas, la pêcherie française occupe une part plus importante que la pêcherie britannique. En effet, il apparaît clairement que la pêche commerciale des espèces de Manche orientale est généralement moins développée côté britannique. Seuls quelques ports du sud-est de l'Angleterre ont conservé une flottille de pêche, et l'activité de ces ports et leurs flottilles a considérablement diminué ces dernières décades. Si de nombreux petits ports jalonnent les côtes françaises, leur activité de pêche est souvent très localisée. Il existe aussi de grands ensembles, comme le port de Boulogne-sur-mer, premier port de pêche français en débarquement, ou le port de Fécamp où sont basés les navires de pêche hauturière. La flotte française comprend plus de 600 navires opérant le long de ses côtes, et en 2005, les débarquements ont dépassé les 90 000 tonnes. Un très large éventail d'espèces est débarqué par les navires de la zone.

L'atlas présente de manière illustrée les navires et engins de pêche des deux côtés de la Manche et fournit, à la suite, un descriptif des données de débarquement de 26 espèces exploitées. Après cette approche méthodologique de la pêche, une étude préliminaire sociologique (ou anthropologique) de l'activité de pêche et de ses acteurs est proposée. Les informations obtenues d'entretiens avec une sélection de pêcheurs apportent une vision originale des communautés de pêcheurs, notamment à travers leur perception des zones de pêche, des espèces, leur histoire familiale et leurs regards sur le secteur de la pêche. Cette approche anthropologique ne doit en aucun cas être considérée comme une description exhaustive des activités de pêche. Elle restitue la vision qu'ont les pêcheurs interrogés de leur activité passée, actuelle et future.

Chapter 5.
Fishing activities

Abstract

This double section of the atlas aims to review fisheries and their associated communities. First, the atlas provides an illustrated account of the fishing vessels and gears for both sides of the channel, followed by landings information for 26 exploited species. Then, the atlas moves from a methodological description of fishing towards a primary sociological (or anthropological) perspective on the fishing industry and those who work in it.

Introduction

This section aims to review fisheries and associated communities in the broadest context. Fisheries in terms of the vessels deployed, fishing gear used, areas fished and species targeted are described, though most emphasis is placed on the much larger French fishery. It is clear that, relative to many commercial fisheries of the eastern English Channel, the fishing activities are usually less developped on the UK side. In south-east England there are only a few ports that still maintain a fishing fleet and the activity of these ports and fleets has diminished quite rapidly in recent decades. Whilst there are quite a number of small ports where the fishing activity is localised, there are also larger fishing centres including the port of Boulogne-sur-mer which is France's largest fishing harbour in landings, or the port of Fécamp where offshore fleet is based. The French fleet along this coast comprises > 600 vessels and fish landings have exceeded 90,000 tonnes in 2005. A wider range of species are landed by French and UK vessels.

The atlas provides an illustrated account of the fishing vessels and gears for both sides of the Channel, followed by landings information for 26 exploited species. After this methodological description of fisheries, the atlas continues with a preliminary sociological (or anthropological) approach of fisheries and fishers. Interviews of a selection of fishers bring new insights into the contemporary attitudes of fishers, including where they prefer to fish, species targeted, family history in fishing and fishers' views on the fishing sector. This anthropological approach should not be taken as an exhaustive description of the fishing activities. It illustrates how the interviewed fishers see their past, present and future fishing activity.

Partie
Engins, navires et espèces exploitées

Section
Gears, vessels and exploited species

Engins, navires et espèces exploitées

Introduction

La flottille française

Les engins de pêche et navires qui seront présentés en détail ci-après sont ceux qui débarquent en quantité notable les espèces étudiées dans l'atlas. Avant cela, nous pensons utile de présenter, pour le côté français, un organigramme (figure 1) exhaustif des pêcheries françaises de Manche orientale : tous les engins de pêche et espèces cibles de Manche orientale utilisés par les pêcheurs professionnels français y sont présentés. Dans l'organigramme, on peut dissocier trois types de pêcheries : littorale, côtière et hauturière (certaines pêcheries pouvant être à la fois côtière et hauturière).

Les flottilles françaises qui exploitent la Manche orientale et le sud de la mer du Nord sont très diverses. En 2005, chalutiers, dragueurs, fileyeurs, caseyeurs, ligneurs et polyvalents de Dunkerque à Cherbourg représentaient environ 641 navires et environ 2919 marins. Au total, 90763 tonnes d'espèces commerciales étaient mises à terre dans les différents ports pour un montant global de 218 M€ (tableau 1). Les poissons démersaux sont les plus débarqués, en particulier la sole commune et le merlan. La coquille Saint-Jacques, l'encornet, le maquereau et la hareng subissent aussi une forte pression de pêche. Certaines espèces pêchées en Manche orientale sont soumises à un règlement communautaire ou local, influant sur leur exploitation.

La pêche professionnelle française se scinde en trois catégories : la pêche côtière (à l'intérieur des 12 milles nautiques, ou 12 mn), la pêche hauturière (à l'extérieur des 12 mn) et la pêche mixte (à la fois à la côte et hauturière). La figure 2 synthétise les caractéristiques des trois types de pêche : à chaque type de navire correspondent des engins de pêche et des espèces ciblées. Notons que les diagrammes de la figure représentent les principaux métiers pratiqués en Manche orientale. Seules les espèces étudiées dans l'atlas CHARM II sont citées.

La flottille britannique

Comme les flottilles françaises, les flottilles britanniques se scindent en trois catégories : pêche côtière (à l'intérieur des 12 mn), pêche hauturière (au-delà des 12 mn), et pêche mixte pêchant au large et à la

Gears, vessels and exploited species

Introduction

The French fleet

The fishing gears and vessels presented in detail below are landed in notable quantity the species studied in this atlas. But first, we consider useful to present, for the French side, an exhaustive flowchart (figure 1) of French fisheries in the eastern English Channel, where all the gears used and species targeted by French fishers are shown. In the flowchart, three types of fisheries are identified: littoral, inshore (coastal) and offshore (though some can be both inshore and offshore).

The French fleets exploiting the eastern English Channel and southern North Sea are varied: in 2005, from Dunkerque to Cherbourg, there were a total of 641 fishing vessels (trawlers, dredgers, netters, potters, longliners and multi-purpose) and around 2,919 fishers. The exploitation by these fishing vessels has allowed for total landings of 90,763 tonnes from eastern English Channel ports, having a value of 218 M€ (table 1). The majority of landings are demersal species, particularly common sole and whiting. Scallop, squid, mackerel and herring also undergo heavy fishing pressure. Some of the species targeted in the eastern English Channel are subject to both local and European regulations, these having an impact on their exploitation.

The French commercial fisheries can be divided into three categories: inshore fisheries (inside the 12 nautical mile, or 12 nm, zone), offshore fisheries (outside the 12 nm zone) and mixed fisheries (fishing both inshore and offshore). Figure 2 summarises the characteristics of the three fishery types, where a fishing gear and target species are associated with each vessel type. It should be noted that the figure presents the main metiers found in the eastern English Channel. Only the species covered by the CHARM II atlas are shown.

The British fleet

In the UK (as in France), commercial fisheries can be divided into three categories: inshore fisheries (within 12 nm zone), offshore fisheries (the outside of 12 nm zone) and mixed fisheries covering both in- and offshore areas. In 2005, 57 fishing vessels (49 exceeding 10 m in length) were reported as landing fish from the eastern English Channel and southern

Tableau 1. Quelques chiffres concernant la flottille française en 2005. / *Some figures regarding the French fleet in 2005.*

Navires *Vessels*	Marins *Fishers*	Débarquements *Landings*	Valeur * *Landing value***	Criées *Auctions*	Ports *Ports*	Engins de pêche *Fishing gear*
641	2 919	90 763 tonnes	218 M€	11	42	10

* valeur brute estimée ; source : DPMA (productions déclarées aux Affaires Maritimes).
** estimated gross value; source : French maritime fisheries and aquaculture office (landings decalred to the French maritime affairs).

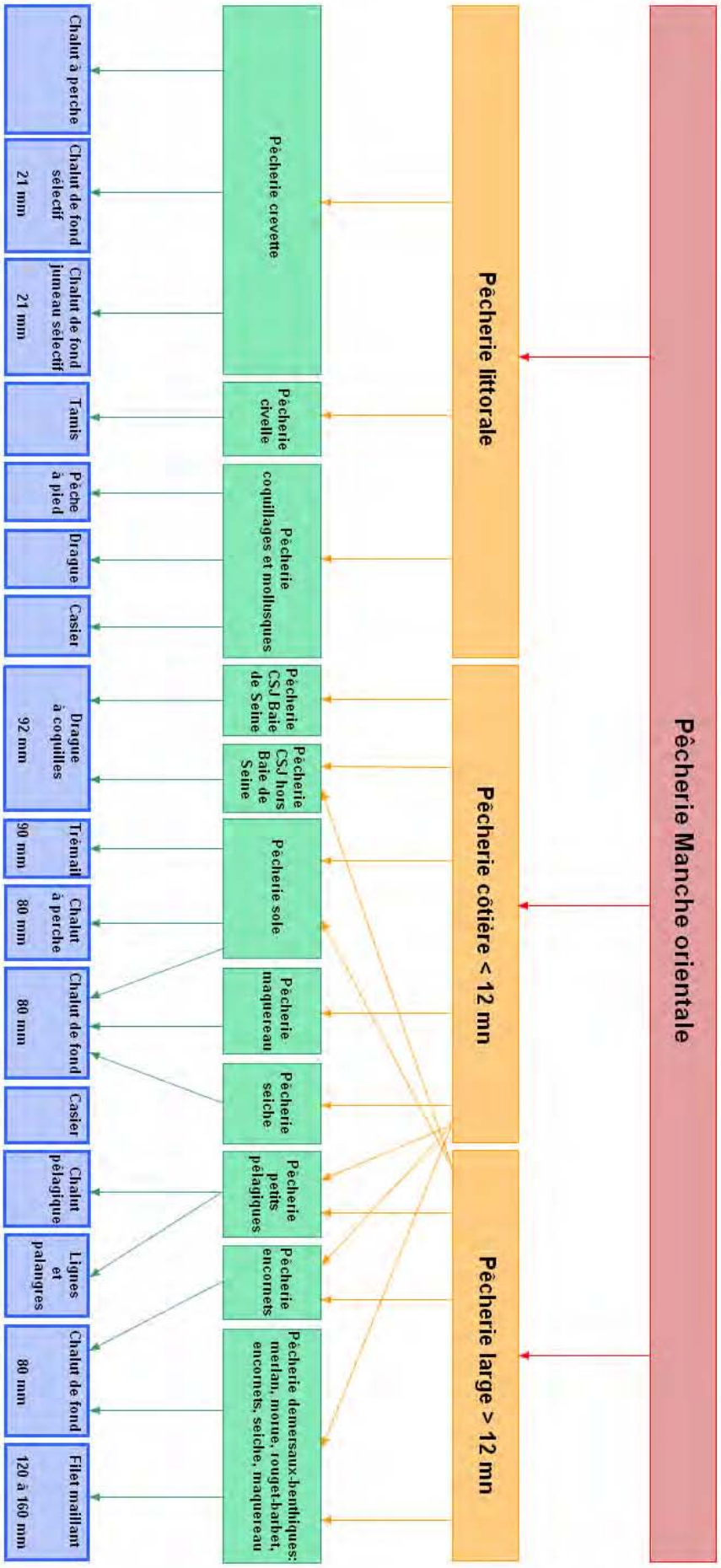
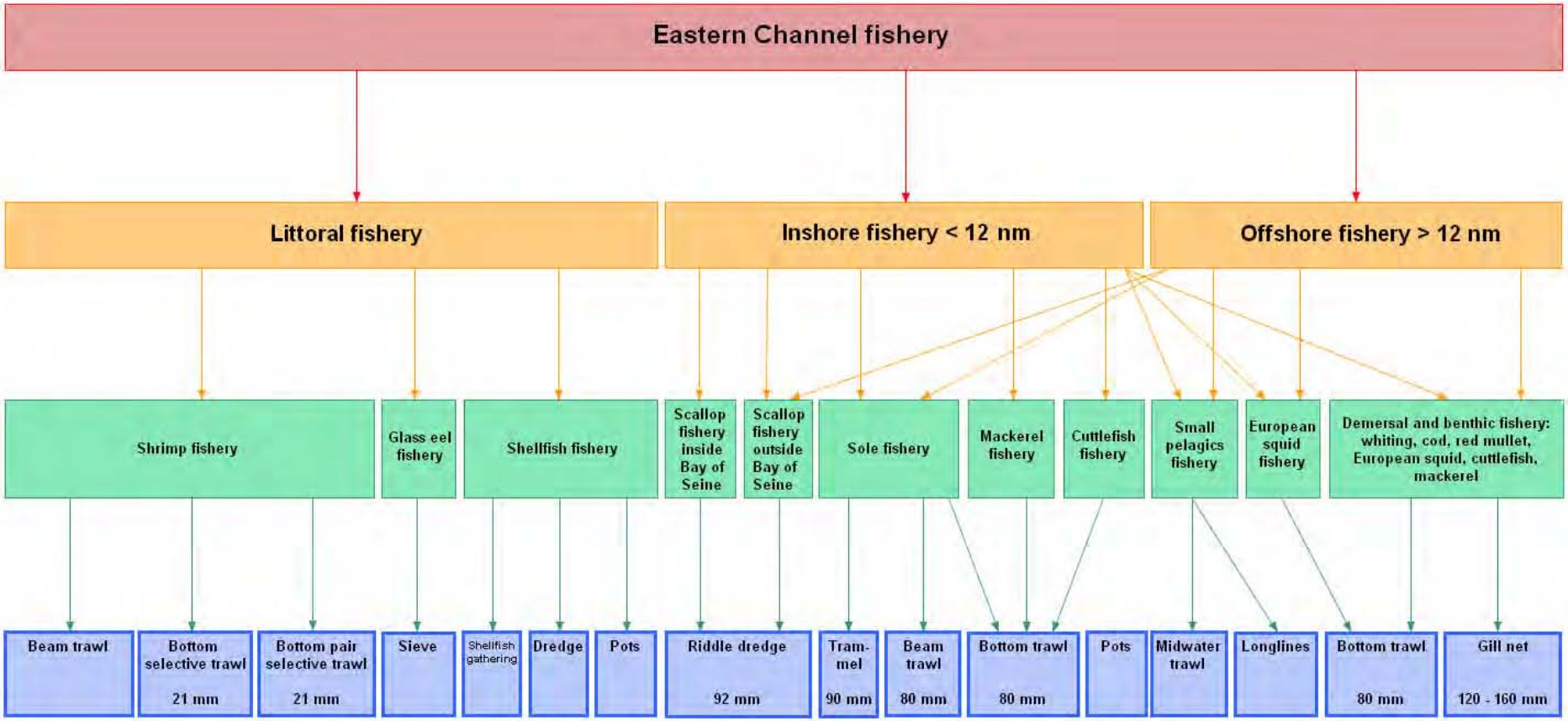


Figure 1. Organigramme des pêcheries françaises de Manche orientale. / *Flowchart summarising French fisheries in the eastern English Channel (see overleaf).*


Eastern Channel fishery
Littoral fishery
Inshore fishery < 12 nm
Offshore fishery > 12 nm
Shrimp fishery
Glass eel fishery
Shellfish fishery
Scallop fishery inside Bay of Seine
Scallop fishery outside Bay of Seine
Sole fishery
Mackerel fishery
Cuttlefish fishery
Small pelagics fishery
European squid fishery
Demersal and benthic fishery: whiting, cod, red mullet, European squid, cuttlefish, mackerel
Beam trawl
Bottom selective trawl 21 mm
Bottom pair selective trawl 21 mm
Sieve
Shellfish gathering
Dredge
Pots
Riddle dredge 92 mm
Tram-mel 90 mm
Beam trawl 80 mm
Bottom trawl 80 mm
Pots
Midwater trawl
Longlines
Bottom trawl 80 mm
Gill net 120 - 160 mm

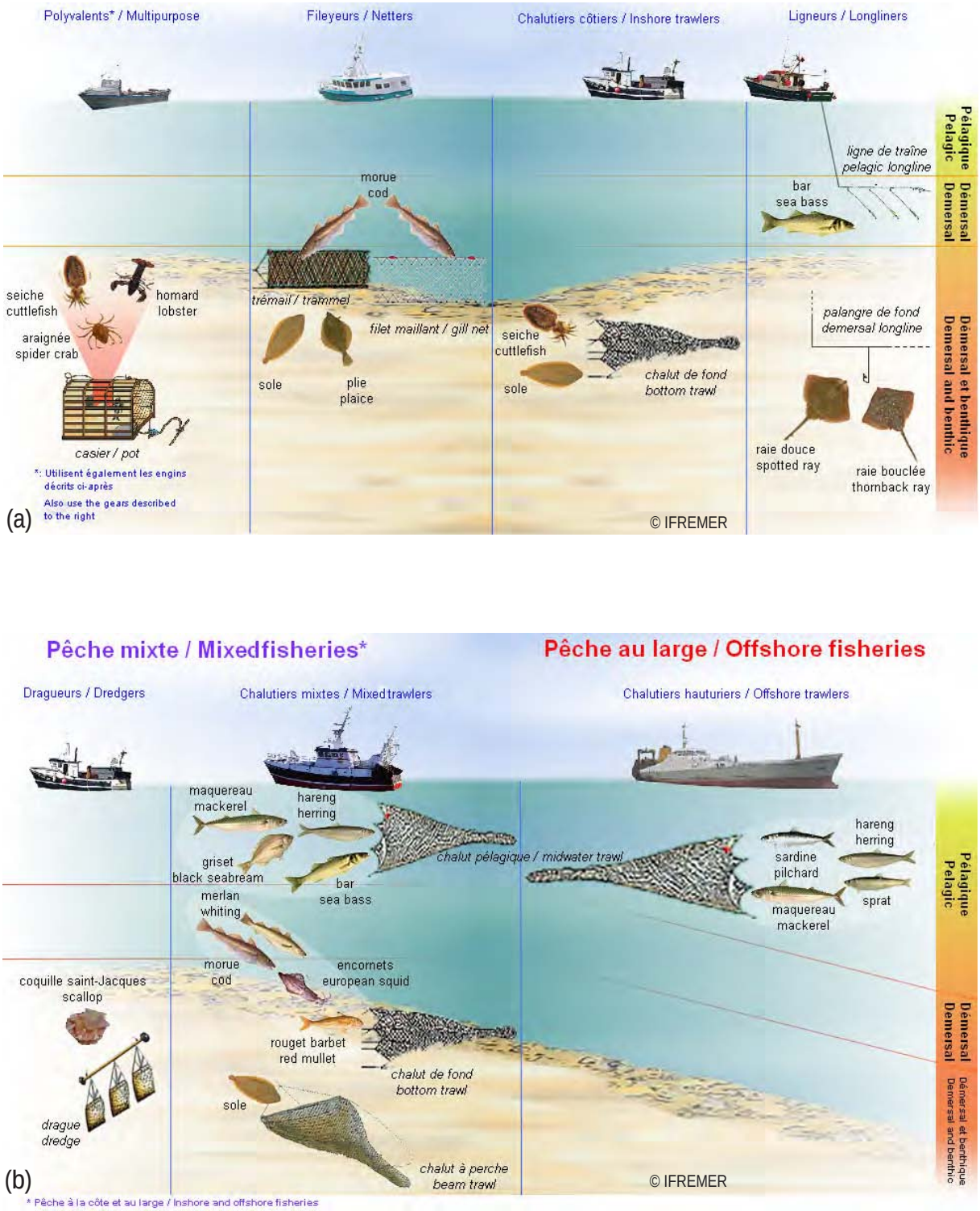


Figure 2. Engins de pêche et espèces cibles (a) de la pêche côtière française, et (b) de la pêche mixte et hauturière (pêche au large) française. / *Fishing gears and target species of (a) the French inshore fisheries and of (b) the French mixed and offshore fisheries.*

Tableau 2. Nombre de marées réalisées en Manche orientale par chaque flottille britannique (chalutiers, fileyeurs et caseyeurs) sur une année ; source : base de données britannique sur les activités de pêche - FAD-DEFRA. / *Number of fishing trips in the eastern English Channel undertaken by each UK fleet (trawlers, netters and potters) throughout a year; source: UK Fishing Activity Database - FAD DEFRA.*

Flottille / *Fleet*	Taille des navires < 10 m / *Vessel size < 10 m*	Taille des navires > 10 m / *Vessel size > 10 m*	Total
Chalut à perche / *Beam trawl*	35	578	**613**
Chalut-bœuf de fond / *Bottom pair trawl*	89	424	**513**
Filet maillant dérivant / *Drift gillnets*	334	49	**383**
Chalut de fond à panneaux / *Otter trawl*	360	1 211	**1 571**
Casiers / *Pots and traps*	742	1500	**2 242**
Filet maillant calé / *Set gillnets*	39	174	**213**
Total	**1 599**	**3 936**	**5 535**

Tableau 3. Débarquements (dbqts, en kg) des diverses flottilles britanniques exerçant dans la Manche orientale et sud mer du Nord. / *Landings (in kg) of the various UK fleets represented in the eastern English Channel and southern North Sea.* (source: FAD-DEFRA).

Flottille / *Fleet*	Taille des navires < 10 m / *Vessel size < 10 m*	Taille des navires > 10 m / *Vessel size > 10 m*	Total	% dbqts pour les navires < 10m / *% of landing (vessel<10m)*
Chalut à perche / Beam trawl	49 918	880 382	930 300	5%
Chalut-bœuf de fond / Bottom pair trawl	11 604	602 960	614 564	2%
Filet maillant dérivant / Drift gillnets	55 117	6 645	61 762	89%
Chalut de fond à panneaux / Otter trawl	100 977	452 719	553 695	18%
Casiers / Pots and traps	499 473	1 557 143	2 056 616	24%
Filet maillant calé / *Set gillnets*	22 630	27 337	49 968	45%

Tableau 4. Caractéristiques des navires britanniques (longueur < 10 m) ; source : FAD-DEFRA). / *Characteristics of UK vessels (length < 10 m); source: FAD-DEFRA).*

Flottille / *Fleet*	Longueur moyenne / *Average length (m)*	Puissance moyenne / *Average engine power (kW)*	Tonnage / *Tonnage (t)*
Chalut à perche / *Beam trawl*	10.0	271.9	17.4
Chalut-bœuf de fond / *Bottom pair trawl*	8.6	97.0	8.3
Chalut de fond à panneaux / *Otter trawl*	8.5	116.5	6.9
Casiers / *Pots and traps*	8.1	92.5	5.2
Filet maillant calé / *Set gillnets*	7.9	93.8	4.1
Filet maillant dérivant / *Drift gillnets*	7.2	72.4	3.5

Tableau 5. Caractéristiques des navires britanniques (longueur > 10 m) ; source : FAD-DEFRA). / *Characteristics of UK vessels (length > 10 m); source: FAD-DEFRA).*

Flottille / Fleet	Longueur moyenne / *Average length (m)*	Puissance moyenne / *Average engine power (kW)*	Tonnage / *Tonnage (t)*
Chalut à perche / *Beam trawl*	26.2	745.8	165.1
Chalut-bœuf de fond / *Bottom pair trawl*	22.9	880.4	283.8
Chalut de fond à panneaux / *Otter trawl*	13.8	242.2	35.2
Casiers / *Pots and traps*	12.4	191.5	20.4
Filet maillant calé / *Set gillnets*	10.7	139.8	10.6
Filet maillant dérivant / *Drift gillnets*	11.3	170.8	11.1

côte. En 2005, 57 navires de pêche (49 de plus de 10 m) ont déclaré pêcher sur la zone Manche orientale et sud de la mer du Nord. Cinq métiers liés au principal engin utilisé représentent ces flottilles : les chalutiers (à perche, de fond et bœufs de fond), les fileyeurs et les caseyeurs. Cependant, la plupart des navires de moins de 10 m sont polyvalents, utilisant différents engins au cours de l'année. Le tableau 2 résume le nombre de marées réalisées par chaque flottille sur une année.

Au Royaume-Uni, seuls les navires de plus de 10 m ont obligation de déclarer leurs captures ; l'activité des diverses flottilles n'est donc pas présentée ici de façon exhaustive (tableaux 3, 4, 5). Pour ce qui est des navires de moins de 10 mètres de longueur,un rapport détaillé des pêcheries côtières est disponible dans Pawson *et al.* (2002), mis à jour par Walmsley & Pawson (2007).

Méthodes

Descriptif des engins de pêche

Pour les engins de pêche, le maillage est précisé s'il ne varie pas en fonction des saisons ou des secteurs. Il est exprimé en mm étirés et représente :

- le maillage interne pour le trémail,
- la grande maille pour le filet maillant,
- le maillage du cul de chalut, pour tout type de chalut,
- le maillage des anneaux métalliques pour la drague à coquille Saint-Jacques.

Sources des données

Dans les pays riverains de la Manche orientale et du sud de la mer du Nord, le suivi des débarquements et de l'effort de pêche des bateaux de pêche professionnelle s'appuie en grande partie sur les informations provenant des ventes en criée et des déclarations de pêche. Ces dernières sont consi-

North Sea. The vessels broadly represent by five main fleets according to the principal gear used: trawlers (beam, otter and bottom pair), netters, and potters. However, many of the smaller vessels act as multi-purpose, using various gears throughout the year. Table 2 shows a summary of the number of trips undertaken by each fleet per year.

In the United Kingdom, only vessels over 10 m length are required to report their catch, so the activity of the diverse inshore fishing fleet cannot be exhaustively shown in the data presented here (tables 3, 4, 5). For informations on vessels less than 10 meters in length, see the detailed reports of the coastal fisheries are provided by Pawson *et al.* (2002), and by Walmsley & Pawson (2007).

Methods

Overview of fishing gears

For the fishing gears, the mesh size is specified if it does not vary according to the season or fishing sectors considered. Mesh size is expressed in stretched mm and corresponds to:

- the internal mesh for the trammel nets,
- the large mesh for the gill net,
- the codend mesh size for any type of trawl,
- the size of the metal rings for the scallop dredge.

Data sources

In the countries neighbouring the eastern English Channel and southern North Sea, landings and fishing effort by commercial fishing vessels are mainly monitored using data collected at auctions and from European logbooks, for vessels longer than 10 m and/or out at sea for more than 24h. In France,

Figure 3. Secteurs considérées par le CIEM. / *ICES areas.*

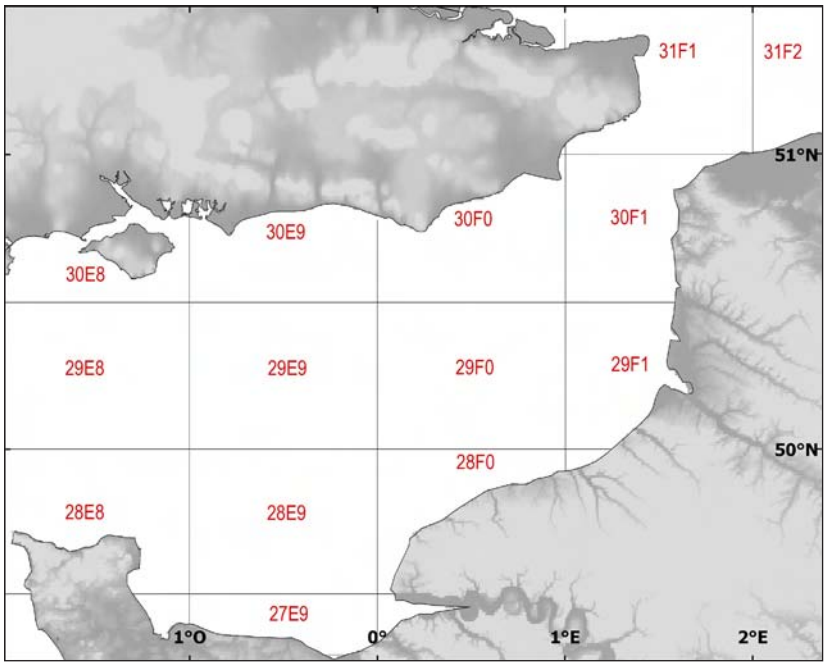


Figure 4. Les rectangles statistiques du CIEM dans la zone d'étude CHARM II. / *The ICES statistical divisions for the CHARM II zone.*

gnées dans les journaux de bord européens (ou "logbooks") pour les bateaux d'une longueur supérieure à 10 m et/ou effectuant des marées de plus de 24h. En France, des fiches de pêche nationales permettent de récolter ces informations également pour les navires de moins de 10 m. Au Royaume-Uni, ces navires n'ont pas cette obligation. Pour cette raison, les données britanniques présentées concernent essentiellement les navires de plus de 10 m de longueur, tandis que les données françaises concernent des bateaux de toute taille. Pour la France, toutes les données récoltées sont, depuis 2006, centralisées au Centre National de Traitement des Statistiques (CNTS) [*ndlr* : les missions de ce centre ont été transférées, depuis avril 2009, à France Agrimer, établissement national des produits de l'agriculture et de la mer]. Ce centre assure la saisie, la validation et l'archivage des informations sur une base de données centralisée. Pour le Royaume-Uni, les inspecteurs du Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) centralisent les données dans une base de données sur les activités de pêche (Fisheries Activity Database - FAD) qui regroupe les informations provenant d'Angleterre, du Pays de Galles et de l'Irlande du Nord (que nous appellerons "Royaume-Uni" pour des raisons de simplification).

Le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) a découpé l'Atlantique nord, dont l'aire d'étude CHARM II, en zones de 1° de longitude sur 0.5° de latitude appelées "rectangles statistiques" pour mieux identifier la provenance des débarquements (figures 3 et 4). Les pêcheurs sont donc dans l'obligation de l'indiquer sur leurs journaux de bord, de même que l'engin, le temps de pêche et la capture estimée par espèce. Ce rectangle statistique est l'unité de base qui a été utilisée pour la représentation cartographique de deux types de données :

- le taux de fréquentation (en nombres de marées) des différents types de navires ou engins,
- les débarquements pour environ 30 espèces halieutiques.

such data are also collected for vessels less than 10 m in length, using national logbooks; this is not a requirement for UK vessels. For this reason, the British data presented essentially concern vessels longer than 10 m, whilst French data concern vessels of all lengths. In France, all data collected are centralised since 2006 in a national centre for statistical analyses (CNTS) [*note* : since April 2009, CNTS missions have been transfered to France Agrimer, French establishment for agriculture and sea products] . This centre is in charge of data entry, validation and archival in a centralised database. For the UK, DEFRA (Department for Environment, Food and Rural Affairs) inspectors centralise data within the Fisheries Activity Database (FAD) which gathers information originating from England, Wales and Northern Ireland (referred to as "UK" from now on).

In the northern Atlantic, including the CHARM II zone, the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) has established a grid of 1° longitude by 0.5° latitude; the zones are known as ICES statistical divisions, and are used to better identify the origin of catches (figures 3 and 4). Fishers are obliged to provide this information in their logbooks, as well as the gear used, Fishing trip and total catch weight by species. The statistical division is the unit that was used for the cartographic representation of two types of data:

- the numbers of fishing trips for the various vessel and gear types ;
- landings for about 30 species.

Fishing vessels & gears

There are two criteria under which we have selected the types of French fishing vessels and British fishing gears that are presented in this atlas. The vessel type (or fishing gear) must:

- be used in the eastern English Channel and southern North Sea, and
- target at least one of the species studied in the atlas (see chapter 4, table 2).

Concerning the French side, the six selected vessel

Navires et engins de pêche

Deux critères ont permis de sélectionner les types de navires français et les engins de pêche britanniques qui font l'objet d'une fiche descriptive. Le type de navire (ou l'engin considéré) doit

- exploiter la Manche orientale et le sud de la mer du Nord, et
- cibler au moins une des espèces étudiées dans l'atlas (voir chapitre 4, tableau 2).

Concernant le côté français, les six types de navire décrits sont : le fileyeur, le ligneur, le polyvalent, le chalutier côtier et dragueur, le chalutier mixte (chalutier pêchant à la fois au large [au-delà de la bande des 12 mn] et à la côte [dans la bande des 12 mn]) et le chalutier hauturier. Concernant le côté britannique, les types retenus sont : fileyeur, ligneur, polyvalent, chalutier côtier et dragueur, chalutier mixte (chalutier pêchant à la fois au large [au-delà de la bande des 12 mn] et à la côte [dans la bande des 12 mn]) et chalutier hauturier. Concernant le côté britannique, les types retenus sont : netter, longliner, multipurpose, inshore trawler and dredger, mixed trawler (trawler operating both offshore [more than 12 nm from the coast] and inshore [less than 12 nm from the coast]) and offshore trawler. For the UK side, the choice was based on the fishing gear used by vessels. The five gear types are: beam trawl, bottom pair trawl, otter trawl, pots and traps, set gillnet.

It should be noted that, for instance, the description of offshore trawlers only concerns vessels that are using midwater trawls ; a number of offshore trawlers from Boulogne-sur-mer use the bottom trawl north of Scotland, hence outside of the study area. Similarly, the description of inshore trawlers and dredgers only concerns vessels targeting shrimp as

Nom scientifique *Scientific name*	Nom français *French name*	Nom anglais *English name*	Cartes trimestrielles *Maps by quarter*	Courbe de débarquemment *Landings curves*
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	*Red gurnard*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Clupea harengus	Hareng commun	*Atlantic herring*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Dicentrarchus labrax	Bar commun	*European seabass*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Gadus morhua	Morue commune	*Atlantic cod*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Homarus gammarus	Homard	*Lobster*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Limanda limanda	Limande commune	*Common dab*	Internati 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Loligo spp.	Encornets	*Squids*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Maja brachydactyla	Araignée de mer	*Spider crab*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Merlangius merlangus	Merlan	*Whiting*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres/ *others* 2000-2004
Microstomus kitt	Limande sole	*Lemon sole*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Mullus surmuletus	Rouget barbet	*Red mullet*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Pecten maximus	Coquille St Jacques	*King scallop*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Platichthys flesus	Flet commun	*European flounder*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Pleuronectes platessa	Plie commune	*European plaice*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Rajidae	Raies	*Skates and rays*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Sardina pilchardus	Sardine commune	*European pilchard*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Scomber scombrus	Maquereau commun	*Atlantic mackerel*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	*Lesser spotted dogfish*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Scyliorhinus stellaris	Grande roussette	*Nursehound*	Fr 2000-2006	Fr 1989-2006
Sepia officinalis	Seiche commune	*Common cuttlefish*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Solea solea	Sole commune	*Common sole*	Internat 2000-2004	UK, Fr 1989-2006+ Autres / *others* 2000-2004
Spondyliosoma cantharus	Griset	*Black bream*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Squalus acanthias	Aiguillat commun	*Spurdog*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Trachurus trachurus	Chinchard commun	*Horse mackerel*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006
Trisopterus luscus	Tacaud commun	*Pouting*	UK & Fr 2000-2006	UK, Fr 1989-2006

Tableau 6. Espèces exploitées sélectionnées et données utilisées. / *Selected exploited species and data used.*

que, la sélection s'est faite sur le type d'engin utilisé par les navires, les cinq catégories d'engin étant : le chalut à perche, le chalut-bœuf de fond, le chalut de fond à panneaux, les casiers et pièges, enfin le filet maillant calé.

Il faut noter que, par exemple, la fiche chalutier hauturier ne tient compte que des navires utilisant le chalut pélagique (les chalutiers hauturiers de Boulogne-sur-mer utilisent le chalut de fond au nord de l'Ecosse donc hors de la zone d'étude). De même, la fiche chalutier côtier et dragueur comprend des navires qui ciblent la crevette grise en plus des espèces étudiées dans l'atlas. Celle-ci n'étant pas étudiée dans l'atlas, elle n'est pas citée dans le descriptif.

La carte associée à chaque type de navire (côté français) ou engin (côté britannique) correspond au taux de fréquentation des navires concernés : la fréquentation est donnée en nombre de marées (qui sont les périodes d'absence d'un navire de pêche du port d'exploitation), pour les années 2005 (Royaume-Uni) et 2006 (France), et par rectangle statistique CIEM. Les données proviennent des journaux de bord européens (et aussi des fiches de pêche nationales côté français) et concernent les navires de toutes tailles côté français et de plus de 10 m côté britannique.

Espèces exploitées

Ce sont les données extraites des bases françaises et britanniques qui ont été utilisées pour produire les cartes de débarquement trimestrielles et par rectangle statistique, pour une trentaine d'espèces halieutiques exploitées (en tonnes de poisson frais). A noter que pour certaines espèces, des données provenant d'autres bases nationales (Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Danemark) ont aussi été utilisées. Pour les espèces essentiellement capturées par la France et le Royaume-Uni, les cartes rassemblent les données britanniques et françaises pour les années 2000-2006. Pour les autres espèces, les cartes rassemblent des données plus internationales (France, Royaume-Uni, Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Danemark) pour les années 2000-2004 (voir tableau 6 pour plus de détail). Les données extraites des bases statistiques françaises et britanniques ont aussi été utilisées pour produire des courbes de débarquement total (en tonnes de poisson frais) pour la trentaine d'espèces halieutiques sur la zone CHARM II (pour la période 1989-2006) (voir Tableau 6 pour plus de détail). Aux courbes françaises et anglaises s'ajoutent (pour certaines espèces) des courbes similaires concernant d'autres pays voisins (Belgique, Pays-Bas, Allemagne, Danemark), mais seulement pour la période 2000-2004 (car nous ne disposons pas de données assez précises pour les périodes 1989-1999 et 2005-2006). Pour certaines espèces, les données disponibles n'étaient pas suffisantes pour produire les cartes trimestrielles et/ou les courbes de débarquement. Le tableau 6 récapitule les informations disponibles pour chaque espèce traitée dans cet ouvrage.

well as some of the species of the atlas, i.e. given that shrimp is not included as a CHARM II species, there is no mention of it in the description of this vessel type.

The map associated with each type of fishing vessel (French side) or gear (UK side) shows the fishing frequency of the vessels being considered: the frequency is given in numbers of fishing trips (when the vessel is absent from its port) for the years 2005 (UK) and 2006 (France), and by ICES statistical division. Data come from European logbooks (and also from national logbooks on the French side) and concern vessels of all lengths for the French fleet and vessels over 10 m in length for the British fleet.

Exploited species

Data extracted from the French and UK databases were used to produce maps showing the distribution of landings by quarter and statistical division, for about 30 species (in tonnes of fresh fish). It should be noted that for a number of species, data originating from other country's databases were also included (Belgium, the Netherlands, Germany, and Denmark). For species virtually exclusively caught by France and the UK, maps show French and UK data for the period 2000-2006. For the other species, maps show data of an "international" nature (France, UK, Belgium, the Netherlands, Germany, Denmark) for the period 2000-2004 (see table 6 for more details). Data extracted from the French and UK databases were also used to produce graphs showing temporal trends in total landings (in tonnes of fresh fish) for the 30 or so species in the CHARM II zone (for the period 1989-2006) (see table 6 for more details). Besides the French and UK trends, curves for other countries (Belgium, the Netherlands, Germany and Denmark) were added for a number of species, but only for the period 2000-2004 (as such detailed information was not available for the periods 1989-1999 and 2005-2006). For some species, available data were insufficient to produce landings maps by quarter and/or landings curves. Table 6 summarises availability of data by species.

Résultats

1-Descriptif des engins de pêche

Cette section traite des engins de pêche utilisés par les pêcheurs français et britanniques ciblant les espèces étudiées dans l'atlas, sur la zone d'étude. Ces engins sont regroupés en cinq catégories : chaluts, drague (à coquille), filets, lignes et casiers. Nombre des figures sont issus de Deschamps *et al.* (2003).

Chaluts

Selon le comportement des espèces ciblées, le type d'engin ne sera pas le même. La figure 5 synthétise cette notion.

Chalut pélagique

Les chaluts pélagiques (figure 6) évoluent en pleine eau, depuis la surface jusqu'à proximité du fond, sans jamais être en contact avec celui-ci. Ils sont principalement utilisés pour pêcher les espèces pélagiques. Ce type de chalut est, en général, beaucoup plus grand que le chalut de fond. Les pièces de la partie antérieure sont le plus souvent réalisées en très grandes mailles, ou avec de simples cordages, qui rabattent les bancs de poissons vers la partie postérieure du filet. Le contrôle de la profondeur de pêche se fait habituellement au moyen d'un sondeur situé à l'avant du chalut (netsonde). La détection des bancs de poissons se fait à l'aide de sondeurs.

Chalut de fond

Le chalut de fond est utilisé pour capturer principalement les espèces démersales et est aussi appelé "chalut de fond à panneaux". Celui-ci peut être équipé d'un racasseur : chaîne libre traînée sur le fond en avant du bourrelet, qui a pour effet de

Results

1-Overview of fishing gears

This section deals with the fishing gears used by French and British fishers targeting the species studied in this atlas, in the study area. These gears are placed into four main categories: trawls, nets, lines, and pots/traps. Some illustrations were adapted from Deschamps *et al.* (2003).

Trawls

Types of trawl used vary depending on the behaviour of the target species ; figure 5 explains this notion.

Midwater trawl

Midwater trawls (figure 6) are towed in open water, anywhere between the surface and the bottom, without touching the bottom. In general, this type of trawl is far wider than the bottom trawl. They are mainly used to catch pelagic fish. The front of the net is often made of very large mesh, or simple rope, which encourages the fish to move towards the centre and back of the net. The fishing depth is usually controlled by a probe located at the front of the trawl (netsonde). The detection of fish schools is done using sounders.

Bottom trawl

Bottom trawls are mainly used to catch demersal species and are also referred to as "demersal otter trawls". They can be fitted with a "scraper": a free chain pulled over the bottom in front of the groundrope, thereby facilitating the catch of benthic spe-

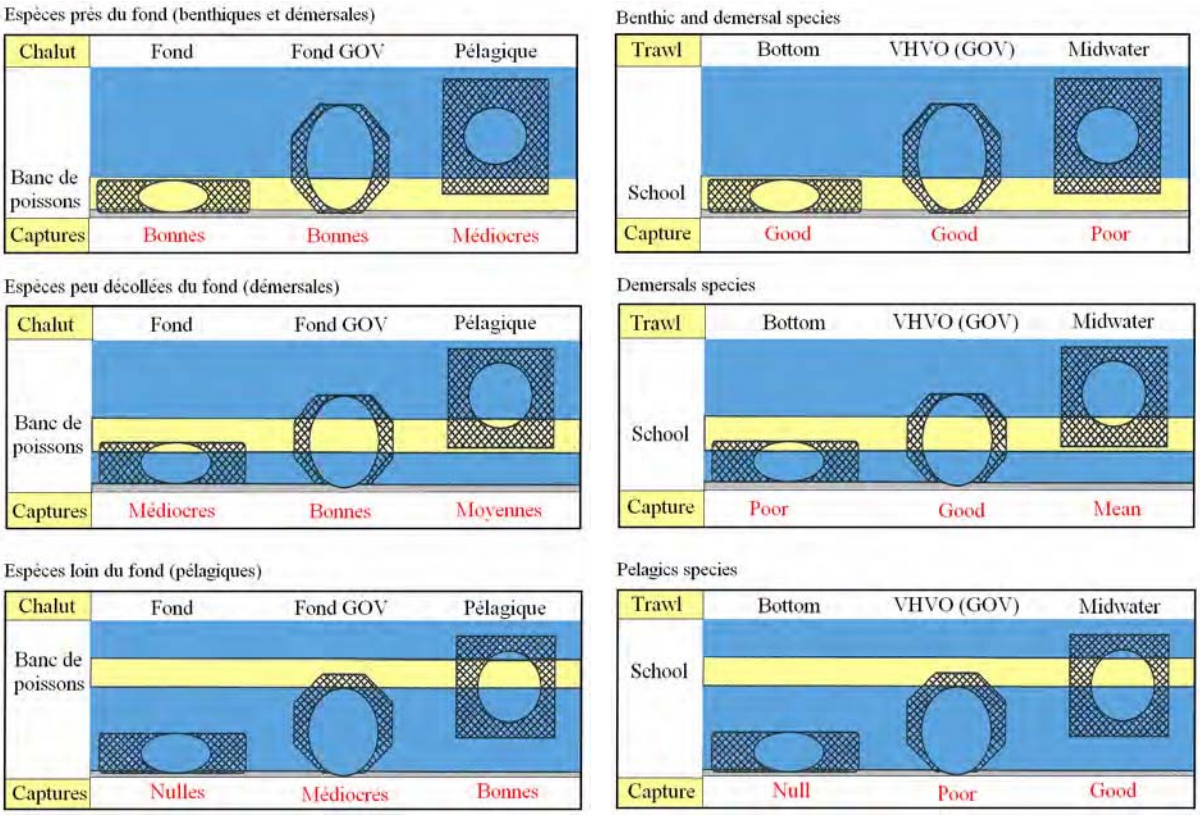


Figure 5. Caractéristiques des différents chaluts utilisés. / *Characteristics of the various trawls in use.*

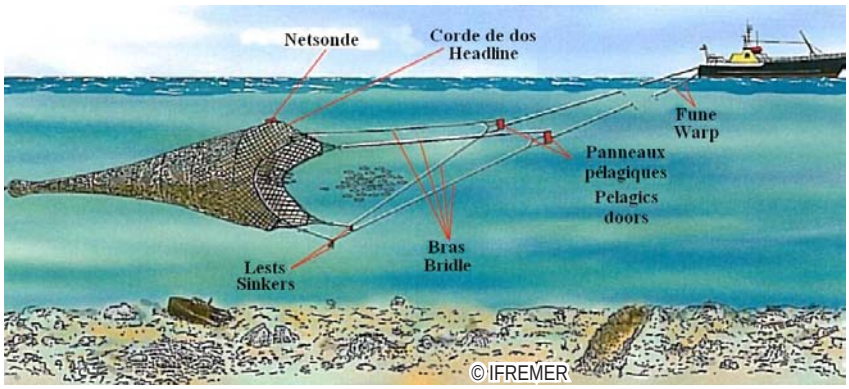


Figure 6. Chalut pélagique. / *Midwater trawl.*

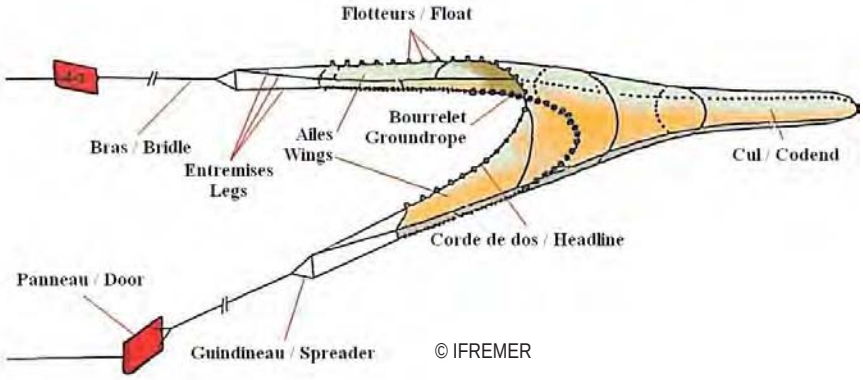


Figure 7. Chalut de fond traditionnel. / *Traditional bottom trawl.*

Figure 8. Filage (gauche) et virage (droite) du chalut par la poupe (arrière) du navire. / *Shoot (left) and haul (right) of the trawl at the stern (back) of the vessel.*

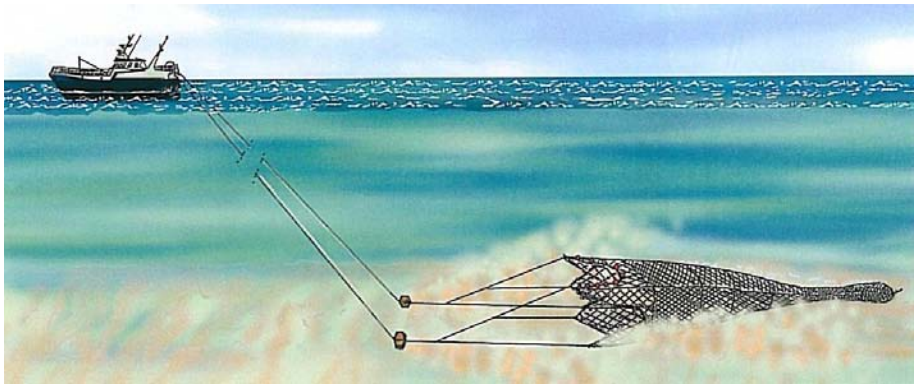


Figure 9. Chalut de fond à Grande Ouverture Verticale (GOV). / *Very High Vertical Opening (VHVO bottom trawl (or "GOV").*

faciliter la capture des animaux benthiques (figure 7). Les opérations de filage (opération qui consiste à mettre à l'eau un chalut) et de virage (opération inverse du filage qui consiste à remonter l'engin de pêche à bord du navire) du chalut sont visibles sur la figure 8.

cies (figure 7). Figure 8 illustrates when the trawl is put out at sea and taken back on-board.

Chalut de fond à Grande Ouverture Verticale (GOV)

Les navires ciblant le maquereau utilisent un chalut de fond à grande ouverture verticale. Traîné sur le fond, ce chalut possède une ouverture verticale beaucoup plus importante que celle d'un chalut de fond traditionnel, et un corps assez allongé pour capturer des espèces à nage rapide (figure 9). Les navires pratiquent ce métier d'avril à août et peuvent bénéficier, comme pour la seiche, d'un permis de pêche spécial qui leur permet d'accéder à l'intérieur des 3 mn de juin à août.

Chalut de fond à perche

Ce chalut a pour particularité d'être fixé sur une perche en métal qui assure son ouverture horizontale. L'ouverture verticale est, quant à elle, assurée par des patins situés de chaque côté de la perche (figure 10). Habituellement, chaque navire met à l'eau deux chaluts à perche. Du fait de sa faible ouverture verticale, cet engin est essentiellement utilisé pour pêcher des crevettes ou des poissons plats. En Manche orientale, il est utilisé principalement dans les ports de Saint-Vaast la Hougue et Barfleur pour pêcher la sole (un seul navire est équipé de ce chalut à Boulogne-sur-mer).

Chalut-bœuf pélagique

Le chalut-bœuf pélagique est utilisé pour capturer des espèces pélagiques (maquereau, bar et dorade). L'ouverture horizontale de ce chalut est assurée par les deux navires qui le tractent (figure 11). Les bateaux assurent ainsi un effet de rabattement permettant de concentrer le poisson dans la zone de capture. Les paires de chalutiers utilisant cet engin de pêche sont situées dans les ports de Cherbourg

Very High Vertical Opening bottom trawl (VHVO or GOV)

Vessels targeting mackerel use a special bottom trawl which has a very high vertical opening. Towed over the bottom, this gear has a vertical opening that is much higher than a traditional bottom trawl, and a body stretched enough to capture fast-swimming species (figure 9). Vessels use this fishing method from April to August. As for cuttlefish, vessels can be granted a special fishing permit that gives them access to the 3 nm band from June to August.

Beam trawl

This trawl is characteristically attached onto a metal pole which ensures its horizontal opening. The vertical opening is allowed by "skates" located on each side of the pole (figure 10). Typically, two beam trawls are lowered one on each side of the vessel. Because of its minimal vertical opening, flatfish (sole) and shrimp are the primary target species in general. In the eastern English Channel, this gear is used mainly by vessels based in Saint-Vaast la Hougue and Barfleur (only one ship in Boulogne-sur-mer is equipped with this gear). The primary target species is sole.

Midwater pair trawl

The midwater pair trawl is used to catch pelagic species (mackerel, black bream and seabass). Its horizontal opening is ensured by the two vessels that are towing it (figure 11). The very large opening concentrates fish in the catch area. The pairs of trawlers using this fishing gear are located in Cherbourg and Boulogne-sur-mer.

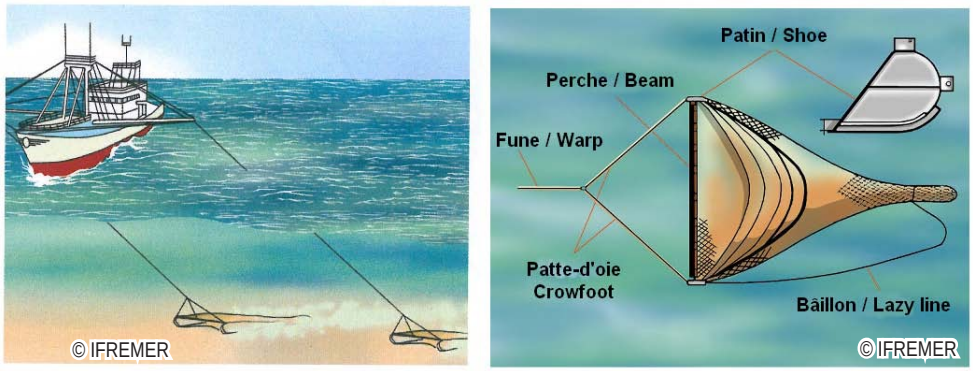


Figure 10. Chalut de fond à perche. / *Beam trawl.*

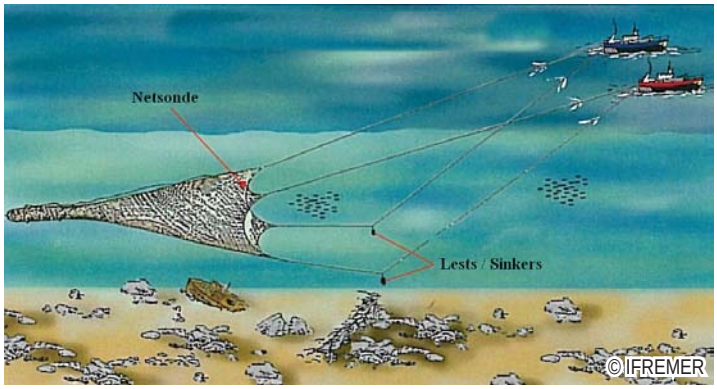


Figure 11. Chalut-bœuf pélagique. / *Midwater pair trawl.*

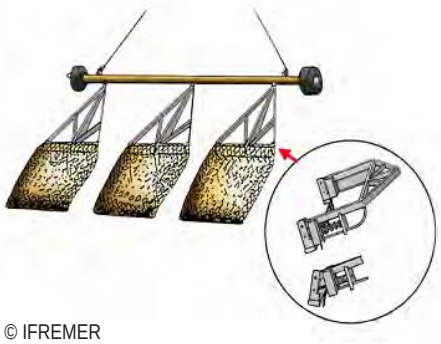


Figure 12. Drague "anglaise" à coquille. / *Riddle dredge.*

et Boulogne-sur-mer.

Drague à coquilles

Les navires ciblant la coquille Saint-Jacques utilisent, pour cette pêche très spécifique, la drague à coquilles, appelée aussi drague "anglaise" à dents. Contrairement à la drague française, la drague anglaise a pour particularité d'être équipée de ressorts qui permettent à la barre inférieure de s'adapter au relief, souvent accidenté. Les poches sont constituées d'anneaux métalliques d'un diamètre réglementaire de 92 mm (figure 12).

Riddle dredge

For this very specific kind of fishing, vessels targeting scallops use the riddle dredge (also called "English dredge"). Unlike the French dredge, the English dredge is characteristically equipped with springs allowing the gear to adapt to the shape of the seabed, often irregular. The collecting bags consist of metal rings, of dimensions set by law to 92 millimetres (figure 12).

Filets

Trémail

Le trémail est constitué de trois nappes de filet : deux nappes externes (aumées) à grand maillage, et une nappe interne (flue) à petit maillage, montée avec beaucoup de flou (figure 13). Les poissons ou crustacés s'emmêlent dans la nappe interne à petites mailles, après avoir traversé une des deux nappes externes. Comparés aux filets maillants droits, les trémails sont moins sélectifs en terme de taille et permettent la capture d'une plus grande variété d'espèces (cabillaud, sole, plie et autres poissons plats).

Filet maillant

Les filets maillants utilisés en Manche orientale sont calés sur le fond (appellés aussi filets fixes). Seuls quelques rares navires boulonnais utilisent un filet maillant dérivant pour pêcher le hareng au mois de novembre. Les filets calés, posés sur le fond, sont constitués d'une ou plusieurs nappes rectangulaires de filet, déployées verticalement dans l'eau (figure 14), grâce à la fixation de flotteurs fixés sur la partie supérieure et de lests sur la partie inférieure. Plus sélectif que le trémail, ce type de filet est utilisé pour sélectionner des poissons d'une certaine gamme de taille. En effet, son principe de capture consiste à piéger le poisson par les ouies permettant ainsi aux individus de petite taille de passer au travers des mailles et à ceux de grande taille dont la tête est trop grosse d'éviter le filet. L'espèce cible est le cabillaud.

Nets

Trammel net

The trammel net consists of three sets of netting: two external netting panels (armouring) having a large mesh, and an internal netting panel (creeps) with a small mesh. They are assembled as shown in figure 13. Fish or crustaceans get caught up in the small mesh of the internal netting panel, after having crossed one of the two external netting panels. Compared with gill nets, trammels are less selective in terms of size and allow the capture of a larger variety of species (cod, sole, plaice and other flatfish).

Gill net

Most gill nets used in the eastern English Channel are attached to the bottom (so-called set nets), although occasionally some French vessels use a drift net to capture herring in November. The set gill nets, positioned on the bottom, consist of one or more panels of netting, vertically deployed in the water (figure 14) using floats fixed on the upper part and ballast on the lower part. More selective than the trammel net, this type of net is used to catch fish of a chosen size range. Its method of capture consists in trapping fish by their gills, thus allowing small fish to pass through the mesh and those whose heads are too large to avoid getting caught in the net. The primary target species are cod.

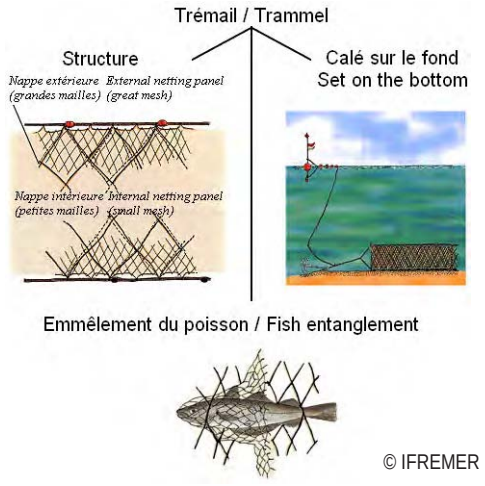


Figure 13. Trémail. / *Trammel net.*

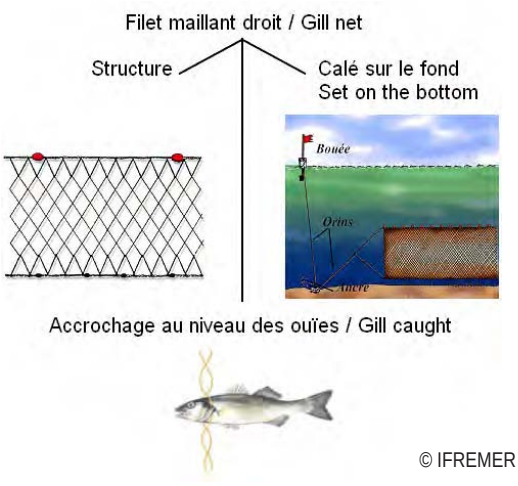


Figure 14. Filet maillant. / *Gill net.*

Lignes

La ligne de traîne

Cette technique de pêche consiste à traîner lentement dans une zone à fort courant une ou deux lignes derrière un bateau. Les navires utilisés pour la pratique de ce métier sont très manoeuvrants. Les lignes de traîne utilisées sont de deux types : traîne de surface (figure 15) ou traîne de fond (figure 16). L'espèce ciblée est principalement le bar.

Longlines

Pelagic longline

This fishing technique consists in slowly towing one or two lines behind a vessel in an area with strong currents. The vessels applying this method are usually very manoeuverable. The pelagic longlines used are of two types : surface towing (figure 15) or leaded towing (figure 16). The primary target species are seabass.

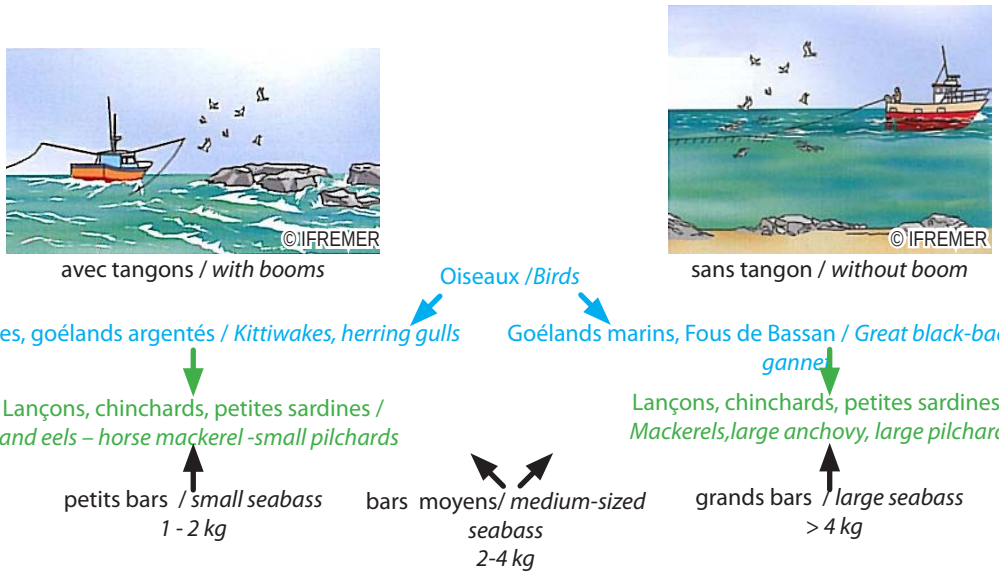


Figure 15. Traîne de surface : les lignes de surface sont mises à l'eau après détection des bancs de poissons servant de nourriture aux bars (sardines, anchois, maquereaux) par repérage des volées d'oiseaux. / *Surface towing: the lines are put at sea after schools of seabass preys (pilchard, anchovies, mackerel) are detected (usually based on the presence of seabirds).*

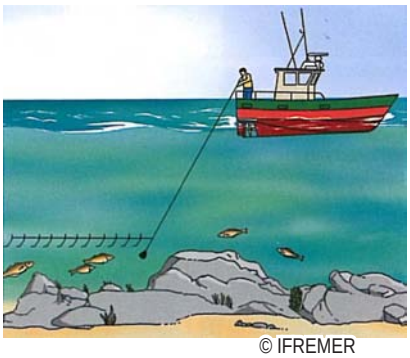


Figure 16. Traîne avec plomb : dans ce type de ligne, le plomb joue le rôle de sonde, permettant de pêcher près du fond. / *Leaded towing: here, leads are used to keep the line close to the bottom.*

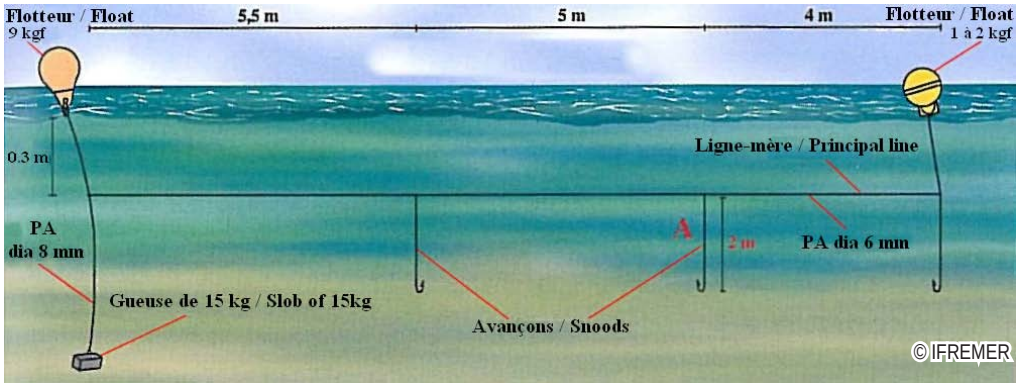


Figure 17. Palangre de fond à raies. / *Bottom longline fishing rays.*

Palangre de fond

Ce type de palangre est calé sur des fonds variant de 1.5-2 à 15-20 m. Elle est mouillée l'après-midi ou le soir et relevée le lendemain matin. Les appâts utilisés sont des morceaux de congre ou d'anguille (figure 17). L'espèce cible est la raie.

Casiers

Les casiers sont constitués d'une structure rigide recouverte de filet. Une ouverture, dite goulotte, est placée à la partie supérieure, dans le filet, pour laisser entrer l'animal ; elle est positionnée de telle sorte qu'il ne puisse pas ressortir aisément (figure 18). Un appât est placé à l'intérieur du casier (technique appelée "boëttage") pour attirer les crustacés ciblés (araignée de mer, tourteau et homard, en Manche est). Ceux-ci, généralement nécrophages, recherchent des animaux en décomposition. Les appâts sont peu coûteux car constitués d'espèces à très faible valeur commerciale ou dégradées.

Demersal longline

This type of longline is set at depths between 1.5-2 and 15-20 m, in the afternoon or evening, and is removed from the water on the following morning. Usually, the bait is made from conger eel or eel (figure 17). Target species is principally ray.

Pots

The rack (a local type of pot) consists of a rigid structure covered with netting. An opening, known as the chute, is positioned in the upper part of the net to allow the target animal to enter. The chute is positioned so that any animal entering cannot easily escape (figure 18). Bait is placed inside the rack to attract crustaceans (lobster, edible crab and spider crab in the eastern English Channel). These generally necrophagous species seek decomposing animals. The baits are generally inexpensive (low commercial value, or degraded).

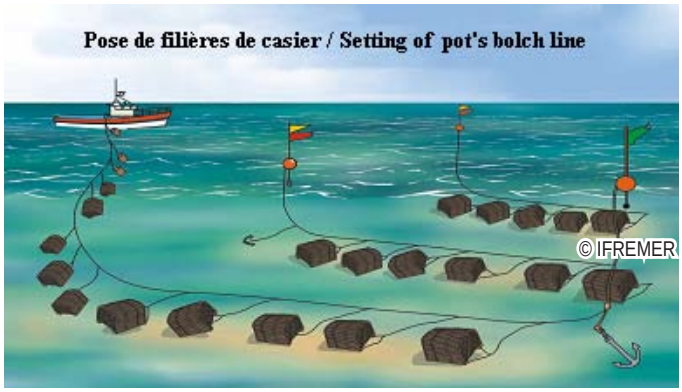


Figure 18. Casier. / *Pot.*

2-Navires de pêche français

Les différents types de navire français sont décrits sous forme de fiches (p. 443).

3-Engins de pêche britanniques

Les différents types d'engins britanniques sont décrits sous forme de fiches (p. 451).

4-Espèces halieutiques exploitées

Les espèces halieutiques sont décrites sous forme de fiches (p. 457).

Les stocks de plie, sole, hareng, morue, merlan, maquereau et chinchard sont évalués par le Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM) basé à Coppenhague (Danemark). Les avis concernant ces espèces sont donnés chaque année par des groupes de travail et sont accessibles sur le site www.ices.dk.

2-French fishing vessels

Different French vessel types are described below (p. 443).

3-British fishing gears

Different British gear types are described below (p. 451).

4-Exploited species

Exploited species are described below (p. 457).

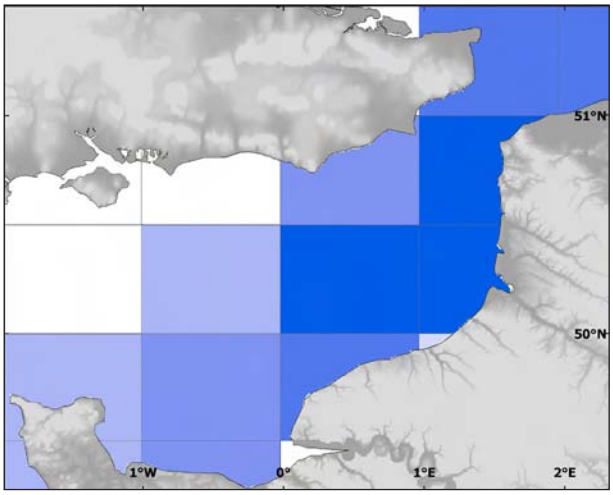
Plaice, sole, cod, herring, whiting, Atlantic mackerel and horse mackerel stocks are assessed by the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) located in Copenhagen (Denmark). Advice on these species are published annually by working groups and are available at www.ices.dk.

Cartographie
Navires de pêche français

Cartography
French fishing vessels

Fileyeur
Netter

© IFREMER



Taux de fréquentation (nbr. marées en 2006)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2006)

- 0
- 0.1-20
- 20-52
- 52-228
- 228-705

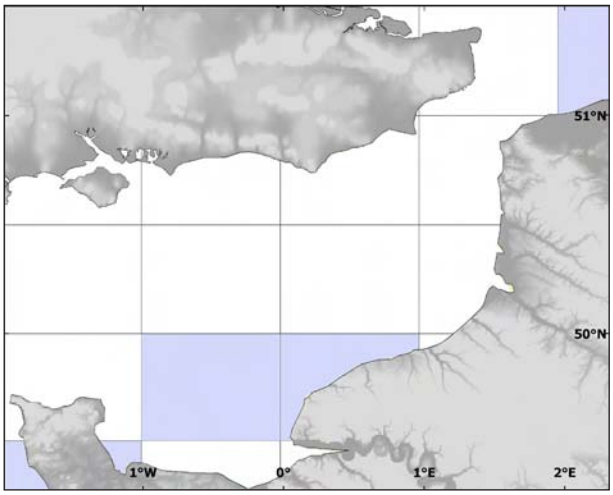
Espèces cibles / *Target species*	Sole / *Sole*	Plie / *Plaice*	Morue / *Cod*
Engin de pêche / *Fishing gear*	Trémail à petites mailles (90 mm) / *Small-meshed tramel (90 mm)*	Trémail à grandes mailles (120 à 170 mm) / *Larger-meshed trammel (120 à 170 mm)*	Trémail et filet maillant à grandes mailles (120 à 180 mm)/ *Larger-meshed tramel (120 à 180 mm)*
Quartier maritime *Maritime district*	Boulogne/mer, Dieppe, Fécamp, Le Havre	Boulogne/mer, Dieppe, Fécamp, Le Havre	Boulogne/mer, Dieppe, Fécamp, Le Havre
Port d'exploitation / *Fishing port*	Calais, Boulogne/mer, Le Tréport, Dieppe, Fécamp, Le Havre, Ouistreham à Grandcamp	Calais, Boulogne/mer, Dieppe, Fécamp, Le Havre	Calais, Boulogne/mer, Dieppe, Fécamp, Le Havre
Puissance moyenne / *Mean engine power*	184 kW		
Longueur moyenne / Mean length	12 m		
Durée de la marée / *Fishing trip*	8-12h		
Temps d'immersion / *Immersion time*	2- 24h		

Le principal métier pratiqué par les fileyeurs en Manche orientale et sud de la mer du Nord est le trémail à sole. Ce métier est pratiqué tout au long de l'année et est complété par le trémail ou le filet maillant à cabillaud de septembre à janvier, et par le trémail à grandes mailles d'avril à octobre essentiellement utilisé pour la capture des plies (ou carrelets) de grande taille. Le temps d'immersion des filets varie suivant la saison. Certains navires, de mai-juin à août-septembre, posent leur filet durant la période dite d'amolliement (de 2h environ avant l'étale de marée, à 2h après) pour mettre les filets à l'eau au moment où le courant est quasi nul. La durée d'immersion des filets est alors d'environ 2 à 5h. Le reste de l'année, les filets sont posés au cours d'une marée, puis récupérés la marée suivante. L'immersion dure alors 24h.

The main netting method used in the eastern English Channel and southern North Sea is the trammel targeting sole. This net is used throughout the year, and fishing is supplemented by the use of gill netting for cod from September to January, and by the use of trammels with large mesh from April to October, which are primarily used for catching larger sized plaice. The time of immersion of nets varies according to the season. From May-June to August-September, certain vessels set their nets during a specific time period (approximately 2h before high or low tide, until 2h afterwards): this is to set the nets at times when the current is almost nil. The duration of immersion is hence between 2 and 5h. For the remainder of the year, the nets are set during a fishing trip and then recovered during the next one, in which case immersion lasts 24h.

Ligneur
Longliner

© IFREMER



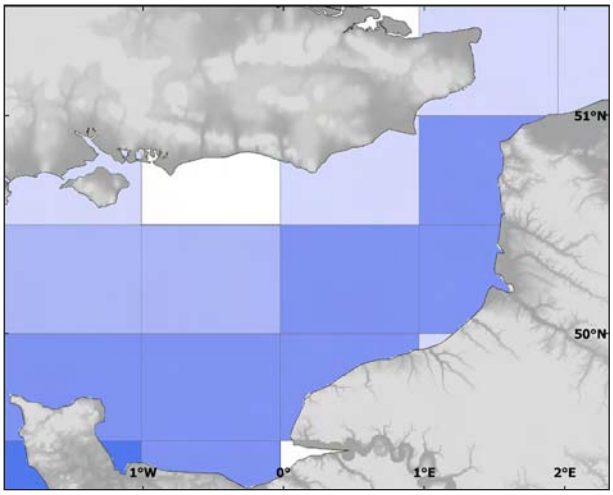
Taux de fréquentation (nbr. marées en 2006)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2006)

- 0
- 0.1-20
- 20-52
- 52-228
- 228-705

Espèces cibles / *Target species*	Bar / *Seabass*	Raies / *Rays*
Engin de pêche / *Fishing gear*	Ligne de traîne, palangre de fond / *Pelagic longline, demersal longline*	Palangre de fond / *Demersal longline*
Quartier maritime / *Maritime district*	Dunkerque, Boulogne/mer, Dieppe, Fécamp, Cherbourg	Caen
Port d'exploitation / *Fishing port*	Barfleur, St Vaast	St Vaast
Puissance moyenne / *Mean engine power*	94 kW	
Longueur moyenne / *Mean length*	7 m	
Durée de la marée / *Fishing trip*	3-6h	

Polyvalent
Multipurpose

© IFREMER



Taux de fréquentation (nbr. marées en 2006)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2006)

0
0.1-20
20-52
52-228
228-705

Espèces cibles / *Target species*	Seiche / *Cuttlefish*	Araignée de mer, homard / *Spider crab, lobster*	Bar / *Seabass*	Sole / *Sole*	Morue / *Cod*
Engin de pêche / *Fishing gear*	Casier / *Pot*	Casier / *Pot*	Ligne de traîne / *Longline*	Trémail (90mm), chalut de fond (80 mm) / *Trammel (90 mm), bottom trawl (90mm)*	Filet maillant / *Gill net*
Quartier maritime / *Maritime district*	DP, FC, CN, CH	LH, FC, CN, CH	BL, DP, FC, LH, CN	BL, CN	CN
Port d'exploitation / *Fishing port*	Plages est du Cotentin, Côte de nacre, Asnelles	Boulogne/mer, Cap Lévy	Boulogne/mer, Côte de nacre, Asnelles	Boulogne/mer, Plages est du Cotentin, Asnelles, Côte de nacre	
Puissance moyenne / *Mean engine power*	100 kW				
Longueur moyenne / *Mean length*	9 m				

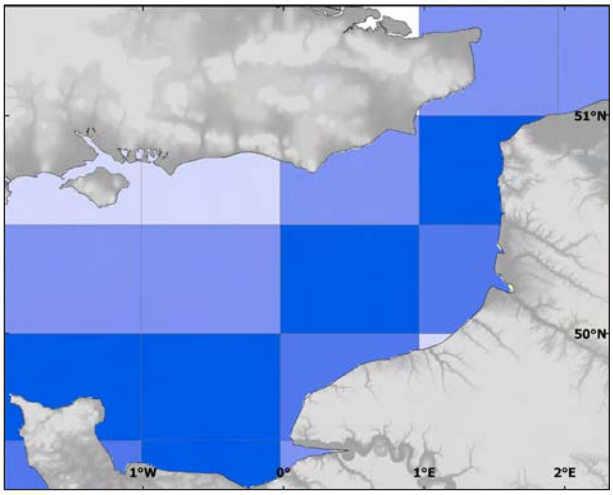
BL : Boulogne-sur-mer ; DP : Dieppe ; FC : Fécamp ; LH : Le Havre ; CN : Caen ; CH : Cherbourg

Les navires polyvalents travaillant au filet, à la ligne à main ou à la palangre, utilisent ces engins de la même façon que des navires qui ne pratiquent qu'un seul de ces types de pêche (comme les fileyeurs et les ligneurs). En fonction des saisons et de l'abondance de certaines espèces, les patrons peuvent choisir d'utiliser un ou plusieurs engins en particulier.

Multipurpose vessels that work with nets, handlines or longlines, use these gears in the same way as the vessels applying with only one method of fishing (e.g. netters or longliners). Depending on season and abundance of target species, fishers choose to use any particular gear.

Chalutier côtier et dragueur
Inshore trawler and dredger

© IFREMER



Taux de fréquentation (nbr. marées en 2006)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2006)

0
0.1-20
20-52
52-228
228-705

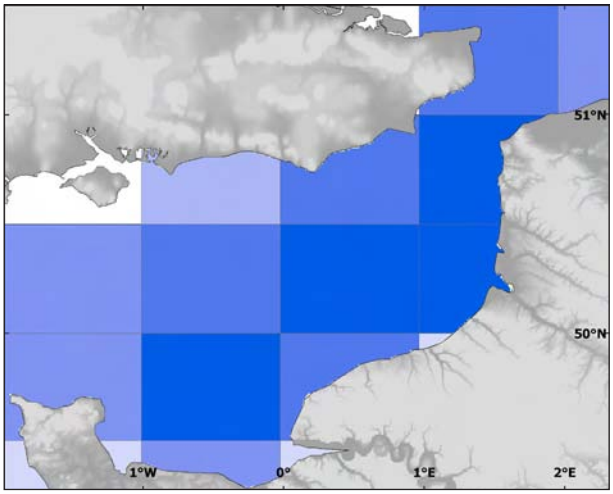
Espèces cibles / *Target species*	Sole, seiche / *Sole, cuttlefish*	Coquille Saint-Jacques / *Scallop*	Maquereau / *Mackerel*
Engin de pêche / *Fishing gear*	Chalut de fond à faible ouverture verticale (80mm) et chalut à perche (80 mm) / *Classical bottom trawl (small vertical opening) (80 mm) and beam trawl (80 mm)*	Drague à coquilles / *Riddle dredge*	Chalut de fond (44 mm) / *Bottom trawl (44 mm)*
Quartier maritime / *Maritime district*	Boulogne/mer, Caen, Cherbourg	Boulogne/mer, Dieppe, Caen	Caen
Port d'exploitation / *Fishing port*	Port en Bessin, Ouistreham, Grandcamp, Barfleur, St Vaast	Tous les ports normands / *All Normandy ports*	Boulogne/mer, Le Tréport, Trouville, Honfleur
Puissance moyenne / *Mean engine power*	199 kW		
Longueur moyenne / *Mean length*	13 m		
Durée de la marée / *Fishing trip*	8-12h	Baie de Seine / *Bay of Seine*: 6-12h ; Hors baie de Seine / *Outside of the Bay of Seine*: 12-96h	8-12h
Vitesse de chalutage / *Trawling speed*	2 à 3.5 nœuds / *2 to 2.5 knots*	2 à 4 nœuds / *2 to 4 knots*	3 à 3.5 nœuds / *3 to 3.5 knots*

En Manche orientale, les chalutiers dragueurs peuvent exercer plusieurs métiers au cours de l'année. Ceux qui ciblent la coquille Saint-Jacques à la drague pratiquent en général le chalut de fond à sole et/ou à seiche pendant la période de fermeture de la pêche de la coquille. Cependant, une partie des navires ne pratique que la drague à coquille Saint-Jacques et sont basés en Haute et Basse-Normandie.

In the eastern English Channel, inshore trawlers and dredgers make use ofseveral fishing methods over the course of the year. Those targeting scallops using dredges, also use the bottom trawl to target sole and/or cuttlefish during the closed season for scallop fishing. Some vessels based in Normandy only dredge for scallops.

Chalutier mixte
Mixed trawler

© IFREMER



Taux de fréquentation (nbr. marées en 2006)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2006)

- 0
- 0.1-20
- 20-52
- 52-228
- 228-705

Espèces cibles */Target species*	Sole / *Sole*	Encornets, merlan, rouget barbet, seiche / *Squid, whiting, red mullet, cuttlefish*	Maquereau / *Mackerel*	Bar, griset, hareng / *Sea bass, black sea-bream, herring*
Engin de pêche */ Fishing gear*	Chalut de fond à perche (80 mm) / *Beam Trawl (80 mm)*	Chalut de fond (80mm) et GOV / *Bottom trawl (80mm) and VHVO*	GOV , chalut pélagique et chalut-bœuf pélagique */VHVO, midwater trawl, midwater pair trawl*	Chalut pélagique, chalut-bœuf pélagique / *Midwater trawl, midwater pair trawl*
Quartier maritime */ Maritime district*	Caen	Boulogne/mer, Dieppe, Caen	Boulogne/mer, Dieppe, Caen	Boulogne/mer, Dieppe, Caen, Cherbourg
Port d'exploitation */ Fishing port*	Boulogne/mer, Barfleur, St Vaast	Boulogne/mer, Le Tréport, Dieppe	Boulogne/mer, Le Tréport, Dieppe	Boulogne/mer, Le Tréport, Dieppe, Cherbourg
Puissance moyenne */ Mean engine power*	430 kW			
Longueur moyenne */ Mean length*	21 m			
Durée de la marée */ Fishing duration*	50-120h			24-120h
Vitesse de chalutage / *Trawling speed*	2 à 6 nœuds */ 2 to 6 knots*			

Le chalutier mixte est un chalutier pêchant à la fois au large (au-delà de la bande des 12 mn) et à la côte (dans la bande des 12 mn). Cette catégorie de navires a une grande capacité à se déplacer au fil des saisons et des conditions météorologiques. C'est ce qui lui permet de cibler différentes espèces aux ha-

This type of trawler is active both offshore (beyond the 12 nm (nm) limit) and inshore (within the 12 nm limit). It is also very adapted to different seasons and weather conditions, allowing it to target a range of species that display different habitat preferences throughout the year. The two fishing gears most

bitats variés sur une même année. Les deux engins de pêche les plus fréquemment utilisés sont le chalut de fond à grande ouverture verticale (GOV) et le chalut de fond traditionnel équipé de racasseur (appelé aussi radar ou racleur ou chaîne gratteuse).

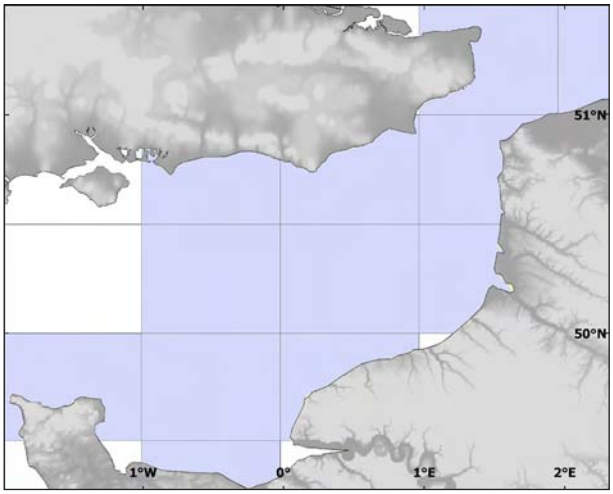
Le chalut pélagique, plus rarement utilisé, cible des espèces bien déterminées comme le bar, le maquereau, le griset et le hareng. Parmi les chalutiers mixtes, quelques navires, basés à Boulogne-sur-mer mer et Cherbourg, sont concernés par la pratique du chalut-bœuf pélagique. Les chalutiers mixtes débarquent essentiellement du merlan, de l'encornet, de la seiche et plus récemment, depuis 2001, du rouget barbet de roche. Une réglementation locale a été mise en place, pour permettre à certains chalutiers de pénétrer dans la bande côtière, à l'intérieur des 3 mn : de juin à août pour pêcher la seiche ; d'octobre à décembre pour pêcher le cabillaud et le merlan ; au mois de novembre pour pêcher le hareng.

frequently used are the VHVO bottom trawl and the traditional bottom trawl equipped with a scraper.

The midwater trawl, more rarely used, targets species such as sea bass, mackerel, black seabream and herring. Among the mixed trawlers, a few based in Boulogne-sur-mer and Cherbourg do pair trawling. Mixed trawlers primarily land whiting, squid, cuttlefish and more recently (since 2001) red mullet. A local measure allows certain trawlers to fish within the 3 nm limit: from June to August for cuttlefish; from October to December for cod and whiting; in November for herring.

Chalutier hauturier
Offshore trawler

© A. Jongejan



Taux de fréquentation (nbr. marées en 2006)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2006)

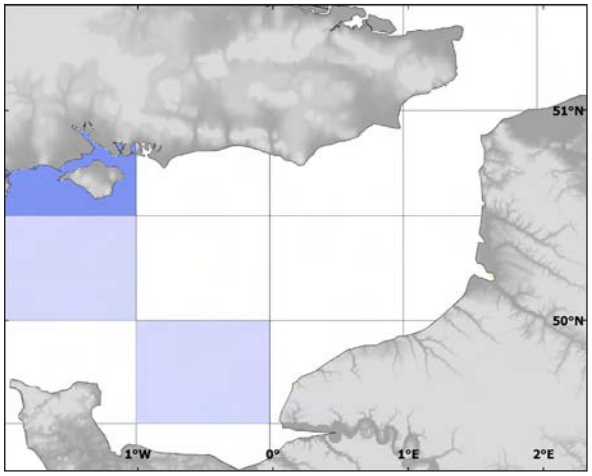
0
0.1-20
20-52
52-228
228-705

Espèces cibles / *Target species*	Hareng, maquereau, sardine, sprat / *Herring, mackerel, pilchard, sprat*
Engin de pêche / *Fishing gear*	Chalut pélagique / *Midwater trawl*
Quartier maritime / *Maritime district*	Fécamp
Port d'exploitation / *Fishing port*	Fécamp, Ijmuiden (Pays-Bas) / Fécamp, Ijmuiden (Netherlands)
Puissance moyenne / *Mean engine power*	2836 kW
Longueur moyenne / *Mean length*	83 m
Durée de la marée / *Fishing trip*	Environ 21 jours / *Around 21 days*

Cartographie
Engins de pêche britanniques

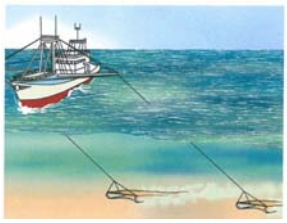
Cartography
British fishing gears

Chalut à perche
Beam trawl



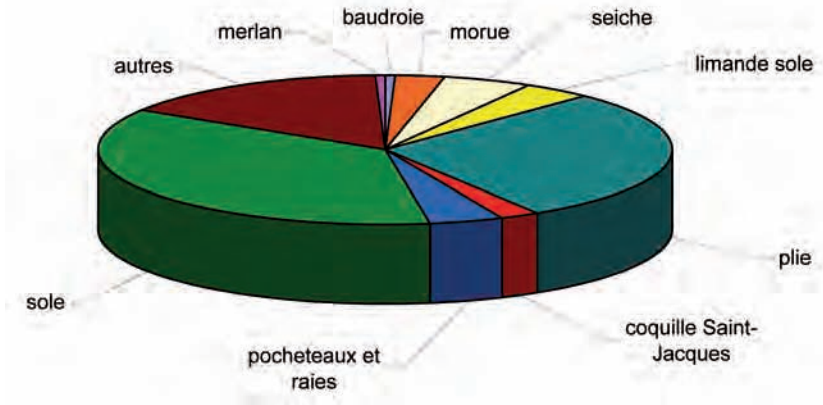
Taux de fréquentation (nbr. marées en 2005)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2005)

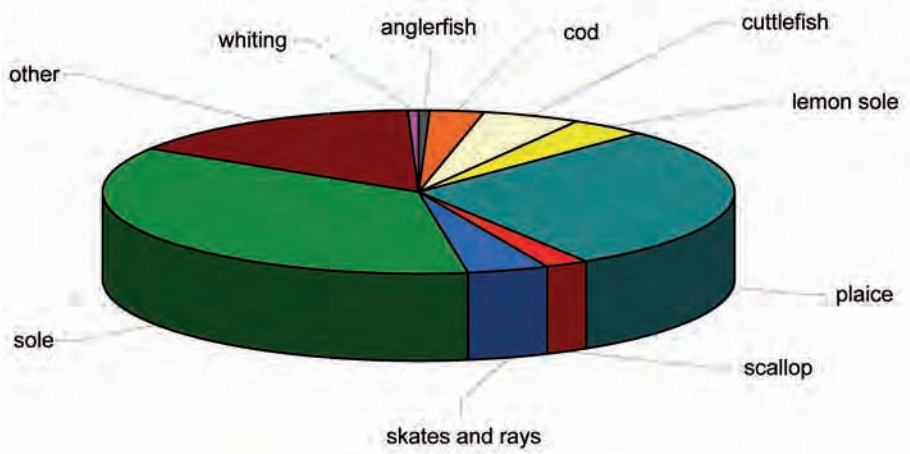
Chalutier à perche (équipé pour la coquille). / *Beam trawler (geared for fishing scallops).*



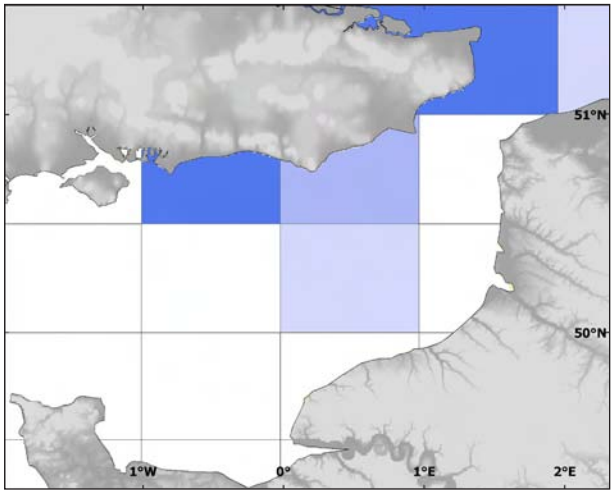
© IFREMER

Espèces cibles / *Target species*	Sole et plie / *Sole and plaice*	
Port d'exploitation / *Fishing port*	Rye, Hastings, Shoreham, Keyhaven	
Longueur moyenne / *Average length*	< 10m	26.2 m
Puissance moyenne / *Average engine power*	271.9 kW	745.8 kW





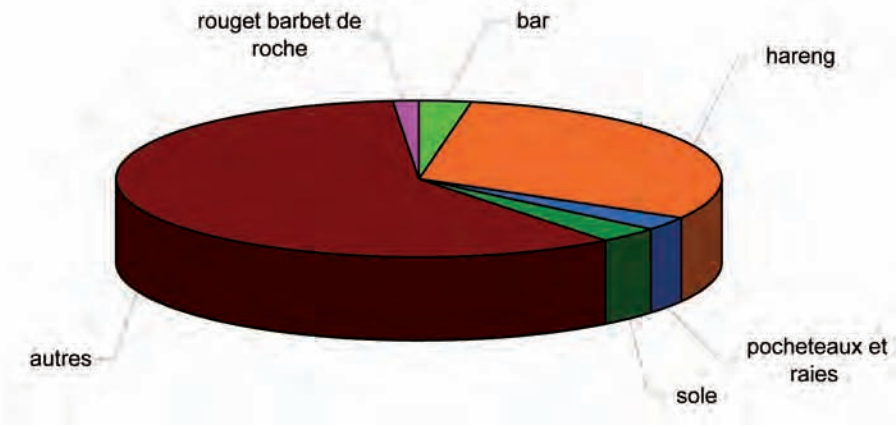
Chalut-bœuf de fond
Bottom pair trawl

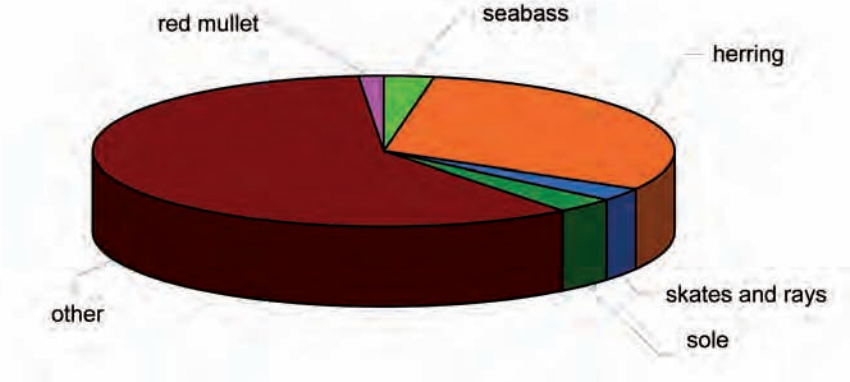


Taux de fréquentation (nbr. marées en 2005)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2005)

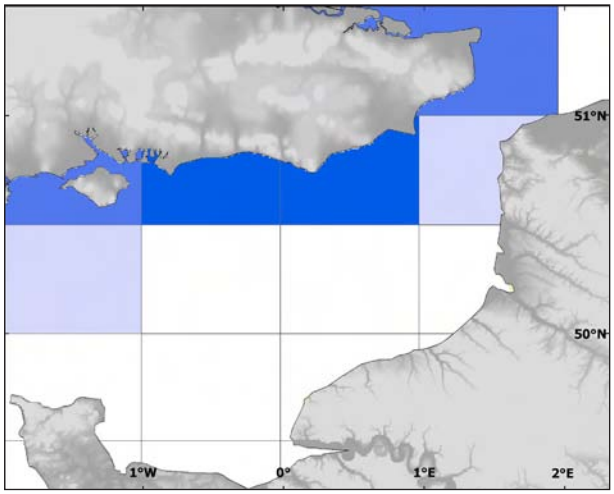
© Préfecture Maritime de la Manche et de la Mer du Nord

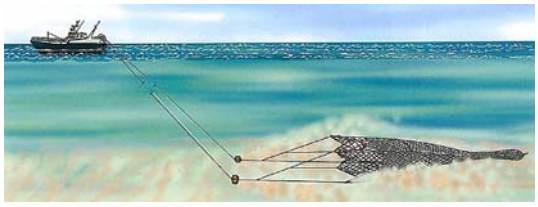
Espèces cibles / *Target species*	Hareng / *Herring*
Port d'exploitation / *Fishing port*	Rye, Shoreham
Longueur moyenne / *Average length*	15.8 m
Puissance moyenne / *Average engine power*	488.7 kW





Chalut de fond à panneaux
Otter trawl

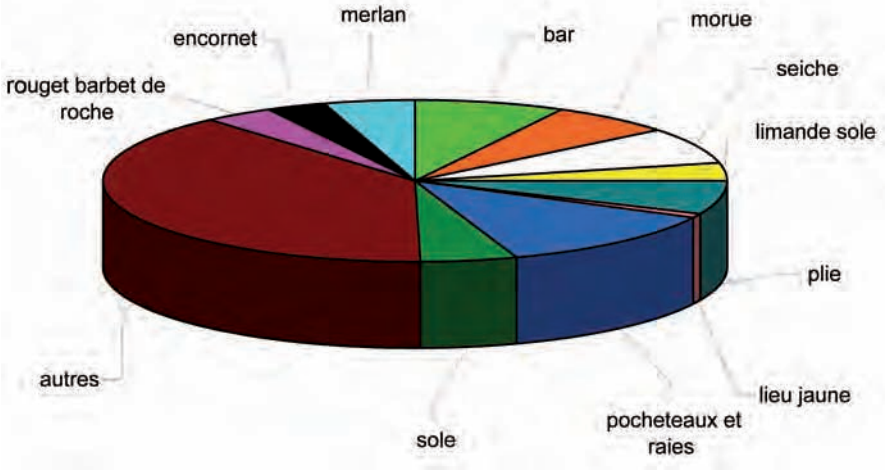


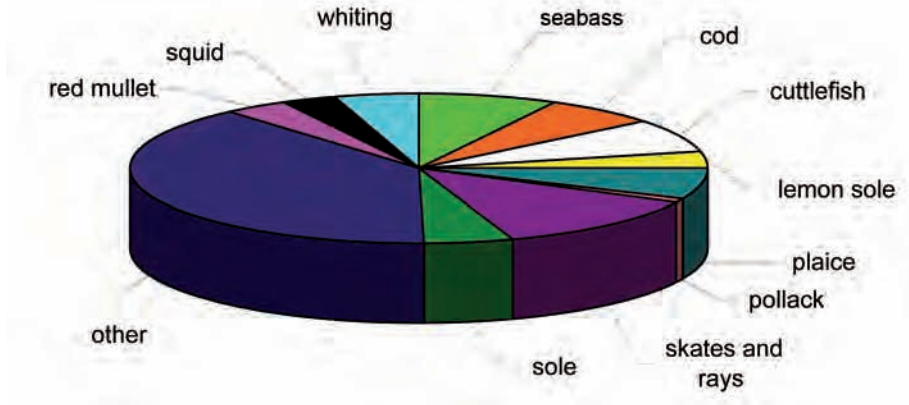


© IFREMER

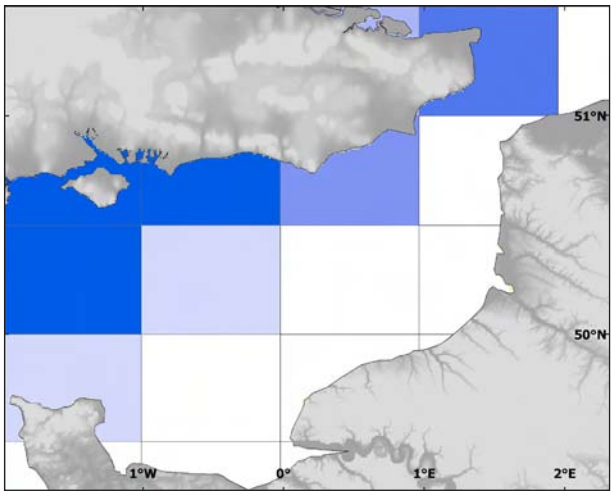
Taux de fréquentation (nbr. marées en 2005)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2005)

Espèces cibles / *Target species*	Sole, morue, merlan (bar et raie de manière saisonnière) / *Sole, cod, whiting (seasonally bass and rays)*
Port d'exploitation / *Fishing port*	Whitstable, Folkestone Dungeness, Hastings, Eastbourne
Longueur moyenne / *Average length*	15.4 m
Puissance moyenne / *Average engine power*	179 kW





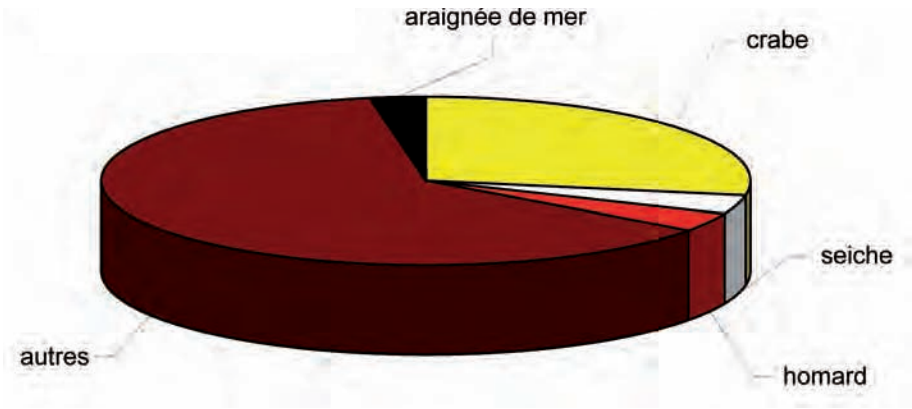
Casiers et pièges
Pots and traps

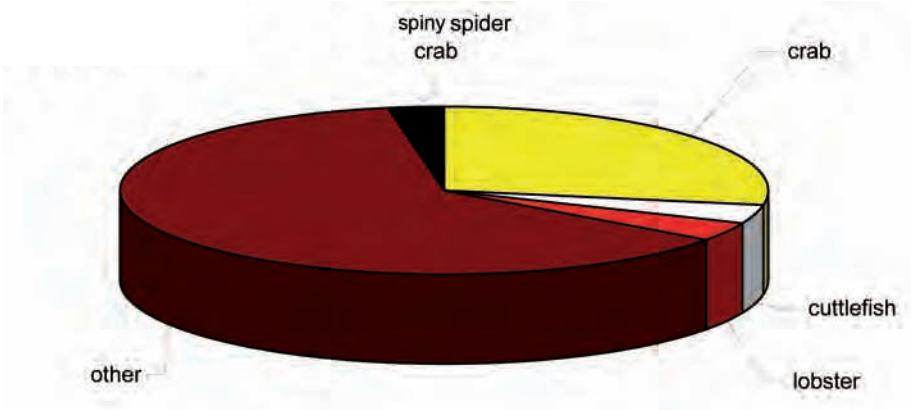


Taux de fréquentation (nbr. marées en 2005)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2005)

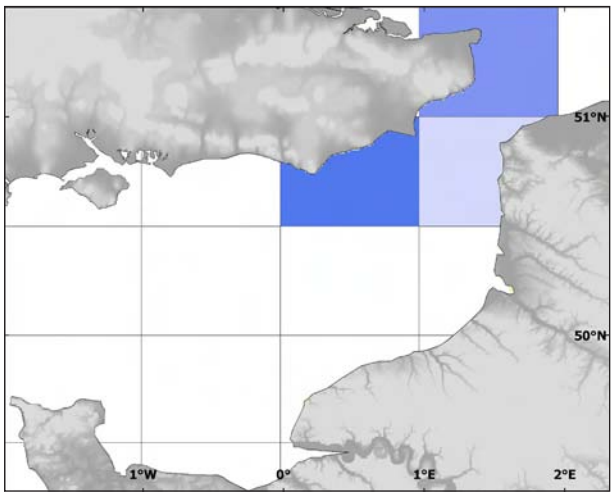
Casier à crustacés
/ Crab pot

Espèces cibles / *Target species*	Crabe, homard, seiche / *Crab, lobster, cuttlefish*
Port d'exploitation / *Fishing port*	Selsey, Eastbourne
Longueur moyenne / *Average length*	10.25 m
Puissance moyenne / *Average engine power*	142 kW

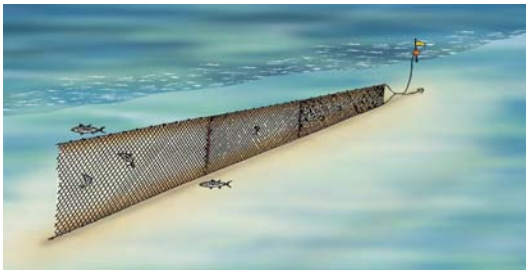




Filet maillant calé
Set gillnet

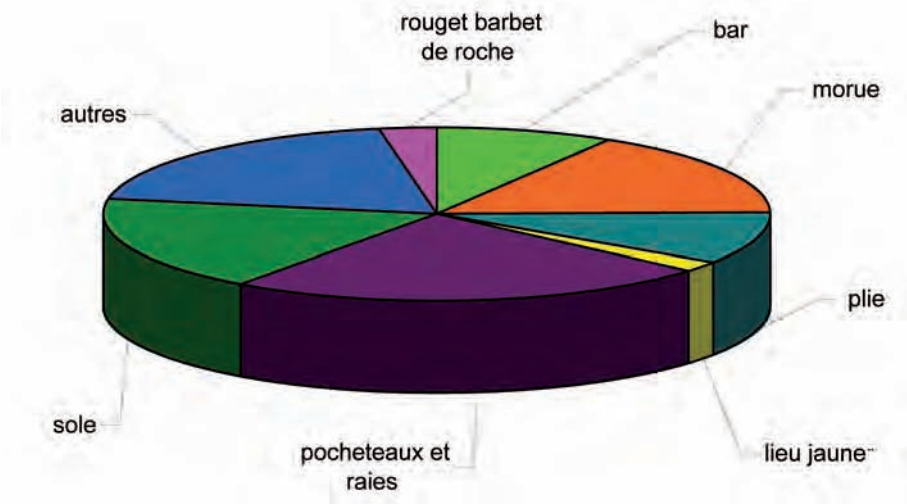


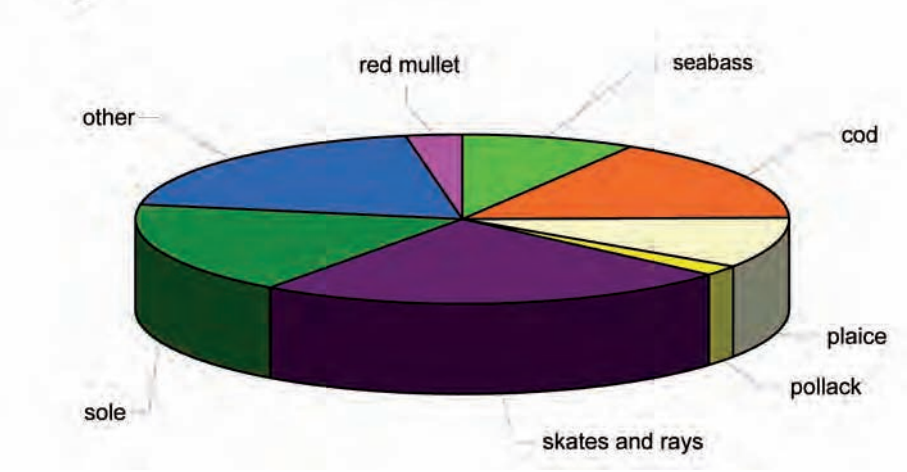
Taux de fréquentation (nbr. marées en 2005)
Fishing frequency (nbr. fishing trips in 2005)



© IFREMER

Espèces cibles / *Target species*	Morue, sole, bar / *Cod, sole, bass*
Port d'exploitation / *Fishing port*	Ramsgate, Dungeness, Margate, Herne Bay
Longueur moyenne / *Average length*	9.3 m
Puissance moyenne / *Average engine power*	116.8 kW





Cartographie
Espèces exploitées

Cartography
Exploited species

Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus

Grondin rouge de l'Atlantique
Red gurnard

© IFREMER

En Manche orientale, le grondin rouge est pêché toute l'année, essentiellement au chalut de fond. Ayant une aire de distribution plutôt située en Manche centrale, cette espèce fut surtout exploitée par le port de pêche français de Port-en-Bessin (Calvados) jusqu'en 1993, avant de laisser sa place de leader à Boulogne-sur-mer.

Les apports britanniques, très faibles, sont présentés à titre indicatif car ils regroupent toutes les espèces de grondins (dont grondin lyre) pêchés dans ce secteur. Les débarquements britanniques sont relativement stables, oscillant entre 20 et 50 tonnes par an depuis 1989. Les mises à terre françaises, beaucoup plus importantes, ont oscillé entre 900 et 1 300 tonnes de 1989 à 1998. Elles se situent depuis 2001 entre 700 et 1 000 tonnes, après une faible production en 1999 (moins de 600 tonnes).

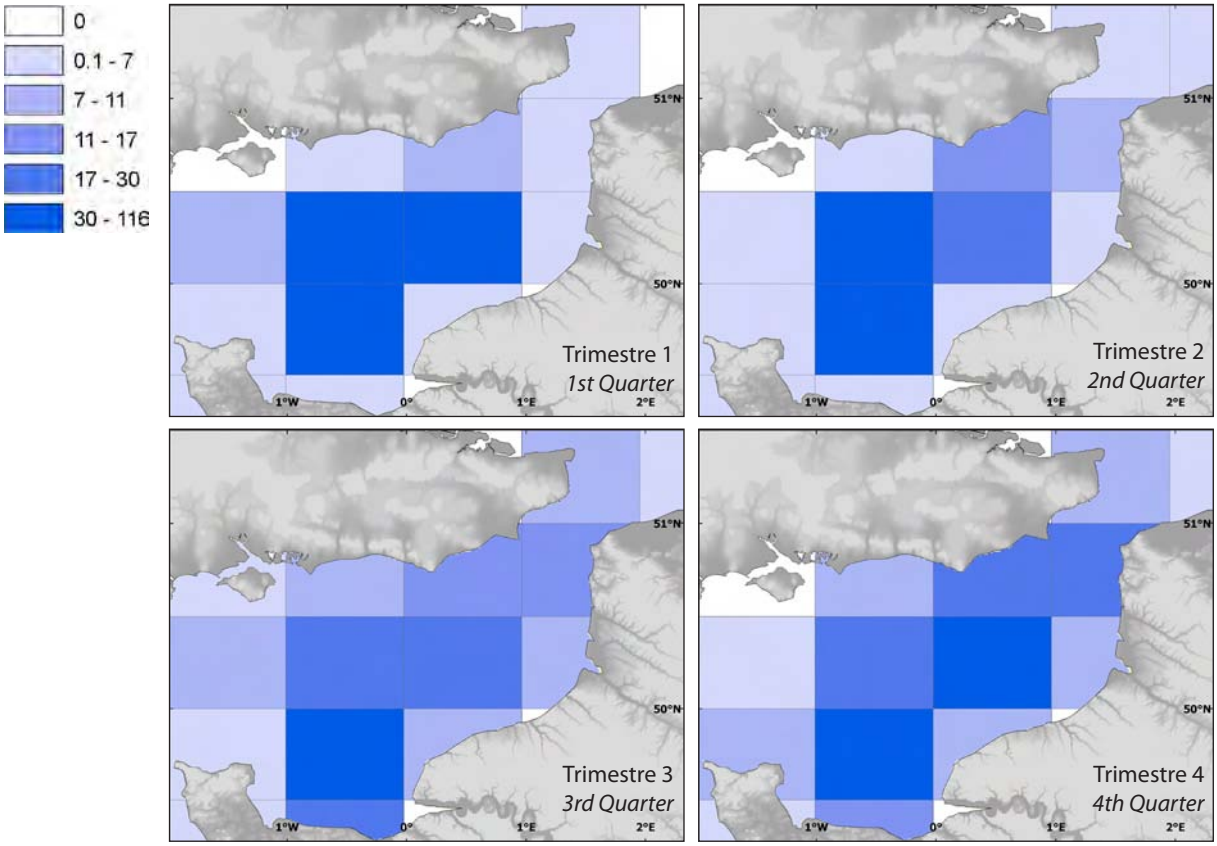
Le grondin rouge a fait l'objet en France d'efforts de valorisation sous forme de plats cuisinés congelés alors qu'au Royaume-Uni, il est commercialisé surtout pour servir d'appât. Cette espèce n'est régie par aucune réglementation communautaire particulière.

In the eastern English Channel, red gurnard is caught throughout the year, essentially by bottom trawls. This species, mainly distributed in the central Channel, was mainly exploited by the French port of Port-en-Bessin (Calvados) until 1993, after which Boulogne-sur-mer (France) took over as leader.

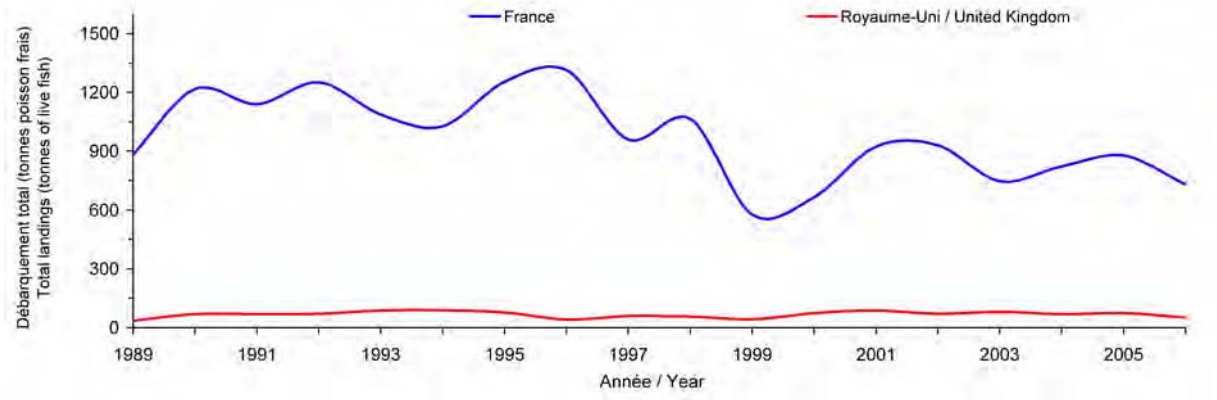
The British landings, which are very low, are given as an indication as they represent all gurnard species (including piper gurnard *Trigla lyra*) caught in the area (i.e. the species are not distinguished in the landings statistics). Landings remain relatively stable, fluctuating between 20 and 50 tonnes per year since 1989. French landings are much more significant and have fluctuated between 900 and 1,300 tonnes between 1989 and 1998. After a low production in 1999 (less than 600 tonnes), since 2001, they have stayed between 700 and 1,000 tonnes.

In France, this species is marketed as frozen ready meals, whilst in the United Kingdom it is mainly marketed as bait. The red gurnard is not a TAC species.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Clupea harengus

Hareng commun
Atlantic herring

Le hareng considéré (VIId, Manche) appartient au stock de la mer du Nord pour lequel une évaluation est faite chaque année. Le stock est constitué de trois grands groupes qui se reproduisent à des périodes et sur des zones différentes. L'un d'entre eux, le hareng des Downs, vient pondre en Manche de novembre à janvier avant de regagner la mer du Nord. A ces trois composantes principales s'ajoutent de petites populations essentiellement côtières et de moindre importance que l'on retrouve en Manche. Le hareng des Downs est considéré comme une population fragile qui joue un rôle primordial dans le fonctionnement global du stock. Il a été le premier à montrer des signes d'effondrement dès le milieu des années 1960. Cette composante, moins féconde que les autres, est de plus très exposée à la surexploitation. Elle subit en effet une pression de pêche importante non seulement pendant la période de reproduction en Manche mais également le reste de l'année dans la partie centrale de la mer du Nord et sur les nourriceries.

C'est traditionnellement entre novembre et février, lorsqu'il vient se reproduire, que la pêche du hareng s'intensifie pour les flottilles artisanales des principaux ports de la Manche. Le reste de l'année, les captures sont beaucoup moins importantes. Cependant, cette espèce n'a plus l'importance qu'elle avait par le passé. Le hareng était une espèce cible des flottes boulonnaises, dieppoises et fécampoises aussi bien industrielles qu'artisanales jusqu'à l'effondrement des stocks et l'interdiction temporaire de la pêche à la fin des années 70.

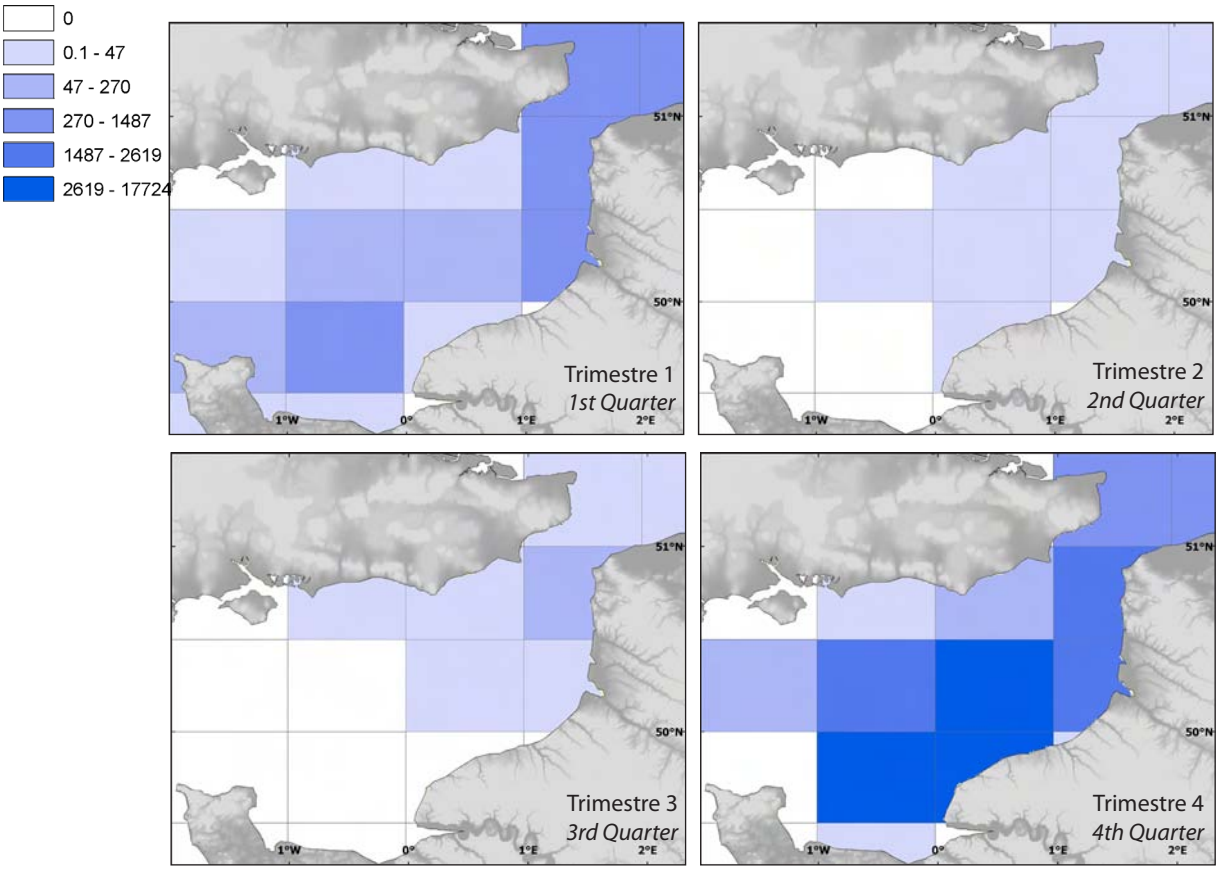
Aujourd'hui, le hareng est moins prisé et n'a pas retrouvé sa place, même si l'on observe depuis deux ans un regain d'intérêt dans les flottilles artisanales boulonnaises pour cette espèce. Parallèlement, les quotas alloués à ces flottilles ont fortement diminué et l'essentiel des captures est réalisé par les gros chalutiers pélagiques (français et britanniques) qui débarquent directement aux Pays-Bas. Les débarquements ont atteint un maximum en 2003 avec environ 35 000 tonnes. Enfin, les dernières évaluations du groupe de travail international du CIEM montrent un nouveau déclin de la biomasse de géniteurs pour l'ensemble des trois populations de mer du Nord, due en partie à cinq années de recrutement médiocre. Ceci entraînera une diminution du TAC global et du quota alloué pour capturer le hareng des Downs.

The herring considered here (VIId, Channel) belongs to the North Sea stock, which is assessed on an annual basis. The herring stock consists of three main populations which spawn in different seasons and areas. One of these, Downs herring, spawns in the English Channel from November to January before returning to the North Sea feeding areas. In addition, several smaller coastal populations live all year round in restricted areas of the English Channel. Downs herring is considered a fragile population but one which is essential to the stability of the North Sea stock as a whole. It was the first to show signs of decline during the mid-1960s. This component of the stock is less fecund than the others and has been must exposed to over-exploitation. The stock is exploited not only during spawning in the English Channel, but also during the rest of the year in the North Sea feeding areas.

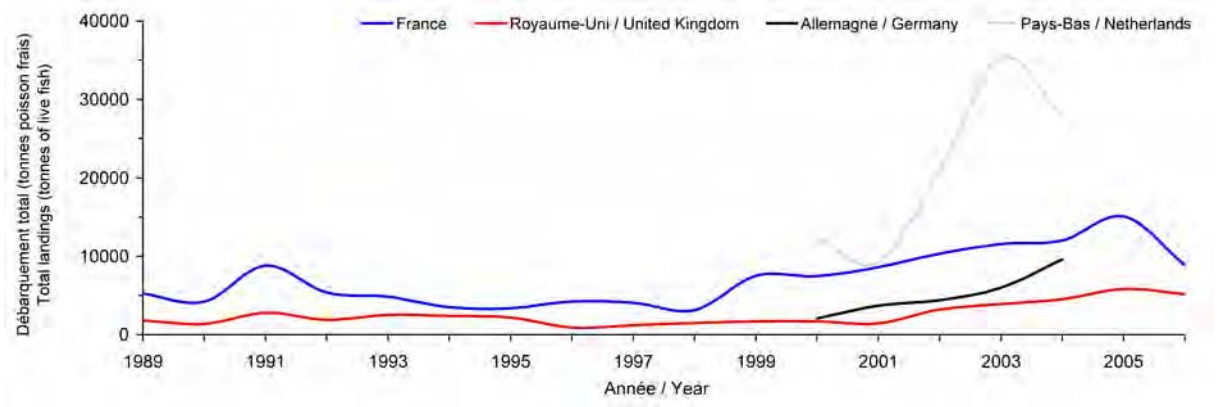
Traditionally, herring in the eastern English Channel are mainly caught by artisanal boats between November and February when they come to spawn here. Catches are lower during the rest of the year. However, nowadays herring is less important than it was in the past. It was a target species for artisanal as well as industrial fisheries from Boulogne-sur-mer, Dieppe and Fécamp, until the stocks collapsed at the end of the 1970s and there was a temporary fishing closure.

Today, herring is less prized than in the past and it has not attained its original landing levels, even if a new interest has been observed for the past two years from the Boulogne-sur-mer artisanal fleets. At the same time, quotas for these fleets have strongly decreased and most of the catches are made by the big pelagic trawlers (French and British) which land directly in the Netherlands, where landings peaked to about 35,000 tonnes in 2003. The last assessment made by the ICES working group shows a new decline of the spawning stock biomass for the three North Sea populations, and this is due to five years of poor recruitment. This situation will lead to a limitation of the North Sea TAC and of the allocated quota to fish the Downs herring.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international

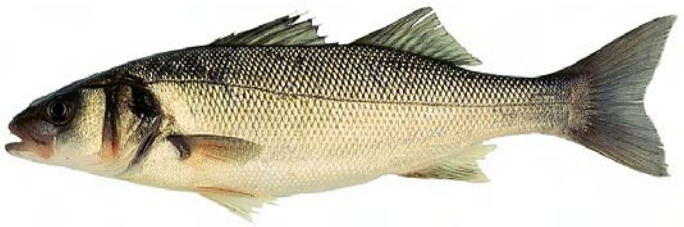


Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Dicentrarchus labrax

Bar commun
European seabass



© IFREMER

Le bar est capturé toute l'année par un grand nombre de métiers de pêche professionnelle (chalut, palangre, ligne, filet) et récréative. En dehors de la période de ponte, où les adultes forment de grosses concentrations en Manche centrale, les zones de pêche sont plutôt côtières.

Le bar, très prisé et à forte valeur commerciale, est débarqué dans l'ensemble des ports de la Manche et commercialisé sans transformation. Les apports britanniques ont augmenté jusqu'en 1995 pour ensuite stagner entre 200 et 300 tonnes. Les apports français ont en revanche régulièrement progressé pour dépasser la production britannique après 1999 et atteindre des pics de plus de 1 000 tonnes en 2003 et en 2005. La production en 2006 est redescendue à un niveau voisin de celui de 2002 avec environ 600 tonnes.

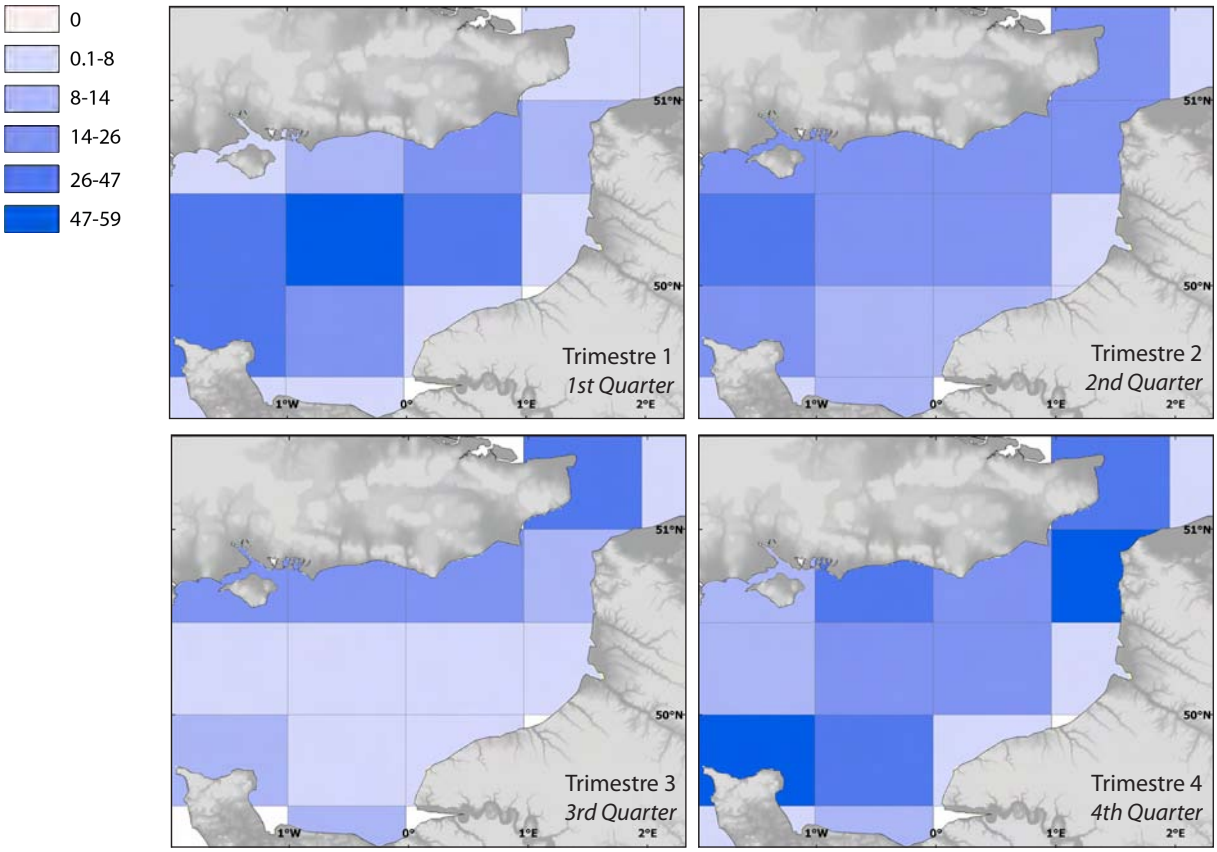
Cette espèce, non soumise à un TAC, fait l'objet d'une réglementation communautaire relative à la taille minimale de commercialisation, fixée à 36 cm.

Seabass is caught year round by professional fishers who use various gears (trawl, long-line, line, net), and also commonly by recreational fishers. During the spawning period, adults occur in great concentrations in the central Channel. At other times, seabass are captured in coastal areas.

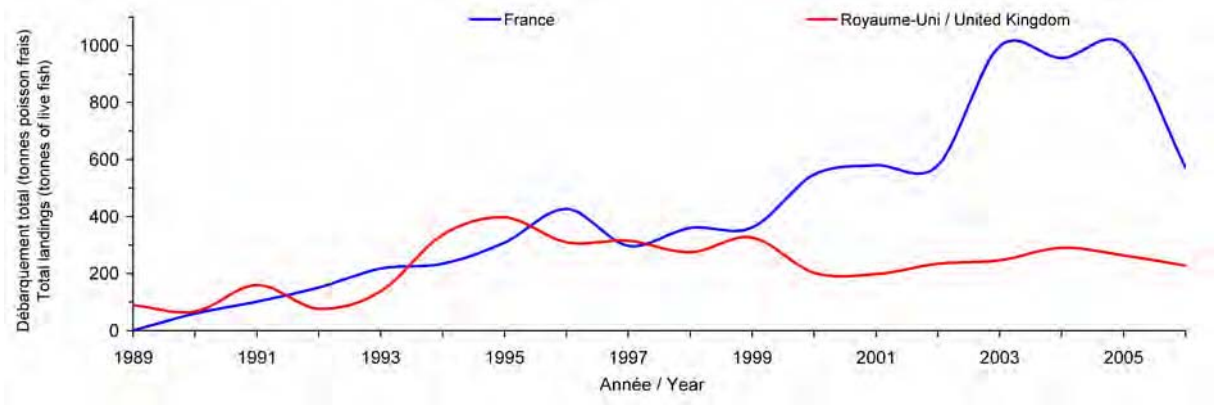
Highky priced and of significant economic value, this species is landed at all Channel ports and sold unprocessed. British landings increased until 1995 and then stabilized between 200 and 300 tonnes. French landings progressively increased and, after 1999, became higher than the British landings, reaching peaks of more than 1,000 tonnes in 2003 and 2005. French landings in 2006 were at the level of those in 2002 (about 600 tonnes).

Bass is not a TAC species, but the EU enforces a minimum marketing size of 36 cm.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Gadus morhua

Morue commune, Cabillaud
Atlantic cod

© IFREMER

Le cabillaud, plus communément appelé morue sous sa forme salée et séchée, est un poisson très apprécié du consommateur qui a fait la richesse de nombreux ports de Manche orientale. De nos jours, dans la zone d'étude, les apports proviennent principalement du détroit du Pas-de-Calais. Le stock considéré ici s'étend sur les zones VIId (Manche), IV (mer du Nord) et IIIa (Skagerrak - Kattegat) du CIEM.

Pêché toute l'année, le cabillaud est plus abondant d'octobre à mars avec un pic en novembre. Il est exploité par la France (59% des débarquements), les Pays-Bas (18%), la Belgique (12%) et le Royaume-Uni (11%). Les principaux engins de pêche utilisés pour la capture de cette espèce sont le chalut de fond (51%), le chalut à perche (18%), et le filet maillant (16%).

Le cabillaud en mer du Nord et Manche orientale a connu son niveau d'exploitation le plus élevé dans les années 70-80. Depuis, le stock n'a cessé de décliner pour atteindre à l'heure actuelle un niveau très en dessous des limites biologiques de sécurité.

Les mesures traditionnelles telles que les quotas n'étant plus suffisantes pour assurer l'équilibre entre la ressource et l'exploitation, un plan de restauration du cabillaud a été mis en place en 2003. Il vise à réduire la pression de pêche des flottilles ayant un impact fort sur cette espèce.

La biomasse des individus en âge de se reproduire étant dans un état critique, l'exploitation de cette espèce repose en majeure partie sur la capture des juvéniles et donc sur la qualité des recrutements.
Les débarquements français illustrent l'importance de ce phénomène avec deux années exceptionnelles en 1997 et 1998 (plus de 9 000 tonnes) dues à un excellent recrutement en 1996. Cette courte période de faste est suivie par une baisse importante des apports qui atteignent environ 800 tonnes en 2006.

La taille marchande du cabillaud est fixée à 35 cm.

Atlantic cod has made a important contribution to the wealth of many ports along the coast of the eastern English Channel because it is highly prized by consumers. Nowadays, in the study area, landings come mainly from the Dover Strait. The stock considered here spans ICES areas VIId (Channel), IV (North Sea) and IIIa (Skagerrak - Kattegat).

Fished all year round, cod is more abundant from October to March with a peak in November. Locally, it is exploited by France (59% of landings), the Netherlands (18%), Belgium (12%) and the United Kingdom (11%). The main fishing gears for catching cod are bottom trawls (51%), large beam trawls (18%) and gillnets (16%).

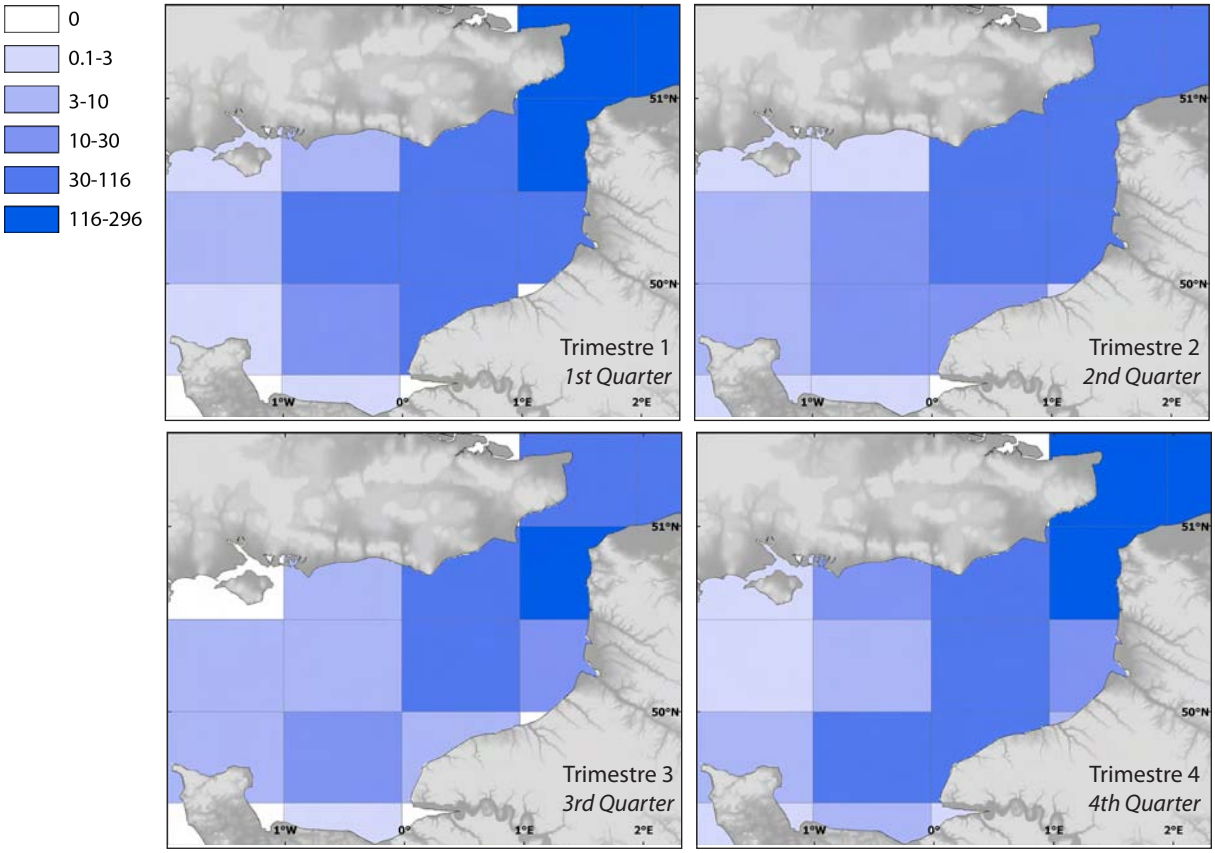
Cod from the North Sea and eastern English Channel experienced their highest exploitation levels in the 1970s-1980s. Since then, stocks of cod have continually declined and they are now well below the biological safety limits.

Traditional measures of stock regulation such as the quotas have been insufficient to ensure a balance between the resource and its exploitation rate, and therefore a cod recovery plan was established in 2003. The plan aims at reducing fishing pressure by those cod fisheries that have the strongest impact on the species.

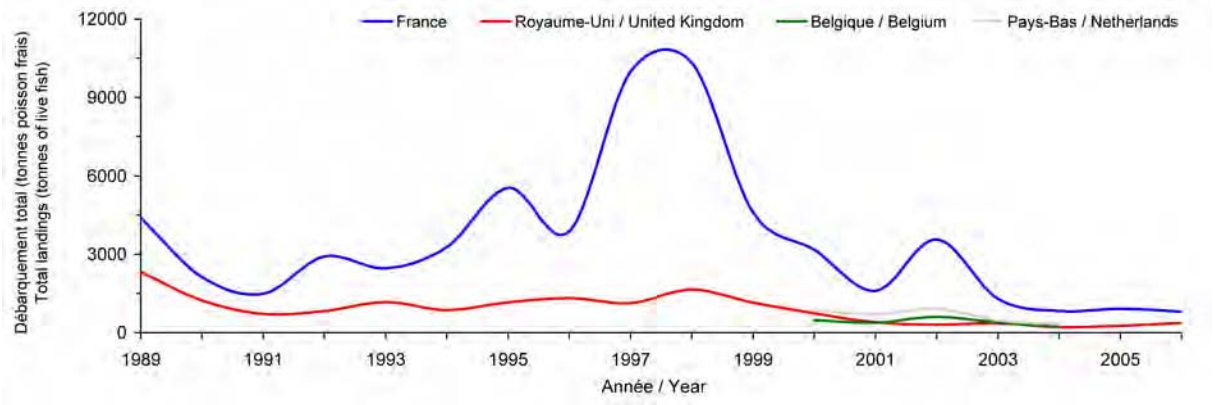
Because the spawning biomass is in a critical condition, exploitation of cod depends mainly on the catch of juveniles and the strength of recruitment. French landings illustrate the importance of recruitment, with two exceptional years for landings in 1997 and 1998 (more than 9,000 tonnes) caused by high recruitment in 1996. After this very short good period, landings again became very low, reaching approximately 800 tonnes in 2006.

The minimum landing size for cod is 35 cm.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Homarus gammarus

Homard
Lobster, European lobster

© IFREMER

Les apports britanniques avoisinent les 140 tonnes entre 1989 et 2002, atteignant un pic historique en 2005 de plus de 300 tonnes alors que les débarquements français, bien qu'en augmentation depuis 2001, atteignent 34 tonnes en 2006.

La pêcherie britannique essentiellement située autour de l'île de Wight est principalement composée de navires de petite taille. Les captures de homard s'échelonnent d'avril à septembre avec un pic de production au mois de juin. En France, les plus fortes densités de homard s'observent sur les côtes normandes principalement à l'ouest de la presqu'île du Cotentin mais aussi sur le littoral nord de la Bretagne.

Le quartier des Affaires Maritimes de Cherbourg représente plus du tiers de la production nationale. Cependant les ventes directes, bien souvent non déclarées, donnent une estimation toute relative de la contribution de ce quartier aux apports de Manche orientale. Il n'en demeure pas moins le plus important contributeur, devant les quartiers de Caen et Fécamp dont les productions sont anecdotiques. A l'est du Cotentin, les zones de pêche sont côtières et fréquentées par des petits navires qui pratiquent la pêche au casier à la journée.

Cette espèce n'est régie par aucune réglementation communautaire particulière.

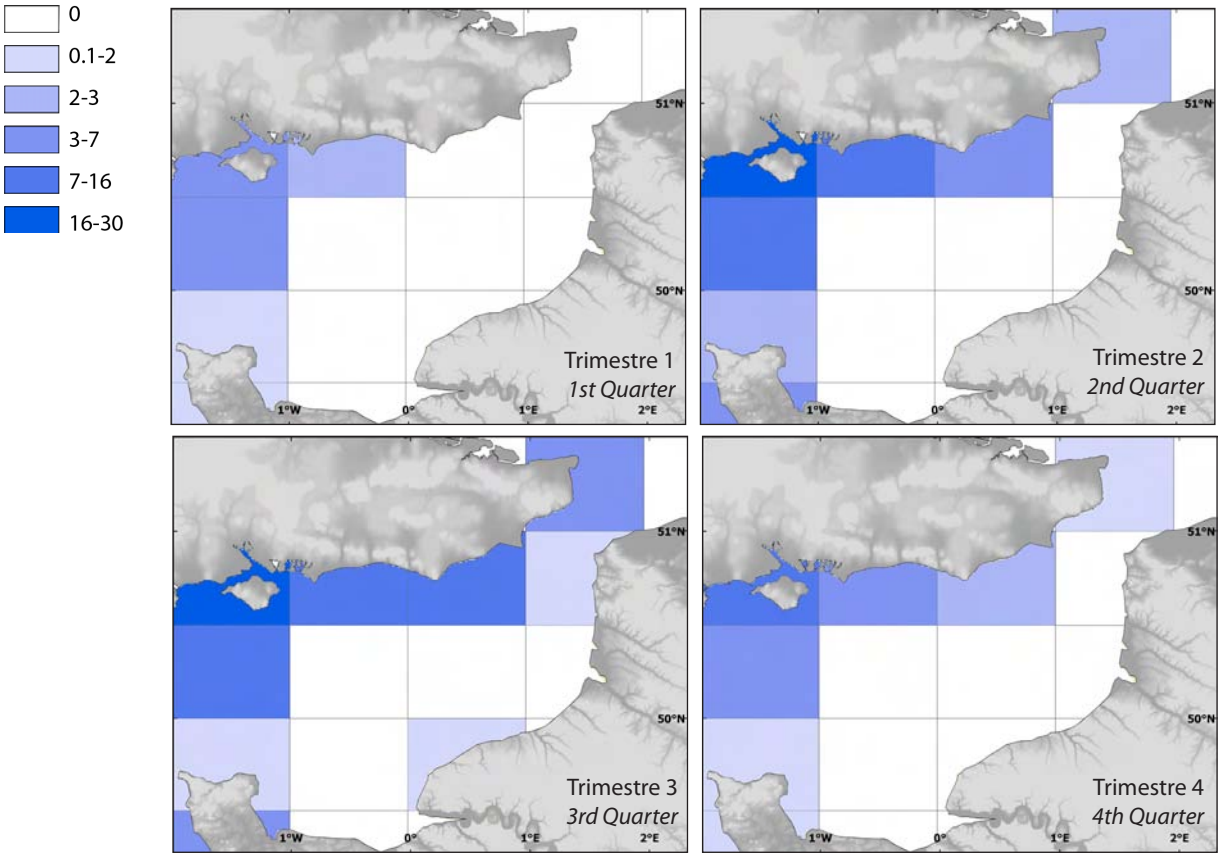
UK landings are more important: 140 tonnes between 1989 and 2002, up to a historical maximum of more than 300 tonnes in 2005. Comparatively, French landings have increased from 4 tonnes in 2001 to 34 tonnes in 2006 .

The British fishery, consisting of small-size fishing boats, is mainly located around the Isle of Wight. Catches are spread out from April to September with a maximum in June. In France, the greatest densities of lobsters are found along the coast of Normandy to the west of the Cherbourg peninsula and along the northern coast of Brittany.

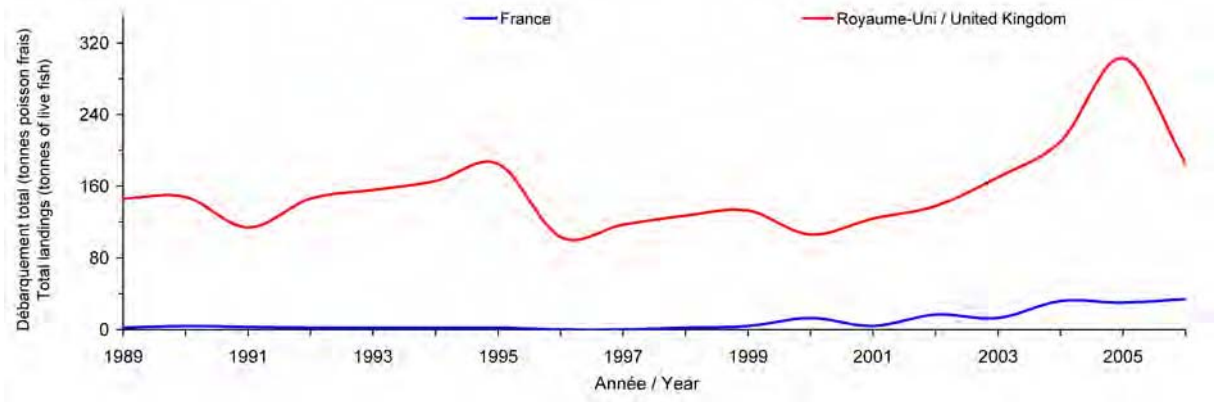
A third of French production comes from Cherbourg's Maritime Area, though direct sales (mostly undeclared) are thought to be significant, thereby potentially underestimating eastern English Channel production. Nevertheless the Cherbourg area contributes much more to the eastern English Channel landings than the Caen and Fécamp areas. To the east of the Cherbourg peninsula, the fishing areas are in coastal waters and small-size fishing boats fish by the day using pots.

Lobster fishing is not managed at EU level.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Limanda limanda

Limande commune
Common dab

© IFREMER

La limande est une espèce dite "accessoire" car capturée principalement au chalut de fond par les bateaux recherchant la plie, mais aussi par le chalut à perche des flottilles ciblant la sole commune.

Les captures sont réalisées principalement dans la partie est de la Manche orientale. La pêche de la limande est saisonnière avec des apports plus élevés en février-mars et mai-juin.

Les débarquements britanniques, très faibles, diminuent régulièrement depuis 1991 et se situent actuellement à un niveau voisin de 10 tonnes. Les captures françaises, débarquées principalement à Boulogne-sur-mer, sont beaucoup plus élevées et ont évolué entre 600 et 1 300 tonnes de 1989 à 1999, pour se stabiliser ensuite autour de 700 tonnes. Le niveau des captures doit cependant être plus élevé car cette espèce fait l'objet de rejets importants, en raison de sa petite taille et d'une valeur marchande peu attractive qui est souvent liée aux habitudes locales de consommation. Cette espèce est aussi fortement exploitée par les Pays-Bas (plus de 1 000 tonnes en 2001), dépassant la production française, et la Belgique (aux environs de 300 tonnes).

La limande est commercialisée à l'état frais.

Cette espèce ne fait pas l'objet d'une gestion communautaire. Sa taille minimale de commercialisation a été supprimée en 2000.

Dab is considered a by-catch species as it is mainly caught by bottom trawl and beam trawl fleets targeting plaice and sole, respectively.

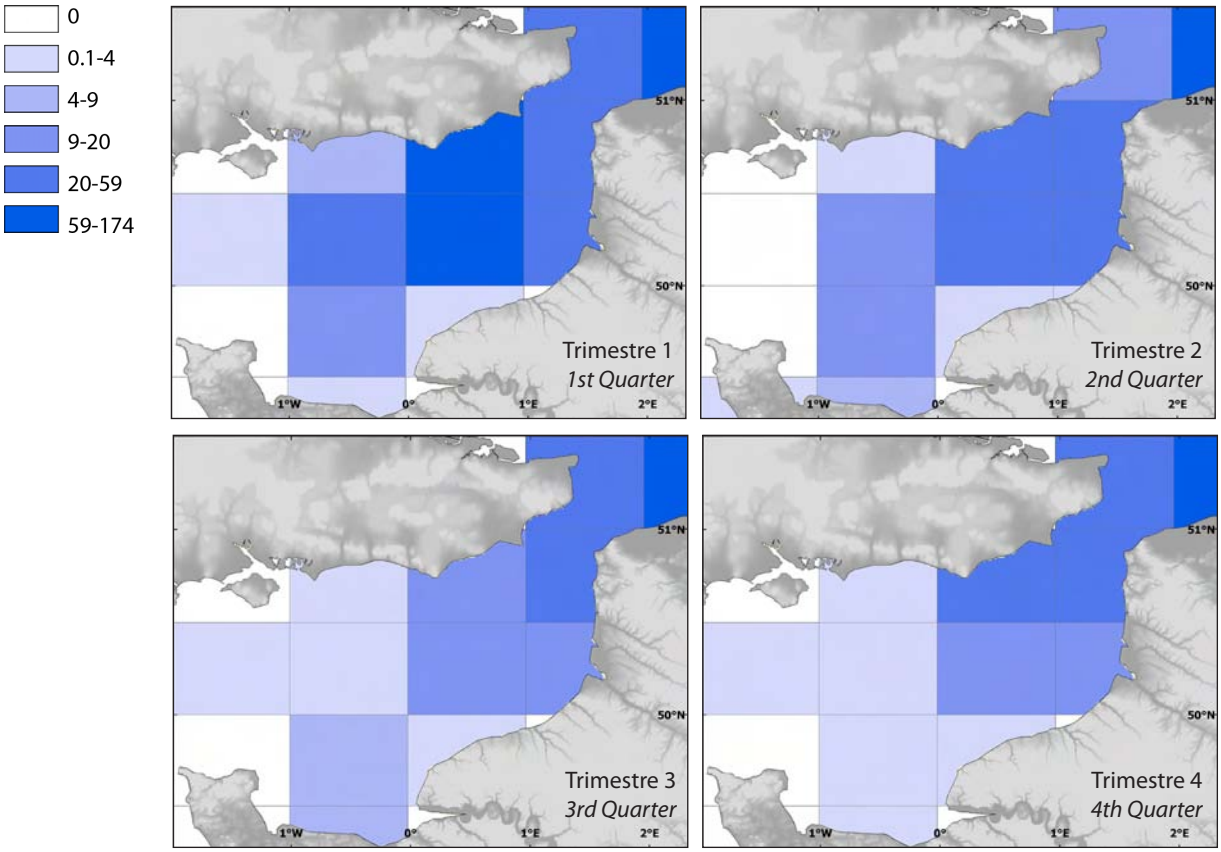
The catches are mainly made in the eastern section of the eastern English Channel. There is a seasonal pattern with higher landings in February-March and May-June.

The British landings, very low, have shown a regular decline since 1991 and are now around 10 tonnes annually. The French landings, mainly in Boulogne-sur-mer, are higher: from 1989 to 1999, these fluctuated annually between 600 and 1,300 tonnes, after which they stabilized between 600 and 800 tonnes. However, the quantities of dab caugthare probably far greater than the landings as this species is frequently discarded because of its small size and low commercial value, the latter being dependent on local consumption habits. High landings have been registered by the Netherlands between 2000 and 2004 (with more than 1,000 tonnes landed in 2001, i.e. greater than France), and by Belgium (with about 300 tonnes annually).

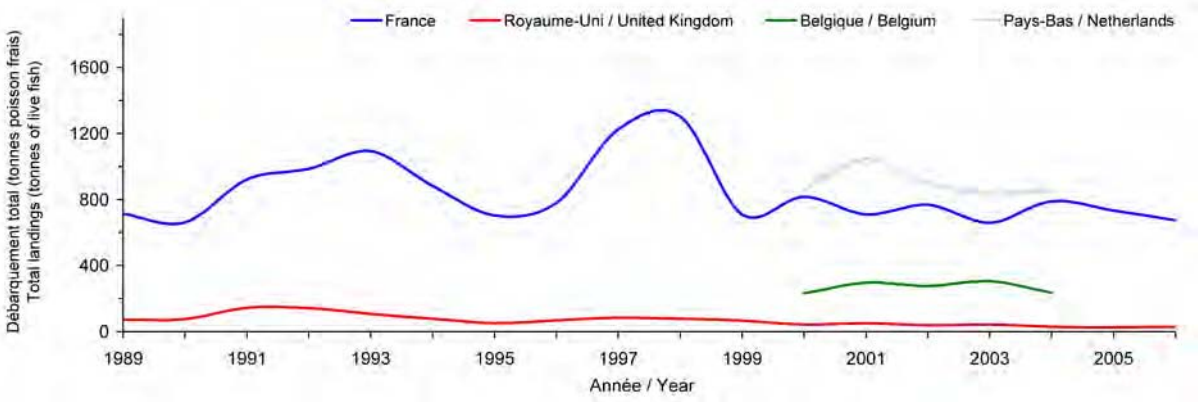
Dab is marketed fresh .

Dab is not a TAC species and its minimum marketing size was withdrawn in 2000.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international

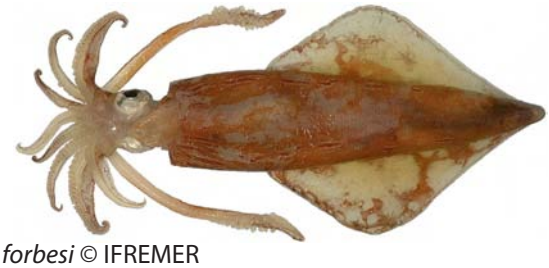


Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004 : autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom, 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Loligo spp.

Encornet, Calmar
Squid



L. forbesi © IFREMER

L. vulgaris © IFREMER

En Manche orientale et au sud de la Mer du nord, les encornets (aussi commercialisés sous le nom de calmar), regroupent deux espèces non différenciées au débarquement : l'encornet (*Loligo vulgaris*), caractérisé par de grosses ventouses au centre de la massue tentaculaire, et l'encornet veiné (*Loligo forbesi*) présentant des marques chromatophoriques sur les côtés du manteau.

La presque totalité des apports provient des flottilles françaises (99% en moyenne de 1989 à 2006) qui capturent ces céphalopodes principalement au chalut de fond (99% des débarquements français) d'octobre à mars.

Les données françaises montrent une augmentation nette des captures de calmar en 1993, suivie d'une tendance stable jusqu'en 2001, atteignant en moyenne 1 400 tonnes. Entre 2002 et 2005, les captures doublent pour atteindre une production maximale de 2 773 tonnes en 2004.

Certains expliquent cette augmentation comme une conséquence du réchauffement climatique alors qu'elle semble plutôt corrélée à la diminution d'un gros prédateur, le cabillaud. Toutefois en 2006, les apports retrouvent un niveau moyen.

Les calmars ne font pas l'objet de réglementation communautaire. La faible longévité (2 ans) de ces espèces fait que leur exploitation est très liée au recrutement, lui-même très sensible à la qualité de leur environnement, rendant très difficile la gestion de ces stocks.

In the eastern English Channel and southern North Sea, the term squid includes two species which are not discriminated in landings data: the European squid (*Loligo vulgaris*) characterised by large suckers in the centre of the tentacle arm, and the northern (or veined) squid (*Loligo forbesi*) displaying chromatophorical markings on the mantel sides.

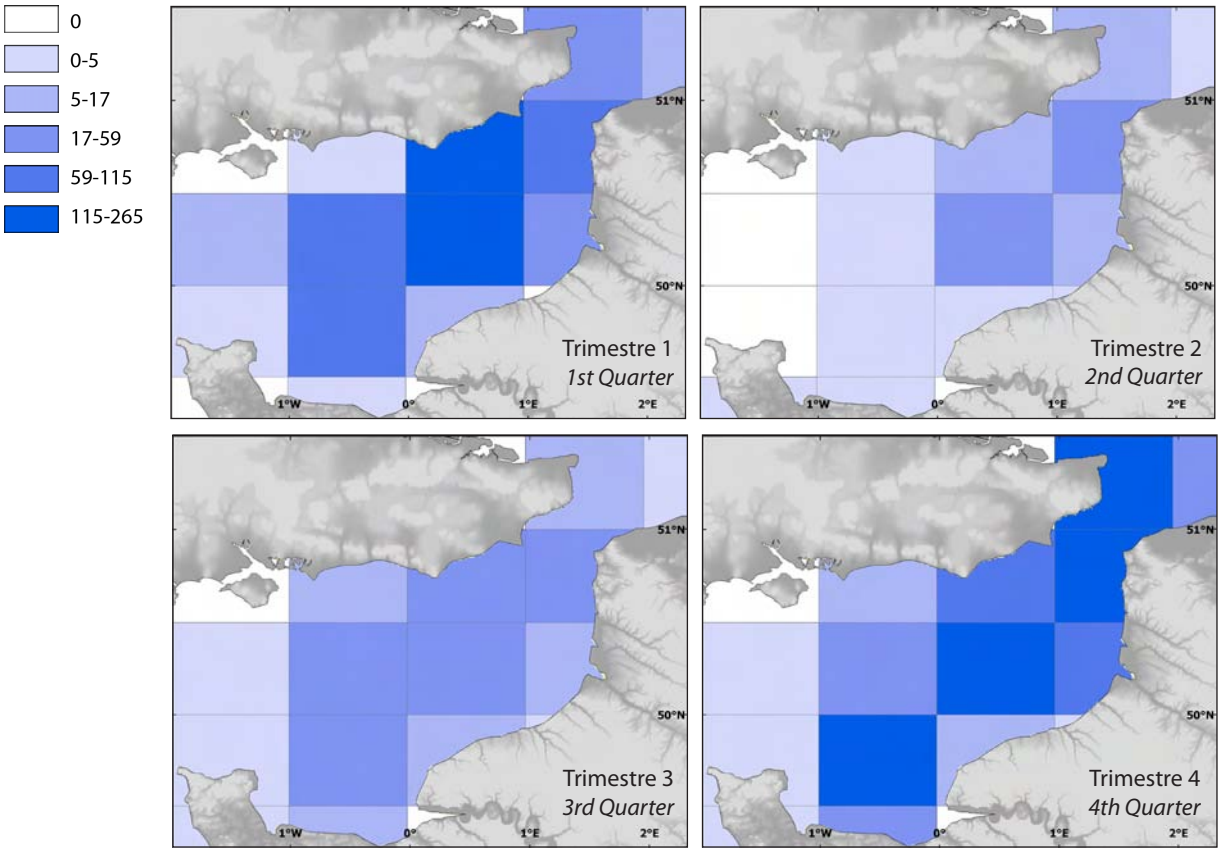
Almost all landings come from the French fleet (on average 99% from 1989 to 2006), using mainly bottom trawls (99% of French landings) and fishing from October to March.

French landings showed a clear increase until 1993, followed by a stable trend until 2001, with annual landings averaging 1,400 tonnes. Between 2002 and 2005, catches doubled and reached 2,773 tonnes in 2004.

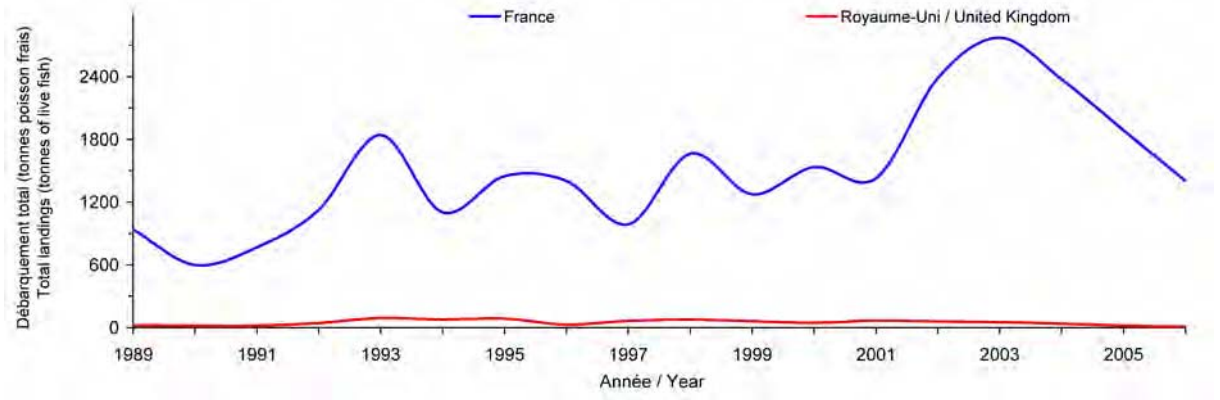
Climate change is mentioned as a possible explanation for this increase, which may in fact be due to a concomitant decline in an important predator, the Atlantic cod.

Squid is not a TAC species. Because of its short life span (two years), exploitation levels of this species are highly dependent on recruitment, which in turn is highly dependent on environmental conditions. This makes stock management very complex.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean for 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Maja brachydactyla

Araignée de mer
Spider crab

© IFREMER

En Manche orientale, l'araignée de mer est surtout pêchée d'avril à juin dans une zone située au nord et à l'est de la presqu'île du Cotentin, ainsi que sur les côtes britanniques, plus précisément dans le Solent.

Les captures des flottilles pêchant principalement au casier à grands crustacés et au filet pour les plus gros individus, restent faibles par rapport à ce qui est pêché en Manche occidentale. On peut même parler aujourd'hui de pêcherie confidentielle puisqu'il s'agit d'environ 400 tonnes annuelles, la France réalisant 75 % des captures en 2006.

Mais les déclarations britanniques ont longtemps été supérieures avec l'existence d'une flottille importante dans les années 1994 à 1998 pêchant 1 200 tonnes d'araignée en 1995.

Ces chiffres ne tiennent pas compte des rejets engendrés par la pêche au filet fixe ou des captures de la plaisance, qui peuvent augmenter de façon significative les captures totales réalisées en Manche orientale. Bon nombre de professionnels écrasent à coup de maillet les individus emmêlés dans les filets et bien souvent inextricables. Aussi, il existe une importante pêche plaisancière qui exerce principalement sur les côtes nord du Cotentin et dirigée vers les juvéniles, appelés "moussettes".

L'araignée n'est régie par aucune réglementation communautaire particulière.

In the eastern English Channel, spider crabs are caught from April to June, in areas north and east of the Cherbourg peninsula and off the British coasts in the Solent area.

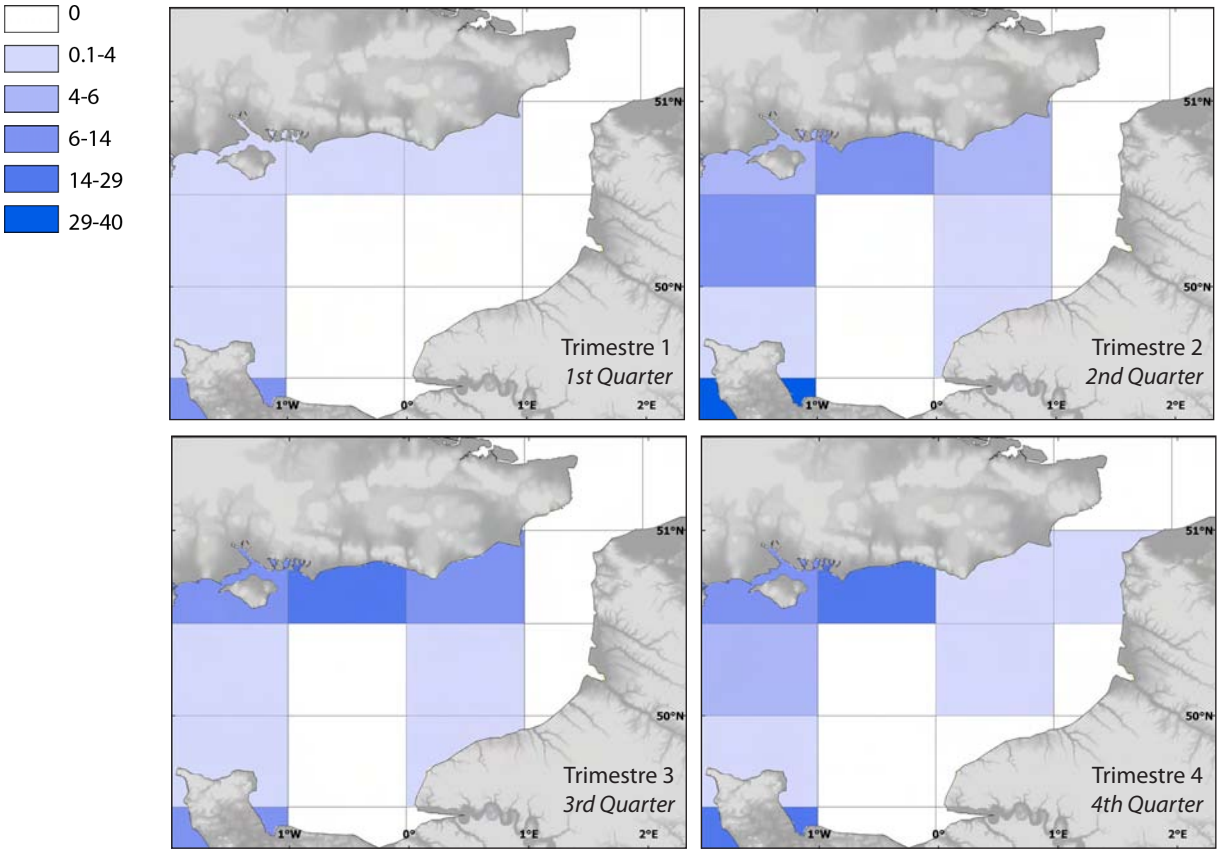
Fishers in the eastern English Channel use specific pots (targeting large crustaceans) or sometimes nets (for larger individuals), but the landings are really low compared with western Channel landings. About 400 tonnes are landed annually in the study area, unevenly shared between France (75% of landings in 2006) and the United Kingdom.

British catches are down considerably since the 1994-1998 period, when catches were far higher than the French ones, even peaking at 1,200 tons in 1995.

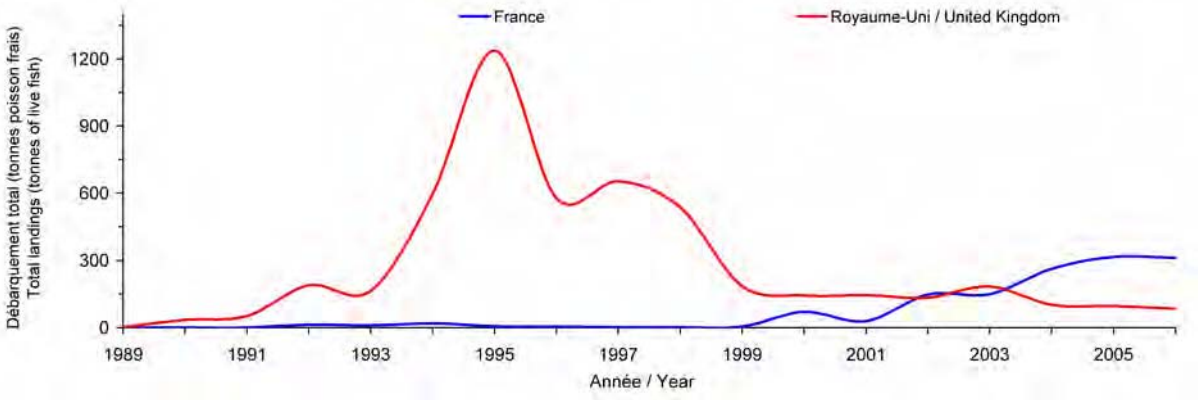
Landings figures do not take into account recreational fishing or discards of crabs from static nets, which may significantly increase total landings in the eastern English Channel. There are many recreational fishers along the northern coasts of the Cherbourg peninsula who target juvenile spider crabs. Further, many professional fishers crush and discard the spider crabs that they find entangled in their nets.

This species is not managed at EU level.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Merlangius merlangus

Merlan
Whiting

© IFREMER

Le merlan est une espèce cible importante pour la pêche artisanale française qui totalise plus de 90 % des débarquements internationaux en Manche orientale et sud mer du Nord. Le stock considéré ici s'étend sur les zones VIId (Manche) et IV (mer du Nord) du CIEM.

Depuis 1989, les apports français fluctuent entre 3 400 tonnes et 8 500 tonnes. Les autres pays concernés par la capture de cette espèce dans ce secteur sont les Pays-Bas, le Royaume-Uni et la Belgique.

Les apports de merlan sont principalement réalisés dans le détroit du Pas-de-Calais, au chalut de fond (91%) par les chalutiers mixtes de 16 à 25 m basés à Boulogne-sur-mer. Entre 1989 et 2001, les captures de merlan sont relativement stables en moyenne avec un maximum observé en 2001 (8 500 tonnes), puis déclinent rapidement pour atteindre 3 400 tonnes environ en 2006.

Le merlan est pêché toute l'année. Cependant, en Manche orientale, la saison est plus marquée en début d'année avec un pic en mars alors qu'à l'inverse dans le sud de la mer du Nord, l'activité est moins importante de février à avril. Des données d'indices de juvéniles et d'adultes suggèrent des déplacements entre la mer du Nord et la Manche orientale. Les géniteurs pourraient ainsi se reproduire en Manche orientale au premier trimestre, correspondant à la saison de pêche dans ce secteur, puis repartiraient vers le nord en raison du réchauffement printanier des eaux.

Le merlan est une espèce sous gestion communautaire. La mortalité par pêche serait en augmentation ces dernières années et la biomasse de géniteur aurait atteint un minimum historique en 2008. Les recrutements sont très faibles depuis 2001. En l'absence de données suffisantes pour pouvoir fixer les limites de sécurité biologique, le TAC est calculé sur la moyenne des captures de 2003 à 2005. La taille marchande du merlan est actuellement de 27 cm.

Whiting is of prime importance to small French fishing vessels, which land more than 90% of the international landings from the eastern English Channel and southern North Sea. The stock considered here spans VIId (Channel) and IV (North Sea) ICES areas.

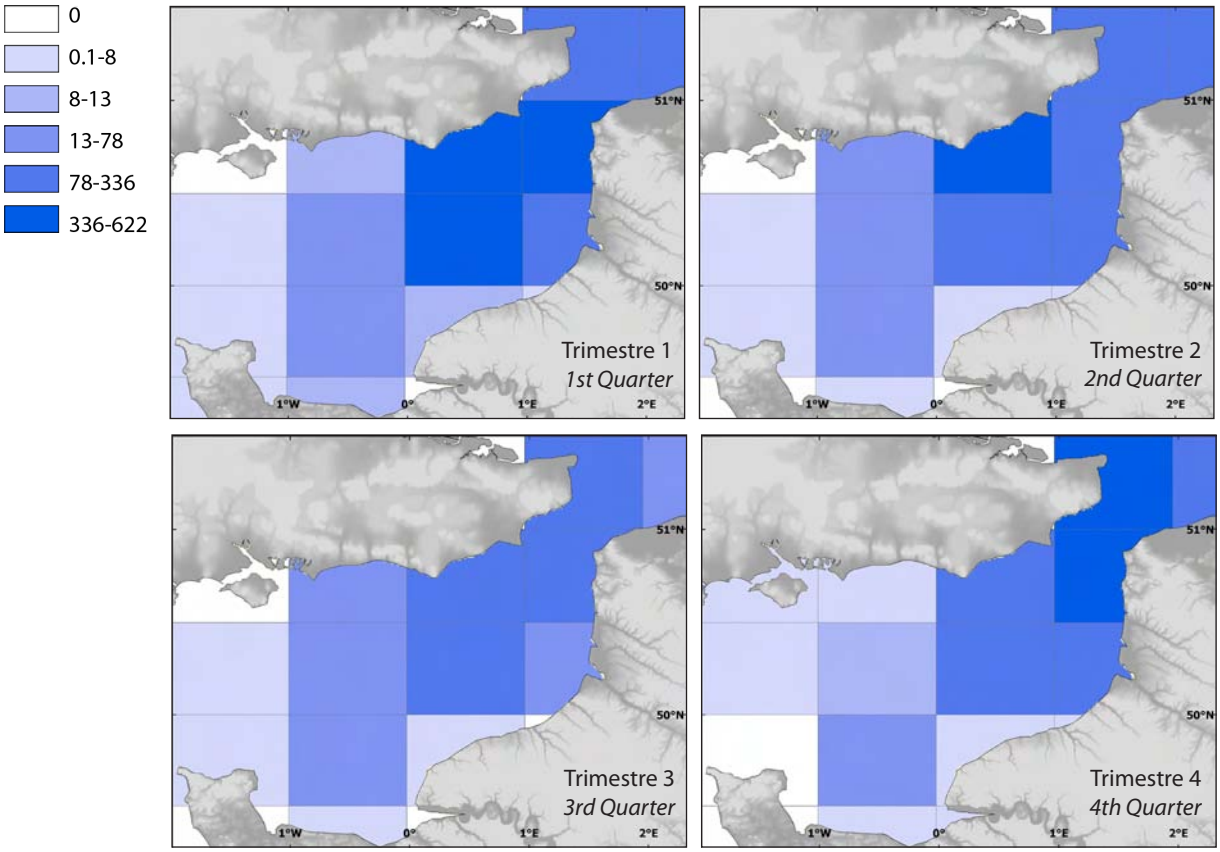
Since 1989, French landings have fluctuated between 3,400 and 8,500 tonnes per year. The other countries involved in catching this species in this area are the Netherlands, the United Kingdom and Belgium.

Whiting are mainly caught in the Dover Strait with bottom trawl (91%), by the mixed trawl fishery (vessel lengths 16-25 m) based in Boulogne-sur-mer. From 1989 to 2001, whiting landings have been relatively stable, with a maximum of 8,500 tonnes in 2001. Since then, landings have decreased quickly down to approximately 3,400 tonnes in 2006.

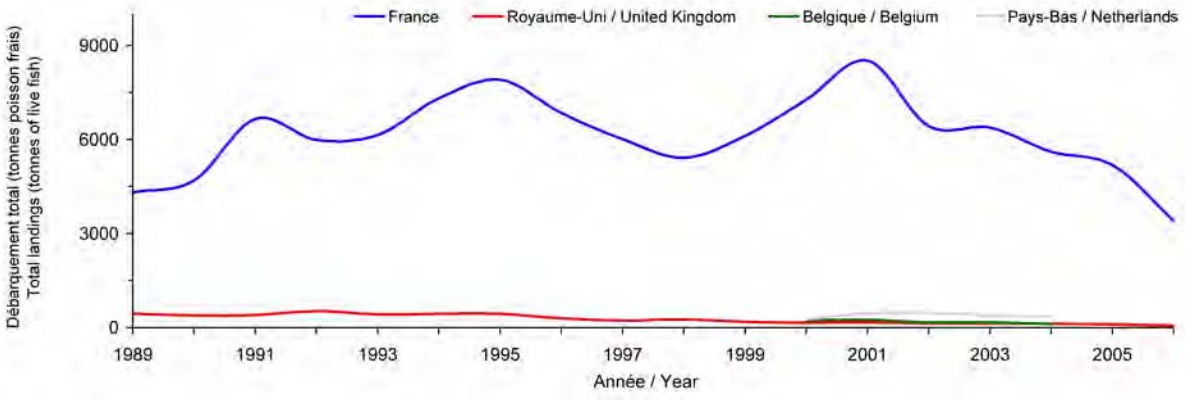
Whiting is fished all year round. In the eastern English Channel, catches are higher at the beginning of the year, peaking in March, which is different from the southern North Sea where most whiting are caught later in the year. Data on juvenile and adult distributions suggest movements between the North Sea and the eastern English Channel: it is likely that spawning adults come to the eastern English Channel to spawn during the first quarter, which corresponds to the fishing season in this area, and then migrate northward as waters progressively warm.

The whiting stock is managed at EU level. The fishing mortality would be increased in recent years, and spawning stock biomass would have reached an historical minimum in 2008. Recruitment levels have been low since 2001. In the absence of sufficient data to fix the safe biological limits, TAC is now calculated using mean catches from 2003 to 2005. The current minimum landing size for whiting is 27 cm.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Microstomus kitt

Limande sole commune
Lemon sole

© IFREMER

En Manche orientale, la limande sole est essentiellement pêchée dans le détroit du Pas-de-Calais. Les captures, principalement effectuées au chalut de fond, montrent une saisonnalité avec des apports plus importants aux troisième et quatrième trimestres.

La limande sole est un poisson dont la chair est estimée et qui est consommé frais. Elle est très prisée par les Britanniques qui l'exploitent principalement en Manche occidentale. Les débarquements britanniques provenant de la Manche orientale dépassent rarement les 200 tonnes et présentent une légère diminution depuis l'année 2002.

Les captures françaises variaient entre 200 et 400 tonnes au début des années 1990. Elles ont ensuite augmenté à partir de 1994 pour atteindre 1 000 tonnes en 1996 et revenir, à partir de 1998, aux valeurs du début de la décennie et diminuer à nouveau en 2006 (100 tonnes).

Ce poisson, que l'on retrouve au nord du détroit du Pas-de-Calais (car c'est une extension du stock situé au sud de la mer du Nord), aurait probablement bénéficié d'un bon recrutement pendant 2 ou 3 ans, expliquant peut-être les fortes valeurs observées dans les années 1990s. Des captures ont également été enregistrées par les chalutiers belges, entre 2000 et 2004, avec des apports atteignant 200 tonnes par an.

La limande sole ne fait pas l'objet d'une gestion communautaire. Sa taille minimale de commercialisation a été supprimée en 2000.

In the eastern English Channel, lemon sole is mainly caught in the Dover Strait, and by bottom trawl. Landings are very seasonal, being greatest during the third and fourth quarters.

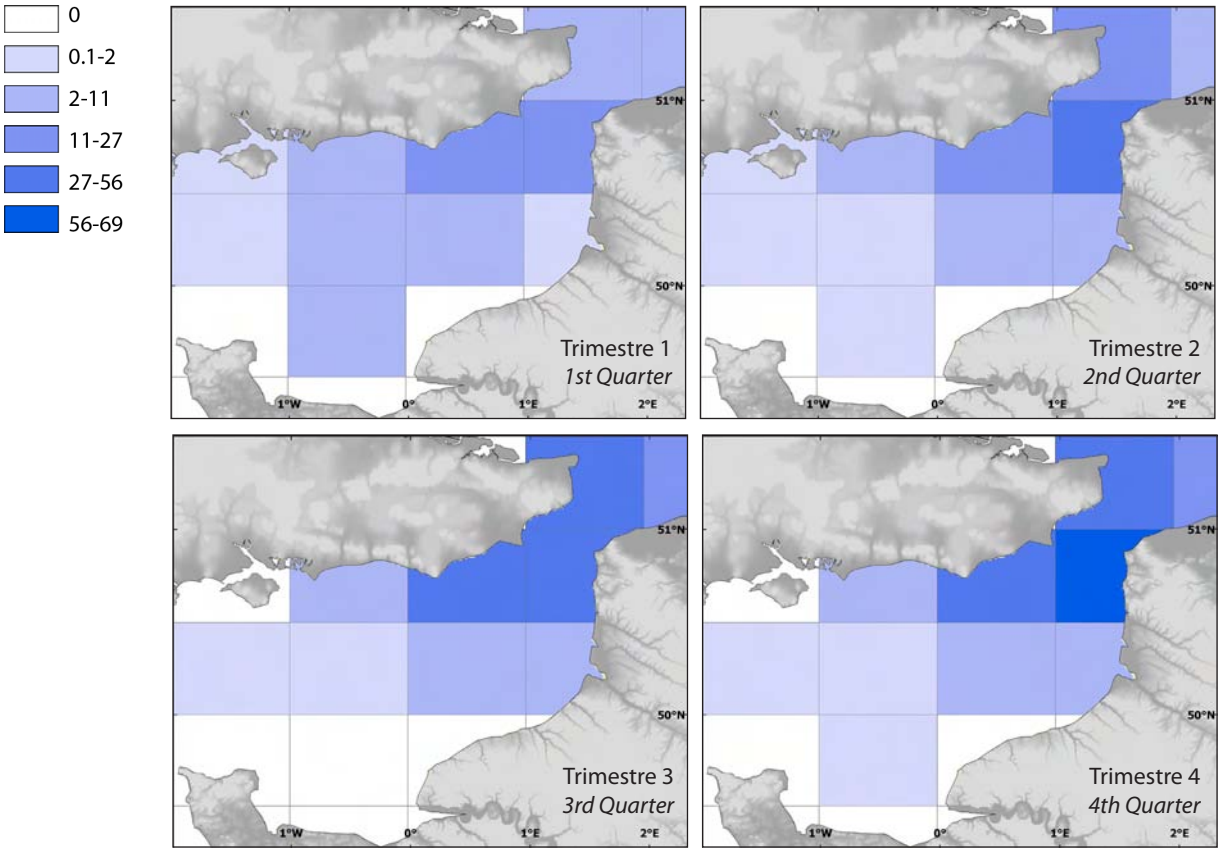
Lemon sole is a valuable fish which commands a higher price when very fresh. It is very prized by British fleets, which exploit it mostly in the western English Channel. British landings from the eastern English Channel are rarely higher than 200 tonnes, and they have been declining slightly since 2002.

French landings fluctuated between 200 and 400 tonnes during the early 1990s. There was then a significant increase in landings after 1994, peaking at 1,000 tonnes in 1996 but from 1998 onwards, landings returned to levels comparable to those of the early 1990s, with a reduction to 100 tonnes by 2006.

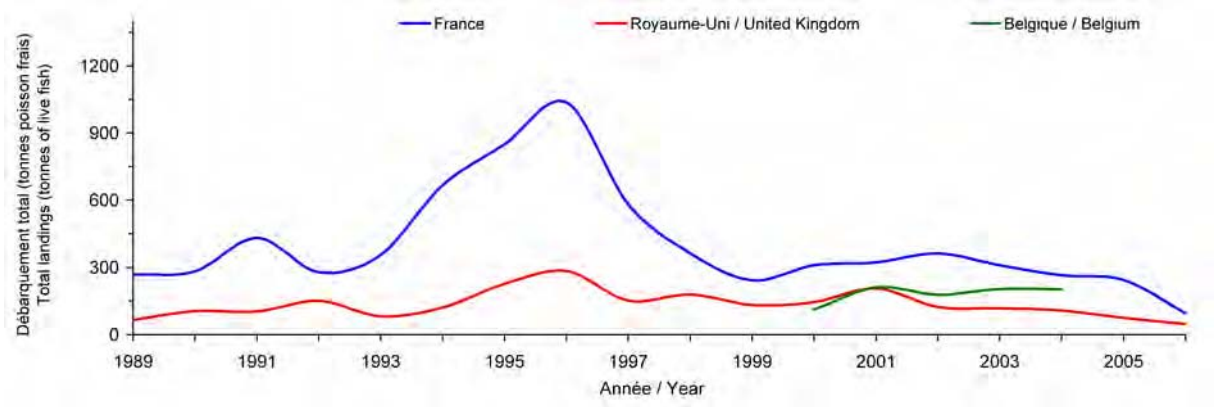
This fish, which is also found in the northern part of the Dover Strait where it forms an extension of the southern North Sea stock, may have benefited from 2 to 3 years of good recruitment; this may help explain the peaks observed in the 1990s. Catches of about 200 tons per year have also been registered by Belgian trawlers between 2000 and 2004.

Lemon sole is not a TAC species and its minimum landing size was withdrawn in 2000.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, : autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Mullus surmuletus

Rouget barbet de roche
Stripped red mullet

© IFREMER

En Manche orientale et au sud de la mer du Nord, seule une espèce de rouget barbet est présente : le rouget barbet de roche.

Ce poisson a un impact économique important pour la pêche artisanale en raison de sa forte valeur commerciale. Considéré comme une espèce noble par les pêcheurs, le rouget barbet de roche est essentiellement exploité par la France (97% des débarquements), les débarquements du Royaume-Uni ne représentant en moyenne sur les dix dernières années que 3% des apports. Dans le détroit du Pas-de-Calais, cette espèce est pêchée presque exclusivement au chalut de fond (98%).

Les quantités peuvent fluctuer d'une année à l'autre mais le rouget barbet de roche est toutefois plus abondant à partir de mai jusque décembre. Les débarquements français augmentent à partir de 1990 (290 tonnes). Relativement stables jusqu'en 1994, ils atteignent rapidement plus de 3 000 tonnes en 2004 grâce à un bon recrutement en 2003. Depuis, l'abondance de rouget barbet montre une tendance à la baisse.

L'espèce devrait cependant être gérée au niveau communautaire dans un avenir proche.

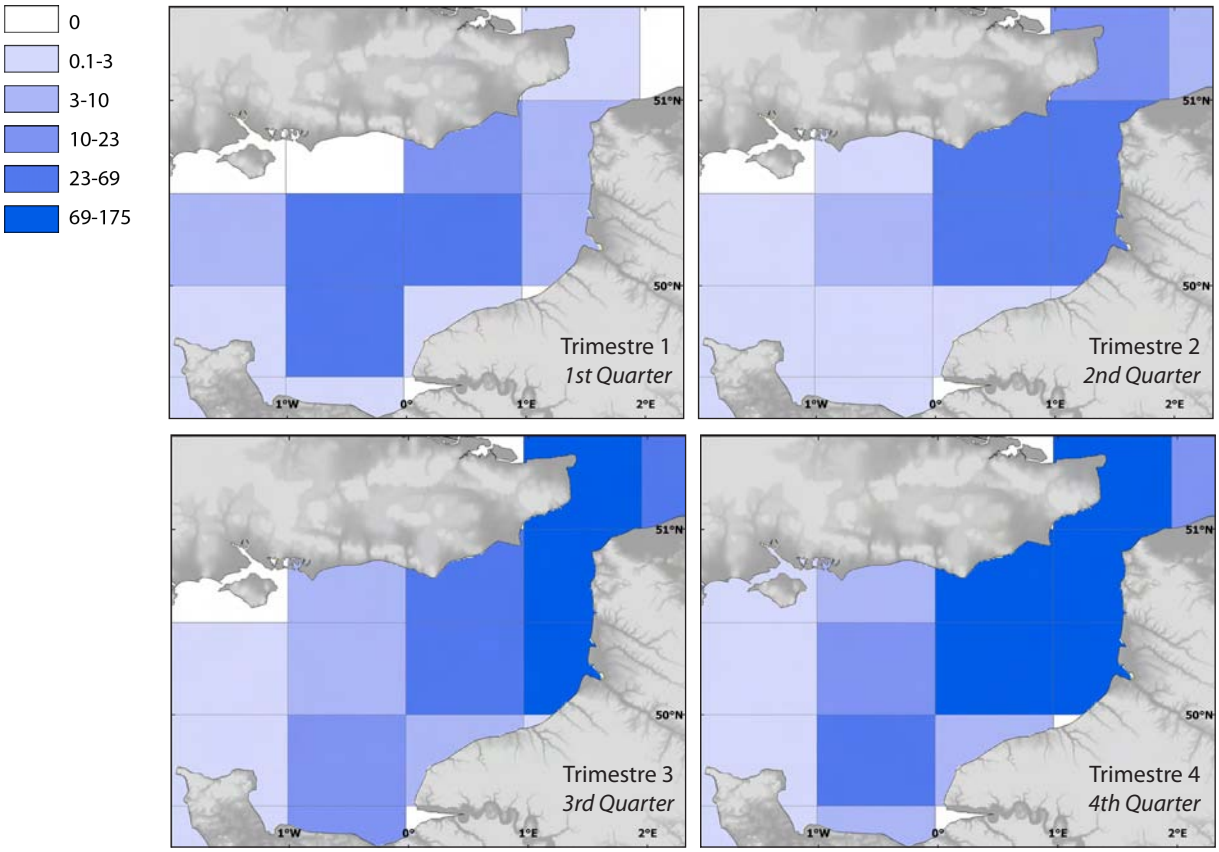
In the eastern English Channel and southern North Sea, its appears that only one species of red mullet is found (the stripped red mullet).

This fish is important to the artisanal fishery because of its high commercial value. Regarded as a noble species by the fishers, the red mullet is mainly exploited by France (97% of eastern English Channel catches), whilst British catches only amount to 3% of the total catches over the ten last years . In the Dover Strait this species is fished almost exclusively by the bottom trawlers (98%).

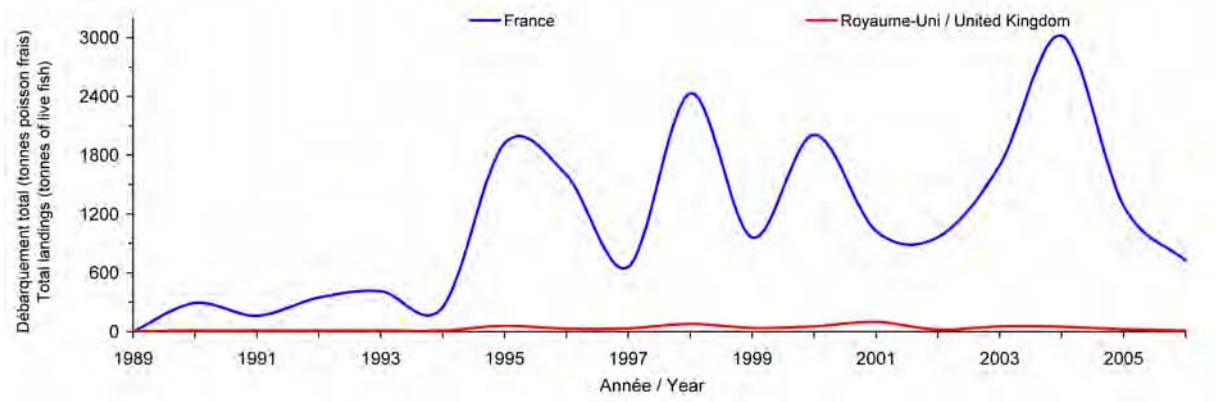
Although stocks fluctuate slightly from year to year, red mullet are more abundant from May to December. French landings started to increase after 1990 (290 tonnes). Although relatively stable until 1994, they increased rapidly in the following years to a peak of more than 3,000 tonnes in 2004 following good recruitment in 2003. Since then the abundance of red mullet has shown a downward trend.

In the near future, this species should be managed at EU level.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Pecten maximus

Coquille Saint-Jacques
Scallop, King scallop

© G. Paulmier

En Manche orientale, la coquille Saint-Jacques est pêchée au moyen d'une drague. Environ 220 navires français, une dizaine de bateaux britanniques et quelques bateaux belges et hollandais exploitent les zones de plus forte concentration.

Très prisée, la coquille Saint-Jacques est débarquée dans pratiquement tous les ports français de la Manche orientale et elle constitue l'apport principal pour certains d'entre eux spécialisés dans ce type de pêche (Port-en-Bessin, Grandcamp, Dieppe).

La saisonnalité des débarquements est liée à la réglementation. En France, la pêche est autorisée du premier octobre au 15 mai hors de la baie de Seine, avec un accès plus limité (de début décembre à février-mars) sur le gisement classé de la baie de Seine. Au Royaume-Uni, elle est autorisée toute l'année mais la majeure partie des débarquements ont lieu l'été. Ceux-ci varient entre 1 000 et 2 500 tonnes par an. Les débarquements français oscillent généralement entre 3 000 et 7 000 tonnes, selon les années, et une production exceptionnelle a été observée en 2005 (plus de 10 000 tonnes), suite à un fort recrutement.

En France, la pêche de la coquille Saint-Jacques est très réglementée : périodes autorisées (jours et heures) selon les secteurs, licences, heures autorisées, engins réglementés, quotas journaliers pour le gisement classé de la baie de Seine. A chaque campagne de pêche, des arrêtés préfectoraux définissent les dates d'ouverture des gisements et les conditions d'exercice de la pêche (notamment le temps de pêche par jour qui peut faire sensiblement varier la durée de la marée), sur la base des avis scientifiques et des propositions faites par les instances professionnelles.

Une taille minimale de commercialisation (11 cm de large, mesure communautaire) s'applique à l'ensemble des flottilles travaillant en Manche orientale.

In the eastern English Channel, scallops are caught with dredges. The fishing fleet comprises of about 220 French vessels, about 10 British vessels and some Belgian and Dutch vessels exploiting areas of high density.

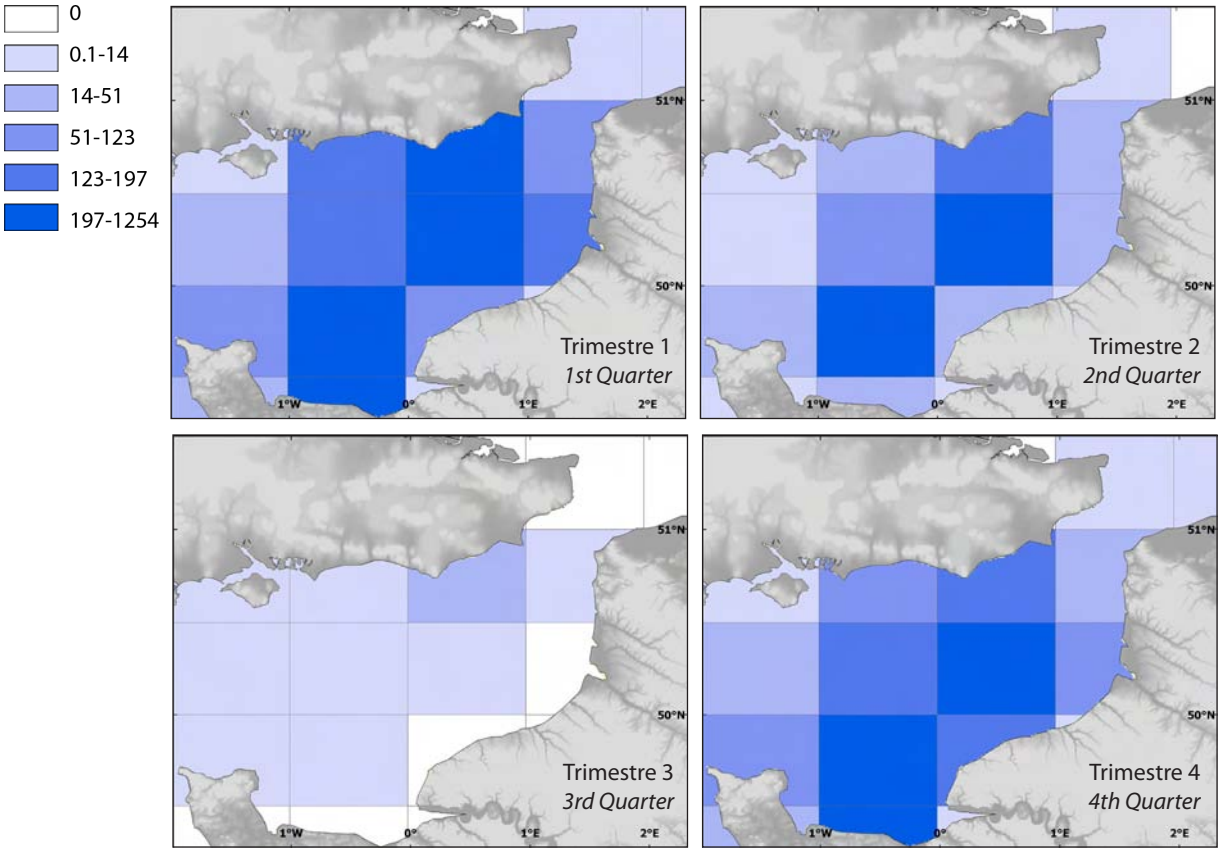
Scallop is a very valuable species and is landed in all fishing ports along the French coast; for some of these, this is the species of primary importance (e.g. Port-en-Bessin, Grandcamp, Dieppe, Fécamp).

Landings are seasonal linked to fishery management measures. In France, scallop fishing is allowed from the first of October to the 15th of May outside of the Bay of Seine, with stricter access (from the beginning of December to February-March) on some designated beds of the Bay of Seine. In the United Kingdom, fishing is allowed the whole year, but the main catches are landed in summer, and these vary between 1,000 and 2,500 tonnes per year. French landings generally fluctuate between 3,000 and 7,000 tonnes, though they have reached more than 10,000 tonnes in 2005 following high recruitment.

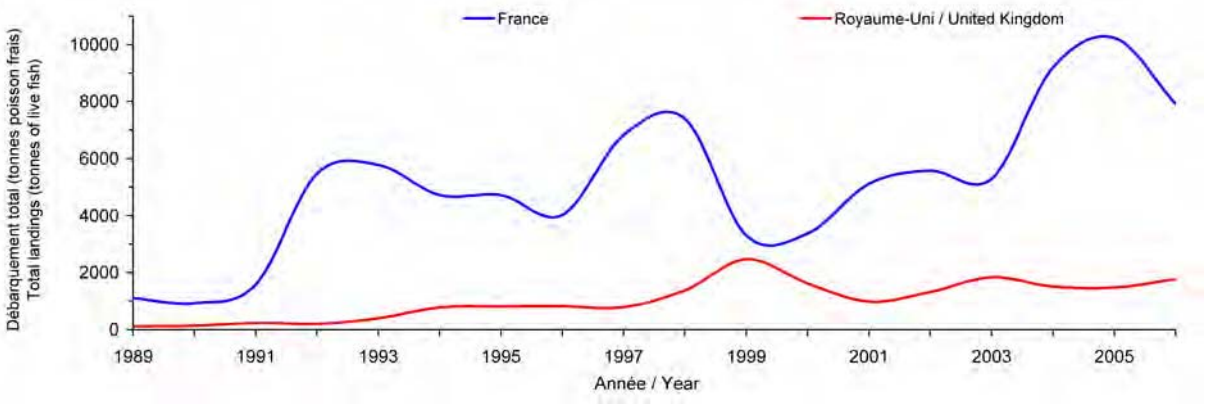
In France, scallop fishing is very controlled: fishing permits and periods (days and times), licenses, gear restrictions, daily quotas for the designated beds of the Bay of Seine. For each dredging trip, a legal order is given defining the dates of opening and conditions under which fishing can be conducted (in particular the hours of fishing per day, which can appreciably vary the trip duration). Legal orders take into account scientific advice and professional authorities' opinions.

The minimum commercial width for scallop of 11 cm (EU measure) applies to all fleets fishing in the eastern English Channel.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean for 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Platichthys flesus

Flet commun
European flounder

© IFREMER

Le flet est une espèce de faible intérêt commercial car sa chair est peu appréciée et il doit être consommé très frais.

Cette espèce amphihaline, trouve dans les eaux saumâtres un environnement favorable à son développement, avant de se réfugier en hiver dans des eaux plus profondes et moins froides où elle pond au printemps.

Il est capturé principalement au chalut de fond, mais aussi au chalut à perche et au trémail. Les débarquements ont lieu essentiellement au premier semestre avec un pic en février puis en mai. Une grande partie des débarquements provient des zones voisines du détroit du Pas-de-Calais, ce qui s'explique par la présence d'estuaires que le flet fréquente une partie de l'année : Canche, Authie et Somme entre Boulogne-sur-mer et Dieppe, côté français, et baie de Rye, côté britannique.

Les débarquements britanniques, après avoir culminé à 110 tonnes en 1994, ont progressivement diminué jusqu'en 2004 (20 tonnes), avant d'amorcer une remontée en 2006 (50 tonnes). Les débarquements français, plus importants, semblent suivre une évolution cyclique avec des apports oscillant entre 60 et 200 tonnes et des pics de production en 1997 (180 tonnes) et 2004 (200 tonnes).

L'exploitation de cette espèce n'est régie par aucune réglementation communautaire particulière.

Flounder is low economical significance because its flesh is not appreciated and has to be consumed very fresh.

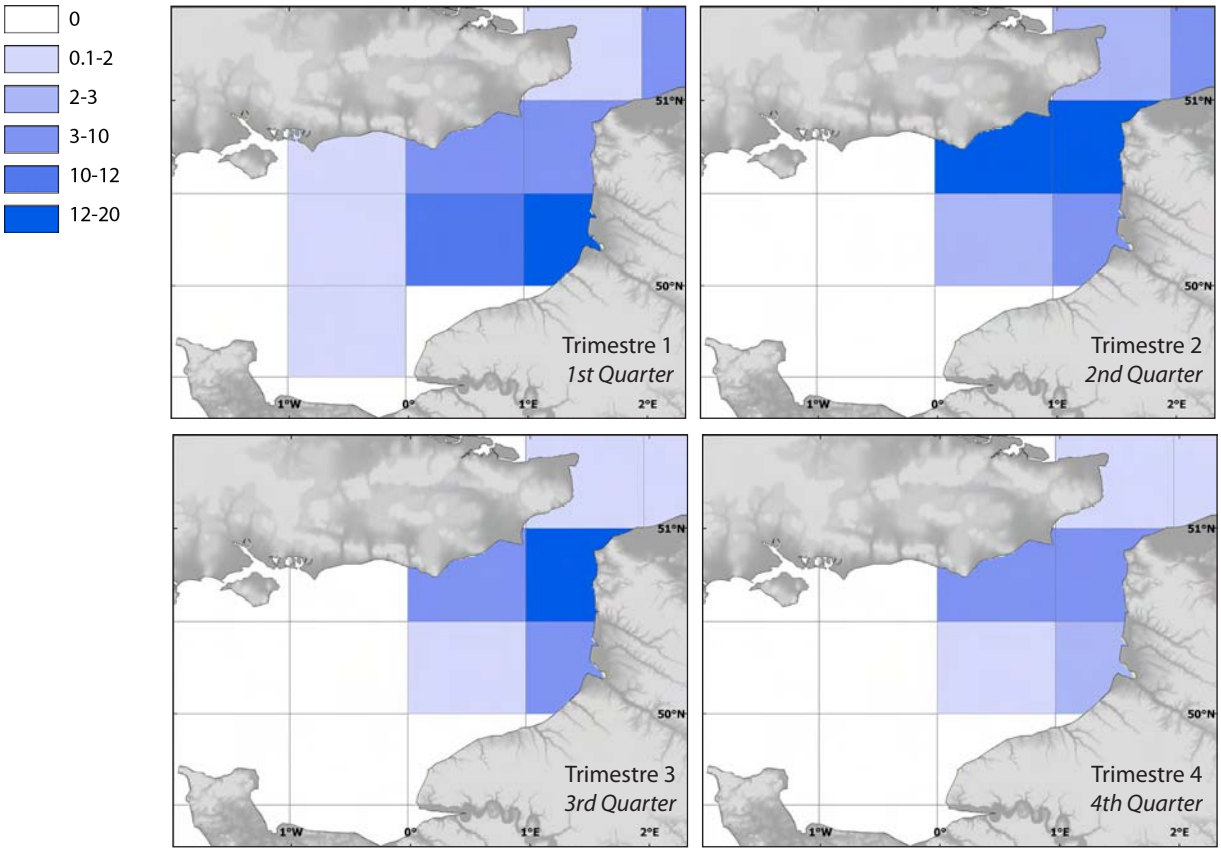
Here, this euryhaline species, finds into brackish waters an environment favourable to its development, before moving to less cold and deeper waters where it spawns in the spring.

It is mainly caught by bottom trawl, but also by beam trawl and in trammel nets. Landings essentially occur during the first two quarters, with a peak in February and again in May. The catches mainly come from areas neighbouring the Dover Strait, which is explained by the presence of estuaries where flounder live part of the year, i.e. on the French coast of the Canche, Authie and Somme estuaries between Boulogne-sur-mer and Dieppe, and in the Bay of Rye on the British coast.

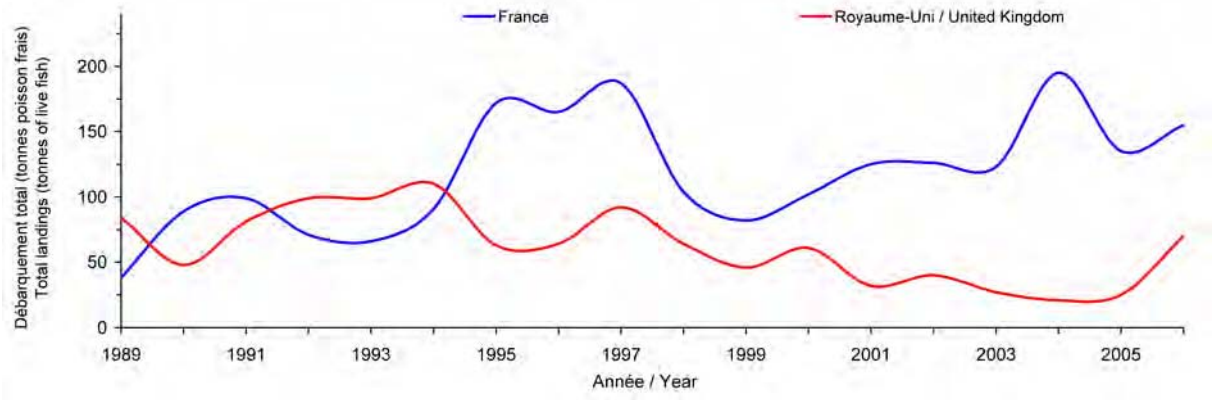
British landings reached 110 tonnes in 1994, then decreased gradualy to only 20 tonnes in 2004 before rising again up to 50 tonnes in 2006. The French landings, which are larger, are seemingly more variable fluctuating between 60 and 200 tonnes with peaks at 180 tonnes in 1997 and at 200 tonnes in 2004.

Flounder is not a TAC species and has no minimum landing size.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Pleuronectes platessa

Plie commune
European plaice

© IFREMER

La plie fait partie, avec la sole, des poissons plats les plus débarqués (près de 11000 tonnes, débarquements de tous les pays confondus en 2000) en Manche orientale et au sud de la mer du Nord où elle joue un rôle économique important pour la pêche artisanale. Le groupe d'évaluation du CIEM considère que la plie commune en Atlantique nord est se divise en deux stocks distincts : le stock VIId (Manche) et le stock IV (mer du Nord).

Elle est principalement exploitée par les Pays-Bas (37% des débarquements), la France (29%), la Belgique (23%) et le Royaume-Uni (10%). Boulogne-sur-mer, principal port de pêche français, absorbe près de 50% du volume total de plie débarqué par la France.

Cette espèce est pêchée toute l'année avec toutefois une saison plus marquée au printemps. Les engins utilisés pour sa capture sont principalement le chalut à perche (67%), le chalut de fond (26%) et les filets fixes (7%). Les captures internationales montrent une baisse régulière depuis 2001. Les débarquements français ont été quasiment divisés par trois entre 2000 (3 895 tonnes) et 2006 (1 845 tonnes).

Il n'y a pas d'évaluation validée par le CIEM pour le stock VIId et pas de perception de l'état de ce dernier. En revanche, le stock de la zone IV est évalué et sa capacité à se reproduire était estimée comme satisfaisante.

La plie est sous gestion communautaire et sa taille minimale de commercialisation est fixée à 27 cm.

Along with the common sole, at the international level plaice is one of the most landed flat fish, with nearly 11,000 tonnes being landed in 2000 from the eastern English Channel and southern North Sea where it represents an important economic part of the artisanal fishery. The ICES working group considers that European plaice in the north-east Atlantic is divided into two stocks: VIId (Channel) and IV (mer du Nord).

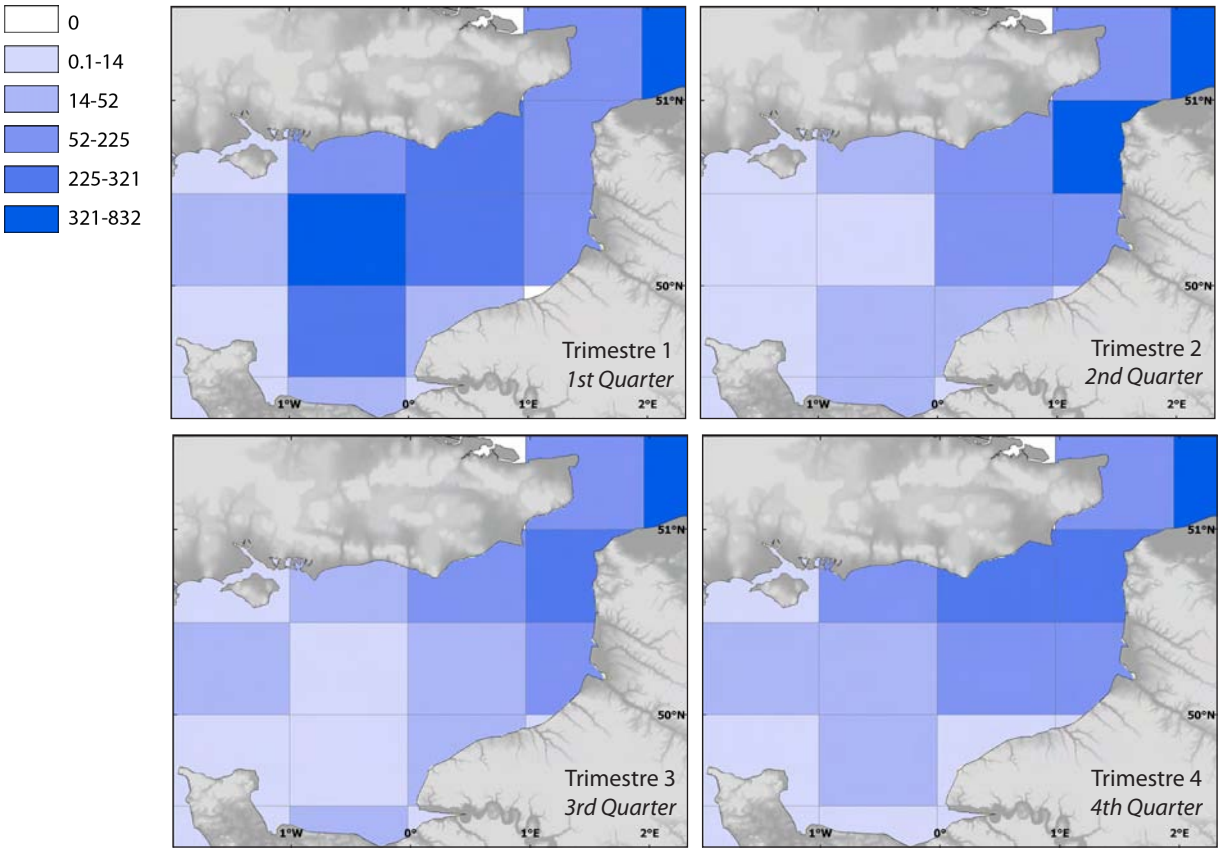
Plaice is mainly exploited by the Netherlands (37% of landings), France (29%), Belgium (23%) and the United Kingdom (10%). Boulogne-sur-mer is the premier French landing port, absorbing almost 50% of the total volume of plaice landed by France.

This species is fished all year round with a marked landings season in spring. The gears used for catching plaice are mainly beam trawls (67%), bottom trawls (26%) and nets (7%). International catches have shown a regular decrease since 2001. French landings have almost halved between 2000 (3,895 tonnes) and 2006 (1,845 tonnes).

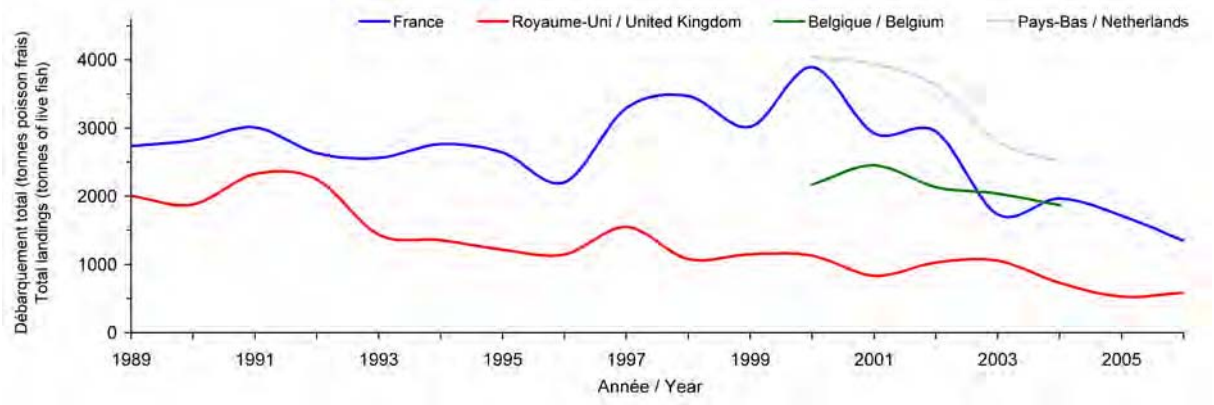
There is no valid ICES stock evalution for the VIId stock. Stock IV is being evaluated and its reproductive capacity is considered satisfactory.

Plaice is managed at EU level and its minimal commercial size is 27 cm.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international



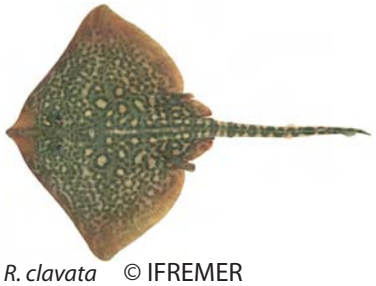
Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Rajidae

Raies
Skates and rays

R. montagui © IFREMER



R. clavata © IFREMER

En France, la raie bouclée (*Raja clavata*) est généralement déclarée séparément de la raie douce (*Raja montagui*), surtout lorsque les captures par espèce sont suffisamment conséquentes. En revanche au Royaume-Uni, toutes les espèces de raies (dont les pocheteaux) de la famille Rajidae sont débarquées ensemble. Les raies sont généralement capturées au chalut ou à la palangre.

Les courbes de débarquement présentées ici représentent *R. clavata* et *R. montagui* côté français, et la famille Rajidae pour le RU, sachant que *R. clavata*, et *R. montagui* (dans une moindre mesure), sont largement majoritaires en Manche orientale. Les débarquements ont augmenté assez significativement au RU entre 1990 et 1995 passant d'environ 350 tonnes à 670 tonnes. Les débarquement français restent comparativement moins importants. Toutefois, après cette période jusqu'à nos jours, une diminution des apports est perceptible parallèlement dans les deux pays.

La répartition géographique des captures montre en haut *R. clavata* (données françaises) et la famille Rajidae (données britanniques), et en bas *R. montagui* (données françaises) et la famille Rajidae (données britanniques). Ces cartes suggèrent que *R. clavata* se pêche plus au large vers les côtes françaises que *R. montagui*, qui se capture elle le long des côtes britanniques.

Pour le moment, il n'existe pas de mesure réglementaire concernant les raies.

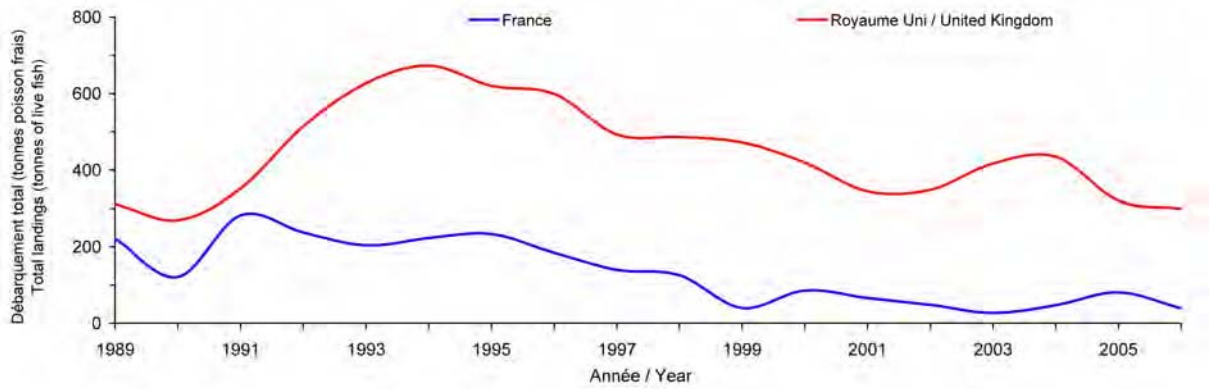
In France, the thornback ray (*Raja clavata*) is usually declared separately from the spotted ray (*Raja montagui*), especially when captures for each species are large enough. In British landings statistics, the various "skates and rays" species of the family Rajidae are not distinguished. In contrast in the UK, skates and rays are declared together. Skates and rays are generally caught using trawls or long lines.

The landings curves presented here show *R. clavata* and *R. montagui* (for France) and family Rajidae (for the UK), though landings are dominated by *R. clavata* (and *R. montagui* to a lesser extent). British landings increased significantly from 1990 to 1995, from less than 300 to over 670 tonnes. French landings remain comparatively low. Since 1995, landings are declining in the two countries.

The spatial distribution of landings shows at the top *R. clavata* (French data) and family Rajidae (British data), and at the bottom *R. montagui* (French data) and family Rajidae (British data). The maps suggest that *R. clavata* is fished offshore towards the French coasts whilst *R. montagui* is captured along the British coats.

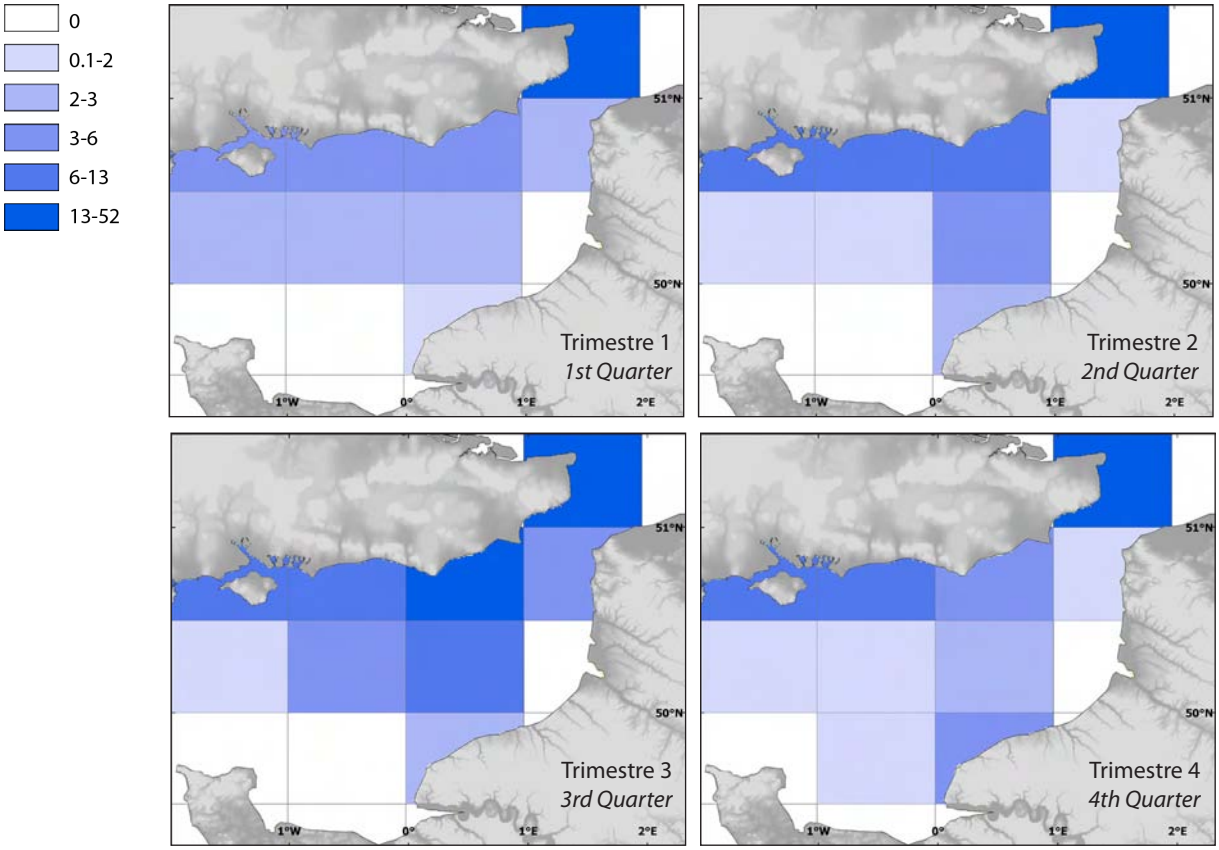
At the time of printing, skates and rays are not TAC species.

Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone

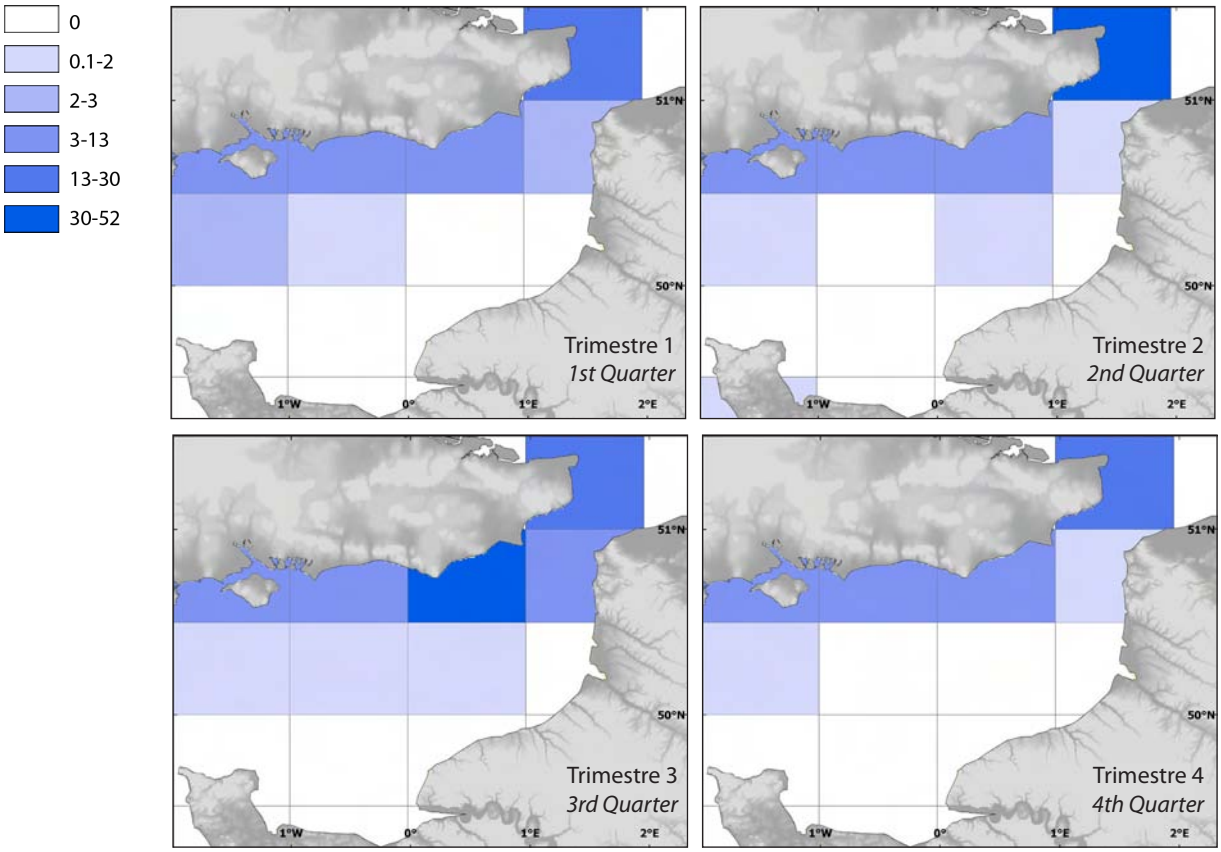


Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom

R. clavata (données françaises / *French data*) - Rajidae (données britaniques / *British data*).



R. montagui (données françaises / *French data*) - Rajidae (données britaniques / *British data*).



Sardina pilchardus

Sardine commune, Sardine d'Europe
European pilchard, Sardine

© IFREMER

La distribution de la sardine dans le nord-est Atlantique s'étend du sud de la Mauritanie jusqu'à la partie septentrionale de la mer du Nord.

Les captures en Manche orientale restaient marginales jusqu'à 1996, après quoi elles ont augmenté de façon très significative, approchant les 12000 tonnes en 2006. Ces chiffres sont à prendre avec prudence, la sardine pouvant être mal ditinguée du hareng.

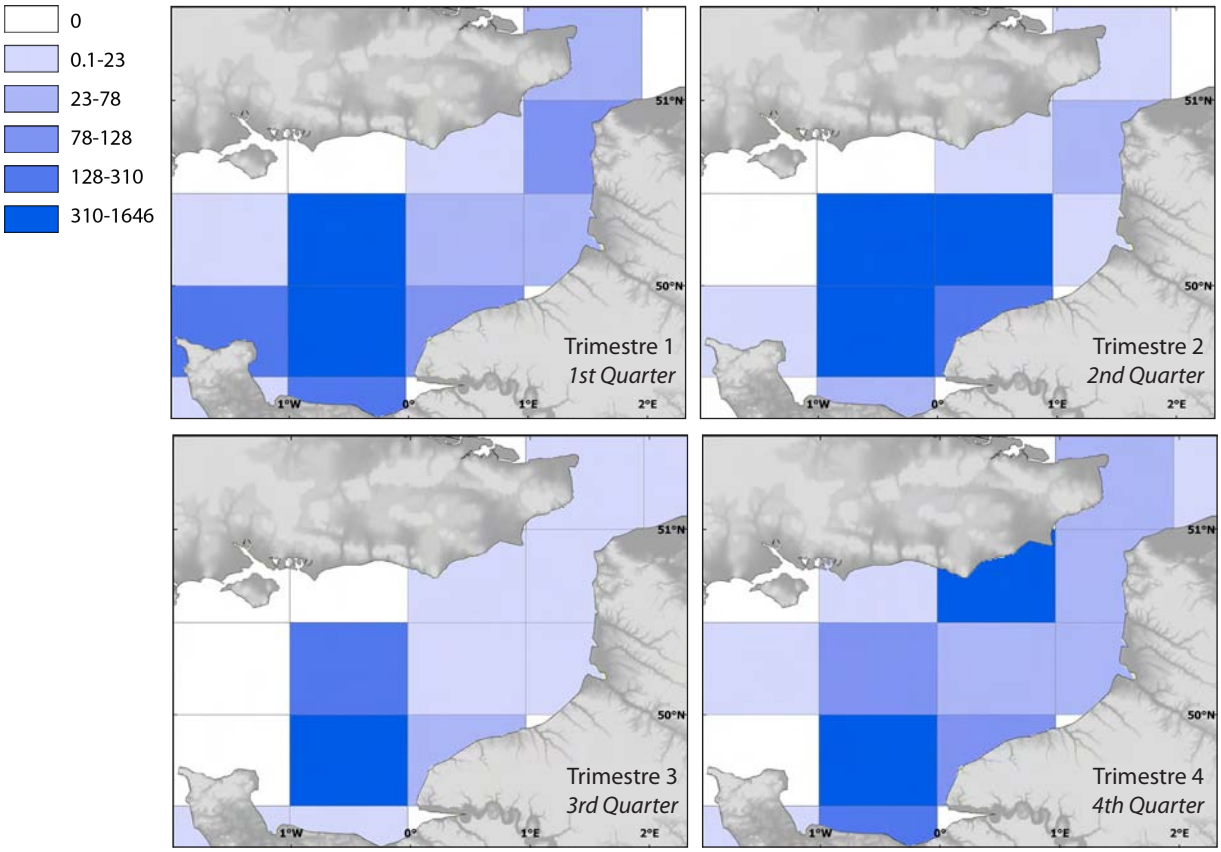
Ces captures sont réalisées principalement par les gros chalutiers pélagiques français et néerlandais qui ciblent principalement des espèces pélagiques telles que le maquereau, le hareng ou le chinchard. Les captures britanniques sont de moindre importance, par exemple n'atteignant pas les 3 000 tonnes en 2001, alors que les débarquements français représentaient le double la même année.

The distribution of pilchard (or sardine) in the north-east Atlantic extends from southern Mauritania to the northern part of the North Sea.

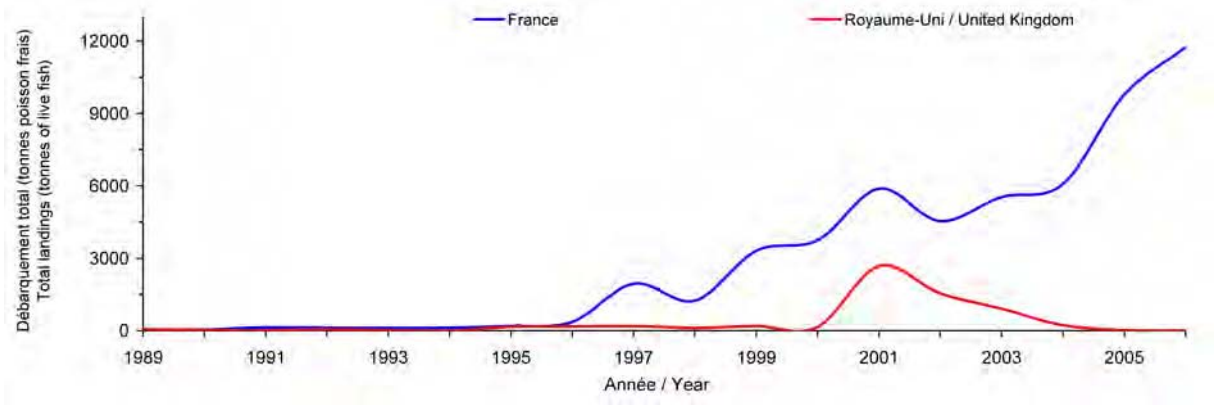
Landings in the eastern English Channel remained of secondary importance until 1996, after which they showed a dramatic increase, peaking at 12,000 in 2006. These figures need to be taken with care, as sardine and herring may be confused with each other.

Catches are made by French and Dutch pelagic trawlers that target mackerel, herring and horse-mackerel. British landings are much less important, peaking at less than 3,000 tonnes in 2001, whilst French landings were of 6,000 tonnes that same year.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Scomber scombrus

Maquereau commun
Atlantic mackerel

© IFREMER

Le maquereau constitue une des principales espèces débarquées par les flottilles locales britanniques et françaises bien que la production en Manche reste faible au regard des prélèvements réalisés sur l'ensemble du stock. Le stock d'Atlantique nord-est de maquereau est évalué dans sa globalité par un groupe de travail du CIEM.

La pêche à la senne britannique est très saisonnière et s'étale de novembre à février. Les chalutiers pélagiques britanniques ont aussi une activité plutôt hivernale en Manche occidentale.

En revanche, l'exploitation par les gros chalutiers pélagiques et les chalutiers de fond français est surtout estivale en Manche orientale. Entre 1989 et 2006, les débarquements français ont fluctué entre 5000 et 8000 tonnes, tandis que ceux du Royaume-Uni ont été plus faibles, avec un maximum à 3 000 tonnes en 1994.

Depuis 2001, un TAC est attribué pour l'aire de distribution globale dans l'Atlantique nord est. En se basant sur la mortalité par pêche la plus récente, le stock de maquereau est considéré comme surexploité.

La taille marchande minimale en Manche est de 20 cm.

Mackerel is one of the main species landed by local French and British fleets, though landings from the Channel are relatively low compared to landings originating from other areas. The north-eastern Atlantic stock is assessed as one stock by an ICES working group .

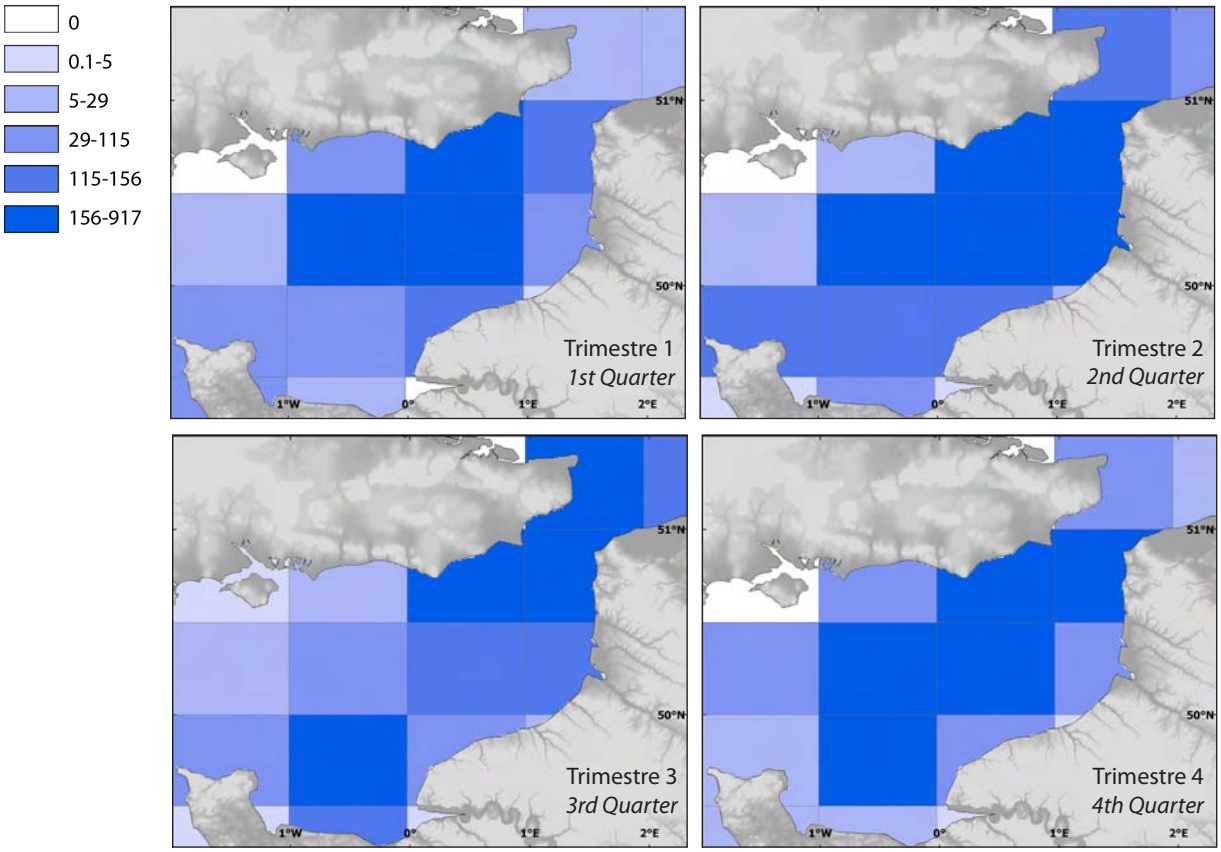
Seine fishing by British fleets is very seasonal (November to February). British pelagic trawlers are active in the winter in the eastern English Channel.

In contrast, exploitation in the eastern English Channel by large pelagic and bottom trawlers from French fleets takes place in the summer. Between 1989 and 2006, French landings have fluctuated between 5,000 and 8,000 tonnes, whilst British landings have been much lower, peaking at only 3,000 tonnes in 1994.

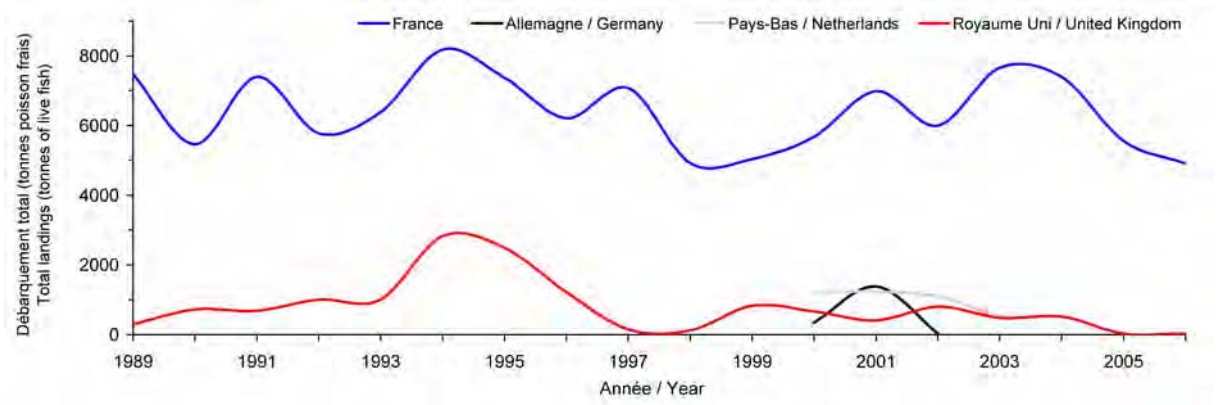
Since 2001, the TAC is attributed for the whole north-east Atlantic. Based on the most recent fishing mortality, mackerel stock is considered overexploited.

The minimum landing size in the Channel is 20 cm.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Scyliorhinus canicula

Petite roussette
Lesser spotted dogfish, Small spotted catshark

© IFREMER

La petite roussette présente un intérêt commercial limité et n'est pas véritablement ciblée du fait de son faible prix et de ses débouchés commerciaux limités.

Elle est souvent capturée comme espèce accessoire par les chaluts de fond et les filets trémail. Elle présente potentiellement un intérêt pour les pêcheries nécessitant des appâts comme le casier ou la palangre.

La grande majorité (95%) des captures sur les dix dernières années a été réalisée par la France, les 5% restant par le Royaume-Uni. Les données commerciales françaises indiquent une chute des débarquements en 1998 après une période de fort développement initié en 1990 (de 800 à 1900 tonnes). Elles se sont par la suite stabilisées autour de 1 200 tonnes.

Les roussettes commercialisées (sous le nom de saumonette) sont issues principalement des pêcheries de chalut de fond à panneau, mais le filet trémail représente une part croissante depuis 2001.

Les débarquements se font principalement en Manche et mer du Nord, les quartiers maritimes de Cherbourg, Boulogne-sur-mer et Dieppe se partageant l'essentiel des volumes commercialisés.

The lesser spotted dogfish is of low commercial interest owing to low price and limited opportunity for commercial processing, and hence is rarely targeted.

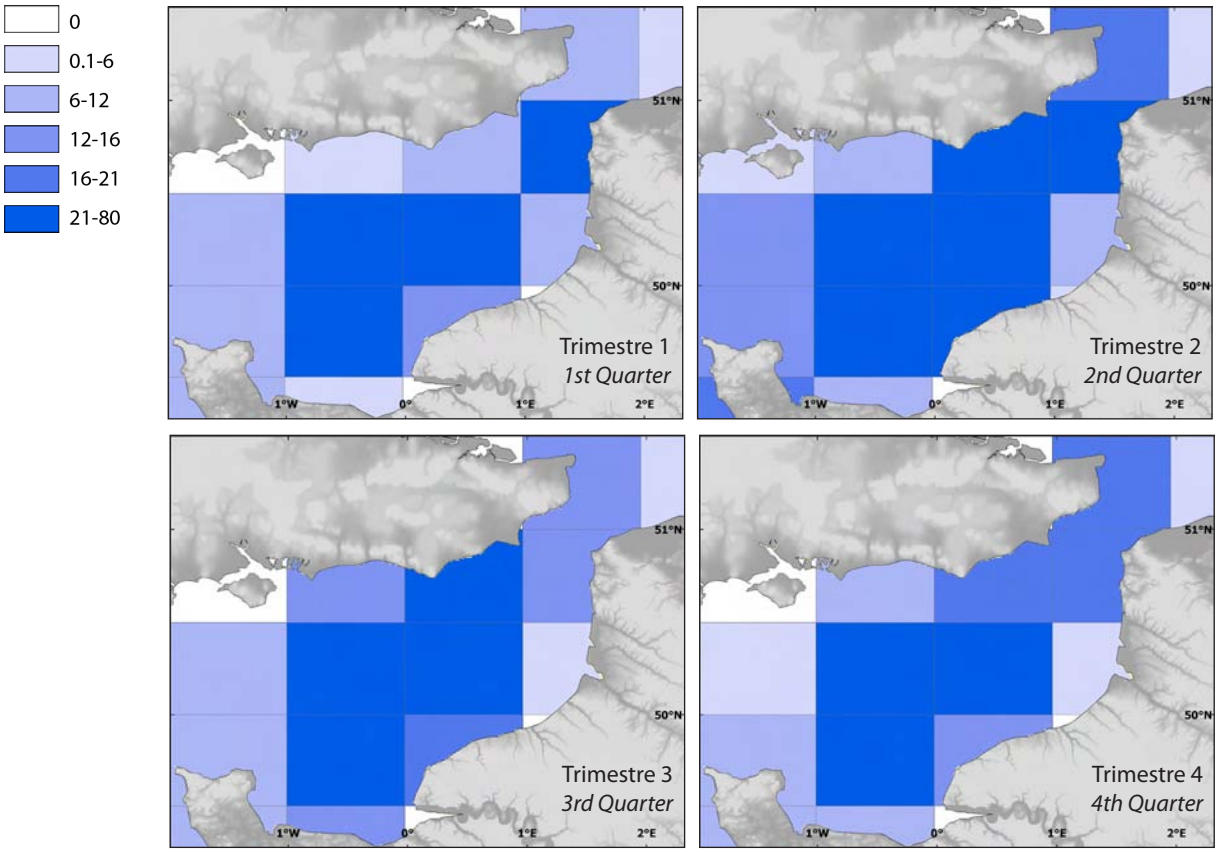
It is commonly a by-catch of bottom trawlers or from trammel nets, though it can be used as bait for netters and potters.

More than 95 % of landings are into France, with less than 5 % in the United Kingdom. French landings declined sharply from 1998, after having increased from 800 to 1,900 tonnes in the early 1990s. They have now stabilised around 1,200 tonnes.

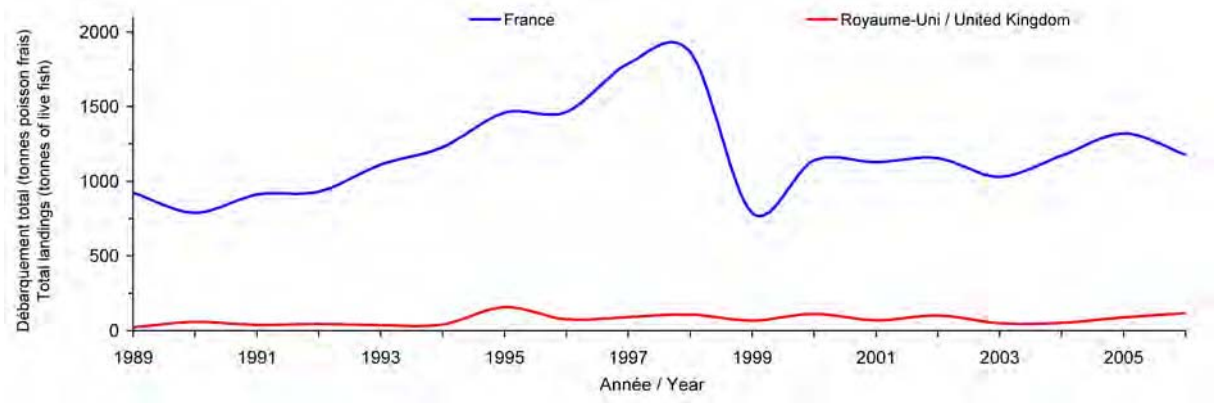
The primary fishing gear used is the bottom trawl, but the use of trammel nets has increased since 2001.

Landings usually come from the Channel or the North Sea, and the main ports are Cherbourg, Boulogne-sur-mer and Dieppe.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Scyliorhinus stellaris

Grande roussette
Nursehound, Greater spotted dogfish

© IFREMER

Bien moins abondante en Manche-mer du Nord que la petite roussette, la grande roussette est une capture occasionnelle et accessoire.

Seule la France présente des données de captures commerciales, à moins que les données de captures des autres pays ne soient agrégées à celles de la petite roussette. Les captures françaises oscillent autour de 60 tonnes depuis 1995.

Elle est capturée toute l'année au milieu de la Manche, mais surtout au large de Dieppe. Le chalut de fond (75% des captures annuelles moyennes), la palangre de fond (15%) et le filet de fond (6%) sont les principaux métiers impliqués.

Elle est vendue pelée et sous le nom de saumonette, comme la petite roussette. En 2006, le prix moyen de la grande roussette était en moyenne plus élevé sur l'année (1.5 €/kg) que celui de la petite roussette (0.5 €/kg).

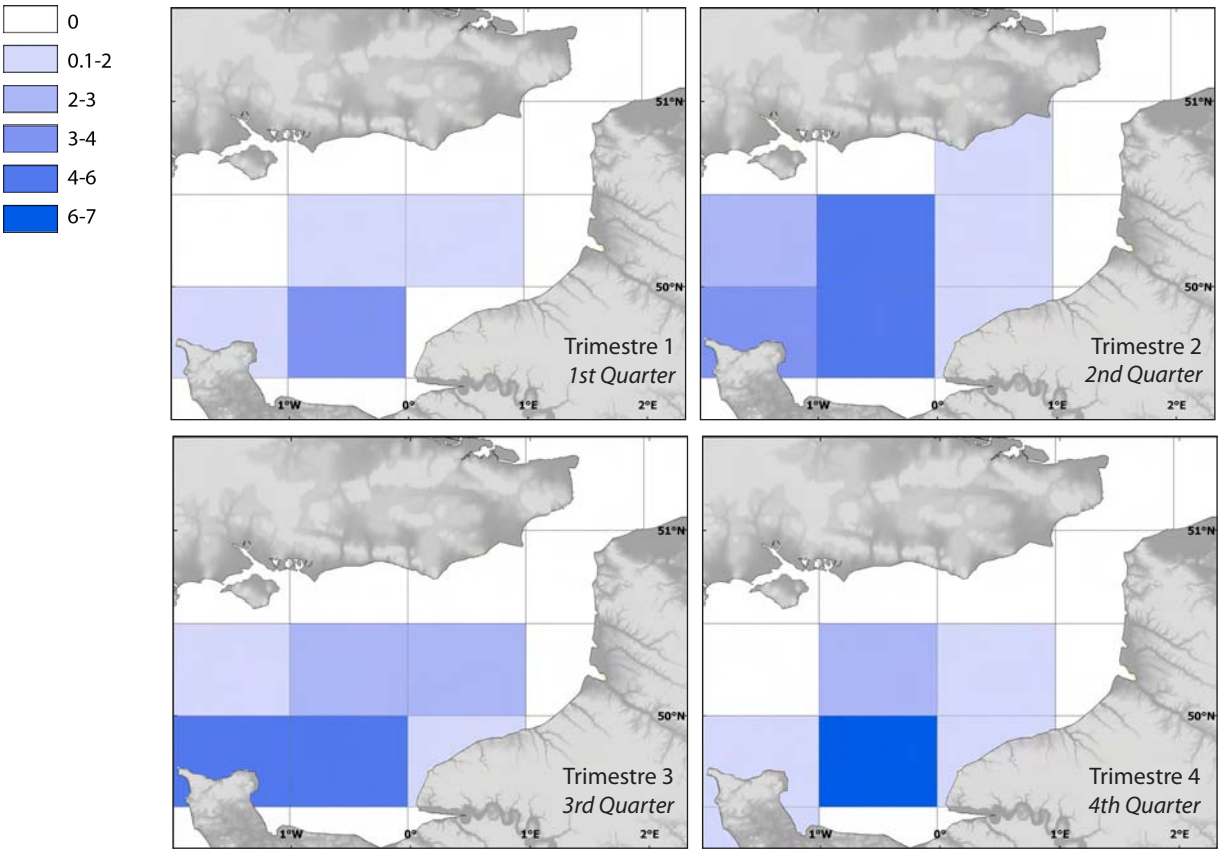
Less abundant in Channel and North Sea than the lesser spotted dogfish, the nurse hound is an occasional by-catch.

Commercial landings are only being registered in France. In other countries, the landings of nursehound are not recorded separately from those of the much more abundant lesser spotted dogfish. French landings have fluctuated since 1995 at around 60 tonnes per year.

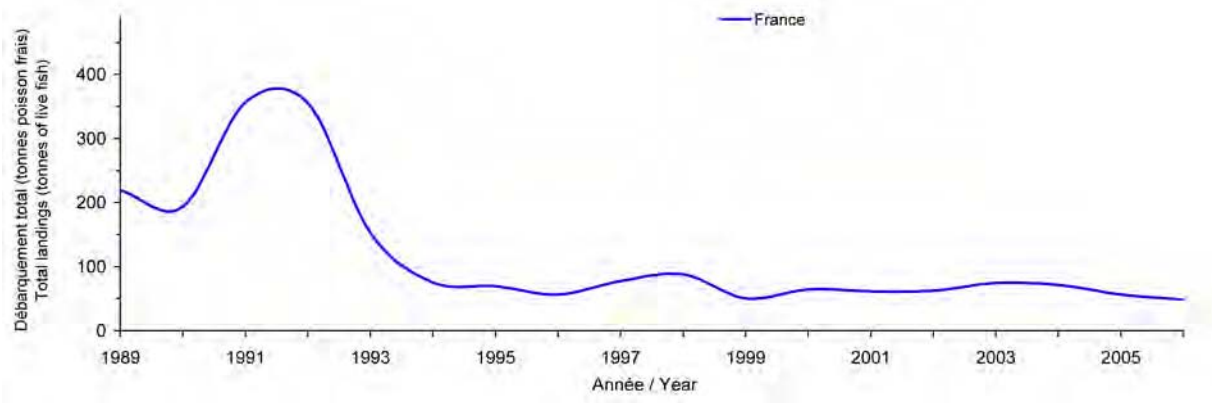
It is caught year round in the central Channel, but usually off Dieppe. Bottom trawl (75% of annual average catches), bottom long-line (15%) and bottom net (6%) are the most important gears used.

In France, nursehound is marketed "peeled" like the lesser spotted dogfish, under the name "saumonette". In 2006, its mean annual price was higher (1.5 €/kg) than that of the lesser spotted dogfish (0.5 €/kg).

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France



Débarquement total (1989-2006, France), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France), CHARM II zone



Sepia officinalis

Seiche commune
Common cuttlefish

© IFREMER

Longtemps délaissée, la seiche commune est actuellement très appréciée et recherchée notamment dans la Manche, une zone d'exploitation importante pour cette espèce.

Elle est essentiellement pêchée au chalut de fond et au casier et plus rarement au trémail et au filet maillant.

Dans sa migration, la seiche vient de l'ouest pour rejoindre au cours du printemps et de l'été les eaux côtières afin de se reproduire, la ponte ayant lieu entre avril et juillet et l'éclosion en juillet-août. Les jeunes seiches restent sur le lieu de ponte l'été et migrent à partir de la mi-octobre vers des zones plus profondes (100 m) au niveau de la fosse centrale en Manche occidentale à l'abri des rigueurs de l'hiver.

Ainsi, les navires britanniques ciblent cette espèce d'avril à juin sur la côte britannique. Leur production est assez aléatoire d'une année sur l'autre : elle peut varier de 200 à 1 000 tonnes.

Les captures françaises de seiche fluctuent aussi fortement, bien que cette espèce soit ciblée de mars à septembre dans le détroit du Pas-de-Calais et sur les côtes de Manche. Les débarquements peuvent alors atteindre 4 500 tonnes comme en 1995 et 2004 ou au contraire tomber à 1 300-1 700 tonnes comme en 1999 et 2001.

For long neglected by the consumer, common cuttlefish is now much appreciated and targeted, notably in the Channel, a key fishing area for this species.

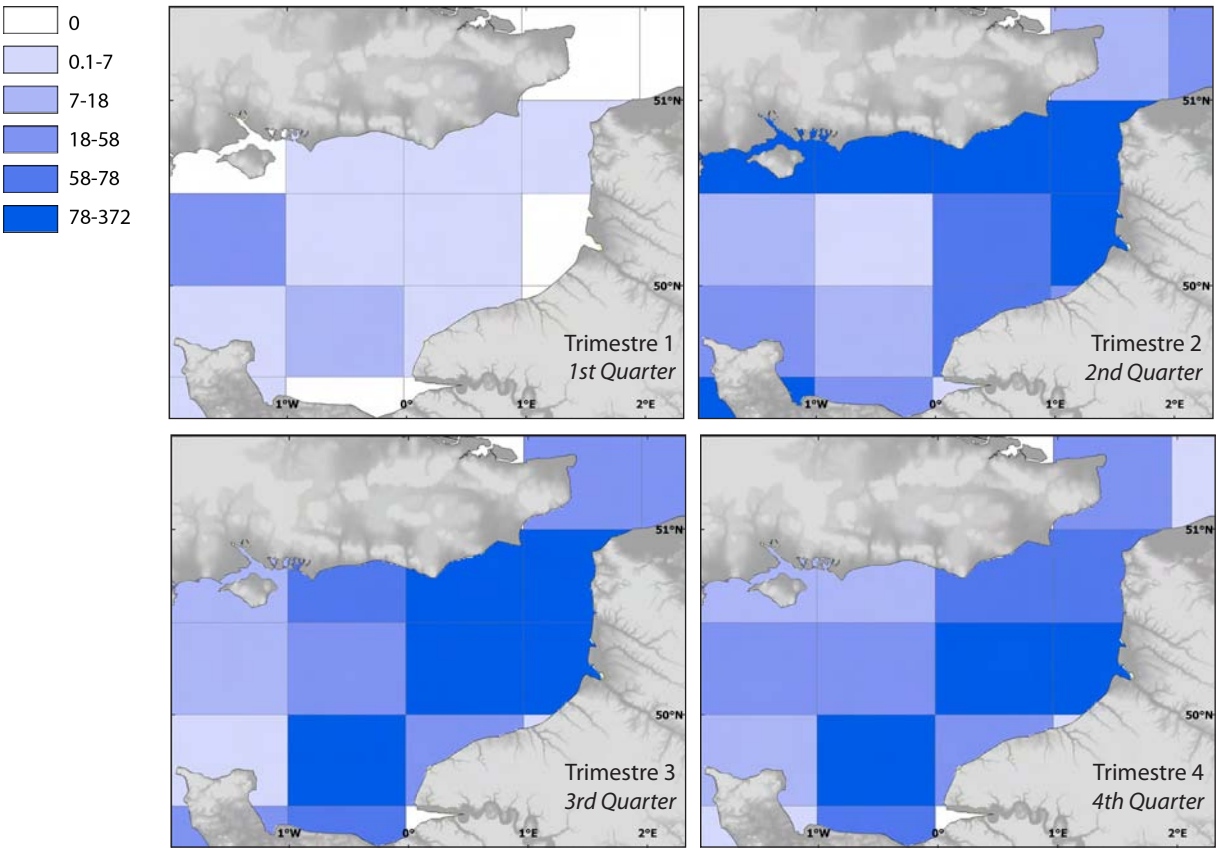
It is mainly caught by bottom trawl and fish pots but also, though more rarely, by trammel and gillnet.

Common cuttlefish migrate from the west to coastal waters during spring and summer to breed. Spawning occurs between April and July and hatching is in July and August. Juveniles remain on spawning grounds during the summer and then migrate from mid-October to deeper areas (100 m) near the central trench of the western English Channel where they shelter over winter.

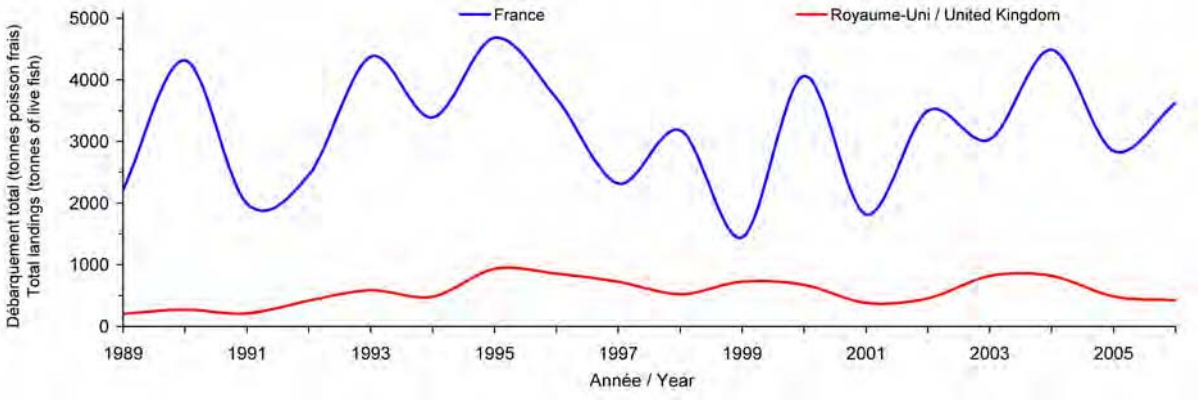
The British fleet targets this species from April to June along the British coast. British landings, however, fluctuate considerably from year to year, between about 200 and 1,000 tonnes.

French landings of cuttlefish are also highly variable though the species is targeted from March to September in the Dover Strait and along English Channel coasts. Catches can be as high as 4,500 tonnes as in 1995 and 2004, or conversely they could fall to between 1,300 and 1,700 tonnes as they did in 1999 and 2001.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom

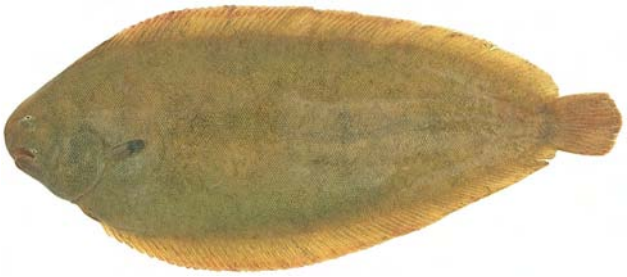


Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Solea solea

Sole commune
Common sole, Dover sole



© IFREMER

En raison de sa forte valeur ajoutée, la sole commune est une espèce économiquement très importante en Manche orientale et au sud de la mer du Nord, et plus particulièrement dans le détroit du Pas-de-Calais. Le groupe d'évaluation du CIEM considère que la sole en Atlantique nord se divise en deux stocks distincts : le stock VIId (Manche) et le stock IV (mer du Nord).

Bien que cette espèce soit exploitée toute l'année, environ 70% des captures sont réalisées entre février et mai avec un pic en mars et avril. Les pays concernés par l'exploitation de la sole commune dans la zone étudiée sont la France (30% des débarquements), les Pays-Bas (29%) la Belgique (27%) et le Royaume-Uni (14%).

Ce poisson est principalement capturé la nuit, période au cours de laquelle il nage au-dessus du fond, devenant ainsi plus vulnérable aux engins de pêche qui le ciblent.

Environ 65% en moyenne des captures françaises sont réalisées au trémail, 17% au chalut à perche et 12% au chalut de fond, les autres pays capturant cette espèce presque exclusivement au chalut à perche. Entre 1997 et 2006, les quantités de sole commune débarquées par les pêcheurs français fluctuent de 1 300 à 2 300 tonnes par an et tendent à se stabiliser depuis 2000. Le détroit du Pas-de-Calais et le sud-est de la Mer du Nord restent les deux secteurs les plus exploités.

La sole commune est sous gestion communautaire et sa taille de commercialisation est fixée à 24 cm. Les stocks de sole commune de la Manche orientale et de la mer du Nord sont évalués séparément. Concernant la Manche est, les principaux indicateurs de l'état de santé du stock, dont la biomasse des géniteurs, restent dans des limites biologiques acceptables. La mortalité par pêche est néanmoins élevée et le recrutement a été relativement bas en 2006 et 2007. Pour la mer du Nord, l'ensemble des indicateurs de l'état de santé du stock montre des risques de surexploitation.

The common sole is a very important species, in economic terms, in the eastern English Channel, the Dover Strait particularly, and the southern North Sea.The ICES working group considers that sole in the north-east Atlantic is divided into two stocks: VIId (Channel) and IV (North Sea).

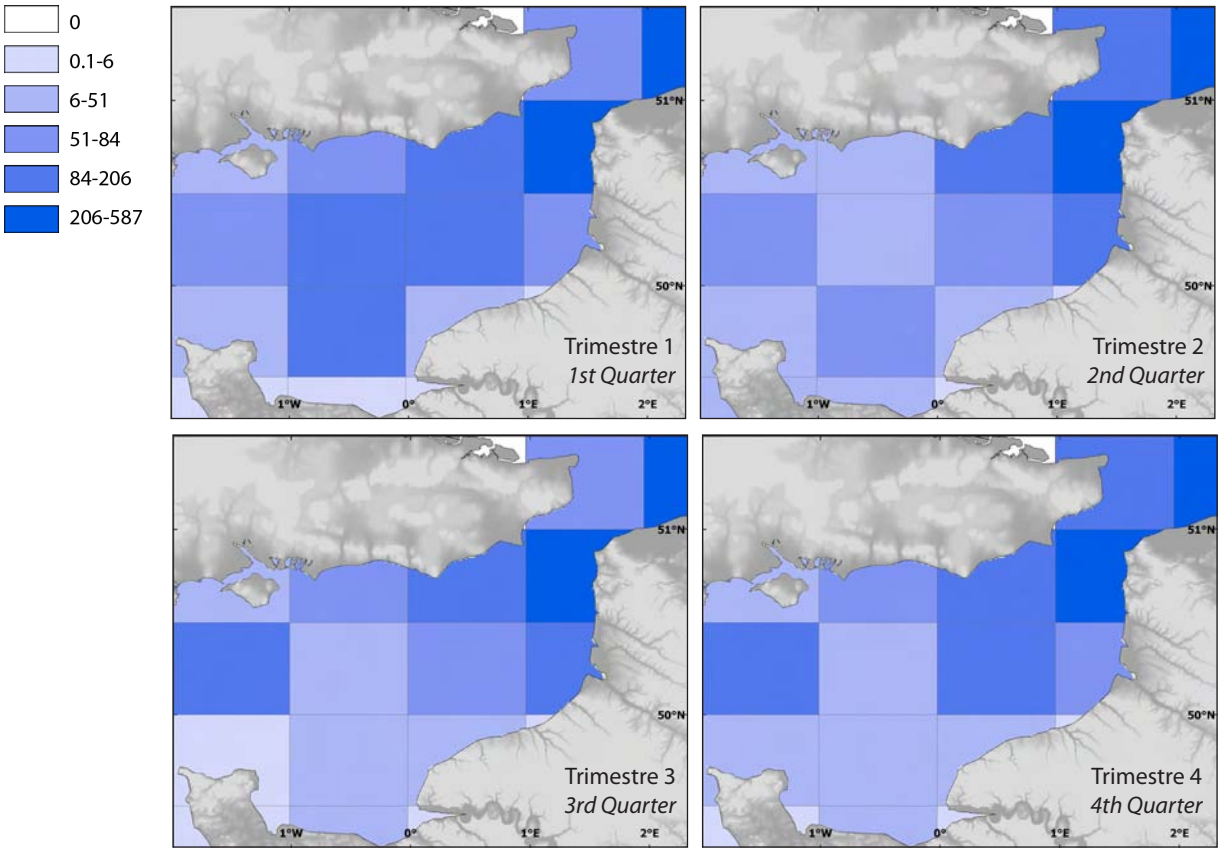
Although the species is exploited year round, almost 70% of catches are made between February and May, with a peak in March and April. The countries that exploit sole in the area considered are France (30% of landings), the Netherlands (29%), Belgium (27%) and the United Kingdom (14%).

Soles are mainly caught at night when they swim above the seabed and hence become more vulnerable to the fishing gear.

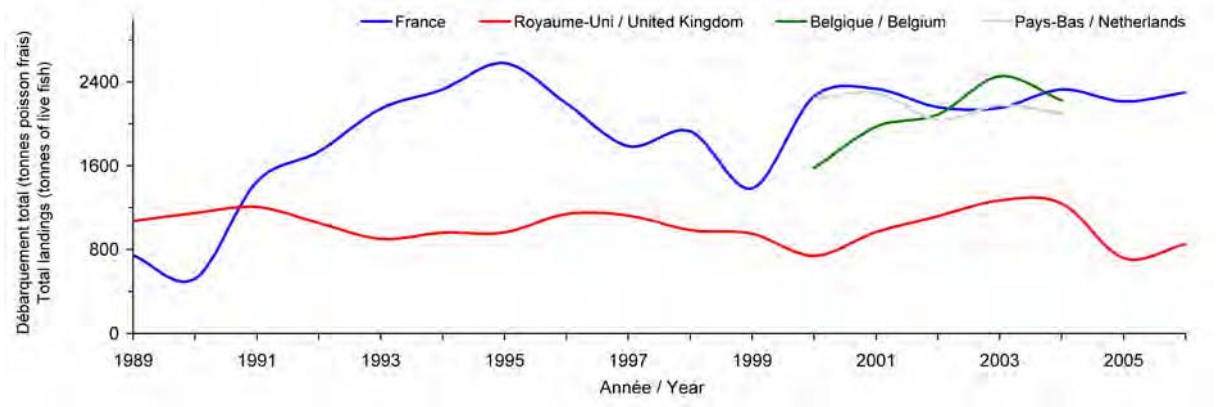
Approximately 65% of the French catches are made with trammel nets, 17% with beam trawls and 12% with bottom trawls. The other countries fish this species almost exclusively with the beam trawl. From 1997 to 2006, the French landings oscillated between 1,300 and 2,300 tonnes per year. The trend has been stable since 2000. The Dover Strait and the south-eastern section of the North Sea are the most exploited areas.

The common sole is managed at EU level and its commercial size is 24 cm. Stocks of common sole in the eastern English Channel and the North Sea are evaluated separately. With regards to the eastern English Channel, stock health indicators, including spawning biomass, remain within safe biological limits. Mortality due to fishing remains high and recruitment was poor in 2006 and 2007. For the North Sea stock, stock health indicators show signs of over-exploitation.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 5 ans (2000-2004), international
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 5 years (2000-2004), international

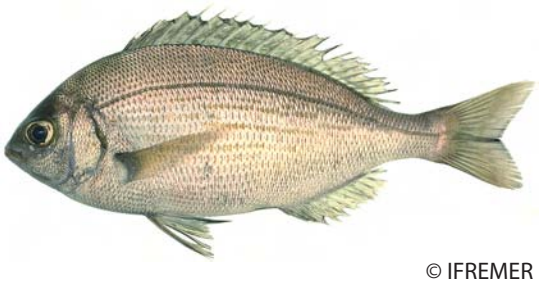


Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni ; 2000-2004, autres pays), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom; 2000-2004, other countries), CHARM II zone



Spondyliosoma cantharus

Griset, Dorade grise
Black bream



© IFREMER

En Manche, l'exploitation du griset, plus couramment appelé dorade grise, a augmenté brutalement vers les années 1972-1973 avec l'utilisation du chalut bœuf.

En raison de ses caractéristiques biologiques (hermaphrodisme et comportement reproducteur), ce poisson est peu résistant à l'exploitation. Le stock de Manche s'est effondré dans les années 80 : il lui fallut une dizaine d'années pour se reconstituer.

Cette espèce est principalement pêchée en Manche orientale jusque dans le détroit du Pas-de-Calais et sur la côte normande par les chalutiers pélagiques et les chalutiers de fond normands et boulonnais. Les débarquements des navires français ont fluctué, dans la zone d'étude, entre 300 tonnes (en 1989 et 1999) et 1 000 tonnes (en 1998). L'exploitation du griset par les navires britanniques a oscillé, quant à elle, entre 150 et 250 tonnes de 1999 à 2006.

En 2000, la réglementation sur sa taille minimale au débarquement a été supprimée. Cette espèce n'est régie par aucune réglementation communautaire particulière.

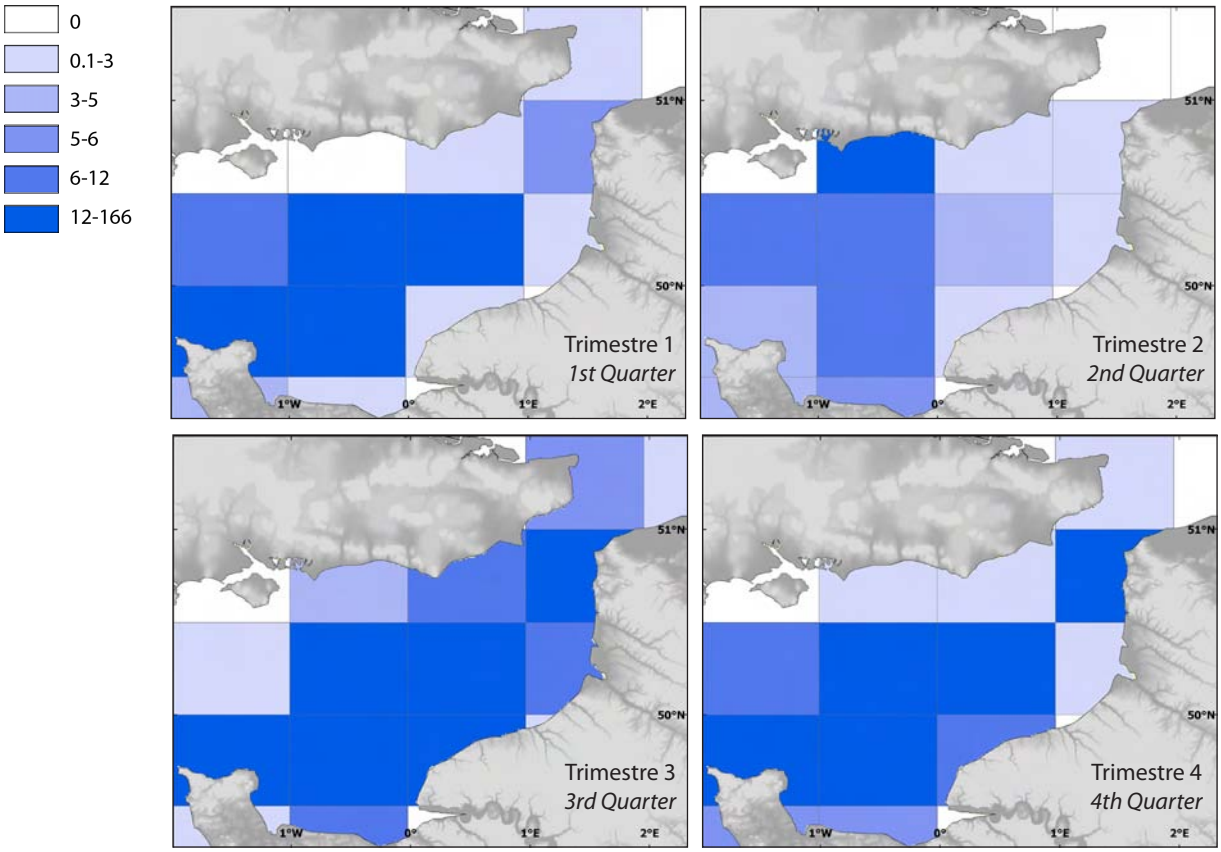
In the Channel, black seabream exploitation increased dramatically around 1972-1973 when pair trawling started.

Because of its biological characteristics (hermaphrodism and breeding behaviour), this species is vulnerable to exploitation and the Channel stock collapsed in the 1980s ; it then took 10 years to recover.

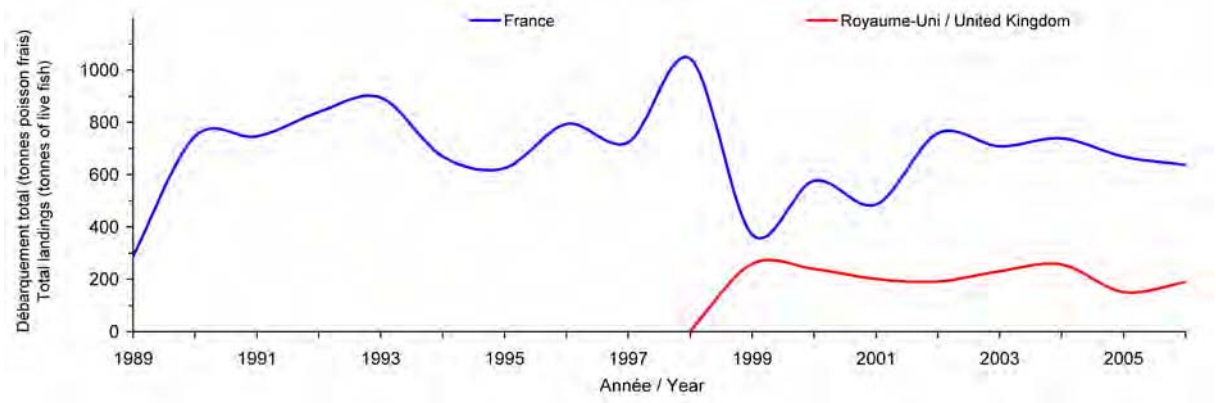
It is caught in the eastern English Channel as far as the Dover Strait and along the Normandy coasts, by the pelagic and bottom trawlers from Normandy ports and Boulogne-sur-mer. In the study area, French landings have fluctuated between 300 tonnes (in 1989 and 1999) and 1,000 tonnes (in 1998). Black seabream exploitation by the British fleet has fluctuated between 150 and 200 tonnes from 1999 to 2006.

In 2000, the minimum landing size was abandoned and the species is presently no longer managed at EU level.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Squalus acanthias

Aiguillat commun, Aiguillat tâcheté
Spurdog, Piked dogfish

© IFREMER

En Manche, l'aiguillat commun est considéré comme une espèce accessoire pour les pêcheurs. Elle est capturée essentiellement au chalut de fond et au filet. Cette espèce est très sensible à l'exploitation par la pêche du fait de sa maturité sexuelle tardive, longue gestation chez la femelle et nombre limité de jeunes libérés à la naissance.

Les débarquements sont donc très aléatoires, tant pour les navires britanniques que pour les navires français et traduisent la fragilité du stock. On distingue quatre populations d'aiguillat, dont une en Manche.

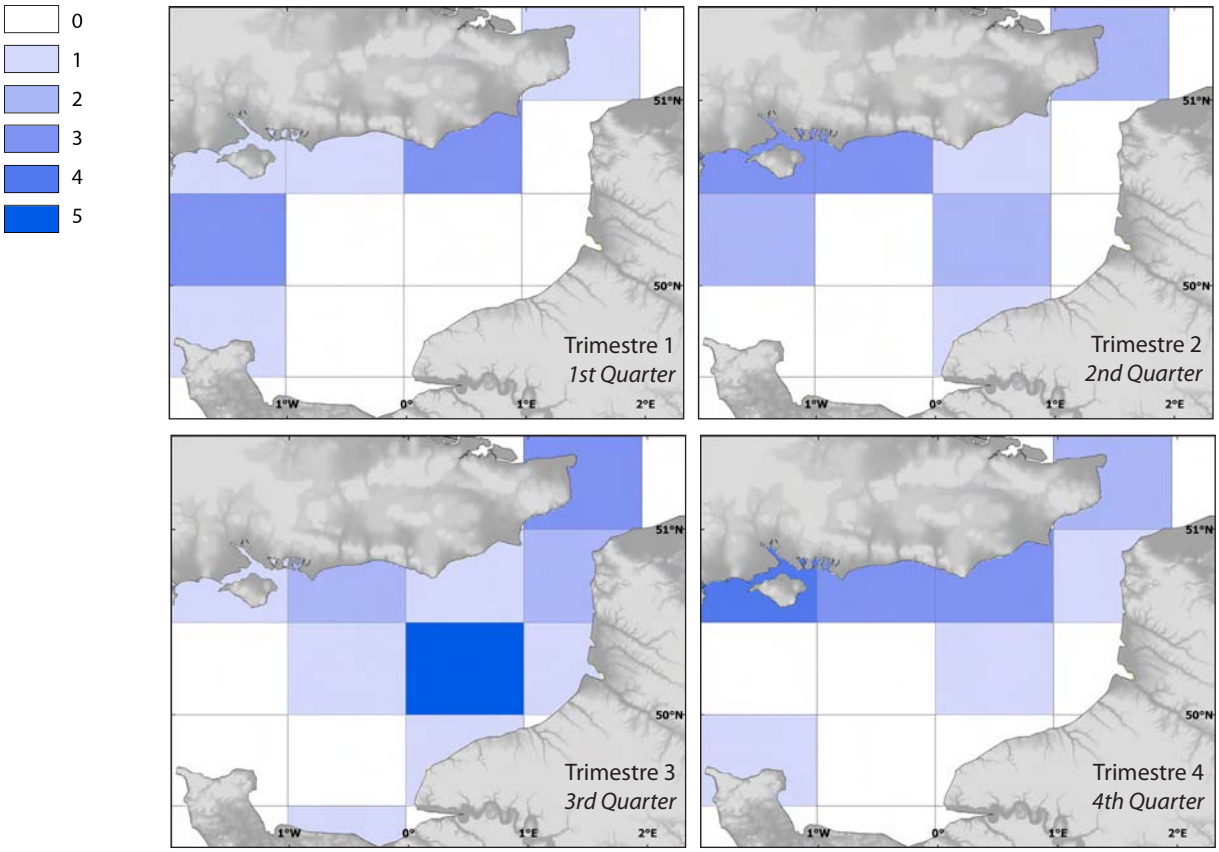
L'exploitation de cette espèce se pratique toute l'année sur les côtes britanniques et plutôt de juin à décembre sur le reste de la Manche orientale.

In the Channel, spurdog (or piked dogfish) is usually considered as by-catch by fishers. It is mainly caught by bottom trawl or gillnet, and is very vulnerable to exploitation. Indeed in this species, maturation is slow, gestation lasts for up to 22 months, and the number of offspring at birth is limited.

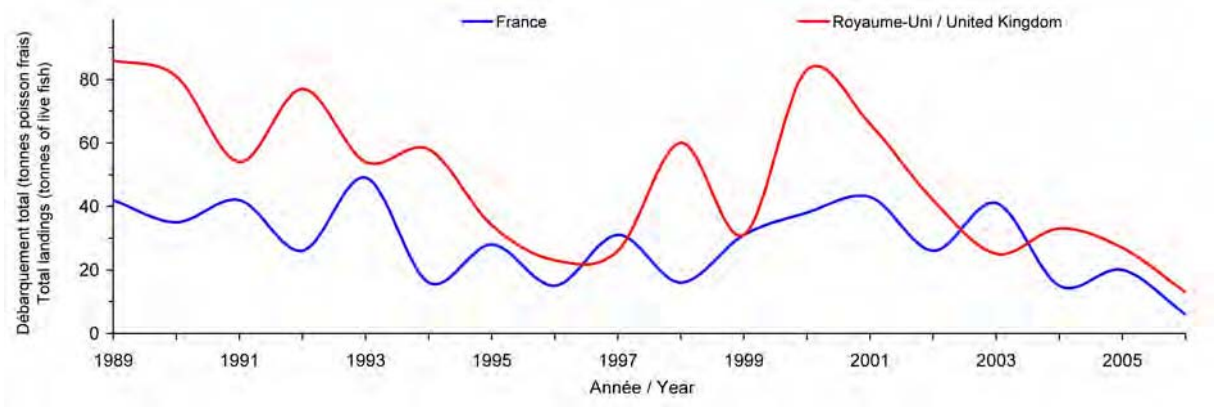
Landings by the British and French fleets have fluctuated considerably, showing the vulnerability of the stock. There are four distinct populations of spurdog, one of them being located in the Channel.

The species is exploited year round along the British coasts and usually from June to December in the other parts of the eastern English Channel.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom

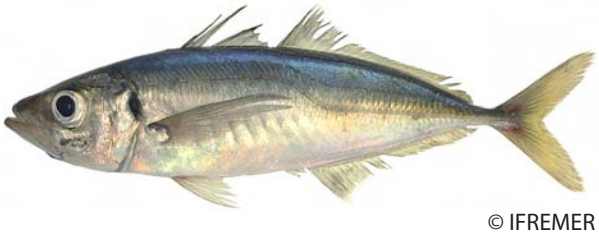


Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Trachurus trachurus

Chinchard commun
Atlantic horse mackerel, Scad



© IFREMER

Depuis de nombreuses années, le groupe d'évaluation du CIEM considère que le chinchard commun en Atlantique nord-est se divise en trois stocks : stock de mer du Nord, du sud et de l'ouest. Le chinchard de Manche orientale appartiendrait au stock de la mer de Nord. Mais il est probable que dans cette zone, une partie du stock ouest se mélange au stock de mer du Nord, principalement au stade juvénile, avant de se déplacer vers l'ouest. Ceci reste une hypothèse qui n'a pas été confirmée par des observations. Toutefois, on évalue le stock d'Atlantique nord dans sa globalité.

C'est une espèce à faible valeur commerciale et son exploitation en Manche est très saisonnière, avec de forts débarquements de novembre à mars et un pic en fin d'année lié à la présence de senneurs sur zone.

Dans le passé, le chinchard faisait partie des captures accessoires essentiellement réalisées au quatrième trimestre par les pêcheries minotières travaillant principalement en mer du Nord et Manche est. Aujourd'hui, son exploitation est en grande partie le fait de gros chalutiers pélagiques dont l'espèce cible reste toutefois le maquereau ou le hareng.

En France, le chinchard est peu prisé et souvent rejeté. Les captures réalisées sur la zone d'étude sont en augmentation par rapport au début des années 1990s, avec un maximum à 5 000 tonnes au Royaume Uni en 2004.

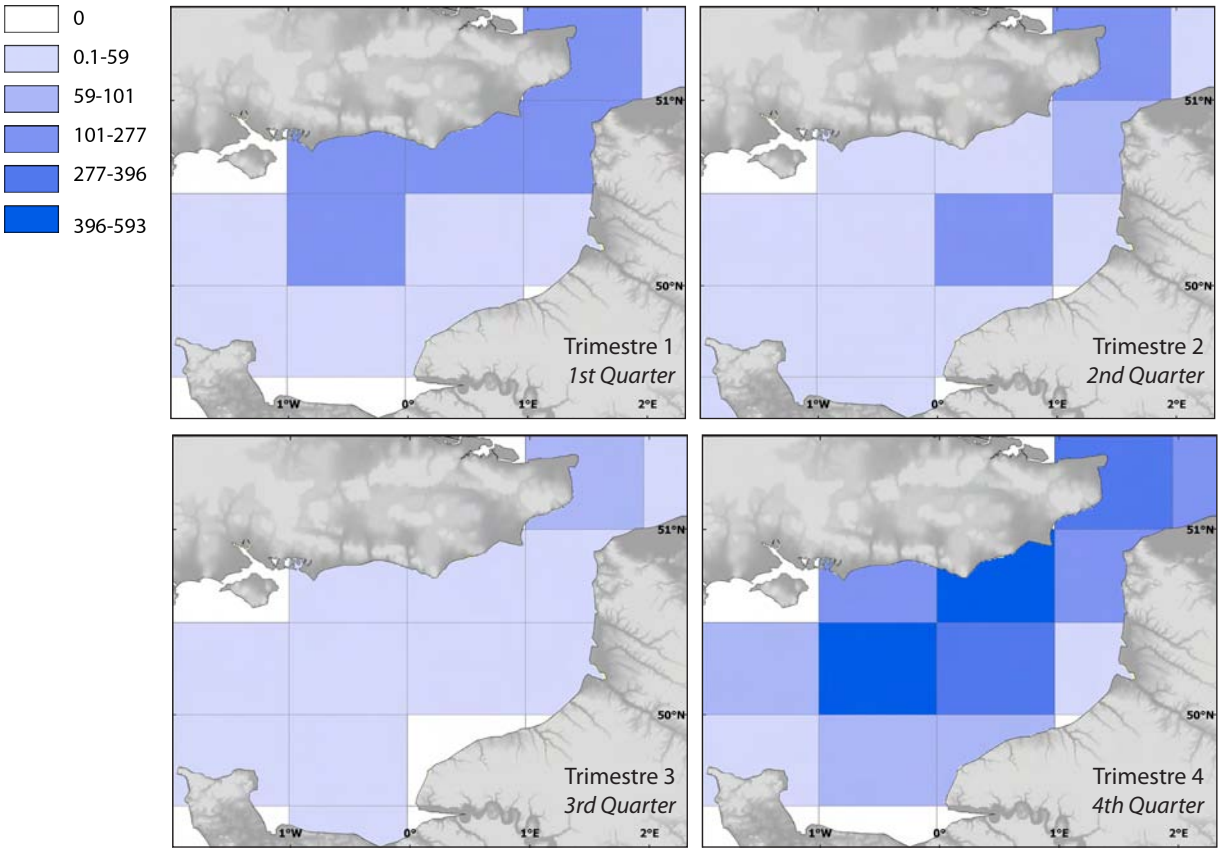
For many years, the ICES working group has considered the horse mackerel in the north-east Atlantic as divided into three stocks: the North Sea, southern and western stocks. The eastern English Channel horse mackerel is considered part of the North Sea stock, but it is probable that in this area, part of the western stock mixes with the North Sea stock, mainly during the juvenile developmental stage, before moving west. This hypothesis, however, has not yet been confirmed by observations. Furthermore, the northeastern Atlantic stock of Atlantic mackerel is assessed as one stock by ICES working group.

Horse mackerel is a relatively low-value commercial species and fishing activity in the Channel is seasonal. Main catches are made between November and March, with the height of activity at the end of the year when seiners work in the area.

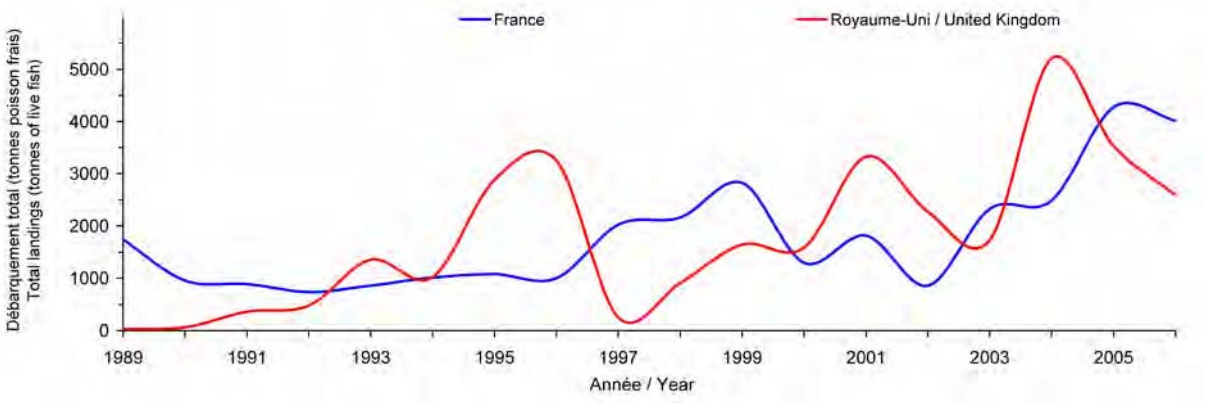
In the past, most of the catches were considered as by-catch (and used for fish meal), and were essentially taken in the fourth quarter in the North Sea and eastern English Channel. Nowadays, landings mainly come from large pelagic trawlers targeting mackerel or herring.

In France, horse mackerel is not prized and is often discarded. Catches in the study area are currently higher than they were at the beginning of the 1990s, peaking at 5,000 tonnes in the United Kingdom in 2004.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Trisopterus luscus

Tacaud commun
Pouting, Bib, Whiting-pout

© IFREMER

Le tacaud commun est capturé par les chaluts de fond (95% des captures moyennes annuelles) et au filet trémail (5 %).

C'est une espèce cible pour les flottilles chalutières de Manche orientale et accessoire pour celles de Boulogne-sur-mer, ciblant plutôt le merlan. Les captures commercialisées, issues essentiellement des flottilles françaises (95%), ne sont pas représentatives des captures réalisées, les niveaux de rejet étant élevés. En effet, les capacités d'absorption du marché sont faibles et le marché concerne essentiellement le littoral.

En Manche orientale, les rejets ont été estimés à 50% pour la pêche chalutière hauturière, et 75% pour la pêche chalutière côtière. Le tacaud est pêché principalement au premier trimestre, en raison de la saisonnalité des espèces cibles pour les chalutiers, et les zones de pêche de tacaud se répartissent principalement de part et d'autre de la presqu'île du Cotentin. Les débarquements nationaux se réalisent surtout en Manche-mer du Nord (60% des débarquements en criée en 2007). La criée de Boulogne-sur-mer est le principal lieu de vente français (24 % des ventes françaises en criée en volume en 2006) suivie de celles de Cherbourg et Port-en-Bessin (15 % chacune).

Il n'existe aucune mesure de gestion pour cette espèce bien qu'elle représente une espèce fourrage importante pour ses prédateurs.

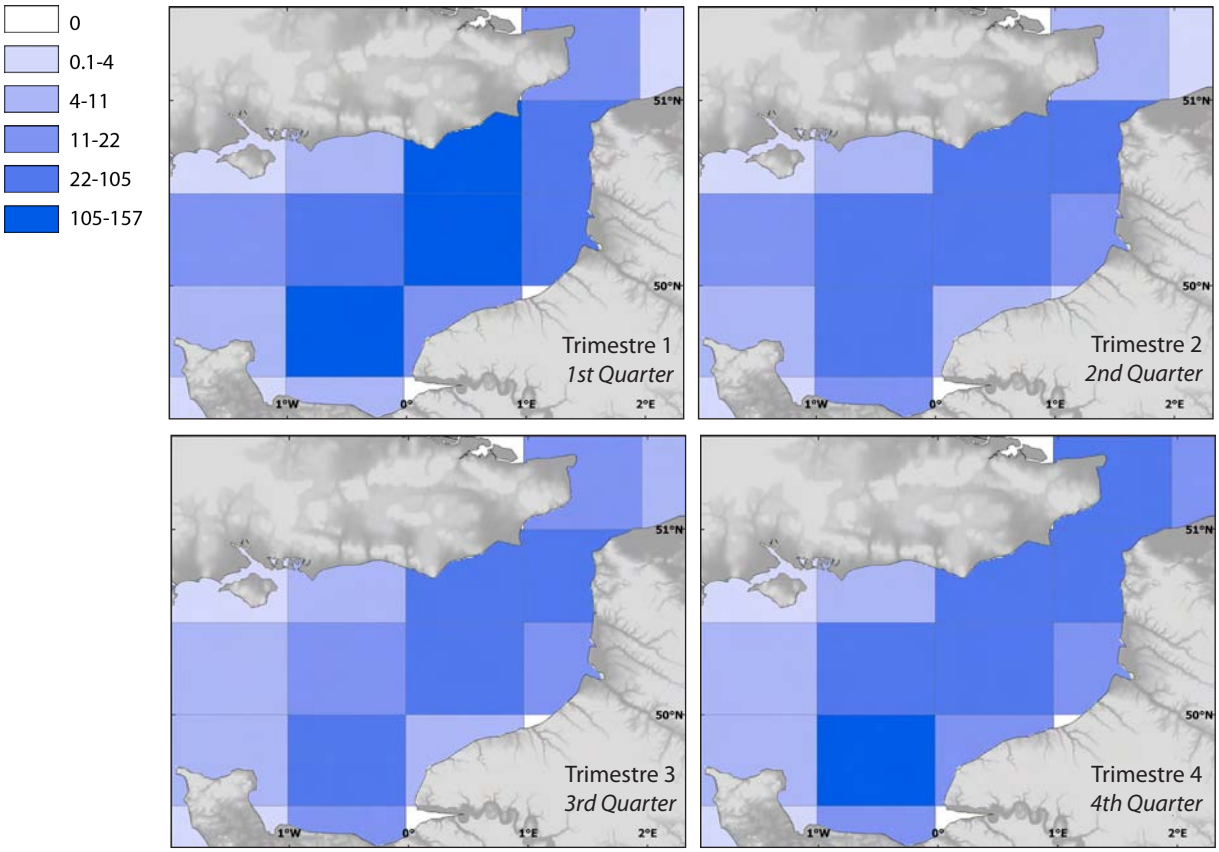
Pouting is caught by bottom trawl (95% of mean annual catch) and by trammel (5%).

It is targeted by eastern English Channel trawlers, though it is considered by-catch by Boulogne-sur-mer trawlers targeting whiting. The commercial landings, principally from French fleets (95% of catches), are not representative of the total catches due to the high discard rate. The market cannot absorb all the catch, with most pouting being sold at coastal outlets.

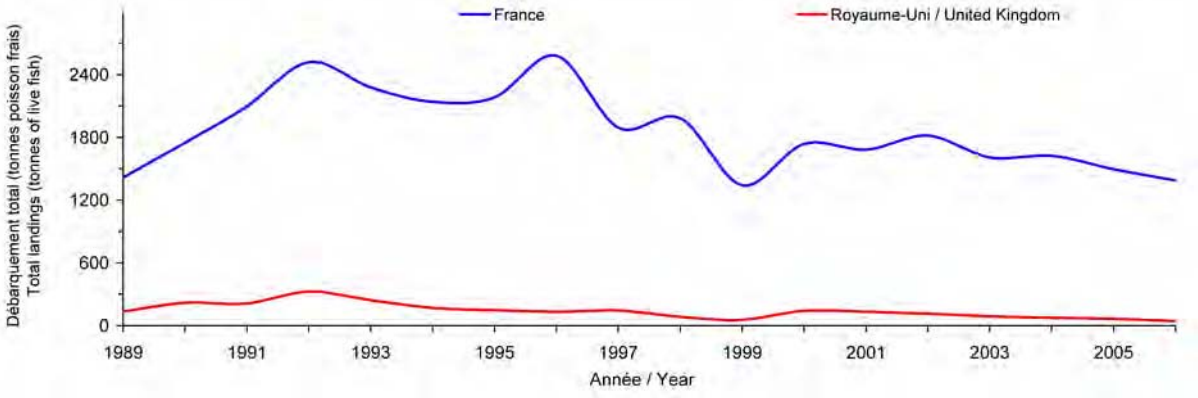
In the eastern English Channel, pouting discards by offshore trawlers have been estimated at 50%, and at 75% for inshore trawlers. Owing to the seasonality of targeted species, pouting is principally fished by trawlers during the first quarter. Pouting fishing areas are located east and west of the Cherbourg peninsula. In 2007, 60% of the French landings of pouting were from the Channel and the North Sea. The principal auction market is Boulogne-sur-mer (24% of French sales in volume in 2006), followed by the Cherbourg and Port-en-Bessin auctions, with 15% each.

There is no management measure for pouting even though it represents an important forage species for its predators.

Débarquements en tonnes de poisson frais par trimestre : moyenne sur 7 ans (2000-2006), France & Royaume-Uni
Landings in tonnes of live fish per quarter: mean over 7 years (2000-2006), France & United Kingdom



Débarquement total (1989-2006, France & Royaume-Uni), zone CHARM II
Total landings (1989-2006, France & United Kingdom), CHARM II zone



Partie
Communautés de pêcheurs

Section
Fishing communities

Communautés de pêcheurs

Mise en garde pour le lecteur :
Ce travail original est expérimental et préliminaire car il présente une synthèse d'entretiens réalisés auprès de certaines catégories de pêcheurs par un anthropologue. De par le nombre de pêcheurs rencontrés, cette étude ne peut pas être considérée comme représentative de l'ensemble des pêcheries de la Manche orientale, et donc les résultats présentés apparaissent comme le reflet des perceptions évoquées par les pêcheurs interrogés et retranscrites par le spécialiste.

Introduction

Cette section examine principalement les communautés de pêcheurs des côtés français et anglais pêchant dans la Manche orientale et le sud de la mer du Nord. Les activités de pêche y compris les méthodes, les espèces ciblées et la distribution des secteurs de pêche y sont étudiées. Les changements actuels sociaux et technologiques affectant les pêcheurs sont aussi considérés. En dernier lieu, ce document analyse la corrélation entre les aspects pratiques et sociaux, et certaines facettes des activités de pêche.

Méthodes

Cette enquête est la suite d'une autre plus complète mais géographiquement limitée à Whitstable et Ramsgate (Kent) entre 2003 et 2005 (Ota & Just, 2008a). Cette étude est basée sur un travail de terrain réalisé entre 2007 et 2008. Le chercheur, Y. Ota, a enregistré environ 70h d'entretiens auprès d'une cinquantaine de pêcheurs de Ramsgate, Folkestone, Rye et Hastings au Royaume-Uni, ainsi que des pêcheurs de Dieppe, Calais, Boulogne-sur-mer et Port-en-Bessin en France (figure 19). Le tableau 7 indique que cela représente environ entre 1 et 4 pêcheurs interrogés, par port et par type d'engin. Les pêcheurs concernés sont listés dans le tableau 8 (ci-après) ; il convient de remarquer qu'ils ne sont pas toujours représentatifs des communautés de pêcheurs dans leur ensemble et donc que les résultats de ces entretiens sont à considérer comme l'opinion des pêcheurs interrogés. De plus, une grande partie des personnes interrogées était des patrons-pêcheurs, dont le point de vue peut parfois différer du reste de leurs équipages.

Les pêcheurs interrogés travaillaient sur des bateaux de moins de 10 m, côté britannique, et des bateaux de 8 à 12 m, côté français, exception faite de deux chalutiers de 20-25 m de long basés à Boulogne-sur-mer. Dans le secteur couvert par le projet CHARM II, les pêcheurs artisanaux ciblés par cette étude anthropologique ne représentent pas toutes bien les flottilles que ce soit en terme d'engin utilisé ou de taille de navire ; de même, toutes les classes d'âge des patrons de pêche n'ont pas pu être re-

Fishing communities

Note to the reader:
This original work is an experimental and preliminary study because it presents a synopsis of interviews carried out, by an anthropologist, among some categories of fishers. Given the relatively small number of fishers interviewed, this study is not representative of the whole eastern English Channel fisheries. Hence, the results presented here only reflect the perceptions, as recorded by the anthropologist, of the interviewed fishers.

Introduction

This section examines (mainly) small-scale fishing communities active in the study area (eastern English Channel and southern North Sea). It focuses on fishing activities, including fishing methods, targeted species and the distribution of fishing locations. It also discusses contemporary social and technological changes affecting fishers. Finally, the section analyses the correlation between the practical and the social, and aspects of fishing activities.

Methods

This research followed one from a more intensive but geographically confined ESRC-funded study, conducted by Ota and Just, of fishers in Whitstable and Ramsgate, Kent, in 2003-2005 (Ota & Just, 2008a). The investigation was fieldwork-based. Between 2007 and 2008 the researcher, Y. Ota, audio-recorded a total of approximately 70h of interviews with fifty fishers from Ramsgate, Folkestone, Rye and Hastings in the UK, and Calais, Boulogne-sur-mer, Dieppe and Port-en-Bessin in France (figure 19). Table 7 shows that it represents between 1 and 4 interviewed fishers by port and by fishing gear. Interviewed fishers are listed in table 8 (see below); it should be noted here that they are not always representative of fishing communities and that the results of these interviews only reflect the opinions of the interviewed fishers fishers. Moreover, a large proportion of the interviewees was skippers, whose views may differ from the rest of their crews.

On both the French and British coasts, the research targeted small-scale fishers: in the UK, the focus was largely on under 10 m fishing vessels, and in France it was on vessels between 8 to 12 m, except for two 20-25 m trawlers operating from Boulogne-sur-mer. In the CHARM II area, the small-scale fishers targeted by this study are not representative in terms of fishing gear or vessel length ; further, not all age classes of skippers are represented in the study. On the British side, small-scale fishers are often underrepresented in governmental fishery management schemes, due to the limited size of their communi-

Tableau 7. Nombre de pêcheurs interrogés, par port et par type d'engin.
/ *Number of interviewed fishers, by port and by fishing gear.*

Port français *French port*	Engin *Fishing gear*	Pêcheurs *Fishers*	Port britannique *British port*	Engin *Fishing gear*	Pêcheurs *Fishers*
Baie de Somme */ Bay of Somme*	Chalut */ Trawling*	1	Folkestone	Chalut */ Trawling*	2
Boulogne/mer	-	2	Folkestone	Chalut-Casier-Ligne */ Trawling-Potting-Longlining*	1
Boulogne/mer	Chalut */ Trawling*	3	Folkestone	Filet-Chalut-Casier */ Netting-Trawling-Potting*	2
Boulogne/mer	Filet-Chalut */ Netting-Trawling*	4	Folkestone		1
Boulogne/mer	Filet */ Netting*	3	Hastings	Chalut-Filet */ Trawling-Netting*	3
Calais	Filet */ Netting*	1	Hastings	Filet-Chalut-Casier */ Netting-Trawling-Potting*	2
Dieppe	Chalut */ Trawling*	2	Ramsgate	Chalut */ Trawling*	1
Dieppe	Filet-Chalut */ Netting-Trawling*	2	Ramsgate	Chalut-Filet */ Trawling-Netting*	1
Dieppe	Filet */ Netting*	2	Ramsgate	Filet */ Nettting*	5
Grandcamp	Filet */ Nettting*	1	Rye	Chalut */ Trawling*	1
Port-en-Bessin	Chalut-Filet */ Trawling-Netting*	1	Rye	Filet */ Nettting*	2
Port-en-Bessin	Filet */ Nettting*	1	Rye	Filet-Chalut */ Netting-Trawling*	3
Trouville	Chalut */ Trawling*	1	Whitstable	Filet-Chalut-Ligne&Palangre */ Netting-Trawling-Longline*	1
Trouville	Filet */ Nettting*	1			
Total		**25**			**25**

présentées. Côté britannique, ces pêcheurs artisanaux sont souvent sous–représentés par les plans gouvernementaux de gestion des pêches, en raison de la taille limitée des communautés de pêcheurs concernées.

Entretiens

Concernant les entretiens au Royaume-Uni, le chercheur a utilisé ses relations personnelles nouées auparavant avec des pêcheurs locaux et les associaties.

Interviews

For interviews in the UK, the researcher used his previously gained personal contacts with local fishers and regional fishers' associations, such as the Ramsgate Fishermen's Association. The Hastings Fishermen's Protection Society also supported the research. For most of interviews in France, the researcher received substantial support from the

Figure 19. Entretien avec un pêcheur français. / *Interview of a French fisher* © CHARM

tions régionales de pêcheurs, comme l'association des pêcheurs de Ramsgate. La société de protection des pêcheurs de Hastings a, elle aussi, soutenu cette étude. Les Comités Régionaux de Pêches Maritimes (CRPM) de Boulogne-sur-mer et de Dieppe ont apporté leur soutien au chercheur pour la plupart des entretiens effectués en France, mais les rencontres ont également été facilitées par l'implication des observateurs de l'IFREMER et du personnel des universités de CCCU (Canterbury) et ULCO (Boulogne-sur-mer).

En France et au Royaume-Uni, les entretiens se sont déroulés soit au port, soit au domicile des pêcheurs. Tous les entretiens ont été enregistrés et ensuite transcrits. En France, le chercheur a travaillé avec un interprète. En France comme au Royaume-Uni, les entretiens ont ciblé des pêcheurs qui travaillaient avec des méthodes et techniques différentes, afin de représenter la diversité des pêcheries.

Les entretiens étaient semi-directifs (note : type d'entretien souvent utilisé en sociologie permettant à l'interlocuteur de développer les réponses) et un certain nombre de questions fondamentales ont été posées. Chaque entretien a duré entre 20 et 100 minutes. Le chercheur a essayé de guider l'entretien afin d'obtenir le plus d'informations possibles quant aux activités de pêche et à l'histoire familiale propre à chaque pêcheur. Ces derniers ont très bien réagi et ont accepté cette forme d'entretien plutôt libre. Dans chaque entretien, les questions posées concernant leur histoire ont servi à mieux comprendre les contextes sociaux et les activités actuelles de pêche, ainsi que les récents changements qui ont eu lieu dans les pêcheries régionales. Une autre étude utilisant comme source de données ce type d'entretiens a également été réalisée en Manche orientale (Pringent & Fontenelle, 2006).

Cartographie & SIG

Au cours de chaque entretien, il a été demandé aux pêcheurs d'identifier leurs zones de pêche. Chacun a dessiné sa zone de pêche sur une carte marine de l'office hydrographique britannique (UKHO), et ces zones ont été ensuite numérisées pour être intégrées à un Système d'Information Géographi-

regional fishery committees (Comité Régional des Pêches Maritimes) in both Boulogne-sur-mer and Dieppe. Some interviews in France were facilitated by observers from IFREMER and staff of CCCU (Canterbury) and ULCO (Boulogne-sur-mer) universities.

All interviews in both the UK and France were conducted either at the respective port locations or at fishers' homes, and all were recorded and subsequently transcribed. In France, the researcher worked with an interpreter. In both the UK and France, the researcher interviewed a selection of fishers who used different methods and techniques in order to represent the variety of fisheries.

Interviews were semi-structured (note: a type of interview, often used in sociology, where the interviewee is free to develop his/her answers), and a number of key questions were asked in all interviews. Each interview lasted between 20 and 100 minutes. The researcher attempted to guide the interviews in a way that would elicit the particularities of each fisher's fishing activities and family background. Fishers reacted positively to this free-style form of interview. In each interview, questions about fishers' individual life-histories were used as a guideline for understanding the social and historical contexts of current fishing activities and the recent changes that have occurred in the regional fisheries. Another study, also using semi-structured interviews as data sources, was carried out in the eastern English Channel (Pringent & Fontenelle, 2006).

Cartography and GIS

As a part of the interview process, the researcher asked fishers to identify their fishing locations. On marine UKHO (UK Hydrographic Office) maps, they depicted particular configurations that indicated their fishing locations. These drawings were later digitised using Geographic Information System (GIS) software. The software ArcMap (ESRI ArcGIS 9.1) was used to digitise the fishers' drawings of their perceived fishing locations. On figure 20, a section of the Dover Strait is shown during the digitising process, to create the "shapefile" polygons (in red).

Fishing location areas were saved in the GIS as

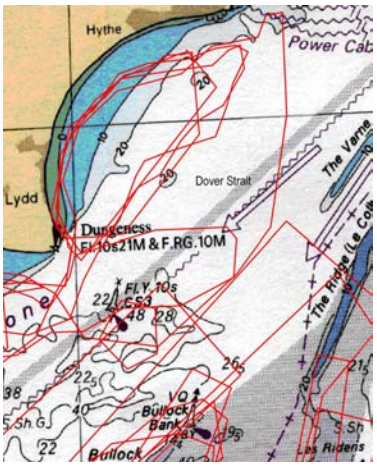


Figure 20. Etape de numérisation. */Digitising process.*

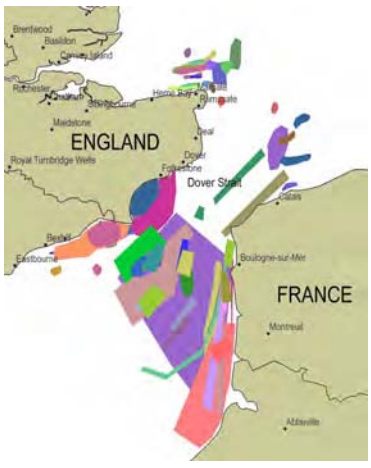


Figure 21. Etape de rasterisation. / *Rasterisation process.*

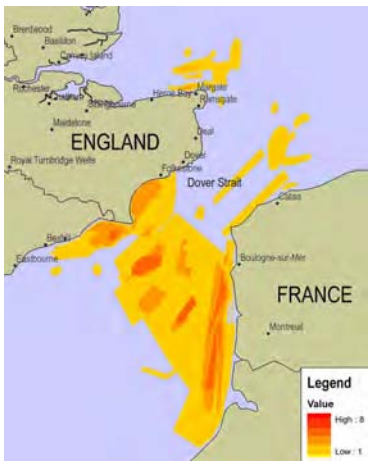


Figure 22. Carte de "hot spot". / *Hot spot map.*

que (SIG). Le logiciel ArcMap (ESRI ArcGIS 9.1) a été utilisé pour numériser les zones de pêche des pêcheurs. Sur la figure 20, une section du détroit du Pas-de-Calais est visualisée au cours du processus de numérisation, afin de créer les polygones de type "fichiers de forme" (en rouge).

Les zones de pêche ont été sauvegardées dans le SIG sous forme de polygones de type "fichier de forme", qui ont notamment pu être convertis en une image (procédé de rasterisation, figure 21). En superposant les cartes, donc en cumulant les données, il est possible de créer des cartes de "hot spot" (point de forte concentration, figure 22).

Il a été possible d'assigner un certain nombre d'attributs aux polygones, par exemple le nom du pêcheur, la méthode de pêche, la saison de pêche considérée, les attributs sociaux des pêcheurs (comme l'histoire familiale), les espèces ciblées, etc, afin de créer les cartes montrant ces informations, recueillies lors des entretiens. Sur l'exemple illustré en figure 22, les polygones de type fichier de forme ont été rastérisés pour ne représenter qu'un attribut (ex. les zones de pêche de pêcheurs différents, mais ciblant la sole commune, sont illustrées par des couleurs différentes). La carte de "hot spot" a été créée en superposant et additionnant les polygones (au format raster) représentant les zones de pêche à la sole.

Cartes de "hot spots"

Pour quelques espèces ciblées régulièrement par les pêcheurs, des cartes de "hot spots" (figure 22) ont été créées, en se basant sur les secteurs de pêche délimités par les pêcheurs eux-mêmes, afin de donner une idée des zones de pêche les plus populaires pour chacune de ces espèces. Il est important de noter que la variabilité des tailles des zones de pêche indiquées par les différents pêcheurs est probablement un reflet de la perception propre à chaque pêcheur qui découle de ses méthodes de pêche et de son expérience, tout comme de la puissance de son navire et de la fréquence de ses sorties en mer.

Saisonnalité de l'activité de pêche

Durant les entretiens, les pêcheurs ont parfois donné des informations sur la saisonnalité de leur activité de pêche, en relation avec les zones de pêche qu'ils dessinaient. A partir des zones de pêche pour lesquelles des informations de saisonnalité étaient disponibles, nous avons créé des cartes d'été et d'hiver. La carte des zones de pêche estivale montre les zones que les pêcheurs appellent leurs "zones de pêche d'été", c'est-à-dire fréquentées entre juin et septembre. De même, la carte des zones de pêche hivernale illustre les zones que les pêcheurs appellent leurs "zones de pêche d'hiver", c'est- à-dire fréquentées entre octobre et mars.

Histoire familiale

Lors des entretiens, des données ont été rassemblées sur l'histoire familiale de chaque pêcheur, afin d'évaluer les évolutions récentes au sein des différentes communautés, et aussi de comprendre le

shapefile polygons, which could if necessary be rasterised (figure 21). By overlaying maps, hence cumulating data, it is possible to later create e.g. hotspot maps (figure 22).

Each shapefile polygon could be given several attributes, such as fisher's name, fishing method, fishing season, fisher's social attributes (e.g. family history), target species, etc, to produce the maps showing the information that had been collected during the interviews. For the example illustrated in figure 22, shapefile polygons were rasterised in order to show one attribute only (e.g. the different colours show the fishing locations of different fishers targeting common sole). The hotspot map was created by superimposing and adding all the polygons (in raster format), indicating perceived fishing areas for sole.

Hot spot maps

For a number of species that fishers regularly target, hotspot maps (figure 22) were created, based on all the fishers' drawings, to indicate the popular fishing areas. It is important to note that the inconsistency between the sizes of various fishers' fishing areas was possibly a reflection of the inconsistency between fishers' perceptions, stemming from their fishing methods and the length of their fishing experience (as well as vessel's engine power and fishing trip frequency).

Fishing seasonality

Not all the marked fishing locations included information about the seasonality of fishing. For those locations where information was available, we created two maps: a summer and a winter map. The map showing summer fishing grounds illustrates the locations that fishers referred to as their "summer fishing areas", i.e. where they fish between June and September. Similarly, the map showing winter fishing grounds illustrates the fishing areas where they fish between October and March.

Family history

During the interviews, we collected the family history of each fisher, in order to assess recent changes within the different fishing communities, and also to understand the pattern of crew recruitment. The maps show the fishing locations of different fishers, categorised by the number of generations of their family that have been engaged in fishing. For instance, the map called "one generation of fisher" indicates fishing locations marked by fishers who have no family history of fishing, while the map called "five (and more) generations of fisher" indicates the fishing locations of fishers who have had five generations of family members engaged in fishing.

Future perspectives

We have separated fishers' perspectives on the future of their industry into "positive" and "negative" based on what they said in our interviews. We carefully examined the context of what fishers said about their future, since we did not use a simple questionnaire that asked the question directly. For

schéma de recrutement des équipages. Les cartes présentées illustrent les secteurs exploités par les différents pêcheurs, qui ont été définis pour chaque génération d'une même famille. Par exemple, la carte "une génération de pêcheurs" indique les zones de pêche de pêcheurs qui sont les premiers de leur famille à pêcher, tandis que la carte "cinq générations de pêcheurs" indique les zones de pêche utilisées par les pêcheurs issus de cinq générations dans la pêche.

Perspectives futures

En se basant sur les entretiens, nous avons classé en "positif" ou "négatif" les perspectives des pêcheurs interrogés en ce qui concerne l'avenir de leur activité. Nous avons veillé à bien prendre en compte le contexte quand nous avons analysé les propos des pêcheurs quant à leur avenir ; en effet, nous n'avons pas utilisé de questionnaire qui aurait inclus une question directe. Par exemple, si un pêcheur dit qu'il instance, if a fisher said that it was difficult to see a future for the industry, then we asked whether his opinion was influenced by general economic problems, such as the rise of oil price, rather than by the condition of the fishery or the marine environment.

Tableau 8. Tableau récapitulatif des pêcheurs interrogés. / *Summary table of the fishers interviewed.*

Code pêcheur *Fisherman code*	Age *Age*	Expérience (ans) *Experience (years)*	Patron-pêcheur (ans) *Skippering (years)*	Port *Port*	Engin de pêche *Fishing gear*
Fr1	55	40	19	Baie de Somme, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr2	62	50	17	Grandcamp, Fr	Retraité (Chalut-Filet) / *Retired (Trawling-Netting)*
Fr3	54	38	7	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr4	51	36	-	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr5	47	24	-	Port-en-Bessin, Fr	Filet / *Netting*
Fr6	37	25	-	Trouville, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr7	53	38	38	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr8	29	11	9	Dieppe, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr9	40	26	4	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr10	55	26	18	Dieppe, Fr	Filet / *Netting*
Fr11	33	16	28	Boulogne/mer, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr12	43	25	-	Port-en-Bessin, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr13	39	23	?	Calais, Fr	Filet / *Netting*
Fr14	32	17	50	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr15	40	25	25	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr16	40	25	25	Boulogne/mer, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr17	34	17	47	Dieppe, Fr	Filet / *Netting*
Fr18	38	22	25	Dieppe, Fr	Filet / *Netting*
Fr19	59	-	24	Boulogne/mer, Fr	Retraité (Chalut-Filet) / *Retired (Trawling-Netting)*
Fr20	?	?	15	Boulogne/mer, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr21	38	21	35	Boulogne/mer, Fr	Filet / *Netting*
Fr22	61	-	18	Dieppe, Fr	Chalut / *Trawling*
Fr23	-	-	0	Boulogne/mer, Fr	-
Fr24	50	35	-	Dieppe, Fr	Filet / *Netting*
UK1	38	23	19	Ramsgate, UK	Filet / *Netting*
UK2	38	23	17	Ramsgate, UK	Filet / *Netting*
UK3	34	19	7	Ramsgate, UK	Filet / *Netting*

Code pêcheur *Fisherman code*	Age *Age*	Expérience (ans) *Experience (years)*	Patron-pêcheur (ans) *Skippering (years)*	Port *Port*	Engin de pêche *Fishing gear*
UK4	41	26	-	Ramsgate, UK	Filet / *Netting*
UK5	45		-	-	-
UK6	57	42	-	Whitstable, UK	Chalut / *Trawling*
UK7	60	40	38	Folkestone, UK	Chalut / *Trawling*
UK8	44	20	9	Folkestone, UK	Filet-Chalut-Casier / *Netting-Trawling-Potting*
UK9	24	7	4	Folkestone, UK	Chalut / *Trawling*
UK10	41	25	18	Folkestone, UK	-
UK11	48	32	28	Folkestone, UK	Chalut / *Trawling*
UK12	32	8		Rye, UK	Filet / *Netting*
UK13	58	43	?	Folkestone, UK	Casier / *Potting*
UK14	70	50	50	Hastings, UK	Filet / *Netting*
UK15	45	30	25	Hastings, UK	Filet-Chalut / *Netting-Trawling*
UK16	46	30	25	Hastings, UK	Filet / *Netting*
UK17	58	47	47	Hastings, UK	Filet-Casier / *Netting-Potting*
UK18	44	29	25	Hastings, UK	Filet / *Netting*
UK19	48	28	24	Rye, UK	Chalut / *Trawling*
UK20	36	20	15	Rye, UK	Chalut / *Trawling*
UK21	52	37	35	Rye, UK	Filet / *Netting*
UK22	41	25	18	Rye, UK	Chalut / *Trawling*
UK23	37	20	0	Rye, UK	Chalut / *Trawling*
UK24	70	30	-	Ramsgate, UK	Chalut / *Trawling*
UK25	46	30	-	Ramsgate, UK	Filet / *Netting*
UK26	45	30	-	Ramsgate, UK	Filet / *Netting*

est difficile d'envisager un futur pour cette activité, nous lui demandons si cette opinion est influencée par des problèmes économiques généraux, tels l'augmentation du prix du pétrole, ou plutôt par l'état de la pêcherie ou de l'environnement marin.

Résultats

Les résultats sont présentés ci-après :

- par port de pêche (p. 518),
- par méthode de pêche (p. 525),
- par saisonnalité (p. 529),
- par espèce ciblée (p. 530),
- histoire familiale (p. 544), et
- perspectives futures (p. 546).

Results

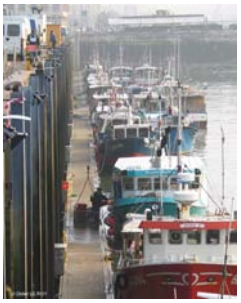
Results are presented below:

- per fishing port (p. 518),
- per fishing method (p. 525),
- per seasonality (p. 529),
- per target species (p. 530),
- family history (p. 544), and
- future perspectives (p. 546).

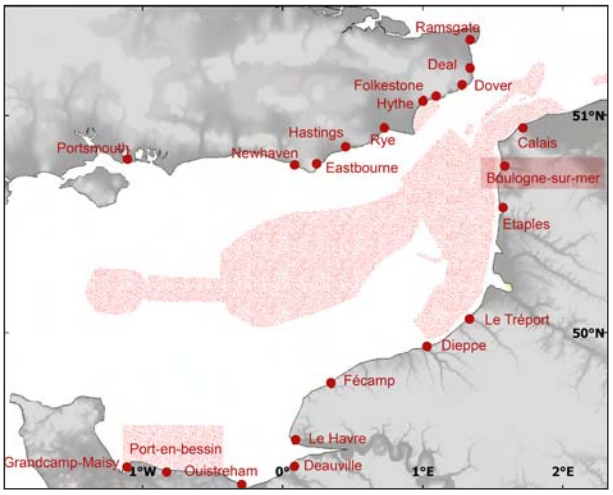
Cartographie
Communautés de pêcheurs

Cartography
Fishing communities

Boulogne-sur-mer, France



Chalutiers amarrés au bassin Loubet (gauche) ; fileyeurs amarrés au Quai Gambetta (droite). / *Trawlers at Bassin Loubet (left); netters at Quay Gambetta (right).* © IFREMER



Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Nombre de navires / *Fishing vessels*	200 (estimé à temps plein) / (*estimated full-time*)
Nombre de pêcheurs / *Number of fishers*	1 000
Engins / *Fishing methods*	Filet, chalut / *Netting, trawling*
Durée des marées / *Fishing trip*	12-80 h
Espèces pêchées / *Target species*	Morue, sole, plie, rouget barbet, bar / *Cod, sole, plaice, red mullet, seabass*
Marché / *Market*	Marché local et criée à Boulogne-sur-mer / *Local fish shops and Boulogne-sur-mer market*
Longueur / *Length*	12-25 m

Boulogne-sur-mer est le plus grand port de pêche en nombre de marins de Manche orientale, abritant environ 120 navires de pêche, qu'ils appartiennent à la pêche hauturière ou à la pêche côtière. Concernant la pêche artisanale, trois communautés de pêcheurs y coexistent : les pêcheurs des chalutiers de 20-25 m, ceux des chalutiers de plus petite taille, et enfin ceux des fileyeurs. Les chalutiers de 20-25 m sont amarrés au bassin Loubet, dans la zone Capécure, où se situe la plus grande zone européenne de transformation du poisson, et la criée où les pêcheurs vendent leurs captures. Les fileyeurs et les plus petits chalutiers restent au quai Gambetta, où ils vendent une part de leur prise dans les kiosques tenus par leurs familles. Les chalutiers de 20-25 m ont des prises variées : morue, merlan, rouget barbet et seiche, alors que les petits chalutiers et fileyeurs ciblent principalement la sole et la plie. Les fileyeurs et les chalutiers interrogés voient l'avenir de leur métier positivement malgré les inquiétudes concernant les coûts de maintenance des navires et "*la pollution industrielle*" (sic).

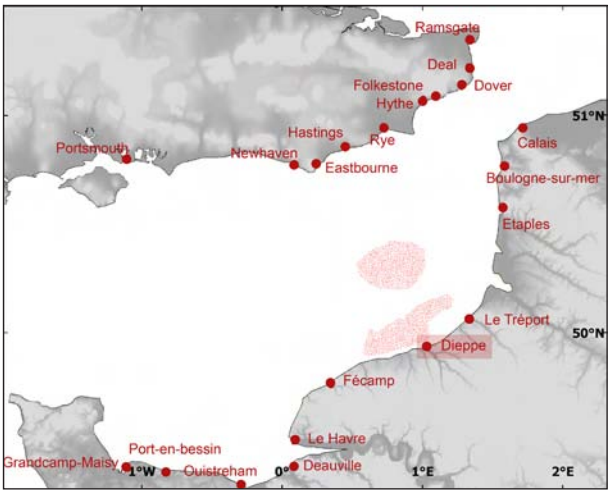
This is the largest fishing port in the eastern English Channel, accommodating around 120 fishing vessels engaged in either offshore or inshore fishing. Three small scale fishing communities are recognised as operating from the port: medium-sized trawlers (20-25 m); small-sized trawlers; netters. The medium-sized trawlers are kept at Bassin Loubet, in the Capécure part of the port (Capécure is the largest European seafood transformation zone) near the fish auction. Netters and small trawlers stay in the harbour located near Quay Gambetta, and fishers sell part of their landings at small stalls run by their families. Medium-sized trawlers conduct a mixed fishery targeting cod, whiting, red mullet and squid, while small trawlers and netters target mainly common sole and plaice. Both the netting and trawling interviewed communities express positive views about the future of the industry despite concerns over the running costs of vessels and "*industrial pollution*" (sic).

Ports de pêche
Fishing ports

Perceptions des pêcheurs interrogés
Interviewed fishers' perceptions

Dieppe, France

© IFREMER



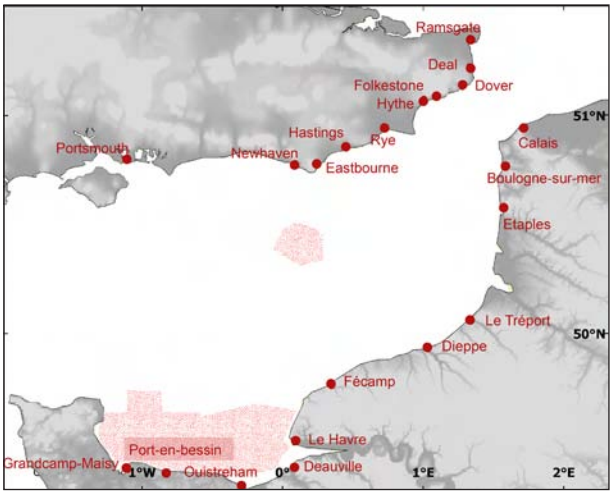
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Ce port de taille moyenne abrite environ 40 petits navires (fileyeurs et chalutiers) de longueur comprise entre 7 et 40 m. Il joue un rôle attracteur d'un point de vue commercial pour d'autres petits ports alentour comme le Tréport. Quelques familles de pêcheurs du Tréport ont relocalisé leur activité à Dieppe, ou vers d'autres plages plus petites où opèrent des navires en aluminium de moins de 10 m dits "Doris". La majorité des chalutiers basés à Dieppe pêchent la coquille Saint-Jacques à la drague, tandis que les fileyeurs et chalutiers ciblent la sole, la morue et la plie. Les chalutiers s'inquiètent de la montée du prix du gasoil, et certains envisagent même de devenir fileyeurs. Les chalutiers comme les fileyeurs ont des inquiétudes en ce qui concerne les quotas de pêche sur la morue.

This medium-sized port accommodates approximately 40 small fishing vessels of between 7 and 40 m, both netters and trawlers. The port plays the role of a commercial centre for other smaller fishing ports in the vicinity, such as Le Tréport. A number of fishing families from Le Tréport have moved their operating port to Dieppe and other smaller beaches where under 10 m "Doris" vessels operate (small aluminum vessel that is launched from the beach). Trawlers operating from Dieppe dredge for scallops and both netters and trawlers target sole, cod and plaice. The trawlers are worried by the rising price of gasoline and some are considering changing their fishing method to netting. Both trawlers and netters are also concerned by the quota restriction on cod.

Port-en-bessin, France

© IFREMER



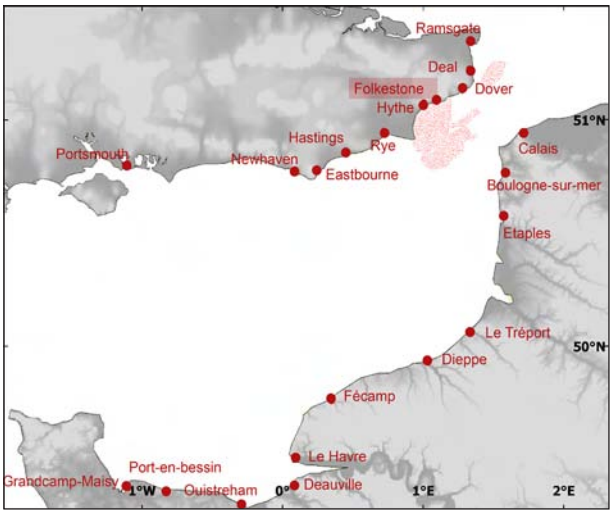
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Une grande partie des navires immatriculés dans ce port sont des chalutiers. A part quelques pêcheurs de première génération, la plupart ont une histoire de famille liée à la pêche de deux générations ou plus. Une grande majorité des chalutiers exploitent la coquille Saint-Jacques entre octobre et mars allant même jusque dans les eaux britanniques en fin de saison. Dans les autres ports de Basse-Normandie, comme par exemple Trouville-sur-mer, Honfleur et Ouistreham, il existe une plus grande diversité de méthodes de pêche, liée à l'utilisation de bateaux plus petits et moins puissants. Ces derniers pratiquent majoritairement le filet ou le chalut pour pêcher la sole, d'autres poissons démersaux, ainsi que la crevette grise. Dans ces ports plus petits, les pêcheurs vendent leur capture soit sur les marchés locaux ou régionaux soit aux mareyeurs.

Most of the vessels operating from this port are trawlers, but not all fishers have a long family history of fishing, and many are first generation fishers. All trawlers dredge seasonally for scallops between October and March, and some go close to British waters during the later months of the season. Other ports in Basse-Normandie region, such as Trouville-sur-mer, Honfleur and Ouistreham, show more variation in fishing methods, using smaller and less powerful vessels. They mainly do netting and trawling for sole and other demersal fish, as well as shrimp. Fishers from these ports sell their catch through local markets or trade them to fish traders.

Folkestone, United Kingdom

© www.sustrans.org.uk



Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

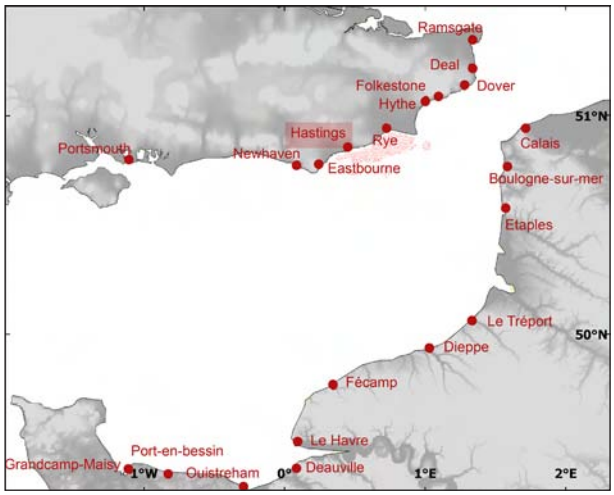
Nombre de navires / *Fishing vessels*	7 (estimé à temps plein) / *(estimated full-time)*
Nombre de pêcheurs / *Number of fishers*	20
Engins / *Fishing gears*	Filet, chalut, casier / *Netting, trawling, potting*
Durée des marées / *Fishing trip*	12-24 h
Espèces pêchées / *Target species*	Morue, sole, plie, bar, homard, merlan, raie bouclée / *Cod, sole, plaice, seabass, whiting, lobster, thornback ray*
Marché / *Market*	Marché local (Ramsgate, Broadstairs), ou revendeurs à Boulogne-sur-mer ou Folkestone / *Local fish market (Ramsgate, Broadstairs), or fish traders in Boulogne-sur-mer and Folkestone*
Longueur / *Length*	< 10 m (entre 9.0-9.9 m) / *< 10 m (between 9.0-9.9 m)*

Le port abrite seulement sept navires travaillant à plein temps : trois chalutiers et quatre fileyeurs, dont l'un pêche aussi le crabe et le homard au casier. Tous les pêcheurs de Folkestone disent que le nombre de navires a fortement diminué depuis qu'eux-mêmes ont commencé la pêche (il y a 9 à 60 ans) : il y avait 30 navires il y a 30 ans, et seulement 14 navires il y a cinq ans. Les pêcheurs déclarent que cette diminution est liée aux restrictions du gouvernement britannique concernant la taille des navires, éliminant ainsi les plus grands chalutiers. Les principales espèces pêchées sont la sole, la morue, la plie, le bar, la raie et la coquille Saint-Jacques en hiver. Certains d'entre eux pêchent de façon plus variée, ciblant de nombreuses espèces dont le rouget, la limande et le turbot. La communauté des pêcheurs est petite et les liens de famille sont importants : une famille de pêcheurs originaire de Hythe est dans le milieu de la pêche depuis cinq générations.

The port accommodates only seven full-time working vessels: three trawlers and four netters, one of which also goes potting for crab and lobster. All fishers from Folkestone say that the number of vessels has greatly declined since they first started fishing (this time varies between 9 and 60 years ago): there were 30 vessels 30 years ago, and only 14 vessels remained five years ago. Fishers claim that the decline is due to British government restrictions on vessel sizes, which eliminated the larger trawlers. Fishing in this port relies on sole, cod, plaice, seabass, ray and scallops in winter. There are also a few fishers who conduct a "mixed" fishery catching a variety of fish including red mullet, lemon sole and turbot. The small fishing community has close family interconnections and a fishing family, originally from Hythe, has a five-generation family history of fishing from Folkestone.

Hastings, United Kingdom

© Cordaiy Photo Library Ltd./CORBIS



Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

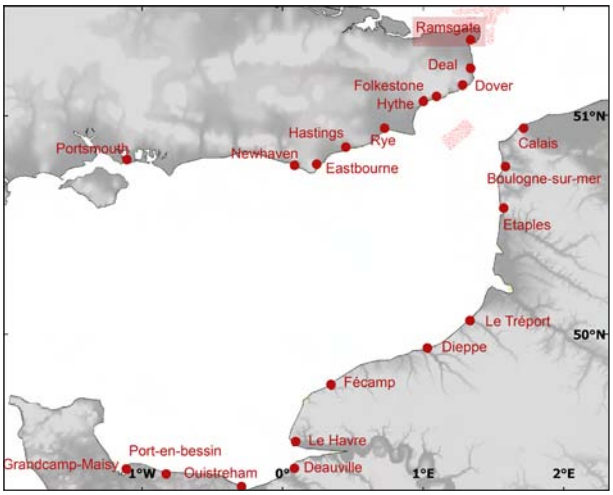
Nombre de navires / *Fishing vessels*	25 (estimé à temps plein) / *(estimated full-time)*
Nombre de pêcheurs / *Number of fishers*	30
Engins / *Fishing gears*	Filet, chalut, casier / *Netting, trawling, potting*
Durée des marées / *Fishing trip*	12-36 h, local / *local vicinity*
Espèces pêchées / *Target species*	Morue, sole, plie, bar, seiche / *Cod, sole, plaice, seabass, cuttelfish*
Marché / *Market*	Coopérative locale de Hastings / *Local fish cooperative in Hastings*
Longueur / *Length*	< 10 m (entre 9.0-9.9 m) / *< 10 m (between 9.0-9.9 m)*

Les acteurs de ce port de pêche historique ont conservé des liens sociaux et économiques entre eux malgré un déclin général de l'activité de pêche. Ce succès a été possible grâce à la réorganisation de la communauté en organisation non gouvernementale qui contrôle le commerce ainsi que la gestion du revenu lié à la location de la plage pour laquelle elle a des droits communaux. La société de protection des pêcheurs de Hastings est une organisation active qui soutient le bien-être de la communauté, le développement durable de la pêche et facilite la vente directe. Il y a 25 navires fileyeurs qui travaillent à temps plein, bien qu'ils pêchent aussi au chalut et au casier selon la saison et les conditions de pêche. Parmi eux, quelques-uns ont développé une nouvelle pêche saisonnière, celle du casier à seiche. La zone principale de pêche est limitée au secteur côtier jusqu'à 10 mn du port. Tous les navires travaillent à partir de la plage, et donc leur temps de pêche est limité par la marée et exige de la main-d'œuvre supplémentaire pour mettre à l'eau les navire et les remonter.

Despite a general decline in fishing, this historic "fishing location" has maintained social and economic bonds between fishers by reorganising the community as a non-governmental organization that controls trading as well as managing the revenue it gains from renting beach land to which it has communal rights. The Hastings Fishermen's Protection Society is active in supporting the welfare of the community, promoting sustainable catches and providing access to direct marketing. There are 25 full-time working vessels, and all are netters but they also conduct trawling and potting depending on the season and the condition of fishing. Among them, a few have also developed a new seasonal fishery, potting to catch cuttlefish. The regular fishing area is limited to the inshore area within 10 nm of the coast near the port, and this provides a good stock of sole and plaice, the main targets of the fishery. All vessels operate from the beach, hence their fishing time is restricted by the tide and they require extra manpower to launch the vessels from the shore.

Ramsgate, United Kingdom

© www.thanet.gov.uk



Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

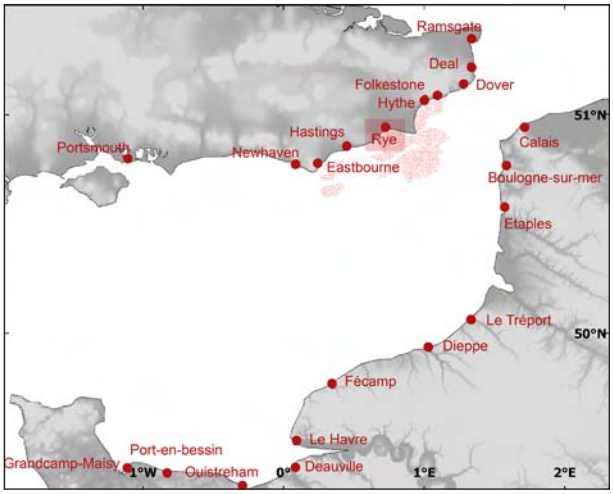
Nombre de navires / *Fishing vessels*	25 (estimé à temps plein) / *(estimated full-time)*
Nombre de pêcheurs / *Number of fishers*	50
Engins / *Fishing gears*	Filet, chalut, casier / *Netting, trawling, potting*
Durée des marées / *Fishing trip*	12-24 h
Espèces pêchées / *Target species*	Morue, sole, plie, bar, raie, homard / *Cod, sole, plaice, seabass, thornback ray, lobster*
Marché / *Market*	Marchés locaux (Ramsgate ou Broadstairs) ou par des intermédiaires (marché boulonnais) / *Local fish markets (Ramsgate, Broadstairs), or fish traders in Boulogne-sur-mer and Folkestone*
Longueur / *Length*	< 10 m (entre 9.0-9.9 m) / *< 10 m (between 9.0-9.9 m)*

Ramsgate est le plus grand port de pêche du Kent, accueillant plus de 20 bateaux de pêche à temps plein et 15 autres à temps partiel. Centre de la pêche dans le Kent, ce port a une longue histoire, et il a récemment attiré des pêcheurs des plus petits ports voisins comme Deal, Broadstairs et Margate. Par conséquent, le nombre total de navires de pêche à temps plein immatriculés à Ramsgate a été stable ces dix dernières années malgré un déclin du nombre de bateaux réellement originaire de Ramsgate. Dans ce port, jusqu'aux années 1980, la pêche était principalement exercée au chalut sur des bateaux de plus de 10 m, mais la plupart des pêcheurs de ce port sont maintenant des fileyeurs (bien qu'il reste un chalutier), presque tous de taille inférieure à 10 m, pour des raisons réglementaires. Les pêcheurs utilisent des filets fixes et dérivants, ciblant principalement la sole, la morue, la limande et le bar, et quelques bateaux pêchent le homard au casier. Plusieurs pêcheurs de Ramsgate vendent leurs prises par l'intermédiaire d'un mareyeur français sur le marché de Boulogne-sur-mer.

Ramsgate is the largest fishing port in Kent, accommodating more than 20 full-time fishing vessels and another 15 part-time. The port has a long history as the centre of Kentish fishing, and it has recently attracted fishers from smaller ports in its vicinity such as Deal, Broadstairs and Margate. As a result, the total number of full-time fishing vessels operating from Ramsgate has been stable over the last ten years despite a decline in the number of actual Ramsgate vessels. Until the 1980s, fishing at this port was mainly trawling using over 10 m vessels, but most fishers in this port are now netters (although there is one trawler) and, as a result of the changes in fishing regulations, nearly all vessels are now under 10 m. Fishers use both static nets and drift nets, targeting mainly sole, cod, ray and seabass and a few vessels go potting for lobsters. Several fishers operating from this port market their catch through a French fish trader who sells the catch in Boulogne-sur-mer.

Rye, United Kingdom

© A. Woolfitt/CORBIS



Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Nombre de navires / *Fishing vessels*	15 (estimé à temps plein) / *(estimated full-time)*
Nombre de pêcheurs / *Number of fishers*	30
Engins / *Fishing gears*	Filet, chalut, casier / *Netting, trawling, potting*
Durée des marées / *Fishing trip*	12-36 h, local / *local vicinity*
Espèces pêchées / *Target species*	Morue, sole, plie, bar, coquille Saint-Jacques, aiguillat / *Cod, sole, plaice, seabass, scallop, spurdog*
Marché / *Market*	Marché local de Rye et de Boulogne-sur-mer / *Local fish markets in Rye and Boulogne-sur-mer*
Longueur / *Length*	< 10 m (entre 9-9.9 m) / *< 10 m (between 9-9.9 m)*

Il existe deux communautés très distinctes de pêcheurs à Rye, les chalutiers et les fileyeurs, et leurs navires respectifs sont basés à des endroits différents. Les chalutiers s'abritent dans le nouveau port de Rye qui se situe près de la ville, alors que les fileyeurs s'abritent dans un petit port localisé près du terrain de golf de Rye. Au total, 10 chalutiers et cinq fileyeurs travaillent à plein temps. Ils pêchent principalement la sole et la plie, mais les chalutiers exploitent aussi la coquille Saint-Jacques près de Folkestone l'hiver, et les fileyeurs utilisent, de temps à autre, des filets dérivants pour capturer le bar à l'entrée de l'estuaire de Rye. Les deux communautés ne partagent pas les mêmes secteurs de pêche, et disent qu'il n'y a pas de compétition entre eux. Quelques pêcheurs appartenant à ce port vendent leurs prises sur le marché boulonnais par l'intermédiaire d'un mareyeur français.

There are two fishing communities in Rye, trawlers and netters, and their vessels operate from different locations. The trawlers operate from the renovated Rye harbour located near the town, while the netters operate from a small harbour located near the Rye golf centre. In total, 10 trawlers and five netters operate as full-time fishing vessels. Both trawlers and netters target mainly sole and plaice, but trawlers also fish for scallop near Folkestone in winter, and netters occasionally use drift nets to catch seabass near the entrance to the Rye estuary. The two communities do not share the same fishing areas, and both say that there is no competition between them. A few fishers operating from this port market their catch through a French fish trader who sells the catch in Boulogne-sur-mer.

Chalutiers français / *French trawlers*

© D. Leroy/CHARM

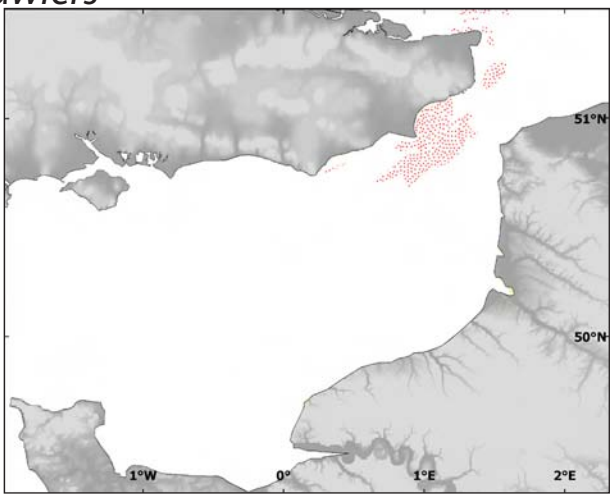
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Les chalutiers (de 20-25 m de longueur) boulonnais interrogés parcourent une grande zone de pêche pour cibler les poissons tels que le rouget barbet et le merlan (voir carte ci-dessus), mais les plus petits chalutiers travaillent seulement près des côtes, ciblant principalement la crevette grise et la sole. Les chalutiers de Port-en-Bessin ciblent la sole pendant l'été, puis changent d'engin pour pêcher la coquille Saint-Jacques. L'un d'eux indique même qu'il va près des eaux britanniques entre décembre et mars pour pratiquer le métier.

The trawlers (20-25 m in length) from Boulogne-sur-mer operate within a large fishing area to target pelagic fish such as red mullet and whiting (see map above), but the smaller trawlers only operate in inshore areas mainly targeting sole and grey shrimp. Trawlers operating from Port-en-Bessin target sole during the summer and then change of fishing gear to dredge for scallops. One trawler-man from Port-en-Bessin, says that he fishes close to British waters between December and March.

Chalutiers britanniques / *British trawlers*

© CHARM



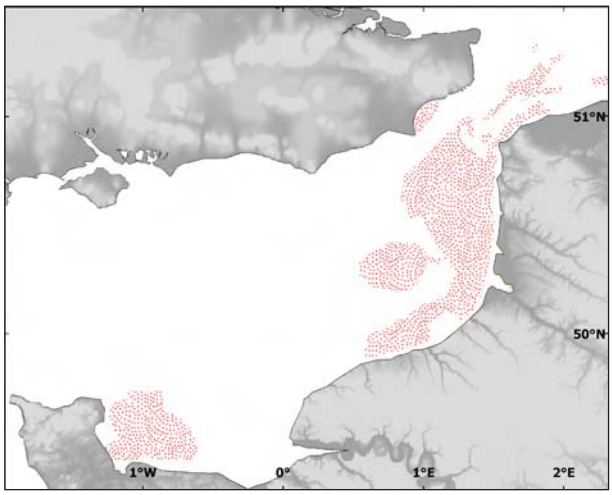
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

L'été, les chalutiers questionnés de Folkestone, Rye et Hastings pêchent dans des zones côtières la sole, le bar, la plie et la raie. Puis, ils changent d'engin pour cibler la coquille Saint-Jacques. Ce type de chalutier a seulement deux hommes à bord et les marées durent entre 12 et 24h.

In the summer, interviewed British trawlers operating from Folkestone, Rye and Hastings fish in inshore areas, targeting sole, seabass, plaice and ray, and then change their gear for dredging scallops. This type of small trawler has only two men on board and they operate for between 12 to 24h per trip.

Fileyeurs français / *French netters*

D.Leroy © CHARM



Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Les fileyeurs de Boulogne-sur-mer exploitent un plus grand secteur que les britanniques. Les équipages des fileyeurs de Boulogne-sur-mer sont en moyenne constitués de cinq hommes. Leur technique de pêche consiste à mettre un filet (fixe) à l'eau et le récupérer 24h après. Par le passé, les filets dérivants étaient utilisés pour le hareng, mais il semble que ce soit plus rare aujourd'hui dans la région. Les fileyeurs français s'approchent aussi des côtes britanniques, principalement pour pêcher la sole, mais déclarent qu'ils y vont rarement de nos jours en raison du coût du carburant. Les fileyeurs de Dieppe, notament les "Doris" basés sur les plages environnantes, ne déclarent pêcher que dans les eaux avoisinantes étant donné la disponibilité de la ressource. Cependant, quelques pêcheurs de Dieppe s'inquiètent car ils ne ciblent qu'une seule espèce (sole).

The French netters operating from Boulogne-sur-mer work a much larger area than the British netters. Most netters operating from Boulogne-sur-mer have five men on board and they conduct only static netting - that is to say, they set nets in the water for approximately 24 h. A few fishers said that drift netting used to be conducted for herring, but this is no longer the case in the region. French netters also come close to the British coast mainly to catch sole, but they say they rarely go nowadays because of the fuel cost. Interviewed netters operating from Dieppe, including the "Doris" operating from beaches in the vicinity, said that they only fish in areas close-by, since the stock is large enough to support them. However, a few of the fishers operating from Dieppe are concerned by their dependency on a single species (sole).

Fileyeurs britanniques / *British netters*

© CHARM

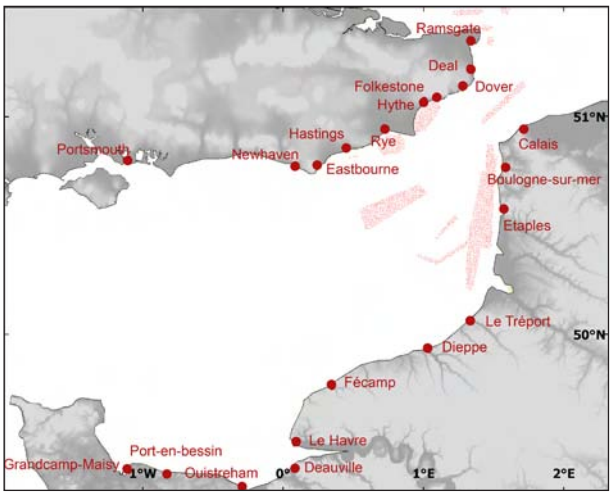
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

Les fileyeurs de Ramsgate, Rye et Hastings pêchent à la côte et ciblent principalement la sole, le bar, la plie et la raie en été, et la morue en hiver. Les fileyeurs de Ramsgate utilisent des filets dérivants pour pêcher la sole, mais deux fileyeurs de Ramsgate et quelques-uns de Rye utilisent des filets dérivants pour capturer le bar dans des zones distinctes. Comme les chalutiers, les fileyeurs britanniques embarquent seulement deux hommes. Ils utilisent des filets en nylon multi-filaments et de mailles différentes. Par exemple, un pêcheur de Ramsgate a utilisé six types différents de filets : trois filets trémails à grandes mailles pour la morue, le bar et la raie, et trois filets trémail à petites mailles pour pêcher la sole, la morue et le bar.

British netters operating from Ramsgate, Rye and Hastings fish close to the coastline targeting mainly sole, seabass, plaice and ray in summer, and cod in winter. Netters operating from Ramsgate use drift nets to catch sole, but two Ramsgate netters and a few Rye netters use surface drift nets to catch seabass in different locations. Like the trawlers, British netting vessels carry only two men, and they use both nylon multifilaments nets of different mesh sizes. For example, one fisher from Ramsgate has used six different types of nets: three relatively large mesh gillnets for cod, seabass and ray, and three kinds of small-meshed trammel nets to catch sole, cod and seabass.

Zones de pêche estivale / *Summer fishing grounds*

Les zones marquées concernent principalement la pêche au filet et au chalut, ciblant la sole en secteur côtier à partir des ports du détroit du Pas-de-Calais. Cependant un pêcheur de Ramsgate a indiqué un emplacement pour la pêche au bar fin septembre et un chalutier de Boulogne-sur-mer a déclaré pêcher le merlan dans des eaux plus profondes. Les pêcheurs qui ont indiqué les emplacements pour la pêche à la sole connaissent la migration de ce poisson vers les secteurs côtiers entre avril et août. Les pêcheurs de Ramsgate ont été mieux disposés que les autres pêcheurs britanniques sollicités pour marquer les emplacements de pêche en été. En effet, ils constatent une augmentation saisonnière de la population de sole en mer du Nord.



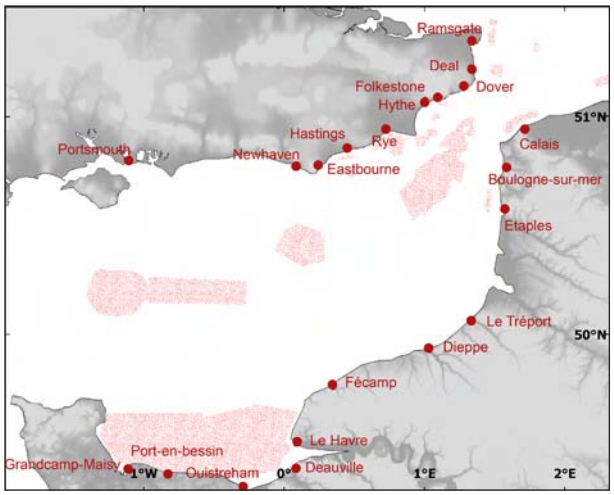
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

The locations marked here relate mainly to netting and trawling for sole in inshore areas for vessels operating from ports of the Dover Strait. However one fisher from Ramsgate marked a location for seabass fishing in late September and one trawler from Boulogne-sur-mer fishes in summer for whiting in deep water. The fishers who marked locations for sole fishing were aware of the migration pattern of the fish towards inshore areas between April and August. Fishers from Ramsgate were more inclined to designate summer fishing locations than were the British fishers who operate in the Channel. Finally, they have noted a seasonal increase of the sole population in the North Sea.

Zones de pêche hivernale / *Winter fishing grounds*

Des zones de pêche très diverses ont été indiquées comme hivernales, notamment pour le bar, la morue, la sole, la seiche et la coquille Saint-Jacques. Les pêcheurs de Ramsgate ont indiqué des secteurs pour la morue, alors que ceux de Folkestone et de Rye, y pêchent la coquille Saint-Jacques à cette saison. Les pêcheurs de Hastings pêchent la seiche au casier l'hiver. Les fileyeurs de Boulogne-sur-mer et de Calais ont marqué des emplacements pour la sole, mais sur la côte britannique, seul un fileyeur de Rye a marqué un secteur où il cible cette espèce pendant l'hiver. Un chalutier de 20-25 m de Boulogne-sur-mer a marqué deux emplacements dans les eaux plus profondes près de Port-en-Bessin pour la pêche au bar et à la plie. Le secteur près de Port-en-Bessin sur la carte représente le gisement de coquille Saint-Jacques de baie de Seine. Il est fréquenté non seulement par les pêcheurs de ce port, mais aussi par des chalutiers d'autres ports comme par exemple celui du Tréport.

Notons que les flottilles présentées pour les deux saisons ne sont pas totalement comparables.



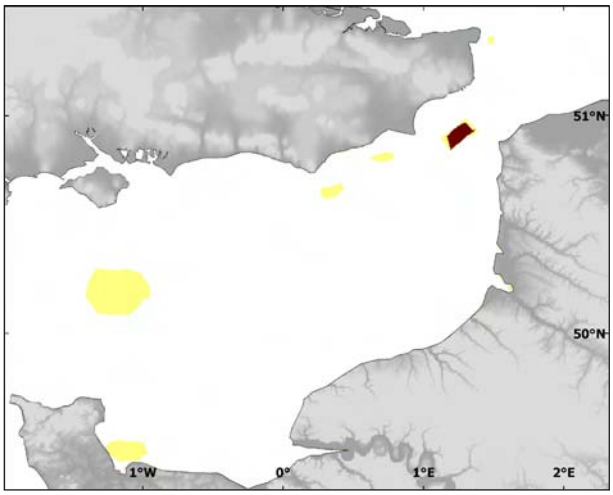
Zones de pêche transcrites / *Recorded fishing zones*

A variety of fishing locations were marked as winter locations, including those for seabass, cod, sole, cuttlefish and scallop. Fishers operating from Ramsgate marked winter fishing areas for cod, while those operating from Folkestone and Rye marked fishing areas for scallops. Fishers from Hastings carried out potting for cuttlefish in winter. Netters operating from Boulogne-sur-mer and Calais marked fishing locations for sole in winter, but on the British coast only one netter from Rye marked an area where he targets sole during winter. A 20-25 m trawler operating from Boulogne-sur-mer marked two separate locations in the deep water near Port-en-Bessin for seabass and plaice fishing. The map shows an areas near Port-en-Bessin marked for winter scallop dredging. It is not only visited by fishers from this port, but also from other ports, as for example from Le Tréport.

Note that the fleets presented for both seasons cannot directly be compared.

Dicentrarchus labrax
Bar commun
European seabass

© IFREMER



6
1
Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*

Le bar est très largement pêché par les chalutiers et les fileyeurs enquêtés sur la zone d'étude, mais seuls quelques fileyeurs de Ramsgate, Folkestone et de Rye ciblent réellement cette espèce. Ces derniers utilisent une technique particulière, le filet dérivant en avril et en septembre. Ils expliquent que pendant ces mois, le bar migre de la Manche vers la mer du Nord et passe par leurs secteurs de pêche. L'usage de filets dérivants est donc un moyen efficace pour les capturer. Cette migration saisonnière n'est cependant pas connue de tous et seul un nombre limité de pêcheurs utilise cet engin de pêche.

Distribution des zones de pêche

Les fileyeurs britanniques enquêtés ont identifié avec plus de précision leurs zones de pêche que les pêcheurs français. Le secteur nommé les sables de Goodwin (sur la côte est du Kent) a été de nombreuses fois cité, par d'anciens patrons de chalutiers de Folkestone, mais aussi par des pêcheurs plus jeunes basés à Ramsgate et Deal qui utilisent les filets dérivants en avril et en septembre. Un chalutier français a déclaré avoir pêché sur les sables de Goodwin, mais a ajouté que les quantités pêchées avaient diminué en raison de l'évolution des fonds marins. A Rye et Hastings, les pêcheurs capturent aussi le bar avec des filets fixes et dérivants, dans des eaux peu profondes et près de la côte.

Techniques de pêche et connaissances locales

De manière récurrente, les pêcheurs interrogés ont décrit le bar comme étant "intelligent" et "étrangement bizarre" car il est très mobile et n'est pas facile à attraper. Cependant, ils disent aussi que la pêche au bar est devenue meilleure ces dernières années et que l'on trouve maintenant cette espèce tout au long de l'année. Les pêcheurs de Ramsgate disent qu'ils trouvent du bar dans des zones à fonds vaseux et autour d'épaves, alors que ceux de Hastings et de

Bass is caught widely throughout the study area by both trawlers and netters, but only a few netters operating from Ramsgate, Folkestone and Rye specifically target the species. These fishers use a particular netting technique - drift netting – in April and September. They explain that during these months, seabass move through their fishing areas as they migrate from the Channel to the North Sea, hence the use of drift nets is a effective mean for catching them. Knowledge of this seasonal migration is not, however, widely shared, so only a limited number of fishers conduct drift net fishing.

Fishing ground distribution

Seabass fishing locations were identified more precisely by British interviewed netters than by French small-scale fishers, although a few French trawlermen marked out relatively large areas in the deeper parts of the Channel where they caught seabass. The popular area for seabass fishing near the British Kent coast is known as the Goodwin Sands, and it is fished both by older fishers from Folkestone who trawl, and by much younger fishers from Ramsgate and Deal who use surface drift nets in April and September. One French trawler claimed to have fished in the same location as the British netters, i.e. the Goodwin Sands, but he also claimed that catches had declined due to changes in the seabeds. In Rye and Hastings, fishers also catch seabass with both drift and gill nets in the shallow waters near the shore.

Fishing techniques and local knowledge

Several interviewed fishers from all of the ports studied described seabass as "spooky" or "clever" since the fish rarely stay in the same grounds and they are not easy to catch. However, they also say that seabass fishing has improved over the last few years and that they now find the fish all year round.

Rye les pêchent près de la plage en eaux claires.

Anecdote de pêcheur

"*Il y a de cela quelques années, M. est allé pêcher dans le secteur dit de Sovereign* [un secteur localisé près de la baie de Rye] *et est revenu avec une trentaine de kilos de bar. Ceci nous a bien étonné et intéressé, même si l'on s'est dit que c'était un coup de chance. Le lendemain, il est ressorti en mer et est revenu avec un peu moins de bar. Je me suis dit "c'est bizarre cette histoire". Donc R. et moi-même avons préparé un chalut-bœuf (c'était il y a environ 10-12 ans) et le jour où M. y est retourné, nous l' avons suivi, bien sûr. On a attrapé deux poissons. Deux bars, avec ce chalut-bœuf énorme, et M. n'a rien attrapé non plus. On s'est dit qu'il nous avait joué un tour et que M. nous avait amenés ailleurs pour qu'on ne connaisse pas son coin. En réalité, ce n'était pas çà. Les bars n'étaient plus là. Vous savez. Il* [M.] *n'en a plus jamais ramené autant, juste quelques kilos à cet endroit, malgré ses efforts répétés. Très frustrant. On n'est jamais sûr de remplir le bateau, mais si c'est le cas, alors le profit est énorme.*"

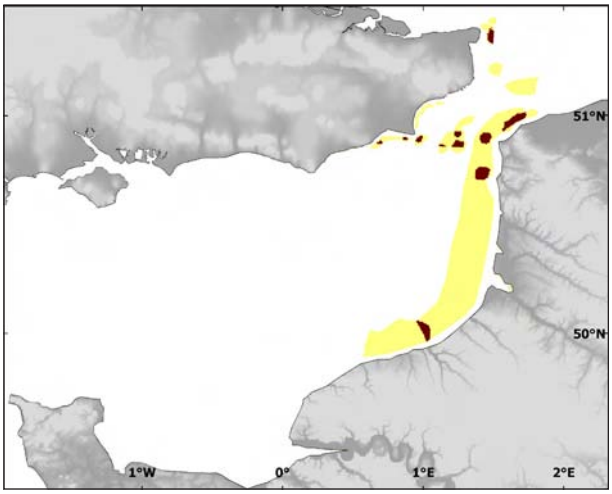
Fishers from Ramsgate say that seabass are found on muds and around wrecks, while those from Hastings and Rye fish them from the beach in clear water.

Fisher's anecdote

"*Years ago, M. went down to the Sovereign* [the name of the area located near Rye bay] *and came back one day with seventy stone of seabass. We thought, "Blimey, this is the business. He ain't gonna do that again, it's just one of them days". Next day he went out, and comes back with sixty stone full – "Oh, I dunno about this", I thought, you know. So me and R – this is quite a few years ago now, probably 10-12 years ago – fitted this pair-trawl up, and the next day he went down there, we followed him, of course. We had two fish. Two seabass, in this massive pair-trawl, and M. never had none either. We thought, well, he's giving us the run around, you know, he's not going where they are. But it wasn't that. They just wasn't there, you know. He never done it again. He* [M.] *had little bits, you know. 10-12 stones and stuff, but then he'd always been down there, everyday, trying to catch them. Bloody frustrating. You know, you just can not stop it knowing if you get a boat load, you could earn a lot of money.*"

Gadus morhua
Morue commune, Cabillaud
Atlantic cod

© IFREMER



6
1
Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*

Historiquement, la morue est une espèce emblématique en Manche orientale. Les pêcheurs de Ramsgate et de Folkestone ont commencé à réellement cibler l'espèce uniquement à partir des années 1970. De nos jours, les pêcheurs sur les côtes françaises et britanniques sont soumis à des quotas de pêche concernant cette espèce. Aux yeux des pêcheurs, "*le déclin du stock ne serait pas lié à une surexploitation mais plutôt au réchauffement climatique*". En effet, après quelques hivers froids, ils ont observé une augmentation inattendue des captures.

Distribution des zones de pêche
Un grand secteur le long de la côte française a été marqué par un chalutier de 20-25 m basé à Boulogne-sur-mer. D'autres secteurs ont été dessinés dans les eaux britanniques et françaises par des fileyeurs ou chalutiers français et par des chalutiers britanniques basés à Folkestone. La majorité des fileyeurs britanniques interrogés et pêchant en Manche ont délimité de petites zones près du littoral pour indiquer leurs emplacements de pêche à la morue. Les pêcheurs de Ramsgate ont marqué des secteurs à 10-20 mn du port, où certains d'entre eux utilisent le "filet sur épave" afin de pêcher la morue. Compte-tenu des restrictions de pêche, les pêcheurs français n'ont pas été très précis sur leurs zones de pêche à la morue.

Techniques de pêche et connaissances locales
Un pêcheur de Ramsgate a noté qu'il avait commencé à pêcher la morue de grande taille dans les années 1970, à partir du moment où il a pu pêcher près des épaves grâce à un système de positionnement plus précis (type GPS), pêchant au chalut bœuf. D'autres pêcheurs britanniques de Folkestone ont déclaré qu'ils avaient commencé à pêcher ce poisson seulement vers le milieu des années 1960, en hiver et à la palangre. Des informations si-

Cod in the eastern English Channel is historically a emblematic species. In Ramsgate and Folkestone, fishers only started directly targeting the species in the late 1970s. Nowadays, fishers on both the French and British coasts have limited quota to catch cod, as a result of government regulations introduced to conserve the species. However, since they recently experienced an unexpected increase in stock after a few cold winters, fishers in the UK and France "*blame climate change and warming rather than over-fishing for the stock decline*".

Fishing ground distribution
One large area along the French coast was marked-out by a 20-25 m length trawler operating from Boulogne-sur-mer. Other marked areas in both British and French waters were drawn by French netters or trawlers and by British trawlers operating from Folkestone. The majority of British netters operating in the Channel marked small areas close to the coastline to indicate their cod fishing locations. The fishers operating from Ramsgate marked areas 10–20 nm away from the port, where some of them conduct "wreck netting" to catch cod. Given the introduction of catch restrictions, there was a very limited contribution from French fishers in identifying fishing locations for cod.

Fishing techniques and local knowledge
A fisher from Ramsgate pointed out that he had started to catch numbers of large-sized cod in the 1970s once he was able to fish near wrecks by using a precise positionning system (like GPS), trawling as a pair. Other British fishers from Folkestone said that they started catching the fish only in the mid-60s, using longlines in winter, and similar data were collected from both Rye and Hastings. Originally, their vessels did not have enough power to trawl for cod, and they were in any case preferentially targeting

milaires ont été recueillies à Rye et à Hastings. Au début, leurs navires n'étaient pas assez puissants pour pêcher la morue au chalut, et d'autre part, ils préféraient cibler le hareng en hiver. Finalement, le déclin du stock de hareng et les quotas introduits vers la fin des années 1970 ont amené les pêcheurs britanniques à cibler la morue au filet maillant. Un fileyeur français de Boulogne-sur-mer a aussi confirmé qu'à la suite de la mise en place de quotas sur le hareng et de la chute de la demande de hareng sur le marché, les pêcheurs se sont trouvés contraints de cibler la morue l'hiver.

Commentaire de pêcheur

D'après un fileyeur de Rye, "*la morue ne peut être pêchée près de Dungeness que lorsque* [l'amplitude de] *la marée est de moins de 3 m. Si la marée a une amplitude plus forte, alors l'engin est déplacé par les mouvements de l'eau. Donc vous ne pouvez pas pêcher pendant de plus fortes marées à moins que ce ne soit très calme. Par exemple cette année en décembre, je n'ai pas pu pêcher à part la première semaine car les marées y étaient de faible amplitude. Mais la semaine prochaine, les marées sont trop fortes et il m'est impossible de mettre l'équipement à l'eau en étant sûr qu'il y reste*".

herring in winter. Eventually, the decline of the herring stock and the catch restrictions introduced in the late 1970s led British fishers to target cod using gill nets. A French netter from Boulogne-sur-mer also said that the quota restrictions on herring, and subsequently a decline of market demand for it, forced them to change their winter target fish to cod.

Fisher's comment

According to a netter from Rye, "*the thing about cod is you can only fish for them near Dungeness in under 3 m tide. Any more tide and your gear gets moved by the motion of the sea. So you can't fish bigger tides unless it's really calm. For instance this December it's all off apart from the first week when I can go to sea because they're all small tides. But the next week the tides are too strong, I can't physically put the gear in the water and rely on it staying there*".

© CHARM

Pêcheur avec morues. / *Fisherman with cods*

Merlangius merlangus
Merlan
Whiting

© IFREMER

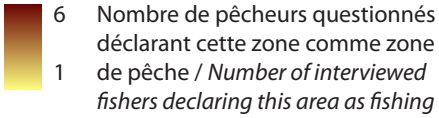
6
1
Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*

Le merlan est pêché au chalut ou au filet quelle que soit la zone de Manche orientale. Les pêcheurs (chalutiers et fileyeurs) britanniques interrogés affirment que l'espèce n'est pas ciblée car de faible valeur commerciale. Mais un patron de chalutier de Boulogne-sur-mer a dit qu'en 2007, il l'avait ciblée car il l'avait trouvée en particulièrement grande quantité.

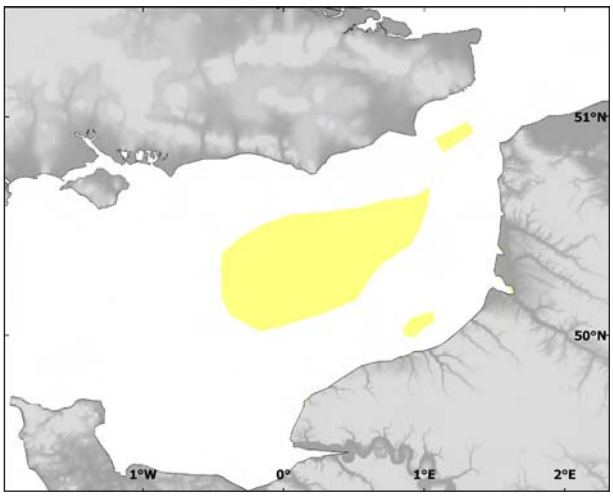
Whiting is caught by both netters and trawlers in all the areas studied within both British and French waters. According to British interviewed fishers (both netters and trawlers), the fish is non-targeted due to its low commercial value, but one trawler operating from Boulogne-sur-mer said that he targeted it in 2007 near the French coast since he found them to be so abundant.

Mullus surmuletus
Rouget barbet de roche
Stripped red mullet

© IFREMER



Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*



Le rouget barbet est rarement ciblé par les pêcheurs questionnés de Manche orientale ayant des navires de moins de 10 m (environ) et travaillant le long des côtes françaises et britanniques. Dans les eaux britanniques, seul un chalutier de Folkestone a indiqué une zone où il pêchait le rouget barbet, mais les quantités ne sont pas comparables à celles d'autres espèces plus généralement ciblées comme le bar. D'autres pêcheurs britanniques ont dit qu'ils n'en pêchaient pas assez pour les cibler de façon commerciale. Dans les eaux françaises, certains chalutiers de 20-25 m basés à Boulogne-sur-mer ciblent le rouget barbet, mais les fileyeurs et petits chalutiers artisanaux ne le pêchent pas car "*ce poisson est trop fragile, et exploiter cette espèce nécessiterait d'équiper les navires de chambres froides*".

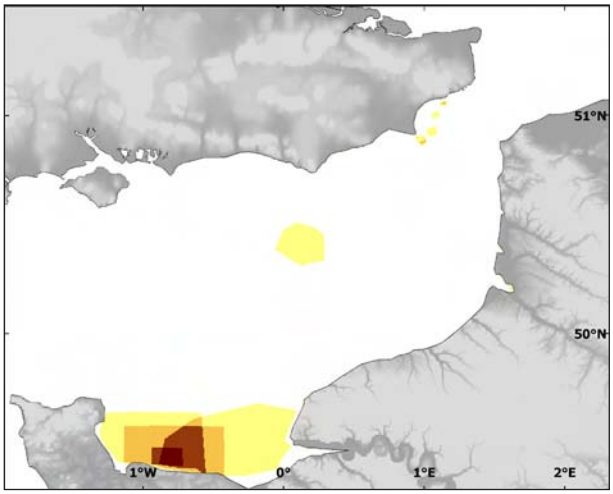
Red mullet is rarely targeted in the eastern English Channel by the small-scale fishers who operate along either the British or French coast with their (approximately) 10 m vessels. In British waters, only one trawler from Folkestone marked a fishing area for red mullet, but the amount of its catch does not compare it a commercial success in comparison with other more popularly targeted species such as seabass. Other fishers from the UK said that they did not catch enough red mullet to bother commercially targeting them. In French waters, the 20-25 m length trawlers operating from Boulogne-sur-mer target red mullet, but the smaller scale fishers, both trawlers and netters, do not, since *"the fish is too fragile, and target this species would require us to invest in cold storage for fishing vessels"*.

Pecten maximus
Coquille Saint-Jacques
Scallop, King scallop

© G. Paulmier

6
1

Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*



Parmi les bateaux britanniques (de moins de 10 m) interrogés, ce sont les chalutiers de Rye et de Folkestone qui pêchent la coquille Saint-Jacques ; ces navires s'équipent alors de dragues. En France, la pêche à la coquille Saint-Jacques est pratiquée par des chalutiers basés dans de nombreux ports de Manche orientale. Pour certains des pêcheurs interrogés, la coquille Saint-Jacques représente presque 40% de leur revenu annuel, tandis que la sole couvrirait environ 50 % du reste. Les pêcheurs français et britanniques utilisent le même type de drague puisque les britanniques se seraient inspirés des techniques françaises.

Distribution des zones de pêche

Dans les eaux britanniques, la pêche à la coquille Saint-Jacques doit s'effectuer hors de la zone des 3 mn, entre Beachy Head et la pointe de Dungeness. Les pêcheurs de Rye et de Folkestone travaillent dans une bande située juste en dehors de le zone des 3 mn et vont à plus de 10 mn du rivage. Plus de 15 petits bateaux pêchent dans ces zones entre novembre et juin. Dans les eaux françaises, tous les pêcheurs interrogés, de Boulogne-sur-mer jusqu'à Port-en-Bessin, ont indiqué la même zone de pêche près de Port-en-Bessin, la baie de Seine, où tous les bateaux migrent pendant la saison de la coquille. Seul un pêcheur de Port-en-Bessin a dit qu'il pêchait près des côtes britanniques.

Techniques de pêche et connaissances locales

Au Royaume-Uni comme en France, les pêcheurs ont déclaré que les stocks de coquille Saint-Jacques étaient en bonne santé. Les pêcheurs britanniques, cependant, ont critiqué le règlement interdisant la pêche dans les 3 mn, qui a pour but de protéger les zones de ponte des coquilles. Ils estiment que la coquille fraye "partout".

Under 10 m trawlers from Rye and Folkestone target scallops ; these vessels change their fishing gear for dredging. In France, scallop dredging is conducted by trawlers from many ports of the eastern English Channel. For some of the interviewed fishers, scallops account for almost 40% of their annual income, with sole accounting for half of the rest. Both British and French fishers use the same type of dredge; it is thought that British gear were copied from French ones.

Fishing ground distribution

In British waters, the area of scalloping is restricted to the area outside the 3 nm zone, between Beachy Head and Dungeness. Fishers from Rye and Folkestone work in the strip just outside of the 3 nm zone and go more than 10 nm from the shore for scallops. In these areas, over fifteen small vessels fish between November and June. In French waters, all interviewed fishers from Boulogne-sur-mer to Port-en-Bessin pointed out the Bay of Seine as the main fishing ground for scallop, an area where all vessels migrate during the scallop season. One fisher from Port-en-Bessin said that he operates near to the British coast.

Fishing techniques and local knowledge

Fishers in both the UK and France said that they thought scallop stocks were healthy. British fishers, however, criticised the bylaw restricting fishing to outside the 3 miles area supposed to protect this species' spawning area. Fishers claimed they spawned "everywhere".

Fisher's anecdote

A fisher from Rye tells: "*when I started fishing, a hundred dozen a day was a good day, 10 bags. Then we had a very harsh winter in 1985 or 1986. A really harsh winter and there was no scalloping for about seven*

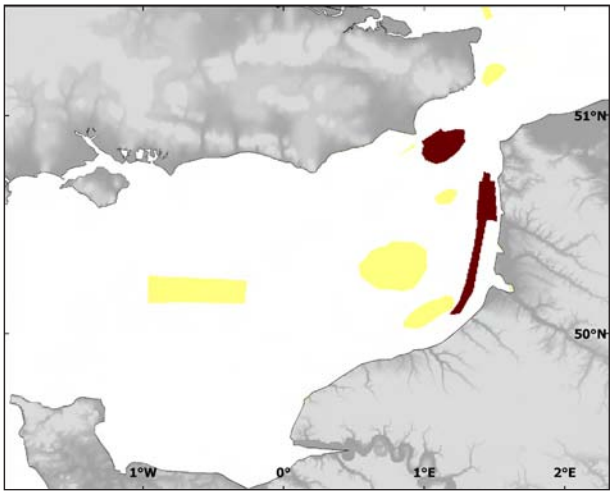
Anecdote de pêcheur

Un pêcheur de Rye raconte: "*quand j'ai commencé à pêcher, 10 sacs par jour était une bonne journée. Puis, nous avons eu un hiver très froid en 1985 ou 1986, tellement froid qu'il n'y a pas eu de pêche pendant sept ans, les fonds étant morts. Les coquilles étaient retrouvées mortes sur les plages par mauvais temps, car le froid les avait tuées. Puis, il y a eu des hivers moins rudes et comme elles n'avaient pas été pêchées pendant sept ans, la pêche a depuis été phénoménale. Chaque année on en pêche des quantités considérables et chaque année elles reviennent de façon étonnante*".

years because the ground died. Scallops were being washed up dead on the beach with the bad weather because the cold water killed them. Then we had milder winters and they weren't touched for seven years and ever since then it's been phenomenal. We work them to the ground every year and every year they replenish like you wouldn't believe".

Pleuronectes platessa
Plie commune
European plaice

© IFREMER



6
1
Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*

Les zones de pêche de la plie se superposent la plupart du temps à celles de la sole, et les mêmes pêcheurs questionnés ciblent les deux poissons pendant les mêmes saisons. La plie est une espèce particulièrement ciblée par les pêcheurs de Folkestone, Rye et Hastings, alors qu'elle est seulement une espèce accessoire à Ramsgate. En France, la plie est une espèce ciblée qui se pêche le long des côtes de la Manche. Les fileyeurs et les chalutiers britanniques et français capturent la plie et ce principalement pendant la saison d'été, de mai à septembre.

Distribution des zones de pêche
Les secteurs indiqués à proximité des côtes britanniques sont fréquentés par les pêcheurs des ports situés près de ces secteurs. Seuls deux chalutiers de Folkestone et Rye partagent la même zone de pêche près de Dungeness. Les fileyeurs de Hastings ont néansmoins signalé que de nombreux pêcheurs ne capturent la plie que près du rivage (bien qu'un seul d'entre eux ait marqué un emplacement de pêche). Un pêcheur de Ramsgate a ajouté qu'il partage sa zone de pêche avec des chalutiers de Folkestone (bien qu'il ne nous ait pas indiqué la zone en question). Un chalutier de Boulogne-sur-mer a identifié le secteur le long de la côte française, tandis que les deux secteurs près de Boulogne-sur-mer ont été indiqués par un autre chalutier du même type et basé à Boulogne-sur-mer. Les deux zones près de Dieppe correspondent à des zones de pêche de fileyeurs dieppois.

Techniques de pêche et connaissances locales
Un français travaillant sur un chalutier a déclaré que la plie suit la sole lorsqu'elle se déplace. Un fileyeur de Dieppe a fait la même observation et a ajouté que l'espèce était en train de décliner en raison de la destruction des populations de moules dont les plies se nourrissent. Au Royaume-Uni, les pêcheurs

The fishing locations for plaice often match those of sole, and the same interviewed fishers target both fish in the same seasons. Plaice is a specifically targeted species in Folkestone, Rye and Hastings, while it is caught only as by-catch in Ramsgate. In France, plaice is a target species and is caught right along the coast of the Channel. Both netters and trawlers catch the fish, and both British and French fishers target them mainly during the summer season from May to September.

Fishing ground distribution
The areas marked near the British coast are used by fishers from nearby ports. Only two trawlers from Folkestone and Rye share the same fishing area near Dungeness, but netters in Hastings said that many fishers only fish plaice close to the beach (although only one marked a fishing location). A fisherman from Ramsgate also mentioned that he shares his fishing location with Folkestone trawlers (although he did not mark the location for us). The long, thin areas marked along the French coast were identified by a trawler operating from Boulogne-sur-mer, and the two areas marked near Boulogne-sur-mer were marked by another trawler of the same type from Boulogne-sur-mer. The two zones marked near Dieppe were identified by netters operating from Dieppe.

Fishing techniques and local knowledge
A French trawler-man claimed that plaice follows sole as they move. A netter from Dieppe made the same observation, but also claimed that the fish in the area were disappearing as is the mussel population, on which plaice feed, was being destroyed. In the UK, Folkestone fishers say that they have experienced a decline in stock over the last three years, but fishers in Rye said they were observed their best years. In Rye, trawling for plaice starts in March after

de Folkestone disent qu'ils ont observé un déclin du stock durant ces trois dernières années, alors que les pêcheurs de Rye ont affirmé que ces dernières années étaient, à leurs yeux, les meilleures. A Rye, les chalutiers travaillent de mars (après que le poisson ait frayé près des côtes) à mai. La pêche recommence alors au mois de septembre pour un mois ou deux. La plie représente 75% de leurs prises totales (les 25% restant sont principalement de la sole). Les fileyeurs de Rye, quant à eux, utilisent le trémail (à grandes mailles) pour capturer la plie de septembre à novembre.

the fish have spawned near the coast, and stops in May. It then restarts in September for a month or two. Plaice account for 75% of their total catch (the remaining 25% are mainly sole). Netters in Rye also catch plaice from September until November by using trammel nets with a larged-size mesh.

Psetta maxima
Turbot
Turbot

© IFREMER

Historiquement, le turbot était capturé au moyen de palangres, pratique populaire de Folkestone et de Rye jusqu'au début des années 1970. De nos jours, il constitue une prise accessoire en Manche orientale et seuls quelques fileyeurs le ciblent encore, notamment des pêcheurs basés à Folkestone et à Port-en-bessin. Bien que souvent pêché en petites quantités, il n'en reste pas moins une prise accessoire intéressante parce que vendue chère. Les pêcheurs interrogés de Folkestone et de Port-en-bessin ciblent cette espèce de septembre à octobre au moyen de filets fixes à grande maille (ceci fait partie de leur stratégie de diversification), alors que ceux opérant près de la baie de Somme pêchent le turbot au moyen de petits chaluts en septembre. Les données collectées n'ont pas permis la production d'une carte.

Historically turbot was caught by long-line fishing, which was popularly conducted in Folkestone and Rye until the early 1970s. Nowadays some individuals are still taken as by-catch in the eastern English Channel, and a few fishers still target it using nets, notably some fishers based in Folkestone and Port-en-Bessin. Although the catch is generally small, most fishers see turbot as a "bonus fish" since it has a high commercial value. Interviewed fishers who operate from Folkestone and Port-en-Bessin target the fish between September and October, using static nets with large mesh size, which is part of their strategy of diversification, whereas those who operate in the area near Bay of Somme fish fish for turbot with small trawlers in September. The quality of collected data was not sufficient to produce a map.

Sepia officinalis
Seiche commune
Common cuttlefish

© IFREMER

6
1
Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*

La seiche est capturée par différents types d'engins, sur les côtes françaises et britanniques de Manche orientale, mais, parmi les pêcheurs enquêtés, seuls ceux de Hastings et Eastbourne pêchent la seiche au casier et ont précisé leurs zones de pêche. D'après l'un d'eux à Hastings, ils ont pêché cette espèce au cours des vingt dernières années, mais ils ont commencé à la cibler à l'aide de casiers suite à la demande du marché international et dans une volonté de diversification de leurs activités de pêche.

Distribution des zones de pêche
Les fonds recherchés pour installer les casiers sont décrits comme "durs/caillouteux", ce qui est le cas du secteur côtier près de Hastings. Les pêcheurs se sont rendus compte que l'espèce se regroupe dans ce secteur toujours à la même saison, pour frayer : ils pensent que c'est parce que la seiche a besoin d'un substrat solide pour y attacher ses œufs.

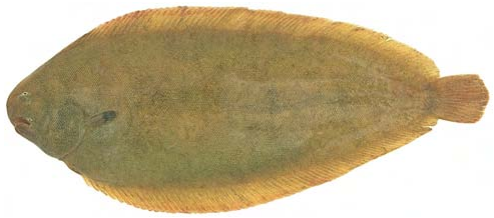
Techniques de pêche et connaissances locales
Les pêcheurs rencontrés pensent que les nourriceries de seiche sont en général situées dans les eaux côtières. L'espèce s'approcherait des côtes pour se reproduire au printemps et migrerait au cours de sa croissance vers les eaux plus profondes l'hiver. Les pêcheurs pêchent donc au casier pendant deux mois entre avril et mai, ou mai et juin, durant la période de reproduction de l'espèce. Les pêcheurs au casier ont aussi remarqué que les juvéniles sont pêchés par les chalutiers lors des migrations vers le large. Ces caseyeurs se mettent au filet en fin de saison de reproduction. Ils ne peuvent ainsi pas capturer les jeunes seiches en raison du maillage du filet. Afin de préserver le stock, les pêcheurs au casier relâchent les femelles, sauf une qui est utilisée pour attirer les mâles.

Cuttlefish are caught by vessels using different types of fishing gears off both the French and British coasts of the eastern English Channel, but, amongst interviewed fishers, only British ones from Hastings and Eastbourne target the species using pots and indicated their fishing zones. A fisherman from Hastings said that they have been catching the species for the last twenty years, but they only started using pots to target them over the last ten years following the development of commercial links to foreign markets and as a part of their effort to diversify their fishing.

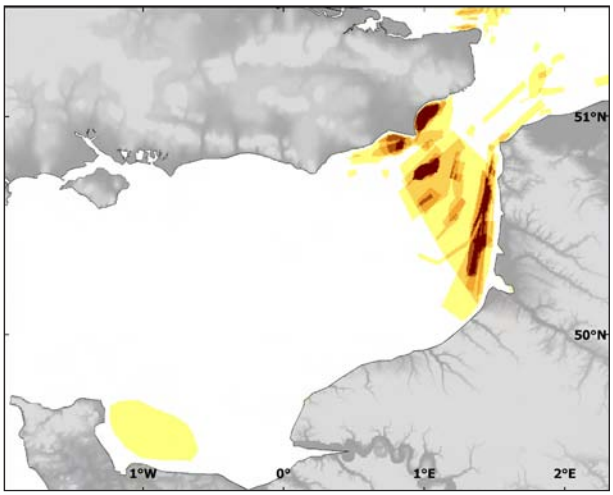
Fishing ground distribution
Fishers set up their pots where the seabed is described as "rocky/hard ground"; this is in the area near the shore close to Hastings. Fishers observe that the cuttlefish always congregate in the area at the same time of year in order to spawn, and their understanding is that this is because the cuttlefish require solid ground to attach their eggs.

Fishing techniques and local knowledge
Interviewed fishers also thought that cuttlefish nursery seems to be in the inshore waters. The species would come into these areas in order to breed in spring and then would migrate back to the deeper water as they grow in winter. Fishers therefore conduct potting for two months between April and May, or May and June, during the "breeding season" of the species. The potters also point out that juveniles are caught by trawlers operating in the offshore waters as the species migrates back to the deeper water. Potters switch back to netting after the breeding season. They do not catch juveniles since the species can swim through the mesh of their net. To conserve the stock, potters release female cuttlefish except for one they keep in the pot in order to attract male fish seeking the opportunity to mate.

Solea solea
Sole commune
Common sole, Dover sole



© IFREMER



6 Nombre de pêcheurs questionnés déclarant cette zone comme zone de pêche / *Number of interviewed fishers declaring this area as fishing ground*
1

D'après les pêcheurs interrogés, la sole est l'espèce la plus ciblée en Manche orientale, car c'est une source importante de revenus pour beaucoup de pêcheurs artisanaux locaux. Hormis les chalutiers de 20-25 m de Boulogne-sur-mer, les fileyeurs et chalutiers des deux côtés (français et britannique) pêchent la sole du début du printemps jusqu'au commencement de l'hiver, et quelques-uns la pêchent tout au long de l'année. En été, dans le sud de la mer du Nord, des navires de Ramsgate utilisent des filets dérivants pour capturer ce poisson, alors que les bateaux français et britanniques travaillant en Manche utilisent des filets fixes. Toujours en été, les chalutiers de Rye et Folkestone pêchent la sole de nuit dans le secteur côtier où les fonds marins sont sableux.

Distribution des zones de pêche
Pour les pêcheurs britanniques interrogés, les zones de pêche de la sole sont des secteurs côtiers, que les pêcheurs ont décrits comme "vaseux" ou "sableux". Les chalutiers et fileyeurs travaillent dans les mêmes zones. Les secteurs de pêche des pêcheurs boulonnais interrogés s'étendent jusqu'aux côtes britanniques. Ceux-ci sont partagés avec les chalutiers venant des ports de Rye et de Folkestone.

Techniques de pêche et connaissances locales
Presque toutes les personnes questionnées ont fait des commentaires sur l'état du stock de la sole et sur l'impact du changement climatique. Les commentaires présentés ici sont des résumés des inquiétudes soulevées dans les différentes régions.

Folkestone/Rye/Hastings : Les pêcheurs basés à Folkestone commencent à cibler la sole vers avril au moment où la température de l'eau commence à s'élever. Traditionnellement, la pêche de la sole a toujours été une *"pêche d'été dans le secteur côtier*

According to the fishers interviewed, sole is the most popularly targeted species in the eastern English Channel, as it is the main source of income for many of the small-scale fishers in the area. Except for the 20-25 m length trawlers operating from Boulogne-sur-mer, both netters and trawlers on both the British and French coasts target sole from early spring until the beginning of winter, and some continue fishing for them throughout the year. In the southern North Sea, fishing vessels from Ramsgate use drift nets to catch the fish during summer, while both French and British vessels operating in the Channel use static nets. In summer, trawlers from Rye and Folkestone target sole by night in the inshore area where the seabed is sandy.

Fishing ground distribution
According to interviewed British fishers, sole fishing areas were inshore areas with seabed described as "muddy" or "sandy". Both trawlers and netters fish in the same zones. The fishing areas for French fishers extend close to the British coast, and they share these areas with trawlers operating from Rye and Folkestone.

Fishing techniques and local knowledge
Almost all interviewees made comments about sole fishing with regard to the state of the stock and climate change. The comments presented here are a summary of the different concerns raised in different regions.

Folkestone/Rye/Hastings: Fishers operating from Folkestone start targeting sole around April as the water temperature starts to rise. Traditionally, sole fishing has always been *"summer fishing in the muddy coastal area between Folkestone and Dungeness*". Nowadays trawlers operating from Folkestone catch sole at night by rigging three trawls. One trawler-

aux fonds vaseux entre Folkestone et Dungeness". De nos jours, les chalutiers de Folkestone pêchent la sole de nuit avec trois chaluts. Un pêcheur au chalut nous a affirmé que : *"l'on voyait le poisson pendant des périodes de plus en plus longues : il y a vingt ans, on ne voyait plus une sole après novembre"*. Pour les pêcheurs du port de Rye, *"la pêche à la sole a été bonne ces dernières années, vraisemblablement en raison du réchauffement des eaux"*. Les fileyeurs de Rye et Hastings pêchent la sole en mars et avril loin du littoral, et puis se déplacent vers des eaux de plus en plus côtières et de moins en moins profondes au fur et à mesure que les eaux se réchauffent et que la nourriture des poissons en eaux profondes se raréfie. Tous les fileyeurs du secteur ont parlé de l'augmentation de la population d'araignées de mer qui migreraient vers le littoral en suivant le mouvement de la sole.

Ramsgate : La pêche à la sole reste une pêche d'été et les pêcheurs n'observent pas de diminution du stock, bien que quelques-uns aient remarqué que *"les poissons pêchés sont devenus plus petits"*. Un pêcheur a aussi mentionné que *"durant ces dernières années le poisson frayait à une plus petite taille"*. Il a suggéré que *"le poisson avait dû changer son modèle de reproduction à savoir atteindre plus tôt la maturité sexuelle pour faire face à la pression de pêche"*.

France : Les fileyeurs de Boulogne-sur-mer et Dieppe pêchent la sole tout au long de l'année et, en particulier, ceux (interrogés) de Boulogne-sur-mer estiment que *"90% de leur revenu provient de la sole"*. Les pêcheurs de Boulogne-sur-mer et de Dieppe considèrent *"qu'il n'y a pas eu de diminution du stock de sole"*, mais ils reconnaissent aussi *"qu'il y a eu une augmentation de l'effort de pêche, résultant principalement de la longueur des filets qui sont maintenant plus de dix fois plus grands que ceux utilisés il y a vingt ans"*.

Commentaire de pêcheur

Un chalutier de Rye, qui avait dit que la sole séjournait en eau profonde quand la température diminuait, et que de larges chaluts à panneaux la pêchaient alors dans ces eaux-là, a ajouté : "[Le gouvernement] *pourrait contrôler la pêche* [à la sole] *comme çà : après deux semaines de temps très froid, ils pourraient dire "Vous ne pouvez pas pêcher" dans ces eaux profondes. En effet, ils peuvent capturer en 2h de chalutage une tonne de sole. Si* [le gouvernement] *avait quelqu'un qui savait de quoi il parle, ils pourraient un peu contrôler la pêche"*.

man said that *"they now see the fish in these locations for longer and longer periods: twenty years ago they did not see any sole after November"*. Sole fishing in Rye "*has been good for the last few years and fishers say that this is because the water is becoming warmer"*. Netters operating from both Rye and Hastings start sole fishing in March and April in the locations furthest from the coastline, and then gradually move their fishing locations to the shallower waters closer to the coastline as the water temperature changes and there is no "food" for the fish in the deeper water. All netters operating in this area mentioned the increase in the population of spider crabs that would migrate to the coastline following the movement of the sole.

Ramsgate: Sole fishing remains a summer fishing activity here, and fishers do not observe any stock decline, although some mentioned that the size of the fish they catch has become relatively smaller. Interestingly, one fisher mentioned that *"over the last few years the fish have been spawning at a smaller size than they used to do"*. He suggested that *"the fish had changed their reproductive pattern, maturing earlier in order to cope with the pressure on them exerted by fishing"*.

France: Netters in Boulogne-sur-mer and Dieppe catch sole throughout the year, and in particular those (interviewed) operating from Boulogne-sur-mer claimed that *"90% of their income derives from sole"*. Both Boulogne-sur-mer and Dieppe fishers agree that *"there has not been any decline in sole stock"*, but they also recognise that *"there has been an increase in fishing effort, resulting mainly from the length of nets that are now more than ten times longer than they were twenty years ago"*.

Fisher's comment

One Rye trawler-man, having mentioned that sole stay in deep water when the temperature drops and that the large beam trawlers target sole in those waters, commented: "*I mean they* [the government] *could control the fishery* [sole fishing] *like that*. *If you had two weeks of very cold weather they could say, "You can't fish in these deep holes". Because they can do a 2h haul and get one tonne of soles when it's like that, those beams trawlers. If they* (the government) *had someone who knew what they were talking about, they could control the fishing a little bit"*.

Histoire familiale
Family history

Perceptions des pêcheurs interrogés
Interviewed fishers' perceptions

Une génération de pêcheurs
Tous les pêcheurs qui sont à présent basés à Ramsgate sont les premiers de leurs familles à pêcher. Ces pêcheurs sont pour la plupart de jeunes fileyeurs qui ont débuté leur carrière sur de petits navires et qui sont maintenant propriétaires de navires bien équipés de moins de 10 m. Cette évolution existe aussi parmi les pêcheurs français, tout le long de la côte ; il faut cependant noter que certains pêcheurs français sont passés du fileyage au chalutage, tandis qu'aucun pêcheur britannique, parmi ceux questionnés, n'a suivi une telle évolution. Au contraire, quelques pêcheurs britanniques ont dû arrêter le chalutage après l'interdiction de posséder des navires de plus de 10 m.

Deux générations de pêcheurs
La plupart des zones indiquées par les professionels interrogés le sont pour des pêcheurs dont les familles pêchent au filet depuis deux générations. Souvent, leurs pères possédaient un petit navire de pêche que la seconde génération a repris ou partagé avec le père. Puis, après quelques années, ils ont acheté leur propre navire, plus grand et mieux équipé que celui dont ils avaient hérité. Il est intéressant de noter que les pêcheurs français, comme les britanniques, qui appartiennent à cette catégorie ont continué de pêcher comme leurs pères (même méthode de pêche), sauf un pêcheur de Dieppe qui avait débuté sur le navire de son père, un "Doris", mais qui possède à présent un fileyeur de plus de 12 m.

Trois générations de pêcheurs
Sur la côte française, trois pêcheurs boulonnais interrogés pêchent depuis trois générations et ont changé de méthode de pêche. La première génération – les grands-parents des pêcheurs interrogés – travaillaient en tant que matelots sur des chalutiers hauturiers, tandis que leurs petits enfants travaillent sur des fileyeurs dont ils sont propriétaires. Ces navires n'ont pas forcément été achetés par la seconde génération, mais plus souvent par la première. Du côté britannique, deux pêcheurs au chalut de Rye et Folkestone appartiennent à des familles qui pêchent depuis trois générations, mais ils ne possèdent pas leur embarcation. Deux fileyeurs de Rye et Hastings qui pêchent depuis trois générations sont propriétaires de leurs navires, mais ne les ont pas hérités de leurs parents, vu que ces derniers ne pêchaient qu'à temps partiel.

Quatre générations de pêcheurs
Un pêcheur français et un britannique dont les familles pêchent depuis quatre générations pêchent tous deux au chalut et ciblent des espèces variées. Le Français possède un navire de taille moyenne et est originaire d'Etaples, un port reconnu pour son héritage de pêche, tandis que le Britannique vient de Rye.

One generation of fishers
All fishers currently operating from Ramsgate have no previous family history of fishing. The fishers are mostly young netters whose fishing careers have progressed from working with small open-deck vessels to owning fully equipped under 10 m fishing vessels. A similar progression exists among the French fishers in all the areas along the coast; however it should be noted that some French fishers changed their fishing method from netting to trawling as their career progressed, but no British fisher has made that change. On the other hand, a few British fishers had to give up trawling once they were no longer permitted to keep over 10 m vessels.

Two generations of fishers
Most fishing locations marked by fishers whose families have two generations of fishing history are again netters. It is often the case that their father owned a small fishing vessel which the second generation took over or shared with their father. Then, after few years of fishing, they bought their own larger fishing vessel which was better equipped than the one they had inherited. Interestingly, both the French and British fishers who belong to this category did not change their fishing method from their father's generation, with the exception of one fisher from Dieppe who started working on his fathers "Doris" boat but who now owns a 12 m netting vessel.

Three generations of fishers
On the French coast, three interviewed fishers from Boulogne fished since three generations and changed their fishing activities over the generations. The first one – the grandfathers of the interviewed fishers - worked as sailor on offshore trawlers, while their grandsons work on their own netting vessels. These vessels were not, however, necessarily purchased by the second generation, but often by the first generation. By contrast, on the British coast two trawler-men from Rye and Folkestone have a history of three generations engaged in the same fishery, but they do not own a family vessel. Two netters from Rye and Hastings who are third-generation fishers own their own vessels but they did not inherit them from their fathers since their fathers were only part-time fishers.

Four generations of fishers
One French and one British fishers whose families have fished for four generations are both trawlermen, and they target a variety of species. The French trawler is a medium-sized vessel and the fisher comes from Etaples, which is famous for its fishing heritage, while the UK fisher is from Rye.

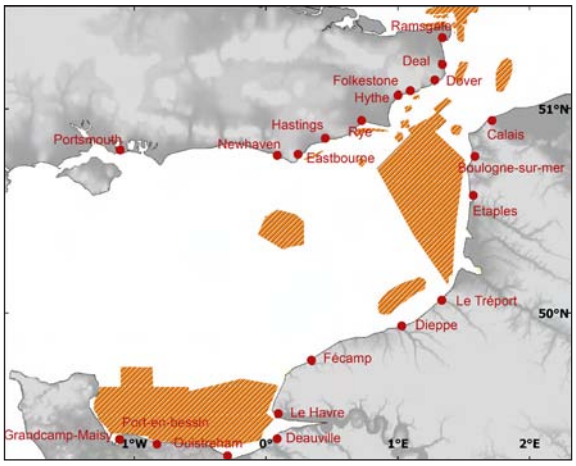
Five generations (and more) of fishers
One young fisher from Etaples, skipper of a 20-25 m length trawler, has a long family history of fishing, and he is continuing the tradition. A netter from Di-

Cinq générations (et plus) de pêcheurs

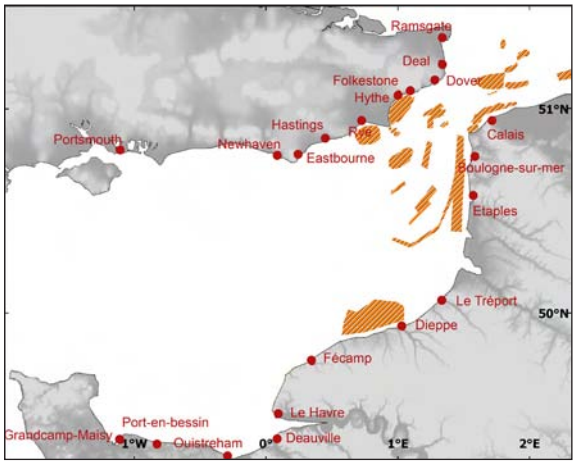
Un jeune pêcheur d'Etaples, patron d'un chalutier de 20-25 m, appartient à une famille qui pêche depuis au moins cinq générations. Un fileyeur de Dieppe est dans le même cas, mais les générations précédentes travaillaient sur des chalutiers hauturiers. Selon lui, personne dans sa famille ne va reprendre son navire. Du côté britannique, il existe une famille à Hastings (où l'héritage culturel de la pêche est reconnu), qui pêche depuis cinq générations. Un autre pêcheur de Folkestone fait aussi partie d'une famille de pêcheurs, mais ici encore personne de sa famille ne devrait reprendre le flambeau.

eppe is also in the same case, but the previous generations worked on offshore trawlers. He said that there was no one in his family who would take over his vessel. On the British coast, a long family history of fishing is found in a family from Hastings, where fishing heritage is culturally recognised. Another fisher from Folkestone also has a long family history of fishing, but again there is no one from his family to take over.

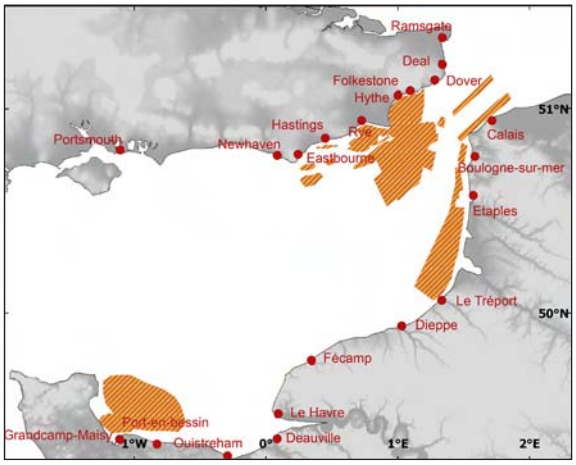
Zones de pêche indiquées par les pêcheurs interrogés / *Fishing grounds declared by the interviewed fishers*



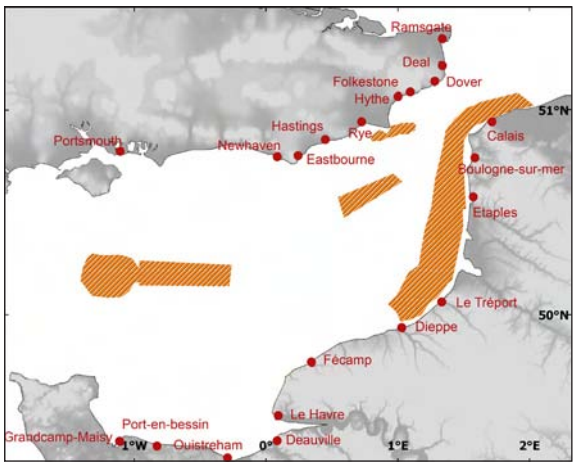
Pêcheurs qui sont les premiers de leur famille à pêcher. / *Fishers who have no family history (apart from their own).* ▶



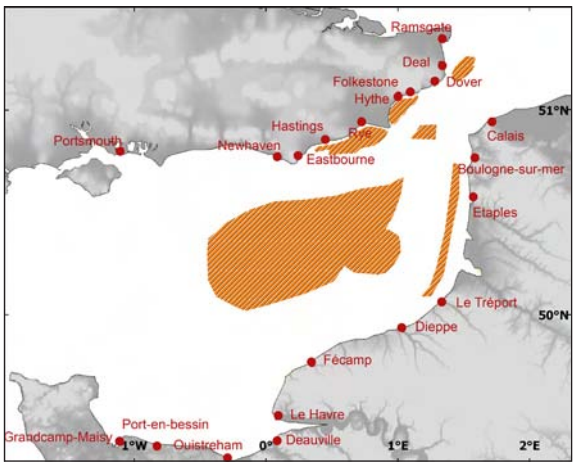
Pêcheurs issus d'une famille de deux générations de pêcheurs. / *Fishers who have a family history of two generations of fishers.*



Pêcheurs issus d'une famille de trois générations de pêcheurs. / *Fishers who have a family history of three generations of fishers.*



Pêcheurs issus d'une famille de quatre générations de pêcheurs. / *Fishers who have a family history of four generations of fishers.*

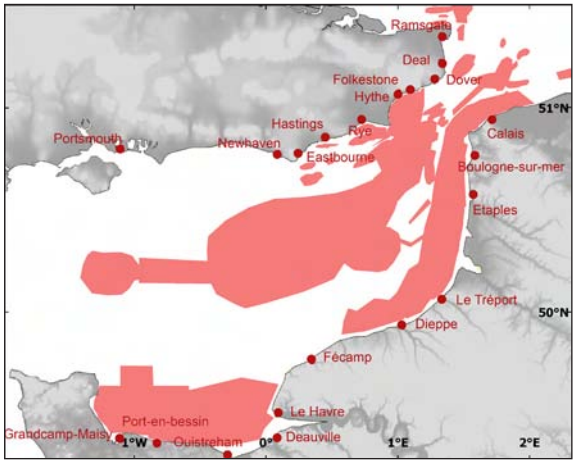


Pêcheurs issus d'une famille de cinq générations de pêcheurs ou plus. / *Fishers who have a family history of five (or more) generations of fishers.*

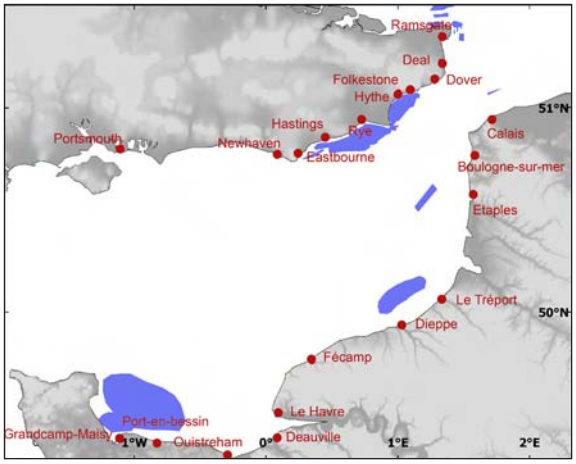
Perceptions des pêcheurs interrogés
Interviewed fishers' perceptions

La majorité des pêcheurs interrogés avait un regard optimiste sur l'avenir de la pêche, particulièrement en ce qui concerne les stocks de poissons, cabillaud inclus, qui sont d'après eux en bon état, avec des déclins seulement temporaires. Les pêcheurs qui ont exprimé des opinions négatives sur le futur de la pêche étaient presque tous des fileyeurs, ciblant majoritairement une seule espèce, la sole, ou bien des pêcheurs au chalut qui étaient sur le point de partir en retraite. Il faut cependant préciser que ce n'était pas en raison d'un déclin des stocks de poisson, mais plutôt à cause d'inquiétantes évolutions des mesures règlementaires qui pourraient, à leurs yeux, restreindre la pêche au point de la rendre économiquement non viable.

The majority of fishers had a positive view on the future of fishing since they confirmed that fish stocks, including cod, were healthy, and believed that any decline of fish stocks was only temporary. The fishers who expressed a negative view on the future of fishing were almost all netters who are dependent on a single species, sole, or trawlers who were on the verge of retirement. However, this was not because they identified a decline of fish stocks, but because they were concerned about changes in management regulations that might restrict fishing to the extent that the industry was no longer economically viable.



Zones de pêche transcrites par les pêcheurs ayant un regard optimiste sur l'avenir de la pêche. / *Fishing grounds declared by fishers with optimistic views on the future of fishing.*



Zones de pêche transcrites par les pêcheurs ayant un regard pessimiste sur l'avenir de la pêche. / *Fishing grounds declared by fishers with pessimistic views on the future of fishing.*

Nombre de pêcheurs ayant un avis sur l'avenir de la pêche.
/ *Number of fishers having a view on the future of fisheries.*

	regard optimiste *optimistic view*	regard pessimiste *pessimistic view*
chalut / *trawling*	11	3
filet / *netting*	14	6
filet-casier /*netting-potting*	-	1
casier / *potting*	-	1
filet-chalut-casier / *netting-trawling-potting*	-	-
chalut-filet / *trawling-netting*	-	1

Chapitre 6.
Réseau trophique

Chapter 6.
Trophic network

Chapitre 6.
Réseau trophique

Résumé

Dans la phase I du projet CHARM, l'attention s'est portée sur l'influence des conditions abiotiques sur la distribution des espèces. L'association poissons-environnement a été déterminée en se basant sur les relations statistiques entre les variables environnementales (ex. la salinité, la température, etc) et l'occurrence des espèces (Carpentier *et al.*, 2005). Dans la phase II, la distribution des espèces est caractérisée à partir des interactions biotiques et des facteurs dus aux activités humaines qui influencent l'habitat spécifique à chaque espèce.

Un modèle Ecopath de la Manche orientale représentant la période 1995-1996 a été construit. Cette approche par modélisation tente de fournir une description synthétique de la structure du réseau trophique et de représenter ses propriétés fondamentales. Le modèle comporte 51 groupes fonctionnels comprenant des mammifères marins (2), des oiseaux de mer (1), des poissons (29), des invertébrés (15), des producteurs primaires (2), et des compartiments rejets (1) et détritus (1). Cette étude documente le développement du modèle qui consiste en une représentation statique des flux de biomasse dans le réseau trophique. Ce modèle statique servira de base pour les simulations de la dynamique spatio-temporelle du réseau trophique (Ecosim et Ecospace) dans un futur proche. Ce type d'étude peut révéler de nombreuses informations sur l'état de l'écosystème et comment ses composants biologiques sont affectés par des perturbations ou changements environnementaux.

Introduction

La Manche est une zone épicontinentale qui sépare la mer du Nord de l'océan Atlantique (Lemoine & Giret, 1991a ; Velegrakis *et al.*, 1999). C'est un écosystème productif en raison des forts courants de marées et des apports en nutriments provenant des estuaires et baies voisins (Larsonneur *et al.*, 1982 ; Brunet *et al.*, 1992 ; Ellien *et al.*, 2004). C'est l'une des grandes zones économiques classées à risques en raison de l'importance de sa biodiversité et de sa productivité fréquemment exposées à de nombreuses contraintes environnementales qui fragilisent la santé et la stabilité de l'écosystème (Desprez, 2000 ; Vaz *et al.*, 2007).

Plusieurs aspects différencient les parties occidentale et orientale de la Manche, particulièrement en matière d'hydrologie (Larsonneur *et al.*, 1982 ; Chapalain & Thais, 2000). On observe également des types de sédiments qui diffèrent par la texture et la granulométrie dans les zones ouest et est de la Manche (Pawson, 1995 ; Chapalain & Thais, 2000). D'un point de vue écologique, ces aspects jouent un rôle

Chapter 6.
Trophic network

Abstract

In phase I of the CHARM project, focus was given to the influence of abiotic conditions to species' distribution. The fish-environment association was determined based on statistical relationships between environmental variables (e.g., salinity, temperature, etc) and species occurrence (Carpentier *et al.*, 2005). In the phase II, species distribution is determined based on biotic interactions and human-induced factors that influence species-specific habitat.

An Ecopath model of the eastern English Channel was constructed, representing the time period 1995-1996. This modelling approach intends to provide a synthetic description of the food web's structure and reveal its fundamental properties. The present model consists of 51 functional groups including marine mammals (2), seabirds (1), fish (29), invertebrates (15), primary producers (2), and discard (1) and detritus (1) compartments. This study documents the construction of the model that is a static representation of biomass flows in the food web. This will then serve as the basis for simulating the spatio-temporal (Ecosim and Ecospace) dynamics of the food web in the near future. This type of study can reveal a lot of information regarding the state of the ecosystem and how its biological components are affected by environmental perturbation or change.

Introduction

The English Channel is an epicontinental zone separating the North Sea and the Atlantic ocean (Lemoine & Giret, 1991a; Velegrakis *et al.*, 1999). It is a productive ecosystem due to strong tidal currents and nutrient inputs from adjacent estuaries and bays (Larsonneur *et al.*, 1982; Brunet *et al.*, 1992; Ellien *et al.*, 2004). It is considered as one of the important economic zones at risk due to the considerable biodiversity and productivity frequently exposed to several environmental stresses that weaken ecosystem health and stability (Desprez, 2000; Vaz *et al.*, 2007).

Several aspects differentiate the western from the eastern part of the English Channel, especially in terms of hydrology (Larsonneur *et al.*, 1982; Chapalain & Thais, 2000). Different sediment types have also been observed between the western and eastern English Channel based on texture and size (Pawson, 1995; Chapalain & Thais, 2000). From an ecological point of view, these aspects play an

important dans la détermination de différents écotones[1] , tels que les zones de nourricerie, et peuvent induire des changements d'abondance, de distribution et d'organisation des communautés au sein de l'écosystème (Grioche *et al.*, 1999 ; Riou *et al.*, 2001 ; Vaz *et al.*, 2007). Les caractéristiques physiques de l'écosystème et les interactions prédateur-proie, qui sont également soumises à des conditions environnementales extrêmement changeantes, sont des facteurs cruciaux pour déterminer la distribution et la structure des communautés biologiques (Shurin & Allen, 2001 ; Vaz *et al.*, 2005).

Dans le contexte d'une approche écosystémique de la gestion des ressources, il est nécessaire de comprendre quelle est l'incidence des perturbations anthropiques sur l'écosystème au travers de la modification de l'abondance des espèces, de la biodiversité, de la structure du réseau trophique et de son fonctionnement.

Ces différents effets peuvent être évalués en utilisant des expériences de terrain et des méthodes analytiques telles que :

- l'étude de la composition et la structure des communautés, ainsi que l'influence des conditions de l'habitat. Ces aspects peuvent être analysés au moyen de méthodes statistiques multivariées qui, non seulement permettent de traiter des jeux de données de grande taille, mais aussi fournissent une interprétation simplifiée de relations complexes entre plusieurs variables (Ardisson *et al.*, 1990 ; Legendre & Anderson, 1999 ; Nagelkerke & van Densen, 2001). Ces techniques analytiques permettent l'identification des facteurs biotiques et abiotiques qui influencent l'abondance et la distribution des ressources vivantes aquatiques. Ceci permet alors une interprétation simplifiée des relations complexes entre les espèces et leur environnement (Legendre & Anderson, 1999);
- la modélisation du fonctionnement et de la dynamique des communautés biologiques et de l'écosystème. C'est à ce niveau que la modélisation du réseau trophique apporte une approche synthétique de l'évaluation des changements de biodiversité et des effets de la variation des conditions environnementales dans un écosystème (Christensen & Pauly, 1997 ; Hewitt *et al.*, 2008).

La première approche a été utilisée avec des données biologiques et environnementales lors de la première phase du projet CHARM (Carpentier *et al.*, 2005 ; Vaz *et al.*, 2008). Dans cette partie, nous avons tenté d'utiliser et d'intégrer une quantité considérable d'informations avec le logiciel Ecopath. C'est un outil de modélisation du réseau trophique qui permet d'établir les liens trophiques qui jouent un rôle significatif dans le maintien de la productivité en Manche orientale. La modélisation des interactions prédateur-proie est utile car elle permet d'établir de façon synthétique les liens trophiques et les flux de carbone entre les groupes fonctionnels de l'écosystème (Pascual & Dunne, 2006).

1 Zone transitionnelle entre deux écosystèmes adjacents.

important role in determining different ecotones[1], such as nursery areas, which can induce changes in abundance, distribution and community organisation in the ecosystem (Grioche *et al.*, 1999; Riou *et al.*, 2001; Vaz *et al.*, 2007). Ecosystem physical characteristics and predator-prey interactions, which are also subject to highly changing environmental conditions, are crucial factors determining biological community distribution and structure (Shurin & Allen, 2001; Vaz *et al.*, 2005).

In the context of an ecosystem approach to resource management, there is a need to understand how perturbations caused by anthropogenic activities impact the ecosystem either by modifying species abundance, biodiversity and food web structure and function.

These impacts can be approached using field experiments and analytical methods such as:

- the investigation of community composition and structure, and of the influence of habitat conditions. These aspects can be analysed using multivariate statistical analyses that not only accommodate large data sets but provide a simplified translation of complex relationships between several variables (Ardisson *et al.*, 1990; Legendre & Anderson, 1999; Nagelkerke and van Densen, 2001). Such analytical techniques allow the identification of significant biotic and abiotic factors that influence abundance and distribution of aquatic living resources. These in turn, provide a simplified interpretation of complex relationships between species and their environment (Legendre & Anderson, 1999);
- modelling the functioning and dynamics of the biological communities and the ecosystem. It is at this level that food web modelling provides a synthetic approach to evaluating biodiversity changes and effects of varying environmental conditions in an ecosystem (Christensen & Pauly, 1997; Hewitt *et al.*, 2008).

The first approach was employed on biological and environmental data during the first phase of the CHARM project (Carpentier *et al.*, 2005; Vaz *et al.*, 2008). In this section, we tried to utilise and integrate a considerable amount of information in the Ecopath software. This is a food web modelling tool that allows users to establish trophic links that play significant roles in sustaining the productivity in the eastern English Channel. Modelling predator-prey interactions is useful because it provides a synthetic manner of establishing trophic links and carbon fluxes between functional groups in the ecosystem (Pascual & Dunne, 2006).

Several ecological questions can be raised as to how food availability affects species diversity, distribution and ecological function in marine ecosystems.

- Are all species necessary for efficient ecosystem functioning?
- Which groups can be considered as keystone species?
- What is/are the impact(s) of fisheries on exploit-

1 Transitional area that separates two adjacent ecosystems.

De nombreuses questions écologiques peuvent être soulevées quant à l'influence de la disponibilité des ressources alimentaires sur la diversité des espèces, leur distribution et leurs fonctions écologiques dans les écosystèmes marins.

- Toutes les espèces sont-elles nécessaires pour un fonctionnement efficace de l'écosystème ?
- Quels groupes peuvent être considérés comme des espèces clés ?
- Quel est, ou quels sont, les impacts des pêcheries sur les stocks exploités et non exploités?
- Quelles sont les conséquences de l'augmentation de l'effort de pêche ? Quelles sont les contraintes imposées sur l'abondance et la production des espèces exploitées ?
- Quelles relations peuvent être établies entre la biodiversité, la production biologique et la structure du réseau trophique ?

Ce travail tente de fournir une approche intégrée de la compréhension des liens entre espèces et d'évaluer les effets de la variation des conditions environnementales sur l'abondance relative des populations et la structure des communautés. L'identification des facteurs qui structurent l'écosystème peut fournir des indicateurs sur la santé des écosystèmes et leur stabilité face aux perturbations naturelles ou anthropiques (ex. pêcheries, changements climatiques). Cependant, ceci demande une compréhension globale du fonctionnement de l'écosystème afin de produire des prédictions fiables des réactions biologiques et environnementales aux variations (Fagan *et al.*, 1999 ; Mélian & Bascompte, 2002).

En outre, les résultats de cette étude visent à fournir une base pour l'évaluation future de différentes options de gestion pour l'exploitation durable et la conservation des ressources marines qui sont jugées nécessaires afin de fournir des moyens d'existence indispensables aux sociétés humaines et de soutenir une demande alimentaire croissante (Charles, 1994 ; Barange, 2003).

Méthodes

Equation du modèle Ecopath

Pour cette étude, nous avons utilisé le logiciel[2] "Ecopath with Ecosim and Ecospace" (EwE), où les groupes fonctionnels sont formés d'espèces ayant des caractéristiques éco-biologiques similaires, à savoir la démographie, les préférences alimentaires et la distribution spatiale (voir figure 1 ci-après).

L'équation élémentaire appliquée à chaque groupe fonctionnel est la suivante :

Production = Capture
+ Accumulation de biomasse
+ Mortalité par prédation
+ Solde migratoire
+ Autres mortalités

Ici, la mortalité par prédation est le lien essentiel

2 Voir site URL : http://www.Ecopath.org/ pour une description détaillée du logiciel.

ed and non-exploited stocks?

- What are the consequences of increasing fishing effort? What constraints are imposed on exploited species' abundance and production?
- What relationship(s) can be established between biodiversity, biologic production and food web structure?

This work intends to provide an integrated approach to understanding species links and to evaluate the effects of varying environmental conditions on the relative abundance of populations and the structure of communities. Identifying the factors structuring the ecosystem can provide indicators on ecosystem health and stability against natural or human-related perturbations (e.g., fisheries, climatic changes). This, however, demands a complete understanding of ecosystem functioning in order to produce reliable predictions of biological and environmental reactions to variations (Fagan *et al.*, 1999; Mélian & Bascompte, 2002).

In addition, results from this study aim to provide the basis for future evaluations of management options for sustainable exploitation and conservation of marine resources, which is considered necessary for providing essential livelihood to human societies and to sustain increasing food demand (Charles, 1994; Barange, 2003).

Methods

Ecopath model equation

For this study, we have used the Ecopath with Ecosim and Ecospace (EwE) software[2], where the functional groups are formed based on their common eco-biological characteristics, *i.e.* demography, diet preferences and spatial distribution (see figure 1 below).

The basic equation applied to each functional group is the following:

Production = Capture
+ Biomass accumulation
+ Predation mortality
+ Net migration
+ Other mortalities

Here, the predation mortality is the link between

2 See URL site : http://www.Ecopath.org/ for detailed software description

entre les groupes qui permet le flux de biomasse au sein du réseau trophique. Ainsi, pour un système à deux groupes, l'équation de production pour chaque groupe est :

$$B_i \frac{P}{B_1} EE_i = Y_i + BA_i + E_i + B_i \frac{Q}{B_i} DC_{1i} + B_2 \frac{Q}{B_2} DC_{2i}$$

où, pour un groupe distinct i :

B, correspond à la biomasse,
P/B, le taux de production par unité de biomasse,
EE, l'efficacité écotrophique, c'est-à-dire la fraction de production effectivement utilisée dans le réseau trophique (1-EE donnant alors la fraction perdue),
Y, la biomasse capturée par pêche par an,
BA, l'accumulation de biomasse annuelle,
E, le solde migratoire annuel en biomasse, et
Q/Bj, le taux de consommation par unité de biomasse du prédateur j dont la proie est i, multiplié par DCji la fraction de i entrant dans le régime alimentaire de j.

L'équation est vraie à l'équilibre. Les valeurs intégrées dans ce modèle ont été standardisées et exprimées en $t.km^{-2}$ pour les quantités (B), $t.km^{-2}.an^{-1}$ pour les quantités annuelles (Y, BA, E), an^{-1} pour les taux (P/B, Q/B) et sans dimension pour les proportions (EE, DC) (Christensen *et al.*, 2005).

Stratégie de modélisation

Une étape cruciale requise lors de la modélisation Ecopath est la détermination des groupes fonctionnels de l'écosystème. Chaque groupe peut être représenté par une espèce particulière ou un groupe d'espèces aux caractéristiques écologiques similaires.

Pour cette étude, les groupes fonctionnels ont été établis en se basant sur les indications de Yodzis & Winemiller (1999), et Christensen *et al.* (2005). Dans les écosystèmes à biodiversité faible, chaque compartiment peut ne comprendre qu'un seul type d'espèce qui peut être particulièrement abondant, ou important du point de vue écologique, ou considéré comme important pour les pêcheries. Dans un écosystème à biodiversité élevée, comme les écosystèmes marins, les espèces sont souvent regroupées de façon à respecter une certaine homogénéité des données. Chaque groupe doit être constitué d'espèces présentant des caractéristiques écologiques similaires (c'est-à-dire guildes trophiques, distribution spatiale, âge, taille, etc) qui peuvent alors être considérées comme suivant la même "dynamique trophique" (Yodzis & Winemiller, 1999).

Lorsque cela était possible, des données obtenues sur le site d'étude ont été utilisées en priorité. En cas de manque de données locales (ex. pour le zooplancton), les informations provenant de systèmes adjacents ont été utilisées préférentiellement. Au regard des données disponibles, 51 groupes fonctionnels ont été considérés. Le tableau 1 résume les sources de données disponibles. Les données ont été standardisées pour leur utilisation dans le modèle. Les données de campagnes scientifiques

every group, which leads to biomass flux within the food web. Therefore, for a system with two groups, the production equation for each group is:

where for a particular group i:

B, refers to the biomass,
P/B is the production rate per biomass unit,
EE is the ecotrophic efficiency, i.e. the fraction of production effectively used in the food web (1-EE being then the fraction lost),
Y is the annual catch by fisheries,
BA is the annual biomass accumulation,
E is the annual net migration in terms of biomass, and
Q/Bj is the consumption rate per biomass unit of predator j preying on i, multiplied by DCji the fraction of i in the diet of j.

This equation is true under an equilibrium assumption. Values integrated in the model were standardized and expressed as $t.km^{-2}$ for quantities (B), $t.km^{-2}.yr^{-1}$ for annual quantities (Y, BA, E), yr^{-1} for rates (P/B, Q/B), and dimensionless for fractions (EE, DC) (Christensen *et al.*, 2005).

Modelling strategy

A crucial step required in Ecopath modelling is the determination of functional groups in the ecosystem. Each group can be represented by a particular species or a group of species with similar ecological characteristics.

For this study, functional groups were established based on the indications of Yodzis & Winemiller (1999) and Christensen *et al.* (2005). In ecosystems with low biodiversity, each compartment may include only one type of species which may be abundant or ecologically important in the ecosystem or is considered important in the fisheries. In an ecosystem with high biodiversity, such as marine ecosystems, species are often grouped together for data homogeneity. Each group must present similar ecological characteristics (i.e. trophic guilds, spatial distribution, age, size, etc.) which can be considered within the same "trophodynamic" (Yodzis & Winemiller, 1999).

When possible, data collected from the study site is preferred. In case of information gaps (i.e. zooplankton), information from adjacent systems were utilised when possible. From available data, 51 functional groups were considered. Table 1 summarises available data sources and which have been standardised for use as basic input in the model. Scientific survey data provided by IFREMER and Cefas, as well as from published works and communication with French and British colleagues provided pertinent information that facilitated the construction of this model.

Tableau 1. Données utilisées pour les principaux groupes étudiés en Manche orientale. / *Principal data used for major groups considered in the eastern English Channel.*

FG	*No*	*B*	*P/B*	*Q/B*	*DC*	*Y*
Cétacés/*Cetaceans*	*2*	*SCANS II**	*†*	*†*	*†*	-
Oiseaux de mer/*Seabirds*	*1*	*†*	*†*	*†*	*†*	-
Poissons/*Fish*	*29*	*CGFS*ECBTS*†*	*CGFS*ECBTS*†*	*†*	*† & ∞*	*FISHSTAT**
Invertébrés/*Invertebrates*	*15*	*COMOR*CORYSTES*Cabioch**	*† & ∞*	*†*	*† & ∞*	*FISHSTAT**
Producteurs/*Producers*	*2*	*ROSES*MARS 3D Bio**	*∞*	-	-	-
Détritus/*Detritus*	*1*	*∞*	-	-	-	-
Rejets/*Discards*	*1*	*DCR –FRSTECF**	-	-	-	-

FG : groupe fonctionnel, No : Nombre, B : Biomasse, P/B : Taux de production, Q/B : Taux de consommation, DC : Composition du régime alimentaire, Y : Capture. (*) Bases de données utilisées : SCANS II (K. Macleod, Gatty Marine Laboratory, comm. pers.), CGFS (F. Coppin, IFREMER, comm. pers.), ECBTS (P. Eastwood, Cefas, comm. pers.), FISHSTAT (FAO, 2004), COMOR (Vigneau *et al.*, 2001), CORYSTES (J. Ellis, CEFAS, comm. pers.), Cabioch *et al.* (N. Desroy, IFREMER, comm. pers.), ROSES (Gohin *et al.*, 2002; Gohin *et al.*, 2005), MARS ED Bio (A. Ménesguen, IFREMER, comm. pers.), STECF (Mahé *et al.*, 2006) ; (†) Autres modèles Ecopath et valeurs (∞) estimées sur la base de données publiées, de rapports de recherche et de données non publiées. *FG: functional group, No: Number, B: Biomass, P/B: production rate, Q/B: consumption rate, DC: diet composition, Y: catch. (*) Data bases used : SCANS II (K. Macleod, Gatty Marine Laboratory, pers. comm.), CGFS (F. Coppin, IFREMER, pers. comm.), ECBTS (P. Eastwood, CEFAS, pers. comm.), FISHSTAT (FAO, 2004), COMOR (Vigneau et al., 2001), CORYSTES (J. Ellis, CEFAS, pers. comm.), Cabioch et al. (N. Desroy, IFREMER, pers. comm.), ROSES (Gohin et al., 2002; Gohin et al., 2005), MARS ED Bio (A. Ménesguen, IFREMER, pers. comm.), STECF (Mahé et al., 2006) ; (†) Other Ecopath models and (∞) Values estimated based on published data, research reports and unpublished data.*

fournies par l'IFREMER et le Cefas, ainsi que celles provenant de travaux publiés et de communications avec des collègues français et britanniques ont apporté des informations pertinentes qui ont facilité la construction de ce modèle.

Résultats et discussion

La composition du régime alimentaire de certains groupes a été modifiée pour atteindre un rendement écotrophique (EE) d'une valeur inférieure à 1, considérant que leur incertitude était particulièrement élevée par rapport aux autres variables d'entrée (tableau 1). Les résultats ont montré que le modèle est bien adapté puisque la calibration automatique a donné des valeurs allouées qui ne diffèrent pas de manière remarquable des valeurs originales. Les valeurs originales ont également été validées par la cohérence des valeurs des rapports de la production sur la consommation (P/Q[3]) qui se situent dans l'intervalle de valeurs attendues selon la composition du régime alimentaire (Christensen *et al.*, 2005). Pour tous les groupes, le rapport de la respiration sur l'assimilation (R/A) et le rapport de la production sur la respiration (P/R) sont inférieurs à 1 ce qui indique que l'écosystème se trouve toujours à un stade immature (Odum, 1969).

Analyse de la structure trophique

Les valeurs estimées du niveau trophique (TL), de la biomasse (B), du taux de consommation (Q/B), de l'efficacité écotrophique (EE) et de l'efficacité de conversion des ressources trophiques (P/Q) pour les groupes fonctionnels considérés dans le modèle Ecopath de Manche orientale pendant l'année 1995 sont résumées dans le tableau 2. La biomasse totale de poissons en Manche orientale est d'envi-

3 Connu également comme le rendement de conversion brut, paramètre sans dimension (Christensen *et al.*, 2005).

Results and discussion

Diet composition of some groups was modified, considering that these were of the highest uncertainty compared to other input variables, to achieve an ecotrophic efficiency (EE) value of less than 1 (table 1). Results showed that the model is rather tightly-fitted as the automatic calibration gave allocated values which exhibit no remarkable difference from original inputs. The original inputs were further validated by the consistency of production-consumption rates (P/Q[3]) values which were within the expected ranges by reference to the diet composition (Christensen *et al.*, 2005). Ratios of respiration to assimilation (R/A) and production to respiration (P/R) for all groups were less than 1, which indicates that the ecosystem is still in an immature stage (Odum, 1969).

Trophic structure analysis

Input or estimated values of trophic level (TL), biomass (B), consumption rate (Q/B), ecotrophic efficiency (EE) and food conversion efficiency (P/Q) for functional groups considered in the eastern English Channel Ecopath model during the year 1995 are summarised in table 2. The total fish biomass in the eastern English Channel is about 26.53 t.km^{-2}. Top

3 Otherwise known as the gross food conversion efficiency and is a dimensionless parameter (Christensen *et al.*, 2005).

Tableau 2. Les groupes fonctionnels considérés dans le modèle Ecopath de Manche orientale montrant les valeurs intégrées et estimées (en gras). B est la biomasse en $t.km^{-2}$ poids frais (pf), P/B est le rapport production/biomasse (an^{-1}), Q/B est la consommation relative de nourriture (an^{-1}), EE est le rendement trophique et Y est la capture par pêche ($t.km^{-2}.an^{-1}$). */ Functional groups considered in the eastern English Channel Ecopath model showing input and estimated values (in bold). B is the biomass in $t.km^{-2}$ fresh weight (fw), P/B is the production rate (yr^{-1}), Q/B is the consumption rate (yr^{-1}), EE is the ecotrophic efficiency and Y is for catch ($t.km^{-2}.yr^{-1}$).*

Groupes fonctionnels / *Functional groups*	TL	B($t.km^{-2}$)	P/B(yr^{-1})	Q/B(yr^{-1})	EE	Y($t.km^{-2}.yr^{-1}$)
Phoques / *Seals*	**4.37**	0.0002	0.047	15.752	**0.000**	-
Cétacés / *Toothed cetaceans*	**4.24**	0.0159	0.098	16.891	**0.000**	-
Oiseaux marins /*Seabirds*	**4.13**	0.0018	0.400	72.120	**0.000**	-
Seiche / *Cuttlefish*	**3.37**	0.2000	3.500	15.000	**0.624**	0.043
Encornets / *Squid*	**3.64**	0.1500	2.850	15.000	**0.782**	0.109
Requin / *Shark*	**3.82**	0.3070	0.190	2.370	**0.891**	0.052
Bar commun adulte / *European seabass*	**3.42**	0.1140	0.540	3.288	**0.472**	0.005
Bar juvénile / *Juvenile seabass*	**3.24**	0.0320	1.245	6.348	**0.050**	-
Chinchard commun /*Horse mackerel*	**3.32**	0.2300	0.600	6.025	**0.981**	0.055
Maquereau commun / *Atlantic mackerel*	**3.54**	0.9520	0.685	6.047	**0.997**	-
Sardine / *Pilchard*	**3.19**	0.4420	0.988	7.204	**0.486**	0.045
Sprat / *Sprat*	**3.53**	0.7620	1.852	10.163	**0.283**	-
Hareng commun / *Atlantic herring*	**3.62**	2.4000	0.750	4.600	**0.861**	0.435
Lançons d'Europe / *European sandeels*	**3.28**	1.9790	1.740	9.160	**0.400**	-
Saint Pierre / *John Dory*	**3.62**	0.0080	0.862	4.687	**0.548**	0.001
Griset / *Black bream*	**3.30**	0.2100	0.700	11.353	**0.181**	0.001
Grands démersaux / *Large demersal fish*	**3.84**	1.7000	0.578	4.385	**0.307**	0.270
Lieu jaune / *Pollack*	**3.61**	0.2500	0.618	3.230	**0.756**	0.010
Raies et petites roussettes / *Rays and dogfish*	**3.58**	0.1750	0.440	2.571	**0.519**	0.038
Merlu européen / *Hake*	**3.94**	0.0800	0.900	4.000	**0.707**	-
Morue commune adulte / *Adult Atlantic cod*	**3.61**	0.2700	1.200	4.500	**0.950**	0.167
Morue commune juvénile / *Juvenile Atlantic cod*	**3.54**	0.1030	2.268	6.064	**0.257**	-
Merlan adulte / *Adult whiting*	**3.88**	0.7500	1.070	4.709	**0.937**	0.138
Merlan juvénile / *Juvenile whiting*	**3.64**	0.1150	2.136	10.954	**0.180**	-
Grondins / *Gurnards*	**3.30**	0.4700	0.550	4.754	**0.574**	0.080
Autres poissons plats / *Other flatfish*	**2.84**	0.5500	1.200	5.464	**0.542**	0.025
Limande commune / *Common dab*	**2.97**	0.6200	1.141	6.408	**0.254**	0.002
Plie commune / *European plaice*	**3.22**	0.2900	0.800	4.335	**0.909**	0.121
Plie commune juvénile / *Juvenile European plaice*	**3.32**	0.1500	1.300	8.218	**0.660**	-
Sole commune adulte / *Adult common sole*	**3.16**	0.3370	0.655	5.063	**0.912**	0.099
Sole commune juvenile / *Juvenile common sole*	**3.40**	0.0600	1.300	10.126	**0.479**	-
Mulets / *Mullets*	**2.85**	2.5000	0.500	5.167	**0.624**	0.055
Autres gadidés / *Other gadoids*	**3.20**	3.8000	1.243	5.200	**0.755**	0.078
Petits démersaux / *Small demersal fish*	**2.52**	6.0110	1.319	10.384	**0.800**	0.004
Homard/ *Lobster*	**2.93**	0.0130	1.080	5.850	**0.363**	0.005
Crevettes / *Shrimps and prawns*	**2.62**	12.3540	1.700	38.460	**0.900**	0.003
Crabes commerciaux / *Commercial crabs*	**2.35**	2.5900	1.010	7.000	**0.900**	0.098
Crabes / *Crabs*	**2.34**	10.0000	1.100	4.841	**0.850**	-
Coquille Saint-Jacques / *Scallop*	**2.00**	1.7270	0.900	10.000	**0.800**	0.041
Huître / *Oyster*	**2.01**	2.1000	0.904	35.000	**0.994**	1.056
Megabenthos carnivore / *Carnivorous megabenthos*	**2.90**	120.0000	0.600	6.935	**0.597**	-
Filtreurs / *Suspension feeders*	**2.00**	22.4800	0.800	5.333	**0.722**	0.398
Buccin / *Whelk*	**2.24**	0.2200	1.400	9.333	**0.728**	0.011
Benthos omnivore / *Benthic omnivores*	**2.14**	132.7950	0.900	6.000	**0.900**	-
Déposivores / *Deposit feeders*	**2.00**	20.0000	2.500	16.667	**0.691**	-
Zooplancton carnivore / *Carnivorous zooplankton*	**2.71**	33.0740	8.000	23.330	**0.900**	-
Zooplancton herbivore / *Herbivorous zooplankton*	**2.00**	138.5700	9.200	60.000	**0.900**	-
Phytoplancton / *Phytoplankton*	**1.00**	25.0000	80.000	-	**0.901**	-
Phytobenthos / *Phytobenthos*	**1.00**	75.0000	100.000	-	**0.982**	-
Rejets / *Discards*	**1.00**	2.3490	-	-	**0.994**	-
Détritus / *Detritus*	**1.00**	25.0000	-	-	**0.411**	

ron 26.53 t.km^{-2}. Les prédateurs supérieurs (niveaux trophiques 3.5-4) sont les phoques[4], les cétacés[5] et les oiseaux de mer[6]. Pour ces groupes fonctionnels, une valeur EE de zéro a été calculée car ils ne sont ni victimes de prédateurs, ni exploités dans cette zone.

En ce qui concerne les groupes de poissons, les prédateurs supérieurs incluent les requins[7], les grands prédateurs démersaux[8], le merlan adulte, les encornets[9], le Saint Pierre, le hareng commun[10], la morue adulte, le lieu jaune, les raies, roussettes et autres requins[11], le maquereau commun, le sprat et le merlu européen (tableau 2). La valeur calculée de EE est élevée (~0.8-0.9) pour certains groupes de poissons ou d'invertébrés. Une valeur de EE élevée indique qu'un groupe fonctionnel peut être pêché de façon importante ou être une proie importante pour d'autres groupes ou les deux. Pour les détritus, la valeur de EE estimée est basse (0.411) par rapport aux producteurs primaires et rejets, ce qui indique que cette ressource n'est peut-être pas pleinement utilisée. Pour les rejets, une valeur de EE élevée de 0.945 est observée, ce qui peut indiquer qu'il s'agit d'un apport énergétique important pour certains groupes fonctionnels (tableau 2).

En utilisant la routine d'agrégation trophique *sensu* Lindeman (1942) dans Ecopath qui dissocie les groupes fonctionnels en des niveaux trophiques distincts, il a été possible d'estimer la biomasse, les captures, les flux et l'efficacité des flux de biomasse par niveau trophique et de déterminer les rôles trophiques spécifiques des groupes agrégés par niveau trophique dans le système.

La figure 2 montre que 59% (369.5 t.km^{-2}) de la bio-

4 Ce groupe comprend les phoques gris (*Halichoerus grypus*) et communs (*Phoca vitulina*).

5 On trouve quatre espèces en Manche orientale : le dauphin commun (*Delphinus delphis*), le marsouin commun (*Phocoena phocoena*), le grand dauphin (*Tursiops truncates*) et le petit rorqual (*Balaenoptera acutorostrata*).

6 Ce groupe est composé de pétrels, cormorans, eiders, mouettes, goëlands, sternes et pingouins.

7 Ce groupe est composé du requin hâ (*Galeorhinus galeus*), de l'émissole tâchetée (*Mustelus asterias*) et de l'émissole (*Mustelus mustelus*).

8 Ce groupe est composé de la lingue (*Molva molva*), du congre commun (*Conger conger*), et de la grande vive (*Trachinus draco*), de la moustelle blanche (*Phycis blennoides*), de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*), de la baudroie rousse (*Lophius budegassa*), du sabre noir (*Aphanopus carbo*), de l'orphie (*Belone belone*), de la grande castagnole (*Brama brama*), de la légine australe (*Dissostichus eleginoides*), de l'hoplostète orange (*Hoplostethus atlanticus*), du poisson scorpion (*Scorpaena plumieri*) et de la baudroie (*Lophius piscatorius*).

9 Ce groupe comprend deux espèces d'encornets (*Loligo forbesi* et *Loligo vulgaris*) que l'on trouve en Manche orientale (Royer *et al.,* 2002).

10 Le hareng commun (*Clupea harengus*), l'éperlan d'Europe (*Osmerus eperlanus*) et la grande argentine (*Argentina silus*) sont les espèces pélagiques comprises dans ce groupe.

11 Ce groupe est représenté par la raie bouclée (*Raja clavata*), la raie mêlée (*Raja microcellata*), la raie douce (*Raja montagui*), la raie épineuse (*Raja radiata*), la raie ondulée (*Raja undulate*), la grande roussette (*Scyliorhinus stellaris*), la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*), la raie fleurie (*Leucoraja naevus*), le pailona commun (*Centroscymnus coelolepsis*) et l'aiguillat commun (*Squalus acanthias*).

predators (TLs 3.5-4) are seals[4] , toothed cetaceans[5] and seabirds[6]. An EE value of zero was calculated for these functional groups as they are not preyed nor exploited in the area.

For the fish groups, top predators include sharks[7], large bottom predators[8], whiting, squids[9], John dory, herring[10], adult cod, pollack, rays, dogfish and other sharks[11], mackerel, sprat and hake (table 2). The computed EE is high (~0.8-0.9) for some fish and invertebrate groups. A high EE value indicates that a functional group may be important in the fisheries or highly preyed by other groups or both. A lower EE value (0.411) was estimated for detritus compared to primary producers and discards which indicate that this resource may not be fully utilised. An elevated EE value of 0.945 is observed for discards which may indicate that this is an important energetic subsidy for some functional groups (table 2).

Using the trophic aggregation routine *sensu* Lindeman (1942) in Ecopath which segregates functional groups into discrete trophic levels, it was possible to estimate biomass, catches, flows and efficiency of biomass fluxes per trophic level and determine specific trophic roles of groups aggregated by trophic level in the system.

Figure 2 shows that 59% (369.5 t.km^{-2}) of the ecosystem biomass occurs at the second trophic level mainly due to the abundance of benthic invertebrate groups (table 2). The diversity, abundance and distribution of these groups in the study area have already been observed by several authors (Cabioch & Glaçon, 1975; Cabioch & Retière, 1986; Davoult *et al.*, 1993).

4 This group includes the grey (*Halichoerus grypus*) and harbour seals (*Phoca vitulina*).

5 Four species occur in the eastern English Channel: common dolphin (*Delphinus delphis*), harbour porpoise (*Phocoena phocoena*), bottlenose dolphin (*Tursiops truncates*) and minke whale (*Balaenoptera acutorostrata*).

6 This group is composed of petrels, pelecaniformes, eiders, gulls, terns and auks.

7 This group is composed of the tope (*Galeorhinus galeus*), starry smooth-hound (*Mustelus asterias*) and smooth-hound (*Mustelus mustelus*)..

8 Composed of ling (*Molva molva*), European conger eel (*Conger conger*), greater weaver (*Trachinus draco*), greater porkbeard (*Phycis blennoides*), European eel (*Anguilla anguilla*), white anglerfish (*Lophius budegassa*), black scabbarfish (*Aphanopus carbo*), garfish (*Belone belone*) Atlantic pomfret (*Brama brama*), Patagonian toothfish (*Dissostichus eleginoides*), orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*), spotted scorpionfish (*Scorpaena plumieri*) and anglerfish (*Lophius piscatorius*).

9 Included in this group are two species of squid (*Loligo forbesi* and *Loligo vulgaris*) which occur in the English Channel (Royer *et al.,* 2002).

10 Atlantic herring (*Clupea harengus*), European smelt (*Osmerus eperlanus*) and greater Argentine (*Argentina silus*) are pelagic species included in this group.

11 This group is represented by thornback ray (*Raja clavata*), painted ray (*Raja microcellata*), spotted ray (*Raja montagui*), starry ray (*Raja radiata*), undulate ray (*Raja undulate*), nurse hound (*Scyliorhinus stellaris*), lesser spotted dogfish (*Scyliorhinus canicula*), Cuckoo ray (*Leucoraja naevus*), Portuguese dogfish (*Centroscymnus coelolepsis*) and spurdog (*Squalus acanthias*)..

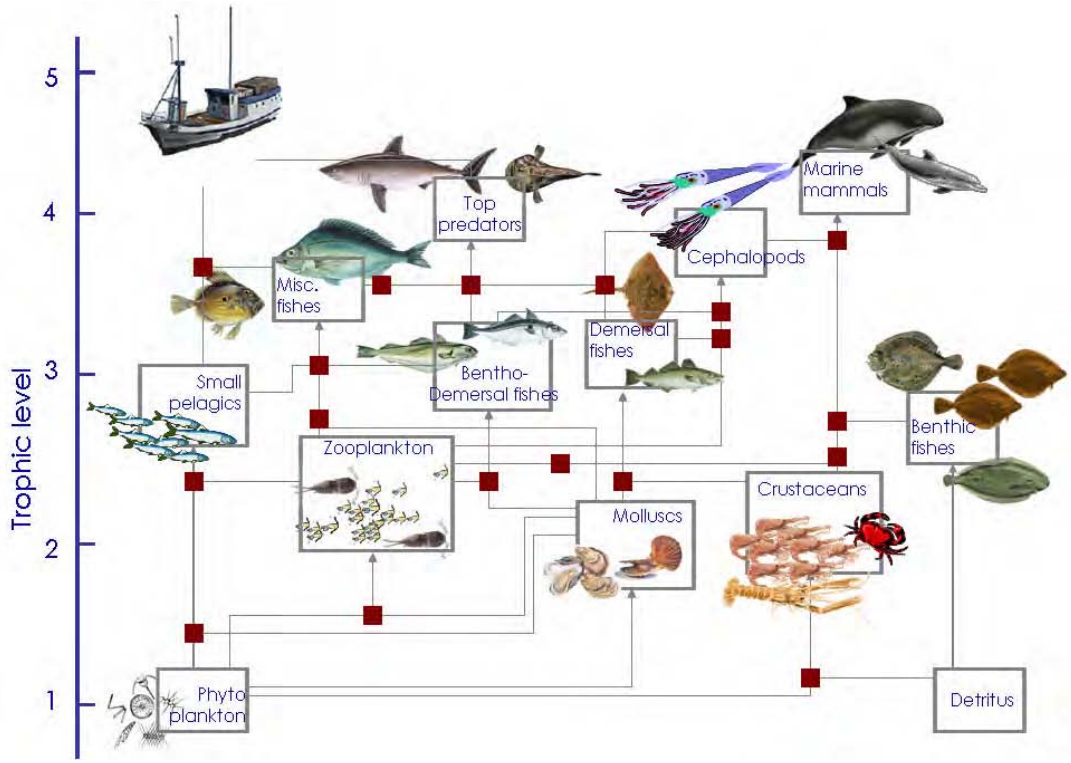


Figure 1. Une représentation simplifiée de la structure du réseau trophique en Manche orientale montrant les flux principaux qui connectent les différents groupes fonctionnels. / *A simplified representation of the eastern English Channel food web structure showing the major flows connecting the different functional groups.*

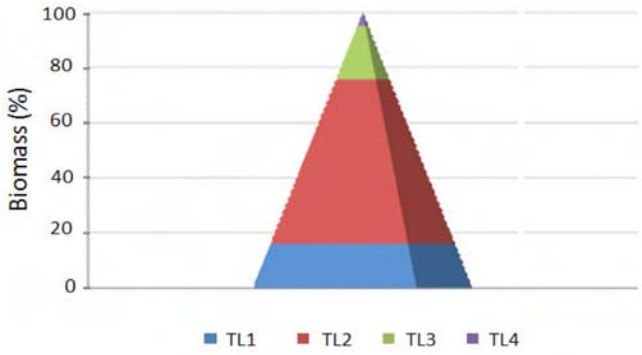


Figure 2. Pyramide montrant les échelles relatives de biomasse par niveau trophique en Manche orientale. / *Pyramid showing the relative scales of biomass per trophic level in the eastern English Channel.*

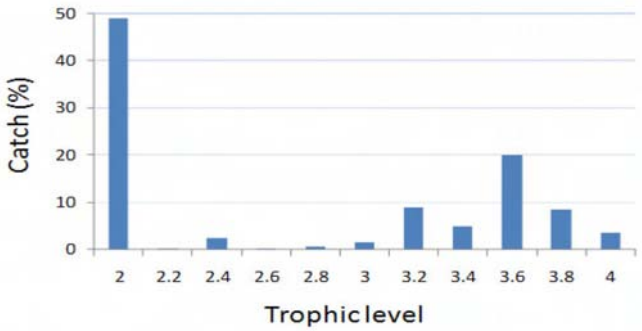


Figure 3. Proportion, par niveau trophique, des groupes fonctionnels exploités dans la capture annuelle en Manche orientale. / *Proportion of exploited functional groups in the annual catch per trophic level in the eastern English Channel.*

masse de l'écosystème se situe au niveau trophique 2 en raison principalement de l'abondance des groupes d'invertébrés benthiques (tableau 2). La diversité, l'abondance et la distribution de ces groupes dans la zone d'étude ont déjà été observées par plusieurs auteurs (Cabioch & Glaçon, 1975; Cabioch & Retière, 1986; Davoult *et al.*, 1993).

Le niveau trophique moyen des captures est de 2.88 en raison de l'importance relative des consommateurs primaires (niveau trophique 2 = mollusques et crustacés et espèces benthiques) et des consommateurs secondaires (niveau trophique 3 = poissons démersaux) dans les captures annuelles comme le montre la figure 3. En Manche orientale, la pêche est principalement artisanale (Lemoine & Giret, 1991b), pratiquée le long des zones côtières (0-12 mn) et elle exploite essentiellement les poissons démersaux et benthiques tels que la sole commune, la plie commune, la morue adulte, le merlan adulte, le hareng commun, le bar adulte, la lingue, les raies et les roussettes (Mahé *et al.*, 2006). D'autres ressources exploitées comprennent les céphalopodes, les coquilles Saint-Jacques, les huîtres, les crabes et les bivalves (Brown & Bennett, 1980 ; Vigneau *et al.*, 2001 ; Royer *et al.*, 2002 ; Dubois *et al.*, 2007).

Analyse du réseau trophique

Après avoir équilibré le modèle, différentes routines et indices ont été générés. Les relations trophiques entre les groupes fonctionnels considérés sont résumées dans la figure 1. La diversité importante des espèces en Manche orientale est due à l'hétérogénéité de l'habitat (des conditions physiques et chimiques variées) qui est influencé par les estuaires adjacents et la circulation de l'eau (SIH-C, 2007). Ces différents habitats créent des environnements qui abritent différentes espèces.

Les sources principales de biomasse sont les producteurs primaires et les détritus (*i.e.* Matière Organique Particulaire, Matière Organique Dissoute et rejets). Les producteurs primaires jouent un rôle essentiel au niveau de l'apport alimentaire et favorisent les pêches lucratives de mollusques (coquille Saint-Jacques et huîtres), crustacés (crabes commerciaux) et de nombreux poissons (Dauvin & Desroy, 2005 ; Arbach Leloup *et al.*, 2008). Les détritus sont un composant essentiel dans les réseaux trophiques car ils peuvent affecter directement les dynamiques trophiques, les liens entre espèces et le fonctionnement de l'écosystème (Moore *et al.*, 2004). La microflore bactérienne et les protozoaires peuvent jouer un rôle important en tant qu'apport de biomasse (Desroy & Denis, 2004 ; Lamy *et al.*, 2006), similaire aux détritus et rejets en cas de production primaire faible, mais n'ont pas été inclus dans le modèle par manque de données.

La majorité de la production primaire est incorporée dans le réseau trophique principalement par des mollusques (huîtres et coquilles Saint Jacques) ainsi que par des micro et macro-crustacés (*i.e.* zooplancton, crevettes, etc) qui, à leur tour, sont consommés par des espèces de niveau trophique plus élevé (Loizeau *et al.*, 2001; Dauvin & Desroy, 2005).

The mean trophic level of catches is 2.88 due to the relative importance of primary consumers (TL 2 = shellfish and benthic fish) and secondary consumers (TL 3 = demersal fish) in the annual landings as shown in figure 3. The fisheries in the eastern English Channel is mainly artisanal (Lemoine & Giret, 1991b), occurring along the coastal zone (0-12 nm) and targets essentially demersal and benthic fish such as sole, plaice, cod, whiting, herring, seabass, ling, rays and dogfish (Mahé *et al.*, 2006). Other exploited resources include cephalopods, scallops, oyster, crabs and bivalves (Brown & Bennett, 1980 ; Vigneau *et al.*, 2001; Royer *et al.*, 2002; Dubois *et al.*, 2007).

Trophic network analysis

After balancing the model, various routines and indices were generated. The trophic relationships among considered functional groups are summarised in figure 1. Important species diversity occurs in the eastern English Channel due to habitat heterogeneity (varying physical and chemical conditions) which is influenced by adjacent estuaries and water circulation (SIH-C, 2007). These various habitats create environments that sustain different species.

Main biomass sources are primary producers and detritus (*i.e.* Particulate Organic Matter, Dissolved Organic Matter and discards). Primary producers play an essential role in sustaining food and support valuable fisheries for shellfish (scallops and oysters), crustacean (commercial crabs) and a variety of finfish (Dauvin & Desroy, 2005; Arbach Leloup *et al.*, 2008). Detritus is an essential component in food webs as it can directly affect trophic dynamics, species links and ecosystem functioning (Moore *et al.*, 2004). Bacterial and protozoan microflora may play a significant role as biomass subsidies (Desroy & Denis, 2004; Lamy *et al.*, 2006), similar to detritus and discards in cases of low primary production, but were not included in the model due to lack of data.

Most of the primary production is incorporated into the food web essentially by shellfish (oysters and scallops) as well as micro and macro-crustaceans (*i.e.* zooplankton, shrimps, etc) which in turn are consumed by species in higher trophic levels (Loizeau *et al.*, 2001; Dauvin & Desroy, 2005).

Figure 4 summarises the different biomass flows (i.e. consumption, export, respiration and flow to detritus) between trophic levels. The ecosystem is divided into 5 discrete trophic levels, even if the

La figure 4 résume les différents flux de biomasse (c'est-à-dire consommation, exportation, respiration et flux vers les détritus) entre niveaux trophiques. L'écosystème est divisé en cinq niveaux trophiques distincts, même si la majorité (86%) du flux de biomasse se situe entre le premier et le second niveau trophique. Le réseau trophique repose essentiellement sur le phytoplancton étant donné que 88% du flux total vers le niveau trophique secondaire provient des producteurs primaires (9 171 $t.km^{-2}.yr^{-1}$) et seulement 12% provient des détritus (1 220 $t.km^{-2}.yr^{-1}$), une particularité des eaux côtières (Costanza *et al.*, 1997). Le flux le plus élevé vers les détritus (2 259 $t.km^{-2}.yr^{-1}$) et la respiration (6 727 $t.km^{-2}.yr^{-1}$) est observé pour le deuxième niveau trophique et peut être dû à une biomasse plus élevée d'organismes invertébrés tels que le zooplancton, les huîtres, les organismes benthiques et les crevettes. Ceci peut aussi indiquer qu'une partie considérable de biomasse de ce niveau trophique n'est pas consommée par les organismes de niveau trophique plus élevé. Des observations similaires ont été faites dans d'autres écosystèmes côtiers (Jiang & Gibbs, 2005 ; Wijnbladh *et al.*, 2006). L'export, qui correspond aux captures commerciales des pêcheries, représente une petite fraction des flux de biomasse (entre 0.2 et 2.1 $t.km^{-2}.an^{-1}$). La biomasse utilisée pour la respiration et le flux vers les détritus sont plus élevés. Enfin, l'efficacité du transfert de biomasse est élevée entre les niveaux trophiques 2 et 3.

Routine d'impact trophique mixte

Nous avons utilisé la routine d'impact trophique mixte (Ulanowicz & Puccia, 1990) d'Ecopath, qui a été conçue pour évaluer l'influence potentielle d'une augmentation de 10% de l'abondance de tous les groupes (y compris les métiers de la pêche) sur l'abondance de chaque groupe considéré (Pace *et al.*, 1999). Cette routine permet de décrire la façon dont les variations d'abondances à court terme pourraient affecter tout le réseau trophique. Elle est cependant limitée par son incapacité à prédire les conséquences à long terme de telles variations, en partie parce que la matrice de composition des ré-

majority (86%) of the biomass flows occurs in the first trophic level. The food web is essentially phytoplankton-based, as 88% of the total flow to the second trophic level come from primary producers (9,171 $t.km^{-2}.yr^{-1}$), and only 12% are originating from detritus (1,220 $t.km^{-2}.yr^{-1}$), a relevant feature in coastal waters (Costanza *et al.*, 1997). The highest flow to detritus (2,259 $t.km^{-2}.yr^{-1}$) and respiration (6,727 $t.km^{-2}.yr^{-1}$) occurs in the second trophic level and may be due to higher biomass of invertebrate organisms such as zooplankton, oysters, benthic organisms and shrimps. This can also indicate that a considerable part of biomass in this trophic level is not consumed by organisms at higher trophic levels. Similar observations occurred in other coastal ecosystems (Jiang & Gibbs, 2005; Wijnbladh *et al.*, 2006). Export, which corresponds to commercial catch by fisheries, represents a small fraction of biomass flows (between 0.2 to 2.1 $t.km^{-2}.yr^{-1}$). Finally, the efficiency of biomass transfer appears high at trophic levels 2 and 3.

Mixed trophic impact routine

We used the mixed trophic impact routine (Ulanowicz & Puccia, 1990) of Ecopath, which was designed to assess the potential influence of increasing by 10% the abundance of all groups (including métiers in fisheries) on the abundance of each considered group (Pace *et al.*, 1999). This routine allows assessing how short-term variations in abundances could affect the whole food web. One limitation, however, is its inability to predict long-term consequences of such variations, partly because the diet composition matrix remains unchanged even if the density

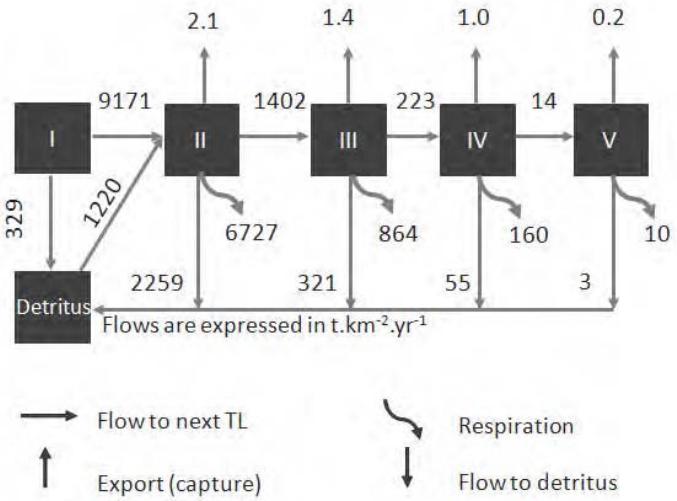


Figure 4. Une représentation simplifiée de la structure du réseau trophique en Manche orientale montrant les flux principaux par niveau trophique. / *A simplified representation of the eastern English Channel food web structure showing the major flows per trophic level.*

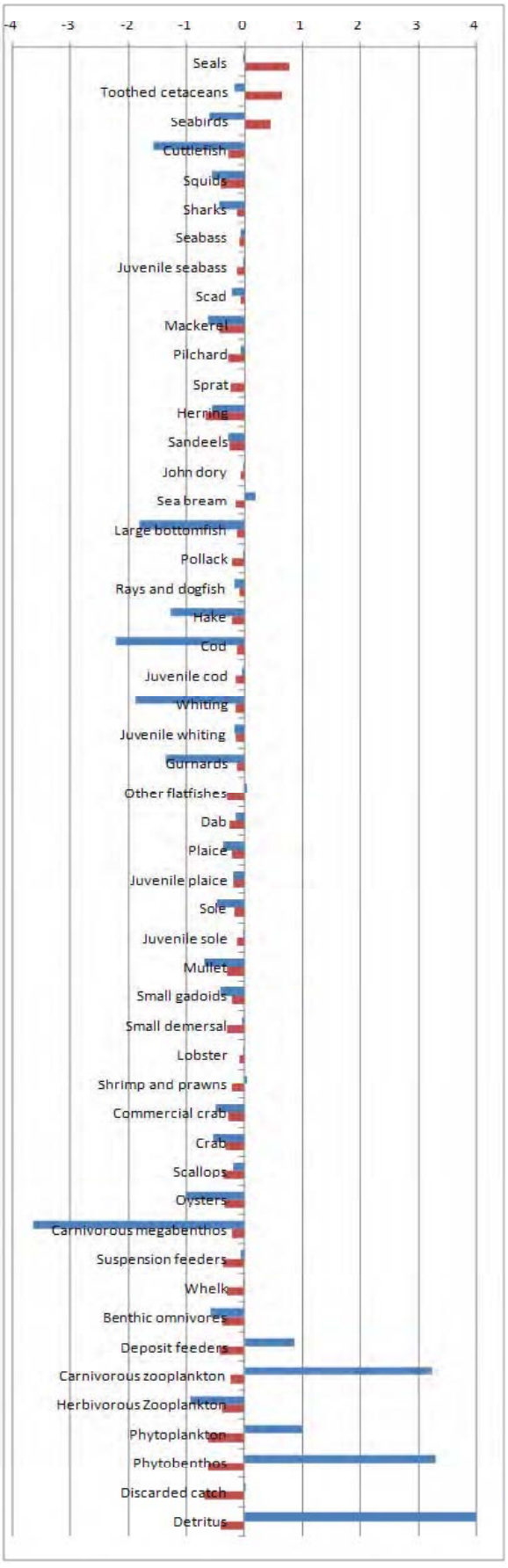


Figure 5. Impacts trophiques combinés pour les groupes fonctionnels étudiés. Barres rouges : effets cumulatifs (valeurs absolues) d'une augmentation de 10% de la biomasse de tous les autres groupes par rapport à un groupe spécifique. Barres bleues : sommes des valeurs absolues des impacts de ce groupe sur les autres groupes. Les impacts positifs sont représentés par des barres allant vers la droite. */Combined trophic impacts for functional groups considered. Red bars: cumulative effects (absolute values) of an increase by 10% in biomass of all other groups to a specific group. Blue bars: sum of the absolute values of impacts of this group on other groups. Positive impacts are bars going to the right side.*

gimes alimentaires reste constante même si la densité de chaque groupe du réseau trophique varie.

La figure 5 montre les effets potentiels combinés de l'augmentation de la biomasse de tous les groupes fonctionnels étudiés dans le modèle. Les résultats montrent qu'une augmentation combinée aurait un impact négatif sur la biomasse de la plupart des groupes fonctionnels. Ceci peut être dû à des groupes prédateurs de la même proie, une augmentation de leur abondance augmentant ainsi la compétition entre eux. Une autre raison peut être la présence de boucles de rétroaction, particulièrement dans les groupes de niveaux trophiques inférieurs.

L'augmentation de la biomasse de phytobenthos aurait un impact plus positif sur les autres groupes que l'augmentation de la biomasse de phytoplancton (figure 5). En particulier pour les groupes de filtreurs tels que les coquilles Saint-Jacques, les huîtres, les suspensivores et le zooplancton. L'accroissement de biomasse de ces prédateurs imposerait à son tour une pression de prédation plus forte sur le phytobenthos, générant ainsi une boucle de rétroaction négative. L'augmentation de la biomasse de zooplancton[12] carnivore et de déposivores aurait un impact positif direct sur la plupart des groupes fonctionnels du système (figure 5). Cependant, ce n'est pas le cas, pour le zooplancton[13] herbivore et le megabenthos[14] carnivore.

L'augmentation de la biomasse de zooplancton herbivore provoquerait une diminution considérable de la biomasse de producteurs primaires en raison de la prédation (Bertilsson *et al.*, 2003). Cette décroissance des producteurs primaires entraînerait à son tour une réduction de la biomasse de zooplancton herbivore par manque de nourriture, générant ainsi une nouvelle boucle de rétroaction négative. Cet effet est similaire à celui dû à un décalage de la synchronie entre la production de phytoplancton et celle de zooplancton. De tels décalages synchroniques entre les niveaux trophiques peuvent se produire après des changements de conditions environnementales. Ceci signifie que la croissance de la population de prédateurs dépend principalement de la synchronie spatio-temporelle entre un stade critique de leur cycle de vie (typiquement le stade larvaire) et la production de leurs proies (Cushing, 1974). Ce mécanisme a déjà été observé entre la production de plancton et le recrutement de la morue en mer du Nord (Beaugrand *et al.*, 2003).

La réduction considérable de la biomasse du mégabenthos carnivore, prédite à la suite d'une augmentation de la biomasse du même groupe, peut être due à la compétition pour les ressources (Hollertz *et al.*, 1998; Thorin *et al.*, 2001). Les biomasses des

12 Comprend les larves de poisson, les chétognathes et les cténophores.

13 Comprend les copépodes, les cladocères et les tuniciers.

14 Ce groupe comprend les astéries (*Porania (Porania) pulvillus*), les holothuries (*Thyone fusus*), des comatules (*Leptometra celtica*) et les ophiures fragiles (*Ophiothrix fragilis*).

of each group considered in the food web varies.

Figure 5 shows the combined potential effects of a biomass increase in all functional groups considered in the model. Results show that a combined increase could have a negative impact on the biomass of most functional groups. This might be due to groups predating on the same prey, an increase in their abundance thus increasing competition between them. Other reasons may include the occurrence of feedback loops especially on groups at lower trophic levels.

An increase in phytobenthos biomass would have a greater positive impact on other groups than an increase in phytoplankton biomass. This is especially true for filter-feeding groups such as scallops, oysters, suspension feeders and zooplankton. The increase in the biomass of these predators would in turn impose a stronger predation pressure on phytobenthos, thus generating a negative feedback loop. An increase in the biomass of carnivorous zooplankton[12] and deposit feeders would have a direct positive impact on most functional groups in the system (figure 5). This is not, however, the case for herbivorous zooplankton[13] and carnivorous megabenthos[14].

An increase in the biomass of herbivorous zooplankton would considerably decrease the biomass of primary producers through predation (Bertilsson *et al.*, 2003). This decrease in primary producers would in turn lead to a reduction in herbivorous zooplankton biomass because of starvation, thus generating again a negative feedback loop.This effect is similar to the effect due to a shift in synchrony between phytoplankton and zooplankton production. Such synchronic shifts between trophic levels may occur following changes in environmental conditions. This means that predators' populations growth depends principally on the spatio-temporal synchrony between a critical stage in their life cycle (typically larval stage) and their prey's production (Cushing, 1974). This mechanism has already been observed between plankton production and cod recruitment in the North Sea (Beaugrand *et al.*, 2003).

The considerable biomass depression predicted for carnivorous megabenthos following an increase of its own biomass may be due to resource competition (Hollertz *et al.*, 1998; Thorin *et al.*, 2001). The biomasses of scallops, oysters and suspension feeders[15] would also decrease due to increased predation pressure by the carnivorous megabenthos (figure 5).

Despite the possibility of discards being used as food subsidies in the system, it seems that this

12 Includes fish larvae, chaetognaths and ctenophores.

13 Includes copepods, cladocerans and tunicates.

14 This group includes starfish (*Porania (Porania) pulvillus*), holothurians (*Thyone fusus*), featherstar (*Leptometra celtica*) and brittlestars (*Ophiothrix fragilis*).

15 This group includes white furrow shell (*Abra alba*), mussel (*Mytilus edulis*), common cockle (*Cerastoderma edule*), pectinids (*Chlamys varia* and *Aequipecten opercularis*), banded carpetshell (*Paphia rhomboides*) and several clams (*Donax* sp, *Mercenaria mercenaria*, *Ruditapes philippinarum*).

coquilles Saint-Jacques, des huîtres et des filtreurs[15] diminuent aussi en raison de l'augmentation de la prédation par le megabenthos carnivore (figure 5).

Malgré la possibilité d'utiliser les rejets comme ressources alimentaires dans le système, il semble que ce groupe ait un impact positif insignifiant sur les autres groupes du système (figure 5). Cela ne correspond pas aux résultats obtenus dans d'autres écosystèmes côtiers pour lesquels un effet positif significatif des rejets a été trouvé (Morizur *et al.*, 2004 ; Castro *et al.*, 2005).

Parmi les groupes de poissons, une augmentation de 10% de la biomasse de morues communes adultes, merlans, grondins[16] et grands démersaux, entraînerait des baisses importantes de la biomasse, en particulier des autres groupes de poissons (figure 5). La réponse négative prédite pour la biomasse de la plupart des groupes de poissons pourrait être attribuée à l'augmentation de la compétition pour les ressources alimentaires (Ulrich *et al.*, 2001 ; Shaw *et al.*, 2008).

Le secteur de la pêche en Manche orientale est caractérisé comme mixte et est économiquement important pour la France et le Royaume-Uni (Ulrich *et al.*, 2001 ; Vaz *et al.*, 2005 ; Mahé *et al.*, 2006). Dans cette étude, nous avons pris en compte six métiers pratiqués en Manche orientale (Tétard *et al.*, 1995). L'importance de ces six métiers dans la zone est présentée dans le tableau 3. La figure 6 montre les conséquences potentielles d'une augmentation de 10% de l'effort de pêche de ces métiers sur certains groupes fonctionnels. Seuls les groupes fonctionnels qui comprennent les 16 espèces retenues pour la phase I de CHARM sont présentés ici.

La plupart des groupes seraient très sensibles à pratiquement tous les métiers inclus dans le modèle. Ces groupes sont les encornets, les bars adultes, les grisets, les grands démersaux, les raies et rous-

15 Ce groupe comprend la syndesmie blanche (*Abra alba*), les moules (*Mytilus edulis*), les coques communes (*Cerastoderma edule*), les pétoncles (*Chlamys varia* et *Aequipecten opercularis*), les palourdes roses (*Paphia rhomboides*) et plusieurs myes (*Donax* sp, *Mercenaria mercenaria*, *Ruditapes philippinarum*).

16 Trois espèces sont représentées dans ce groupe : le grondin rouge Atlantique Est (*Aspitriglia cuculus*), le grondin perlon (*Chelidonichthys lucernus*) et le grondin gris (*Eutrigla gurnardus*).

group has a trivial positive impact to other groups in the system (figure 5). This is in contrast to results obtained in other coastal ecosystems where a significant positive impact of discards was inferred (Morizur *et al.*, 2004; Castro *et al.*, 2005).

Among fish groups, a 10% increase in biomass of adult cod, whiting, gurnards[16] and large bottom fish would entail significant biomass declines particularly on other fish groups (figure 6). The negative biomass response predicted in most fish groups may be attributed to increased competition for food resources (Ulrich *et al.*, 2001; Shaw *et al.*, 2008).

The fisheries sector in the eastern English Channel is characterised as mixed and is economically relevant for both France and United Kingdom (Ulrich *et al.*, 2001; Vaz *et al.*, 2005; Mahé *et al.*, 2006). In this study, we considered six types of métiers in the eastern English Channel fisheries (Tétard *et al.*, 1995). The importance of the six métiers in the area is shown in table 3. Figure 6 presents the potential consequence of a 10% increase in fishing effort of these métiers to some functional groups. Only the functional groups including the 16 species selected for CHARM phase I are shown here.

Most groups seem very sensitive to almost all métiers considered in the model. These groups are squids, adult seabass, black bream, large demersal fish, rays and dogfish, plaice and adult sole. On the other hand, a slight biomass increase could occur for mullet, other flatfish, dab and juvenile plaice.

Otter trawls would inflict the highest negative impact on almost all groups (figure 6). A significant depression of the biomasses of black breams, rays and dogfish, adult and juvenile seabass is predicted as these species are considerably targeted by this métier (Mahé *et al.*, 2006). However, this métier could be beneficial for the biomasses of cuttlefish, other flatfish, mullet, dab and all juvenile fish groups. The positive impact of otter trawls on cuttlefish may be due to the stability of this stock when facing variations in fishing efforts (Royer *et al.*, 2006).

Beam trawls can increase other flatfish, dab, mullet, whiting, herring and even slightly adult cod

16 Three species are represented in this group: east Atlantic red gurnard (*Aspitriglia cuculus*), tub gurnard (*Chelidonichthys lucernus*) and grey gurnard (*Eutrigla gurnardus*).

Tableau 3. Métiers utilisés en Manche orientale. Tableau de Stanford & Pitcher (2004) basé sur des données observées par Tétard *et al.* (1995). / *Métiers employed in the eastern English channel. Table taken from Stanford & Pitcher (2004) based on data observed by Tétard et al. (1995).*

Métiers / *Métiers*	Bateau-mois / *Boat-months*	Proportion des captures (% en poids) / *Proportion of landings (% in weight)*
Chaluts de fond à panneaux / *Otter trawls*	6400	14.5
Chaluts perche / *Beam trawls*	320	2.8
Chaluts pélagiques / *Pelagic trawls*	275	3.9
Dragues / *Dredges*	1300	4.2
Filets / *Nets*	9750	3.2
Lignes / Lines	900	0.1

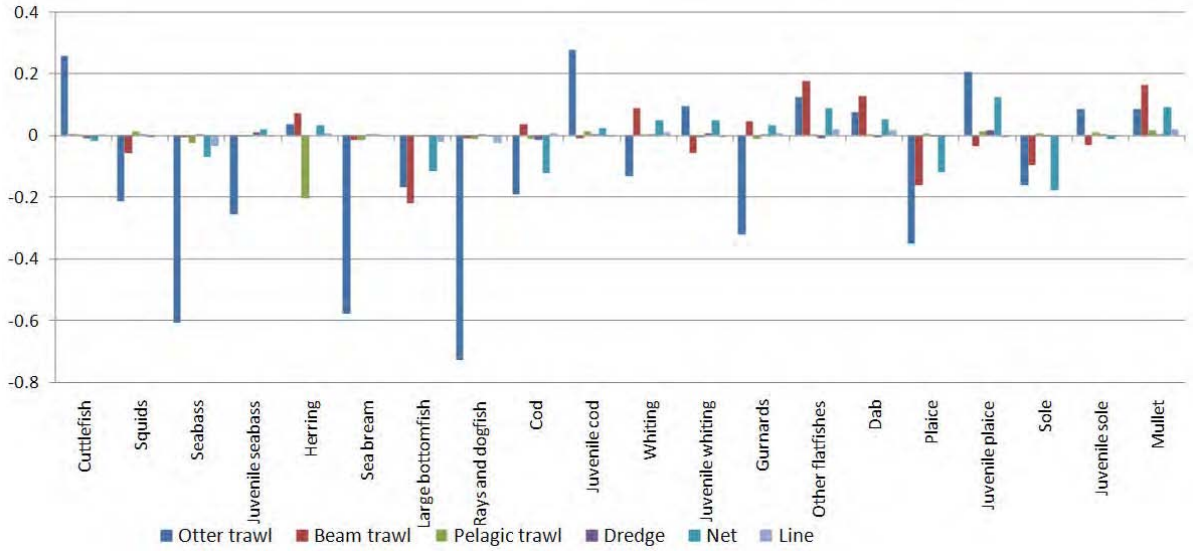


Figure 6. Impacts trophiques mixtes des principaux métiers sur les groupes fonctionnels étudiés dans le projet CHARM. Les impacts positifs sont représentés au dessus de la ligne de base, les impacts négatifs en dessous. / *Mixed trophic impacts of principal métiers on functional groups considered in the CHARM project. Positive impacts are shown above the baseline while negative impacts are shown below.*

settes, les plies communes et les soles communes adultes. Par ailleurs, une légère augmentation de la biomasse pourrait survenir pour les rougets, d'autres poissons plats, les limandes communes et les plies communes juvéniles.

Les chaluts de fond à panneaux causeraient l'impact le plus négatif sur pratiquement tous les groupes (figure 6). Le modèle prédit une réduction significative de la biomasse des grisets, des raies et roussettes, des bars adultes et juvéniles étant donné que ces espèces sont une cible importante de ce métier (Mahé *et al.*, 2006). Cependant, ce métier pourrait avoir un impact bénéfique sur la biomasse des seiches, des autres poissons plats, des mulets, des limandes et de tous les groupes de poissons juvéniles. L'impact positif des chaluts de fond à panneaux sur les seiches pourrait être dû à la stabilité de ce groupe face aux variations des efforts de pêche (Royer *et al.*, 2006).

Les chaluts à perche augmenteraient la biomasse des autres poissons plats, des limandes communes, des mulets, des merlans adultes, des harengs communs et même, légèrement, la biomasse des morues communes adultes et des grondins (figure 6). Les chaluts à perche ciblent principalement les soles communes et, dans une certaine mesure, les plies communes. Les merlans adultes, les morues communes adultes, les raies et les autres poissons plats sont capturés par ces engins mais ne représentent que de très faibles proportions de leurs captures totales (Mahé *et al.*, 2006).

Les chaluts pélagiques auraient un impact négatif sur le groupe des harengs étant donné que ces engins ciblent principalement les espèces de ce groupe (figure 6). Selon Mahé *et al.* (2006), les espèces de ce groupe constituent 60% des captures des chaluts pélagiques.

Les filets maillants (ou filets) ciblent principalement

and gurnard biomasses (figure 6). Beam trawls principally targets sole and to a certain extent plaice. Whiting, cod, rays, other flatfish are captured by this gear but represent very low proportions from total beam trawl landings (Mahé *et al.*, 2006).

Pelagic trawl has a negative impact on herring as this gear mainly targets this species (figure 6). According to Mahé *et al.* (2006), herring comprise 60% of pelagic trawl landings.

Gill nets (or nets) target mainly sole. Plaice, scad and cod are captured to a certain extent (about 15-18% of total gill net landings). Other caught species are cuttlefish, herring, rays and seabass. This gear would have a negative impact on most of these species (figure 6). However, it would have a positive impact on groups such as whiting, gurnard, other flatfish and even mullet as these species are not specifically targeted by this gear, especially for gurnard. These groups may also have similar food preferences (e.g. young adult cod and adult whiting) so that a decrease in the biomass of one group due to fishing could lead to an increase in the abundance of the other due to lower competition for food (Shaw *et al.*, 2008). Most species are predicted to have low sensitivity to any increase in fishing using dredge and line (figure 6) as the proportion of combined landings from these gears is trivial compared to the other métiers mentioned above (Mahé *et al.*, 2006).

les soles. Les plies, chinchards et morues adultes sont aussi capturés dans une certaine mesure (environ 15-18% des captures totales des filets maillants). Les autres espèces capturées sont les seiches, les harengs, les raies et les bars adultes. Ces engins auraient un impact négatif sur la plupart de ces espèces (figure 6). Ils auraient cependant un impact positif sur des groupes tels que les merlans adultes, les grondins, les autres poissons plats et même les mulets étant donné que ces espèces ne sont pas spécialement ciblées par ces engins, en particulier les grondins. Ces groupes peuvent aussi avoir des préférences alimentaires similaires (ex. la jeune morue adulte et le merlan adulte) et une baisse de la biomasse d'un groupe en raison de la pêche pourrait conduire à une augmentation de la biomasse de l'autre en raison d'une compétition moindre pour la nourriture (Shaw *et al.*, 2008). La plupart des espèces seraient peu sensibles à une quelconque augmentation de la pêche à l'aide de dragues traînantes ou de lignes (figure 6) étant donné que la proportion des captures combinées de ces engins est négligeable comparée aux autres métiers mentionnés ci-dessus (Mahé *et al.*, 2006).

Conclusion

La Manche orientale est un écosystème dynamique et complexe en raison de la simultanéité des interactions biologiques et des boucles de rétroaction qui sont fortement influencées par les conditions environnementales. Les perturbations de la structure de l'écosystème et des processus écologiques dues à la variabilité naturelle peuvent être amplifiées par l'augmentation des activités humaines. Il est particulièrement pertinent de déterminer les rôles fonctionnels des ressources vivantes et de modéliser leurs interactions pour comprendre les conséquences de la biodiversité sur le fonctionnement de l'écosystème et sa capacité à se maintenir malgré la pression environnementale croissante.

Ce travail est une étape initiale à la compréhension des liens interspécifiques et des flux de biomasse entre les groupes biologiques qui constituent le réseau trophique de l'écosystème de Manche orientale. Cette étude de modélisation nous a fourni une synthèse des différents phénomènes qui affectent le fonctionnement de ce réseau trophique. L'intérêt de ce type de modèle réside dans le fait qu'il s'agit d'un outil efficace de communication entre différentes disciplines scientifiques. Il permet de mettre en évidence les incohérences des données en entrée et est capable d'identifier des facteurs clés qui sous-tendent une réponse écologique donnée, même dans le cas d'informations limitées pour un groupe fonctionnel particulier. Il fournit aussi un ordre de grandeur des effets potentiels d'un processus écologique donné.

Une perspective de développement futur est de modéliser la dynamique spatio-temporelle du réseau trophique de Manche orientale afin d'évaluer l'incidence des assemblages d'espèces sur le fonctionnement, la stabilité et la dynamique de l'écosystème.

Conclusion

The eastern English Channel is a dynamic and complex ecosystem due to the simultaneous occurrence of biological interactions and feedback loops that are significantly influenced by environmental conditions. Disturbances of the ecosystem's structure and its ecological processes due to natural variability can be magnified by increasing human activities. Determining the functional roles of living resources and modelling their interactions are particularly relevant, especially to understand the consequences of biodiversity on ecosystem functioning and its ability to persist despite increasing environmental pressure.

This work is an initial step to the comprehension of the interspecific links and biomass fluxes among biological groups that underlie the food web of the eastern English Channel. This modelling study provided us with a synthetic overview of the different phenomena affecting the food web. The interest of such type of model is that it is an effective communication tool between different scientific disciplines. It highlights inconsistencies of data inputs, and is able to identify key factors underlying a given ecological response, even in cases of insufficient information for a specific functional group. It provides an idea on the order of magnitude of potential effects of a given ecological process.

A future perspective is to model spatio-temporal dynamics of the eastern Channel food web in order to evaluate how species assemblages affect ecosystem functioning, stability and dynamics.

Chapitre 7.
Plan de conservation marine

Chapter 7.
Marine conservation planning

Chapitre 7. Plan de conservation marine

Résumé

La démarche systématique de planification de la conservation est perçue comme l'approche la plus appropriée pour identifier les zones prioritaires pour la conservation tout en minimisant les impacts sur d'autres secteurs. Ce processus a donc été considéré comme le plus adapté pour contribuer à l'effort d'extension du système d'aires marines protégées dans la Manche orientale. Dans ce projet, une étude préliminaire d'un plan de conservation sur la Manche est réalisée ainsi qu'une étude de sensibilité analysant le degré d'influence des différents paramètres sur la distribution spatiale des aires prioritaires identifiées. Trois paramètres sont envisagés : le niveau de fragmentation des aires prioritaires, l'objectif chiffré de conservation et le type de données de coût utilisées dans l'analyse. Ces trois facteurs ont, au final, tous un impact sur l'emplacement des aires prioritaires et la mesure choisie pour le coût apparaît comme le plus influent des facteurs. En se basant sur ces résultats, quelques recommandations sont faites sur la façon dont le système de planification pourrait être développé. En particulier, des données concernant les distributions des espèces, des processus écologiques et d'autres informations provenant des agences de conservation ou des différents acteurs pourraient être intégrées. Le choix des objectifs chiffrés doit également être affiné.

Introduction

La biodiversité marine fait face à des pressions anthropiques de plus en plus importantes (Eastwood *et al.*, 2007), ce qui engendre des demandes de renforcement de la protection des espèces et des habitats. De plus, les difficultés rencontrées par les techniques classiques de gestion des stocks de pêche, basées sur des règles de contrôle des captures, ont conduit à une plus grande considération des approches de gestion systémique des pêches (Roberts *et al.*, 2005). Ces deux principes (gestion de pêches et conservation) nécessitent une approche de planification spatiale comprenant la mise en place de nouvelles Aires Marines Protégées (AMP) au sein desquelles certaines activités anthropiques pourraient être limitées ou interdites. Dans le même temps, nombre d'activités humaines dépendent des ressources marines, donc les AMP doivent absolument concilier les besoins des hommes et les exigences de biodiversité (Klein *et al.*, 2008).

La situation de la Manche orientale est un bon exemple du besoin de créer un réseau d'AMP pour conserver la biodiversité tout en maintenant les emplois et les services. La France et le Royaume-Uni sont chargés de mettre en place un réseau d'AMP

Chapter 7. Marine conservation planning

Abstract

Systematic conservation planning is seen as the most appropriate approach for identifying priority areas for conservation whilst minimising impacts on other sectors. Therefore, it is seen as the most suitable system for informing efforts to expand the system of marine protected areas in the English Channel. In this project we developed a preliminary English Channel conservation planning system and conducted a sensitivity analysis to investigate the impacts of changing different parameters on the spatial pattern of the priority areas identified. We focussed on three parameters which were: priority area fragmentation levels; target levels, and the type of cost data used in the analysis. We found that all three factors had an impact on where priority areas were identified and that choice of cost metric had a particularly large influence. Based on our results, we also made a number of recommendations on how the planning system should be developed and these included adding data on species and ecological process distributions, improving the target setting process and incorporating more information from stakeholders and implementation agencies. The choice of target values must also be investigated further.

Introduction

Marine biodiversity is increasingly threatened by anthropogenic pressures (Eastwood *et al.*, 2007) and this has led to widespread calls for increased levels of protection for the affected species and habitats. In addition, the failure of traditional fish stock conservation approaches based on harvest control rules has led some to advocate an increase in ecosystem-based fisheries management (Roberts *et al.*, 2005). Both of these strategies depend on a spatial planning approach, with the establishment of new Marine Protected Areas (MPAs) within which particular human activities are limited or excluded. At the same time, many people rely on marine resources and so it is widely recognised that MPA systems must balance the needs of people and biodiversity (Klein *et al.*, 2008).

The situation in the English Channel is an excellent example of the need to design MPA networks that conserve biodiversity whilst maintaining jobs and services. Both France and the UK are committed to implementing MPA networks as part of their obligations under the European Union Habitats and Birds Directives (EU, 1979, 1992) and the Convention for the Protection of the Marine Environment of the

dans leurs eaux nationales afin de répondre aux obligations des directives européennes Oiseaux et Habitats (UE, 1979, 1992) et de la convention pour la protection de l'environnement marin de l'Atlantique Nord-Est (convention OSPAR). Toutefois, la Manche orientale permet non seulement à des centaines d'emplois dans l'industrie de la pêche d'exister, mais elle est aussi une zone capitale pour le fret, la génération d'énergie éolienne et l'extraction de granulats.

Une des meilleures approches pour la mise en place de tels réseaux d'AMP est la démarche systématique de planification de la conservation (*systematic conservation planning*) (Margules & Pressey, 2000), qui possède deux principes fondamentaux. Premièrement, une liste de caractères à conserver doit être établie. Cela peut comprendre des espèces importantes, des habitats ou des processus écologiques. Pour chaque caractère, un objectif chiffré, correspondant à la proportion du caractère que l'on souhaite conserver, doit être déterminé. L'étape du choix de l'objectif est importante car elle rendra la démarche de planification plus transparente, plus ouverte à la participation de tous les partenaires et sera moins à même d'être affectée par des interférences politiques plus ou moins directes (Cowling *et al.*, 2003). Deuxièmement, la démarche de planification de la conservation utilise des méthodes de sélection basées sur la complémentarité ; à savoir que les aires protégées sont choisies plus par ce qu'elles apportent au système d'aires protégées existant qu'en raison des caractères de conservation qu'elles contiennent (Margules & Pressey, 2000).

L'approche systématique de planification de la conservation utilise souvent des logiciels pour identifier les aires prioritaires et le plus couramment utilisé est Marxan, qui a déjà servi à la conception de réseaux d'aires protégées, en domaine marin ou continental, dans de nombreux pays (Ball & Possingham, 2000). Cette approche impose de diviser la région d'étude en différentes unités de gestion *(Planning Unit, PU*) et de calculer la quantité de chacun des caractères dans chacune d'elle. Marxan va alors sélectionner un groupe d'unités de gestion qui atteindra les objectifs de représentation fixés. Cependant, Marxan va aussi considérer deux autres facteurs durant le processus de sélection. Premièrement, un coût est attribué à chaque unité de gestion et Marxan va agir de façon à minimiser le coût des unités de gestion combinées, il peut cependant toujours sélectionner des unités de gestion "chères" si elles sont essentielles pour atteindre les cibles.

Le coût peut être une mesure de n'importe quel aspect des unités de gestion : leur aire, le risque qu'elles soient affectées par des impacts anthropiques ou encore le coût résultant de leur protection (Stewart *et al.*, 2003 ; Wilson *et al.*, 2005). Deuxièmement, il est possible de paramétrer Marxan pour qu'il sélectionne préférentiellement des unités de gestion adjacentes plutôt qu'une série d'unités déconnectées qui serait moins viable d'un point de vue écologique et plus difficile à gérer. Réduire la fragmentation va augmenter le nombre d'unités de gestion sélectionnées et donc le coût. Marxan

North-East Atlantic (the "OSPAR Convention"). However, the English Channel supports hundreds of jobs in the fishing industry and is a key area for shipping, wind-power generation and aggregate extraction.

One of the best approaches for designing such MPA networks is systematic conservation planning (Margules & Pressey, 2000) and this has two fundamental principles. First, it involves identifying a list of conservation features, which may be important species, habitat or ecological process, and setting numerical targets for how much of each should be conserved. This target setting stage is important because it makes the planning process more transparent, more open to stakeholder involvement, and less likely to be affected by direct or sub-conscious political interference (Cowling *et al.*, 2003). Second, it uses complementarity-based methods for selecting sites, so PAs are selected based on how much they would add to the existing PA system, rather than how much of each feature they contain (Margules and Pressey, 2000).

The systematic conservation planning approach often uses software to identify priority areas and the most widely used computer programme is Marxan, which has been used to design marine and terrestrial PA networks in a number of countries (Ball & Possingham, 2000). This involves dividing the planning region into a number of Planning Units (PU) and calculating the amount of each conservation feature within each. Marxan then selects groups of planning units that meet the representation targets but it also considers two other factors in the selection process. First, each planning unit is assigned a cost and Marxan acts to minimise the combined planning unit cost, although it will still select expensive planning units if they are needed to meet the targets.

This cost can be a measure of any aspect of the planning unit, such as its area, the risk of being affected by anthropogenic impacts, or the opportunity costs resulting from its protection (Stewart *et al.*, 2003; Wilson *et al.*, 2005). Second, Marxan can be set to select adjacent planning units preferentially, rather than a series of unconnected units that might be less ecologically viable and more difficult to manage. Reducing fragmentation levels inevitably results in more planning units being added, so Marxan allows the user to adjust this trade-off by weighting the importance of minimising the combined external edge of the selected patches by setting a boundary length modifier (BLM) value (Ball & Possingham, 2000).

This means that Marxan is ideally suited for identifying priority areas for conservation in the English Channel and this chapter describes a preliminary analysis based on data collected during this project. The first part of this section describes the broad aim of the research and our specific research questions and this is followed by parts that describe the methods used and the results. The final part discusses the results and recommends future research, data requirements and stakeholder involvement.

permet donc à l'utilisateur de jouer sur le compromis entre coût des unités de gestion et coût dû à la taille de la frontière grâce à un paramètre : le BLM pour *Boundary Length Modifier* (coefficient modulable du périmètre de la frontière) (Ball & Possingham, 2000).

Marxan correspond donc tout à fait à l'objectif d'identification d'aires prioritaires en Manche orientale et ce chapitre décrit une analyse préliminaire basée sur les données collectées durant ce projet. La première partie du chapitre décrit l'objectif de recherche global et les questions spécifiques qui ont été posées et les parties suivantes décrivent les méthodes utilisées et les résultats. La partie finale discute des résultats et recommande d'approfondir les recherches, d'augmenter le jeu de données et de plus impliquer tous les partenaires.

Objectifs

L'objectif global de cette recherche était décrit dans la demande de subvention du projet comme "développer un plan de conservation en Manche orientale en utilisant le logiciel de planification Marxan [et cela afin de permettre] d'identifier les sites importants pour la conservation de la biodiversité tout en utilisant des données anthropologiques (sociologiques), économiques et réglementaires pour minimiser les coûts potentiels". Un tel plan de conservation se doit d'impliquer un large spectre de partenaires et de faire partie d'une stratégie de création d'AMP (Knight *et al.*, 2006), ce qui est actuellement développé par des agences de conservation françaises et britanniques. Cette étude s'est donc focalisée sur le développement d'un plan de conservation préliminaire pour la Manche orientale. Pour cela, une analyse de sensibilité a été réalisée, afin d'étudier l'impact de différents paramètres sur la localisation des aires prioritaires. Ceci a été réalisé en se posant différentes questions :

1. Comment les données écologiques, réglementaires, économiques et anthropologiques devraient-elles être incluses dans le plan de conservation de la Manche orientale ?
2. Où sont les aires prioritaires de conservation en Manche orientale et comment sont-elles affectées par des changements d'objectif de conservation ou des contraintes sur le niveau de fragmentation des AMP ?
3. Quel est l'impact de l'utilisation de différents coûts d'unités de gestion sur la configuration des systèmes d'AMP proposés ?
4. Comment devrait être modifié, dans le futur, le plan de conservation de la Manche orientale pour être certain qu'il procure des informations pertinentes aux décideurs ?

Aims

The broad aim of this research as described in the project proposal was to "develop a conservation plan for the eastern English Channel using the Marxan spatial planning software. This will identify important sites for conserving biodiversity, whilst using anthropological, economic and legal data to minimise potential opportunity costs". Such a planning system needs to involve a broad range of stakeholders and be part of an implementation strategy (Knight *et al.*, 2006), which is currently being developed by conservation agencies in France and the United Kingdom. Therefore, our research focussed on developing a preliminary conservation plan for the English Channel and undertook a sensitivity analysis that investigated the impacts of using different parameters on the spatial location of priority areas within the planning region. We achieved this by investigating the following issues:

1. How should the biodiversity, legal, economic and anthropological data be included into the English Channel Conservation Planning System (CPS)?
2. Where are the priority areas for conservation in the English Channel and how are they affected by changing the conservation feature targets and constraints on MPA fragmentation levels?
3. What are the impacts of using different planning unit cost data on the spatial configuration of any proposed MPA system?
4. How should the eastern English Channel CPS be modified in the future to ensure that it provides relevant information for a range of decision makers?

Méthodes

La première étape du processus d'identification des aires prioritaires (qu'on appelle évaluation systématique) consiste en un listage des caractères à conserver et en l'attribution pour chacun d'entre eux de cibles chiffrées. Ces objectifs correspondent à la proportion de chaque caractère qui devrait être représenté dans le système d'AMP. L'étape suivante met en forme les données pour qu'elles puissent être importées dans Marxan. Cela inclut les étapes suivantes :

1. diviser la région d'étude en unités de gestion ;
2. calculer la quantité de chaque caractère dans chaque unité de gestion ;
3. attribuer un coût à chaque unité de gestion;
4. décider de la valeur du BLM que Marxan va utiliser pour déterminer le niveau de fragmentation.

Marxan ne produit pas une solution optimale au problème mais un certain nombre de solutions presque optimales. Le logiciel s'exécute le nombre de fois spécifié par l'utilisateur et à chaque cycle de calcul, il identifie une série (appelé portfolio par la suite) d'unités de gestion. Ensuite, Marxan identifie le meilleur des portfolios, défini comme celui ayant le coût le plus bas. Il compte aussi combien de fois chaque unité de gestion apparaît dans un des portfolios et cette fréquence de sélection peut être utilisée comme mesure d'"irremplaçabilité" (Ball & Possingham, 2000). Dans cette analyse, les deux types de résultats de Marxan ont été utilisés. Tout d'abord, pour étudier l'influence de la valeur du BLM et des cibles sur la taille du système d'AMP, le résultat appelé le meilleur portfolio est utilisé. En effet celui-ci montre l'étendue du système d'aires prioritaires. Ensuite, la carte d'irremplaçabilité a été utilisée pour l'analyse de la mesure du coût. En effet, celle-ci suffit à montrer à quel point l'importance d'une unité de gestion peut varier selon le coût choisi. De plus, elle ne fait pas de recommandations spécifiques sur l'emplacement que devraient avoir les aires de conservation.

Développer un plan systématique de conservation

Décider des données à utiliser dans l'analyse

Les sources de données appropriées ont été identifiées lors d'ateliers de travail et à l'aide de la littérature publiée. La première étape a consisté à créer une liste des caractères à conserver. Il a été décidé d'utiliser toutes les données physiques et biologiques disponibles comme représentatives de la biodiversité. Certaines des cartes présentaient des données catégoriques : type de sédiment de fond, type de communauté de poissons, type d'habitat benthique sont autant de caractères de conservation. D'autres contenaient des données continues, comme la température et la salinité, la profondeur, la tension de cisaillement. Ces données ont été classées en catégories par la méthode quantile, à l'aide du module de reclassification de ARCMAP (ESRI). Les données de température et de salinité ont été divisées en trois classes, les données de profondeur et de tension de cisaillement en cinq classes. Des ateliers de travail avec des experts ont également per-

Methods

The first step in identifying priority areas is to identify which conservation features should be used in the assessment and then to set targets for how much of each feature should be represented in the MPA system. The next step is to format the data so that it can be imported into Marxan and this involves the following steps:

1. dividing the planning region up into a number of planning units;
2. calculating the amount of each conservation feature in each planning unit;
3. assigning a cost value for each planning unit;
4. setting a BLM value which Marxan uses to determine priority area system fragmentation levels.

Marxan does not produce one optimal solution to this problem but instead produces a number of near-optimal solutions. Thus, Marxan is run the number of times specified by the user and identifies a collection (referred to hereafter as a "portfolio") of planning units each time. Marxan then identifies the best portfolios, defined as the one with the lowest cost. It also counts the number of times each planning unit appeared in one of the portfolios, and this selection frequency score can be used as a measure of irreplaceability (Ball & Possingham, 2000). In this analysis we used both types of Marxan output. We used the best portfolio output when investigating the influence of the BLM value and target values on the size of any MPA system, as this shows the extent of the priority area system. We used the irreplaceability output for the cost metric analysis, as this illustrates the extent to which the importance of different planning units may change, and does not make specific recommendations about where conservation areas should be located.

Developing the conservation planning system

Deciding on the data to be used in the analyses

We identified appropriate sources of data through expert workshops and review. The first step was developing a list of conservation features and we decided to use all available physical and biological data as surrogates for biodiversity. Some of the available maps contained categorical data and so each of the substrate, fish community and benthic habitat types were used as conservation features. Other maps showed continuous data and these were split into categories using the Reclassify module in ARCMAP (ESRI). We used the quantile classification system and divided the salinity, temperature, data into three classes and the depth and bedshear stress into five classes. We also used expert workshops to decide how the non-biological data should be used in the analyses and the methods we used to incorporate these data are described below.

Deciding on the analysis parameters

Our sensitivity analysis investigated three different aspects, which were the influence of using different BLM values, target levels and cost metrics. As part of this, we had to decide on which parameters to use in each analysis and these are described below

Tableau 1. Paramètres des scenarii utilisés dans l'analyse. */Parameters for the scenarios used in the analysis.*

Analyse *Analysis*	Objectif *Target* (%)	Exclus *Excluded*	Conservé *Conserved*	Coût *Cost metric*	Valeur de BLM *BLM value*
1	10	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	0
2	10	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	0.5
3	10	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	5
4	10	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	50
5	10	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	500
6	10	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	5000
7	20	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	500
8	30	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	500
9	40	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	500
10	50	Aucun/*None*	Aucun/*None*	Aire / *Area*	500
11	10	Granulat/*Aggregate*	AMP / *MPA*	Zones de pêche/*Fishing pattern*	500
12	30	Granulat/*Aggregate*	AMP / *MPA*	Zones de pêche/*Fishing pattern*	500
13	10	Granulat/*Aggregate*	AMP / *MPA*	Rentabilité/*Fishing catch*	500
14	30	Granulat/*Aggregate*	AMP / *MPA*	Rentabilité/*Fishing catch*	500
15	10	Granulat/*Aggregate*	AMP / *MPA*	Distance au port/*Distance to port*	500
16	30	Granulat/*Aggregate*	AMP / *MPA*	Distance au port/*Distance to port*	500

mis de déterminer comment devaient être utilisées les données non biologiques : les méthodes qui ont été employées sont développées ci-dessous.

Décider des paramètres de l'analyse

L'analyse de sensibilité a étudié trois impacts différents : les influences des valeurs de BLM, des objectifs et de mesures de coût. Plusieurs analyses combinant différents paramètres ont donc été réalisées et figurent dans le tableau 1. Comme cela est recommandé dans la littérature, différentes valeurs de BLM ont été testées pour voir quelle influence ce paramètre a sur le périmètre de la frontière de la zone protégée.

Cinq analyses ont été conduites en utilisant des objectifs de conservation croissant par palier de 10%. La cible minimale utilisée était de 10%, ce qui est communément utilisé dans la littérature mais qui a été beaucoup critiqué pour n'avoir que peu de justification écologique (Pressey *et al.*, 2003). L'objectif maximal de conservation était de 50%, ce qui en terme de conservation a un sens mais est rarement utilisé en planification de la conservation car politiquement difficilement défendable (Soule & Sanjayan, 1998). L'objectif de 30% a un sens, d'un point de vue écologique et pourrait être utilisé par les agences de conservation britanniques responsables de l'identification des aires prioritaires en Manche orientale côté britannique.

Trois mesures de coût différentes ont été utilisées pour illustrer des aspects de l'industrie de la pêche, et la distribution des aires prioritaires a été étudiée avec des objectifs de conservation de 10 et 30%. Les données économiques et réglementaires disponibles ont aussi été incluses dans l'analyse afin que les aires Natura 2000 existantes soient toujours intégrées dans les portfolios identifiés et que les sites

(table 1). We tested the effects of changing the influence of the boundary cost by increasing the BLM value by an order of magnitude, as this approach is recommended in the literature.

We tested the effect of increasing the targets by running five analyses where the targets were increased by 10% each time. The minimum target we used was 10%, which is commonly used in the literature but has also been criticised for having little ecological justification (Pressey *et al.*, 2003). The maximum target was 50%, which has a stronger ecological basis but is rarely used in conservation planning because it is assumed to be too politically contentious (Soule & Sanjayan, 1998). The 30% target also has some ecological support and may be used by the British conservation agencies responsible for identifying priority areas on the British side of the Channel.

We used three different cost metrics to represent different aspects of the fishing industry and investigated the spatial patterns of the priority areas using 10% and 30% targets. We also decided to include some of the available legal and economic data in the cost metric analyses by ensuring that (i) Natura 2000 sites were always included in the portfolios identified and (ii) aggregate extraction sites were always excluded.

Planning unit theme

The planning unit theme (or GIS layer) was developed by dividing the planning region into a series of 5 x 5 km^2. Some of these units overlapped with the English and French coastline but we decided to display them in subsequent maps as complete grid squares to make them more visible. We calculated the proportion of each planning unit that fell within Natura 2000 and aggregate extraction sites and any

d'extraction de granulats en soient toujours exclus.

Les unités de gestion

La couche d'information (ou couche SIG) représentant les unités de gestion a été réalisée en découpant la région d'étude en carrés de 5 km de côté. Certaines unités de gestion chevauchent les côtes anglaises ou françaises mais il a été décidé de les montrer comme des unités entières sur les cartes pour les rendre plus visibles. Dans l'étude sur les mesures de coût, la proportion de chacune des unités de gestion qui chevauchait une zone Natura 2000 ou une zone d'extraction de granulats a été calculée : si elle était supérieure à 50% l'unité de gestion était considérée comme conservée (pour les sites Natura 2000) ou exclue (pour les sites d'extraction de granulats). Les mesures de coût ont été calculées comme expliqué ci-dessous :

(*a) Aire* (figure 1a). Le coût de chaque unité de gestion correspond à sa superficie. La plupart des unités de gestion sont des carrés de 5 km de côté, et se sont vues attribuer un coût de 25. Pour celles qui chevauchent le continent, l'aire a été recalculée en tenant compte du trait de côte.

(b) Distribution spatiale des zones de pêche (figure 1b). Ces données proviennent d'entretiens réalisés au cours du projet CHARM II (chapitre 5, partie Communautés de pêcheurs), sur les zones de pêche de la sole, du bar, de la morue, des raies (non montrée dans l'atlas) et de la coquille Saint-Jacques, considérées comme les espèces commerciales les plus importantes. Le coût des unités de gestion est toujours égal à l'aire mais il a été doublé lorsque il s'agit d'une zone de pêche importante pour les espèces considérées.

(c) Rentabilité de la pêche (figure 1c). Le coût des unités de gestion a été calculé sur la base de la valeur financière des prises de pêche des bateaux français de plus de 10 m par rectangle CIEM (Leblond *et al.*, 2007). Les données proviennent des journaux de bord et des fiches de pêche de 2006. Ceci n'inclut donc pas les prises britanniques, mineures par rapport aux prises françaises, et principalement dues à des bateaux de moins de 10 m qui n'ont pas à se soumettre à des déclarations aussi détaillées. Lorsque l'unité de gestion se situe dans la bande des 3 mn, sur les voies de navigation ou sur la route des ferrys, leur coût est divisé par deux, car ces unités sont des zones où la pression de pêche est moindre qui donc sont potentiellement plus faciles à conserver. En effet, le chalutage est interdit dans la bande des 3 mn et la pression de pêche est moindre dans les voies de navigation en raison d'un trafic important.

(d) La distance au port (figure 1d). Le coût des unités de gestion est basé sur la distance au port le plus proche. Une carte représentant pour chaque unité la distance de celle-ci aux principaux ports a été crée avec ArcMap (ESRI ArcGIS). Les valeurs de distance trouvées dans chaque unité de gestion ont été aditionnées et le résultat a été multiplié par la proportion de l'unité de gestion se trouvant dans la Manche orientale. Le coût des unités de gestion

unit with a proportion greater than 50% was set as conserved (for Natura 2000 sites) and excluded (for aggregate extraction sites) in the cost metric comparison analyses. The cost metrics were calculated as described below:

(a) Area (figure 1a). This set the cost of each planning unit based on its area within the English Channel, so most of the 5 x 5 km units were assigned a cost of 25. However, some of the units overlapped with the English and French coastline, so we calculated the area of these by clipping the planning units with the coastline theme.

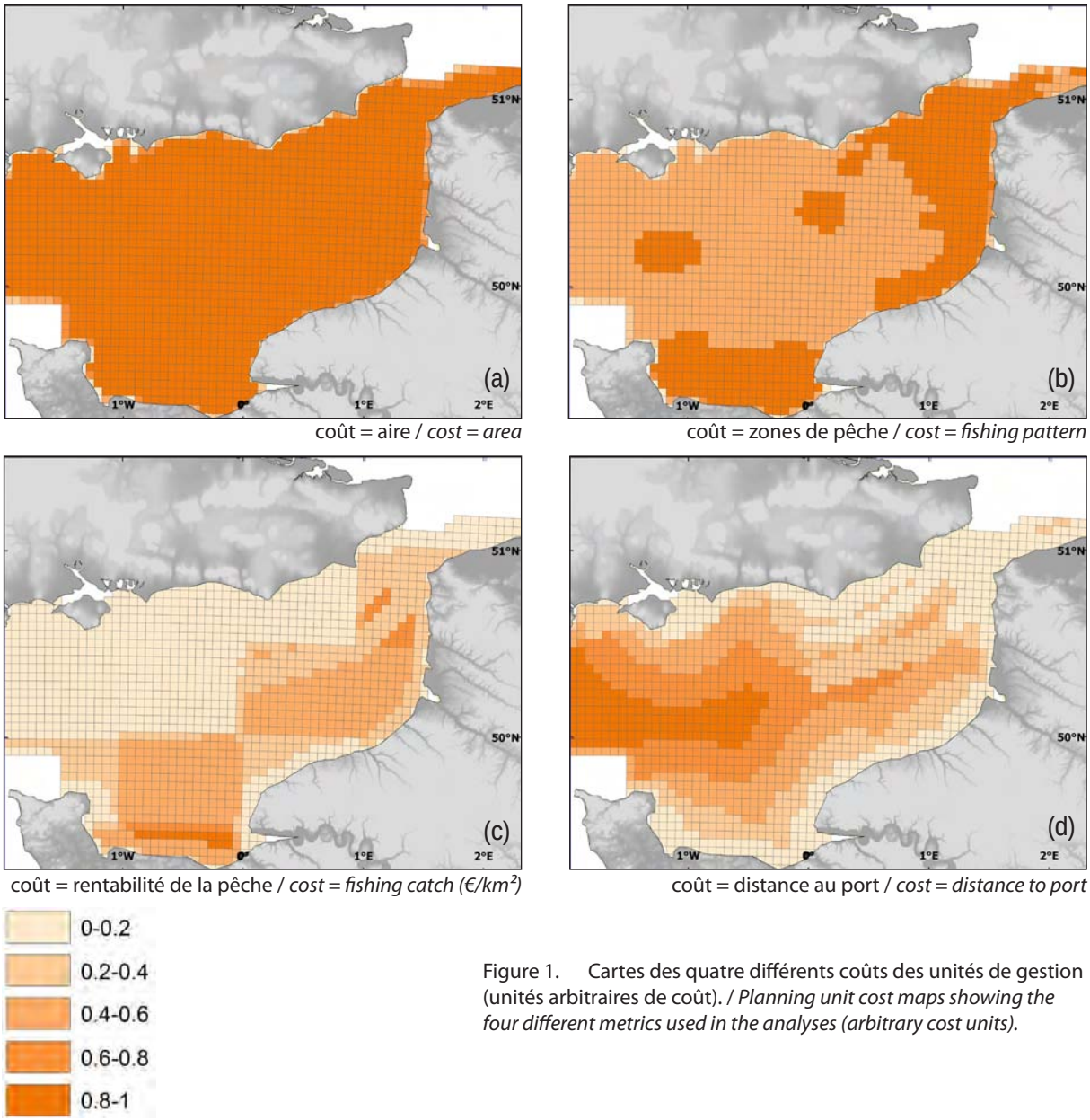
(b) Fishing patterns (figure 1b). This used the data collected as part of the CHARM II project (chapter 5, section Fishing communities) on where fisherman caught sole, bass, cod, skates and rays (not showed in the atlas) and scallops, as these were considered the most important commercial species. We based the cost of the planning unit on its area but doubled this value for planning units that contained areas containing important fishing grounds for these species.

(c) Fishing catch (figure 1c). This was based on data that estimates the financial value of the catch in each ICES rectangle using records collected from French boats that are longer than 10 m (Leblond *et al.*, 2007). The data are based on log book and fishing card records from 2006. The figures do not include data on the British catch, as this is relatively minor when compared to the French catch and mostly involves boats that are less than 10 m, which do not need to submit as detailed fishing records. We then incorporated data on the position of the 3 nautical miles (nm) line, major shipping lanes and cross-Channel ferry routes by halving the cost of planning units that contained these features. This is because trawling is illegal within the 3 nm zone and fishing pressure is lower within the shipping lanes and ferry routes, so it was felt that these areas would be more suitable for conservation.

(d) Distance to port (figure 1d). This was based on the distance of each planning unit to the nearest fishing port. We used ArcMap (ESRI ArcGIS) to produce a distance from fishing port location coverage. We then summed the distance values found within each planning unit and multiplied this by the proportion of each unit that fell within the English Channel. We reduced the cost of planning units containing the 3 nm line, major shipping lanes and cross-Channel ferry routes using the same technique that was applied to the fishing catch data.

Running the analyses

Sixteen different analyses were run using Marxan and the CLUZ extension in ArcView (Smith, 2004). Each assessment consisted of running Marxan 100 times, with each run consisting of 1 million iterations and using the simulated annealing and iterative improvement options. The best portfolio and irreplaceability map were used to investigate each assessment and make comparisons between the different scenarios.



coût = aire / *cost = area*

coût = zones de pêche / *cost = fishing pattern*

coût = rentabilité de la pêche / *cost = fishing catch (€/km²)*

coût = distance au port / *cost = distance to port*

Figure 1. Cartes des quatre différents coûts des unités de gestion (unités arbitraires de coût). / *Planning unit cost maps showing the four different metrics used in the analyses (arbitrary cost units).*

situées dans la bande des trois milles, les voies de navigation et la route des ferrys a été réduit de la même façon que dans le cas précédent.

Analyses

Seize analyses différentes ont été réalisées avec Marxan et l'extension d'ArcView CLUZ (Smith, 2004). A chaque analyse, 100 cycles de calcul ont été réalisés par Marxan, consistant chacun en un million d'itérations. La méthode utilise l'option "Simulated annealing" et "amélioration des itérations". Les cartes de meilleure solution (c'est-à-dire au coût le plus bas) et d'irremplaçabilité ont été étudiées pour chaque analyse et des comparaisons ont été faites entre chaque scénario.

Résultats

Caractéristiques du système de planification

L'aire d'étude a été découpée en 1 466 unités de gestion et dans chacune, le nombre de caractères de conservation varie entre 1 et 17 (figure 2). Autotal, 47 de ces unités de gestion sont considérées comme conservées et 123 sont exclues dans les scenarii étudiant les différentes mesures de coût (présenté ci-dessous en figure 7).

Tester différentes valeurs de BLM

Augmenter la valeur du BLM a eu relativement peu d'influence sur l'aire du portfolio jusqu'à l'utilisation d'un BLM de 500 (tableau 2, figures 3 et 4). L'aire du portfolio augmente de manière encore plus importante quand un BLM de 5 000 est utilisé ; dans ce cas, le portfolio ne contient que cinq ensembles d'unités de gestion (figure 3f). En se basant sur ces résultats, il a été décidé, pour les analyses suivantes, d'utiliser un BLM de 500 car il semble être un bon compromis entre l'aire du portfolio et son niveau de fragmentation (figure 4). Pour toutes les analyses, aucune unité de gestion n'a eu de score d'irremplaçabilité supérieur à 80 (tableau 2). Cela indique une grande flexibilité du système ; les objectifs de conservation peuvent être atteints en utilisant toute une gamme d'unités de gestion différentes.

Tester différentes valeurs d'objectif chiffré

Augmenter la valeur de l'objectif chiffré a un effet quasiment linéaire sur l'aire du portfolio (R^2=0.99). Par exemple faire passer la cible de 10% à 50% fait

Results

Planning system characteristics

The planning region was divided up into 1,466 planning units and the number of conservation features found in each varied between 1 and 17 (figure 2). In total, 47 of these units were classified as being conserved and 123 were classified as being excluded in the scenarios that tested the effects of using different cost metrics (presented below in figure 7).

Testing the results of modifying the BLM values

Increasing the boundary length had relatively little effect on portfolio area until a BLM value of 500 was used (table 2, figures 3 and 4). The portfolio area increased even more dramatically when a BLM value of 5,000 was used, producing a portfolio that only contained five patches of planning units (figure 3f). Based on these outputs we decided to use a BLM value of 500 in the proceeding analyses, as this was seen as a compromise between minimising portfolio area and conservation area fragmentation levels (figure 4). The number of planning units with an irreplaceability score of >80 was zero for all of the analyses (table 2). This shows that there was a great deal of flexibility in the system, so that the targets could be met using a range of different planning units.

Testing the results of modifying the target values

Increasing the target values had a near-linear affect on portfolio area (R^2 = 0.99) so that, for example, increasing the targets from 10% to 50% led to the

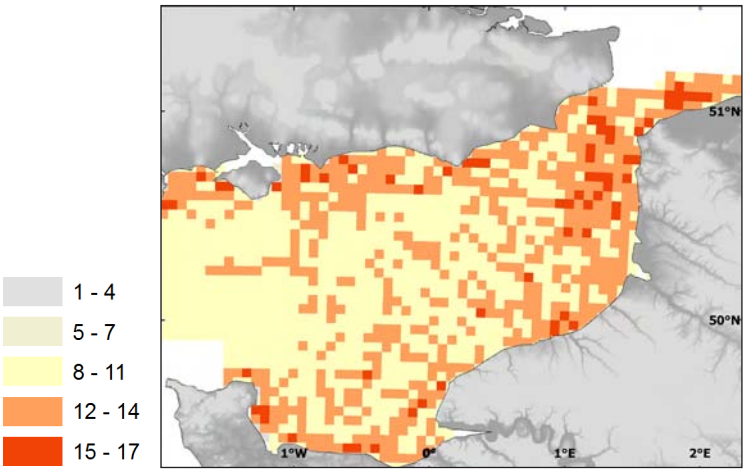
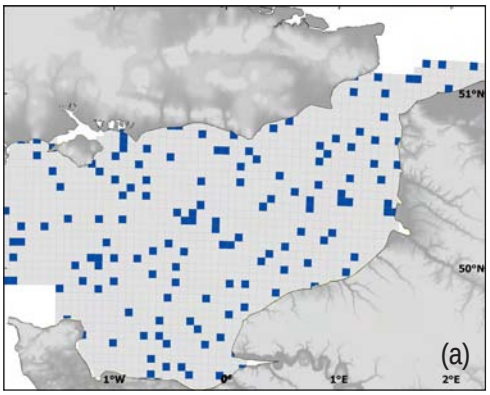


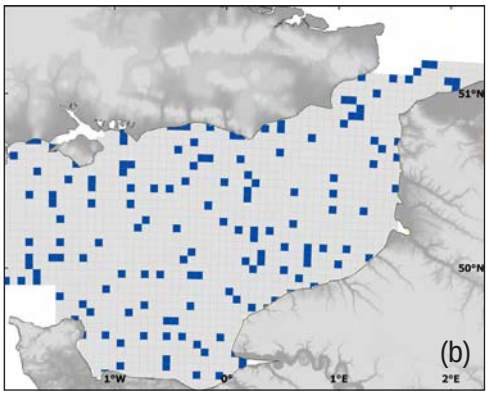
Figure 2. Carte de richesse en caractères de conservation. */ Conservation feature richness map.*

Tableau 2. Résultats montrant les effets de la modification la valeur du BLM. */ Results showing the effects of modifying the boundary length modifier (BLM) value.*

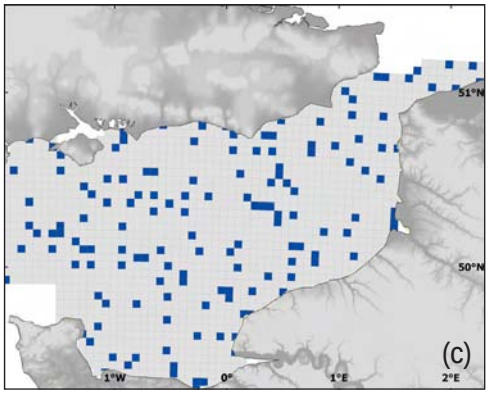
Analyse *Analysis*	BLM *BLM*	Aire *Area (km²)*	Nbr. de PU avec un score d'irremplaçabilité > 80 *Nbr. PUs with irreplaceability score > 80*
1	0	3 325.7	0
2	0.5	3 334.1	0
3	5	3 328.3	0
4	50	3 374.2	0
5	500	3 570.3	0
6	5 000	4 677.7	0



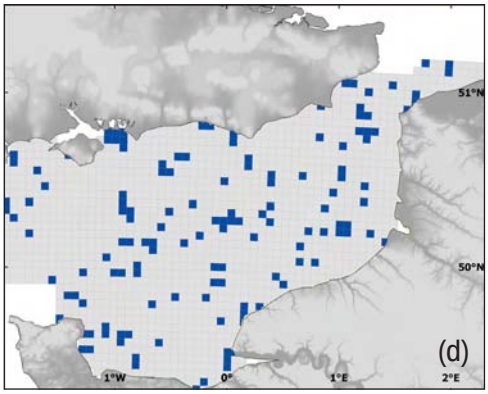
Scenario 1
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 0, coût = aire
Best portfolio : targets = 10%, BLM = 0, cost = area



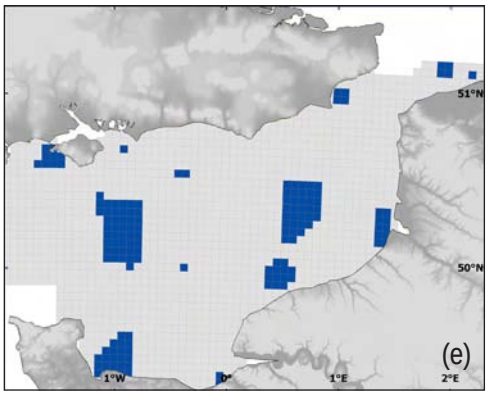
Scenario 2
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 0.5, coût = aire
Best portfolio: targets = 10%, BLM = 0.5, cost = area



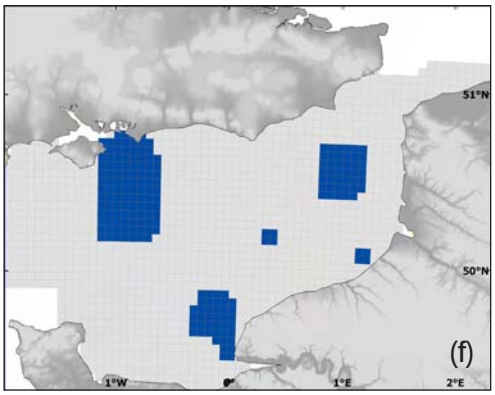
Scenario 3
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 5, coût = aire
Best portfolio: targets = 10%, BLM = 5, cost = area



Scenario 4
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 50, coût = aire
Best portfolio: targets = 10%, BLM = 50, cost = area



Scenario 5
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 500, coût = aire
Best portfolio: targets = 10%, BLM = 500, cost = area



Scenario 6
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 5 000, coût = aire
Best portfolio: targets = 10%, BLM = 5,000, cost = area

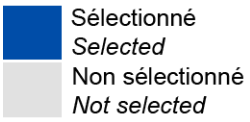


Figure 3. Meilleurs portfolios des analyses sur l'impact de la valeur du BLM. / *Best portfolios from analysis on the effects of modifying the boundary length modifier (BLM) value.*

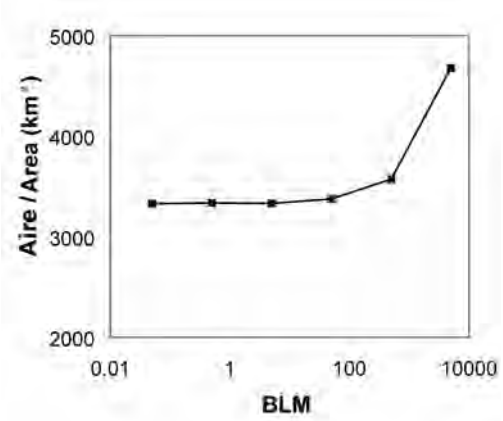


Figure 4. Relation entre le BLM et l'aire du portfolio. / *The relationship between BLM and portfolio area.*

Tableau 3. Résultats montrant les effets de la modification des valeurs d'objectif.
/ *Results showing the effects of modifying target values.*

Analyses *Analysis*	Objectif chiffré *Target (%)*	Aire *Area (km²)*	Nbr. de PU avec un score d'irremplaçabilité > 80 *Nbr. PUs with irreplaceability score > 80*
5†	10	3 570.3	0
7	20	7 166.5	0
8	30	10 525.5	1
9	40	14 082.4	22
10	50	17 510.8	89

† Cette analyse est la même que celle utilisée pour étudier la sensibilité aux valeurs de BLM (voir tableau 2). /*This analysis is the same as that used to investigate sensitivity to BLM values (see table 2).*

augmenter l'aire du portfolio de 490% (tableau 3, figures 5 et 6). En revanche, il n'y a pas de relation linéaire entre l'augmentation de la valeur de l'objectif et le nombre d'unités de gestion avec un score d'irremplaçabilité supérieur à 80% (tableau 3).

Tester différentes mesures de coût

L'utilisation de différentes mesures de coût a eu un impact important sur l'aire du portfolio et sur la configuration spatiale des aires prioritaires identifiées par Marxan (tableau 4, figure 7). Utiliser comme mesure de coût les zones de pêche produit des portfolios avec les aires les plus réduites alors qu'utiliser la rentabilité de la pêche donne comme résultat des portfolios avec les aires les plus grandes. De manière générale, il y a une relation entre la taille du portfolio et le nombre d'unités de gestion dont l'irremplaçabilité est élevée (tableau 4). Dans le cas où la mesure du coût correspond aux zones de pêche, les zones avec un score d'irremplaçabilité important tendent à se situer au centre de la Manche orientale. Elles sont plutôt près des côtes britanniques et françaises dans le cas où la mesure du coût est égale la distance au port et elles sont près des côtes britanniques quand la rentabilité de pêche est utilisée (figure 7).

Discussion

Les évaluations systématiques en planification de la conservation sont un processus essentiel pour l'identification des aires prioritaires en terme de conservation. Cette étude préliminaire représente une première étape importante dans ce processus pour la Manche orientale. En étudiant les effets de l'utilisation de différentes valeurs de BLM, différents objectifs et mesures de coût, des informations clés ont été obtenues et aideront à développer un plan de conservation systématique de la Manche orientale. Cependant, il faut bien répéter que les cartes montrées ici ne doivent pas être utilisées pour contribuer au développement d'un futur réseau d'AMP. En effet, les évaluations réalisées ici n'incluent pas de données sur les espèces clés et les processus écologiques, et les objectifs chiffrés ont été choisis arbitrairement. De plus, une évaluation efficace nécessite un contexte plus global de création d'AMP sur le terrain (Smith *et al.*, 2008) que les agences régionales ou nationales de conservation n'ont pas encore finalisé. Cette section va donc argumenter de la façon dont ces résultats peuvent être utilisés dans de futures évaluations systématiques et proposera une trame pour un futur calen-

portfolio area increasing by 490% (table 3, figures 5 and 6). However, there was a non-linear relationship between target level and number of planning units with an irreplaceability score > 80 (table 3).

Testing the results of using different cost metrics

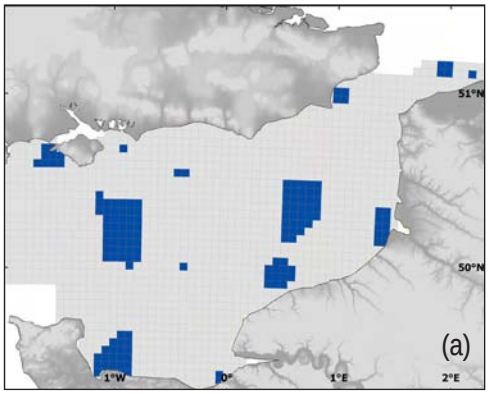
Using different cost metrics had important impacts on portfolio area and the spatial configuration of the priority areas identified by Marxan (table 4, figure 7). Using fish pattern as the cost metric produced portfolios with the smallest area, whereas using fish catch produced portfolios with the largest area. There was a general relationship between the size of the portfolio and the number of planning units with high irreplaceability values (table 4). Areas with high irreplaceability tended to be closer to the centre of the English Channel when using fishing pattern as a metric, close to both coasts when using distance to port and close to the British coast when using fishing catch (figure 7).

Discussion

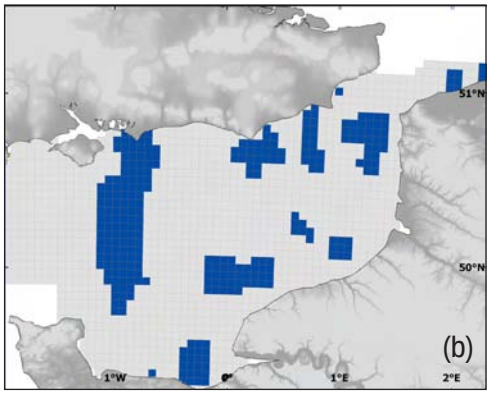
Systematic conservation assessments are a vital process for identifying priority areas for nature conservation and this preliminary analysis is an important first step in this process for the English Channel. By investigating the effects of using different BLM values, targets and cost metrics, we have helped provide key information that will help develop the English Channel CPS. However, it is worth repeating that the maps shown here should not be used to guide the development of future MPA networks. This is because these assessments did not include data on key species or ecological processes and used arbitrary targets. In addition, effective assessments need to be guided by an implementation framework (Smith *et al.*, 2008) and the regional conservation agencies have not yet completed this process. Therefore, in this section we will discuss how the results can help inform future conservation assessments and we will suggest a broad future research agenda.

BLM and targets

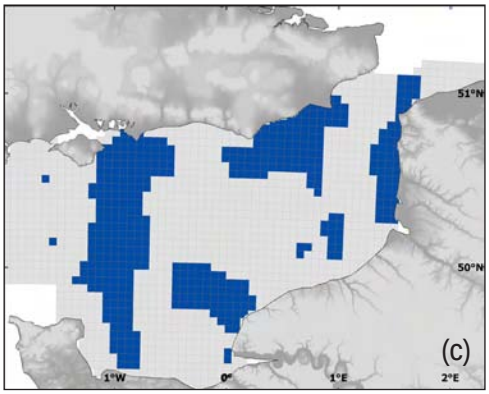
Setting the BLM values in a Marxan analysis is a key aspect, as it can have a large impact on the spatial



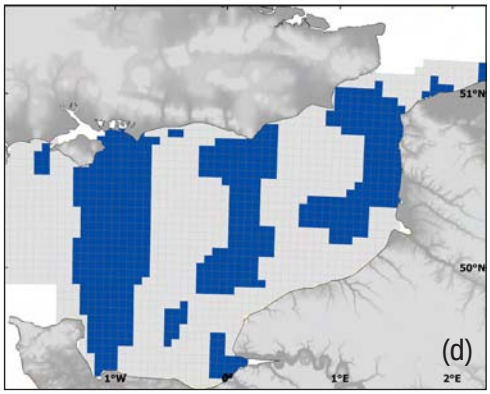
Scenario 7
Meilleur portfolio : obj = 10%, BLM = 500, coût = aire
Best portfolio: targets = 10%, BLM = 500, cost = area



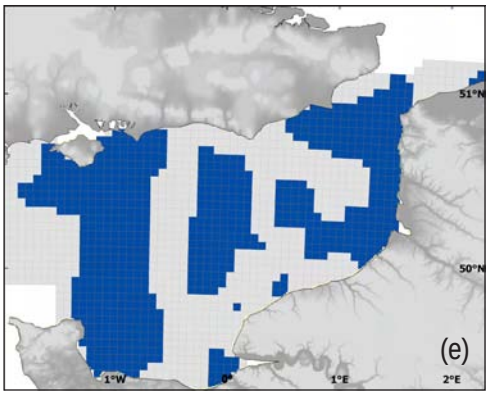
Scenario 8
Meilleur portfolio : obj = 20%, BLM = 500, coût = aire
best portfolio: targets = 20%, BLM = 500, cost = area



Scenario 9
Meilleur portfolio : obj = 30%, BLM = 500, coût = aire
Best portfolio: targets = 30%, BLM = 500, cost = area



Scenario 10
Meilleur portfolio : obj = 40%, BLM = 500, coût = aire
Best portfolio: targets = 40%, BLM = 500, cost = area



Scenario 11
Meilleur portfolio : obj = 50%, BLM = 500, coût = aire
Best portfolio: targets = 50%, BLM = 500, cost = area

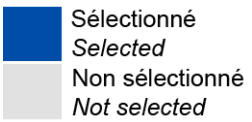


Figure 5. Meilleurs portfolios des analyses sur l'effet de la modification des objectifs chiffrés. / *Best portfolios from analysis on the effects of modifying target values.*

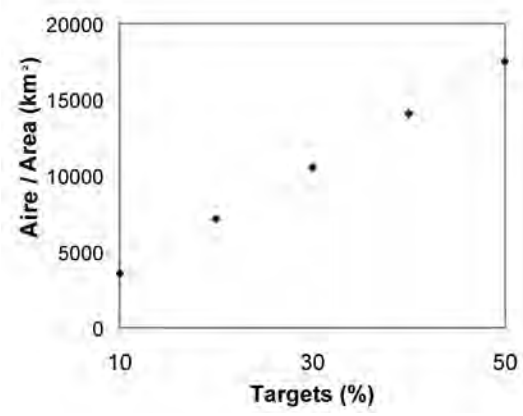


Figure 6. Relation entre les objectifs chiffrés et l'aire du portfolio. / *The relationship between target values and portfolio area.*

Tableau 4. Résultats montrant l'effet de l'utilisation de différentes mesures de coût. / *Results showing the effects of using different cost metrics.*

Analyses *Analysis*	Objectif (%) *Target (%)*	Coût *Cost metric*	Aire *Area (km²)*	Nbr. de PU avec un score d'irremplaçabilité > 80 *Nbr. of PUs with irreplaceability score > 80*
11	10	Zone de pêche/*Fishing pattern*	3 865.0	28
12	30	Zone de pêche/*Fishing pattern*	10 508.8	108
13	10	Rentabilité/*Fish catch*	4 842.8	90
14	30	Rentabilité/*Fish catch*	11 611.8	214
15	10	Dist. au port/*Dist. to port*	4 610.4	54
16	30	Dist. au port/*Dist. to port*	10 921.4	169

drier de recherche.

BLM et objectifs chiffrés

Dans les analyses de Marxan, le choix de la valeur du BLM est capitale car il peut avoir un impact très important sur la distribution spatiale des aires prioritaires identifiées. En effet, le BLM permet de trouver un compromis entre l'importance de réduire la fragmentation du portfolio et celle de minimiser le coût dû aux unités de gestion. Cela signifie que le BLM doit être choisi en fonction du contexte car ses effets dépendent de la mesure du coût des unités de gestion. Par exemple, si ce dernier est proportionnel à l'aire en hectare des unités de gestion alors, pour avoir le même effet sur la structure spatiale du réseau de réserves que lorsque l'aire est calculée en km², le BLM doit être 100 fois plus important.

Les résultats de cette analyse illustrent les effets de l'augmentation du BLM. Une valeur de 500 a ensuite été sélectionnée comme étant la plus appropriée pour les analyses suivantes. En effet avec cette valeur, les portfolios produits répondent au besoin d'avoir des aires prioritaires plutôt larges et viables écologiquement mais qui ne soient pas trop étendues. Cependant, cette valeur est peut-être moins appropriée pour d'autres mesures de coût. De plus, il est important de noter que les agences de conservation identifieront peut-être une taille minimale d'AMP dans de futurs plans de conservation et par conséquent les valeurs de BLM devront être ajustées.

Tester différents objectifs chiffrés a également permis d'apporter des informations intéressantes. Les résultats montrent une relation presque linéaire entre la valeur de l'objectif et l'aire du portfolio. Cela suggère que les décideurs pourront, pour un objectif chiffré donné, avoir un ordre d'idée clair de la proportion de la région considérée comme à conserver. Cependant, il faut insister sur le fait que, au cours du processus qui aboutira au choix des objectifs, chaque caractère devra être traité individuellement, en fonction de sa biologie et d'autres facteurs comme sa sensibilité.

Coût

Les analyses pour trois mesures de coût différentes ont montré que ce paramètre avait un effet important sur la configuration spatiale des aires prioritaires. C'est un résultat clé car chaque mesure correspond à une différente approche de la pêche en

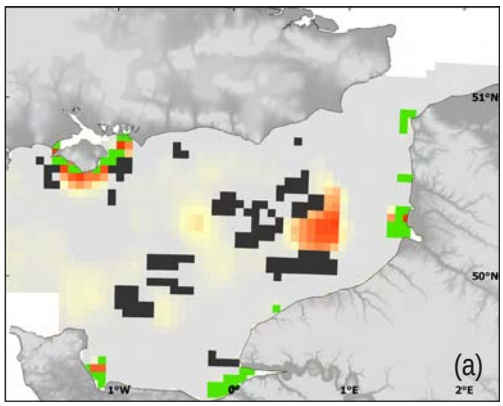
pattern of the identified priority areas. This is because it weights the importance of reducing portfolio fragmentation levels against the importance of minimising planning unit cost. This means that the BLM value has to be context-specific because its effects depend on the planning unit costs. Thus, if the cost value is measured as the area of planning units in hectares then the BLM value needs to be 100 times higher to have the same affect than if the area is measured in square kilometres.

The results from this analysis illustrate the effects of increasing the BLM value and we selected a value of 500 as being most appropriate for subsequent analyses. This is because it produced portfolios that balanced the need for identifying larger, more ecologically viable priority areas and ensuring that these areas were not too extensive. However, it should be noted that this may have been less suitable for some of the other metrics of cost that were used in later analyses. More importantly, it may be that the regional conservation agencies identify a minimum MPA size in their future implementation strategies and so the BLM values would have to be adjusted accordingly.

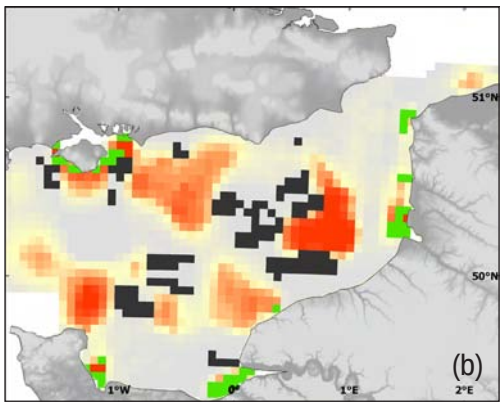
The analysis of the impacts of changing the target levels also provided very useful information and showed a near-linear relationship between target percentage and portfolio area. This suggests that decision makers could have a reasonably clear idea of how much of the planning region would be identified as priority region status, given a particular target level. However, it is important to stress that ideally the target setting process should ensure that the target for each conservation feature is individually tailored, based on its biology and other factors, such as sensitivity.

Cost

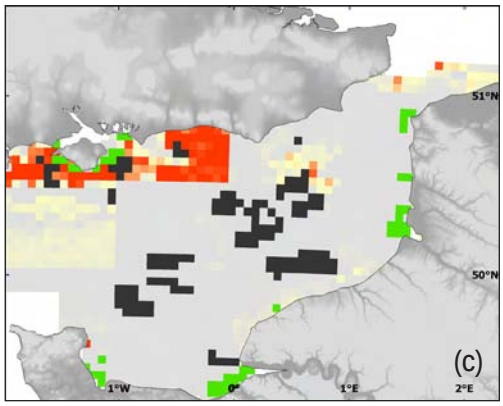
We investigated the results of using three different cost metrics and found that they had large impacts on the spatial configuration of the priority areas. This is a key result because each cost metric measured a different aspect of fishing in the English Channel and showed how important it will be for future assessments to include cost metrics that are approved by the relevant stakeholders. Using the fishing pattern data meant that key priority areas were identified in the western section of the planning region and in the centre of the Channel, although this result was partly driven by the lack of



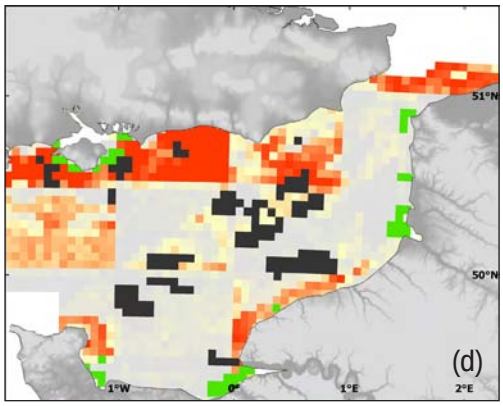
Scenario 11
Carte d'irremplaçabilité : cibles = 10%, coût = zones de pêche
Irreplaceability map: targets = 10%, cost = fishing patterns



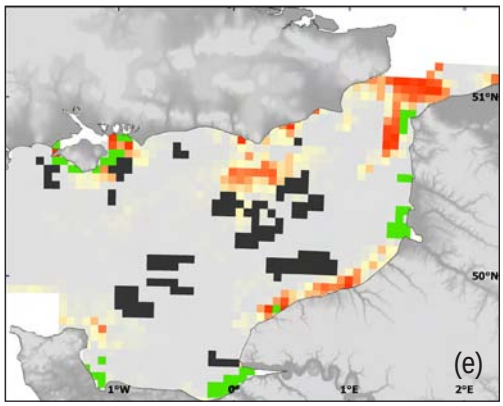
Scenario 12
Carte d'irremplaçabilité : cibles = 30%, coût = zones de pêche
Irreplaceability map: targets = 30%, cost = fishing patterns



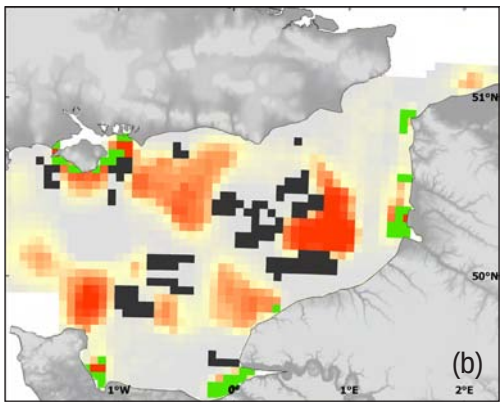
Scenario 13
Carte d'irremplaçabilité : cibles = 10%, coût = rentabilité
Irreplaceability map: targets = 10%, cost = catch



Scenario 14
Carte d'irremplaçabilité : cibles = 30%, coût = rentabilité
Irreplaceability map: targets = 30%, cost = catch



Scenario 15
Carte d'irremplaçabilité : cibles = 10%, coût = dist. au port
Irreplaceability map: targets = 10%, cost = distance to port



Scenario 16
Carte d'irremplaçabilité : cibles = 30%, coût = dist. au port
Irreplaceability map: targets = 30%, cost = distance to port

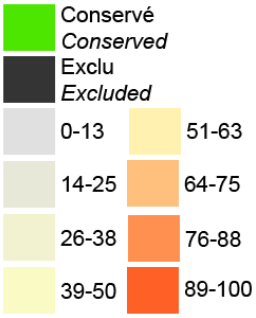


Figure 7. Cartes d'irremplaçabilité liées aux analyses testant différents coûts, et montrant la fréquence de sélection des unités de gestion. */ Irreplaceability maps from analysis of using different cost metrics, and showing the selection frequency of the planning units.*

Manche orientale. Cela prouve aussi à quel point il est important pour des évaluations futures d'utiliser une mesure de coût approuvée par les acteurs concernés. En utilisant comme mesure les zones de pêche, les aires prioritaires se situent dans la partie ouest de la région d'étude ainsi que dans le centre de la Manche. Mais ce résultat est en partie lié au manque de données sur les zones de pêche à l'ouest (figure 7). Utiliser cette mesure a des avantages car elle est basée sur des entretiens de pêcheurs et montre ainsi des zones de pêche à une échelle assez fine. Cependant, il y a des inconvénients : (i) cela suppose que les captures sont les mêmes sur toute la zone considérée et (ii) on admet à tord que les données ne sont pas affectées par un biais d'échantillonnage alors qu'il apparaît que les entretiens ont été plus nombreux dans la partie orientale.

Les analyses utilisant comme mesure de coût la rentabilité de pêche apportent des résultats intéressants, pour les décideurs souhaitant maintenir une activité de pêche rentable sur la Manche orientale. Toutefois, ce choix de mesure a également plusieurs inconvénients. Premièrement la résolution spatiale, très grossière, ne permet pas de distinguer différentes zones de pêche au sein des rectangles CIEM. Une unité de gestion caractérisée par un faible effort de pêche, mais située dans un rectangle CIEM présentant un gros effort de pêche sera ignorée dans l'analyse (Richardson *et al.*, 2006). Deuxièmement, les pêcheries les plus rentables semblent principalement situées côté français de la Manche, entraînant de fait les côtes britanniques à supporter majoritairement les aires prioritaires, ce qui s'avère être délicat d'un point de vue politique. Une telle situation pourrait être justifiée en termes purement économiques mais aurait, localement, un impact significatif sur certains ports de pêche.

Utiliser la distance au port comme mesure de coût a plusieurs avantages parce que les données n'ont aucun biais d'échantillonnage et ont une meilleure résolution spatiale que les données de rentabilité. Il s'agit d'une donnée économique importante car la distance au port a une influence directe sur le coût en gasoil, qui représente une part de plus en plus importante dans les coûts supportés par les bateaux de pêche. Le principal inconvénient de cette mesure de coût est qu'elle ne reflète pas la distribution spatiale des zones de pêche ; or cette information fait varier de manière importante le coût même à distance égale du port.

Recommandations

Dans ce premier essai d'évaluation systématique, l'intégration de données telles que des données biologiques, économiques, réglementaires et sociologiques s'est faite avec succès et a permis de tester l'influence du BLM , des objectifs chiffrés et de la mesure de coût sur la localisation des aires prioritaires en Manche orientale. C'est une première phase importante dans le développement (déploiement) d'un plan de conservation de la Manche mais elle devra être complétée par d'autres étapes avant que le processus ne puisse être utilisé pour prendre des décisions de gestion :

data on fishing patterns in the west (figure 7). Using this cost metric had important advantages because it was based on interview data and so showed fine-scale fishing patterns. The disadvantages were: (i) it assumed that catch levels were the same throughout the areas identified as important for fishing, and (ii) it made the incorrect assumption that the data were not affected by sampling bias, whereas it is recognised that sampling was higher in the eastern section.

Using the catch data produced results that would also be of interest to decision makers who are interested in maintaining the profitability of fishing in the English Channel. However, this metric also had several important disadvantages. First, it had a coarse spatial resolution which did not allow for differences in fishing patterns within each ICES rectangle, so that planning units with low fishing effort within a high fishing effort rectangle would be ignored in the analysis (Richardson *et al.*, 2006). Second, using these data could be politically difficult because the most valuable fisheries are mostly on the French side of the Channel, leading to most of the priority areas being located on the English side. Such a situation might make sense in purely economic terms but would have significant impacts on key local fishing ports.

Using distance to port data as the cost metric has several advantages because the data are less affected by sampling bias and have a much higher spatial resolution than the catch data. This is also an important economic metric given that distance to port influences fuel costs, which are an increasingly important part of the costs incurred by fishing fleets. The main disadvantage of this metric is that it does not reflect actual fishing spatial patterns and the other two metrics show that these can vary dramatically, even in areas where distance to port is similar.

Recommendations

This analysis successfully incorporated biological, economic, legal and anthropological data in a preliminary conservation assessment and tested the influence of BLM value, target level and cost metrics on the location of priority areas in the English Channel. This is an important first step in developing the English Channel CPS but there is a need for a number of extra steps to be completed before this system can be used to make management decisions. In this section we will list these key steps:

1) Incorporate stakeholder feedback on the initial analysis

Further feedback is needed on these initial results from stakeholders in the fishing, conservation and aggregate extraction sectors, as well as from other groups with local expertise. Such information will be collected as part of the dissemination part of the CHARM II project. This will also be important for building awareness about the potential role of the English Channel CPS.

2) Increase the number of conservation features

The only conservation feature distribution maps

1) Prendre en compte les avis des acteurs sur l'analyse préliminaire

Un retour des acteurs des différents domaines est nécessaire, que ce soit dans le secteur de la pêche, de la conservation et de l'extraction de granulats, ainsi que d'autres groupes ayant une expertise locale. De telles informations pourraient être collectées lors de la transmission des résultats du projet CHARM II. Cette phase est capitale pour une prise de conscience des apports potentiels du plan de conservation de la Manche.

2) Augmenter le nombre de caractères à conserver

Les cartes de distribution des caractères disponibles pour l'étude contenaient des caractéristiques physiques de la zone d'étude ou des données générales concernant les communautés biologiques. L'atlas final de CHARM II apportera des données sur de nombreuses espèces importantes qui pourront être incorporées au futur plan de conservation. Plus d'informations sur les processus écologiques en Manche sont également nécessaires (Smith *et al.*, 2008).

3) Améliorer le processus désignant les objectifs chiffrés

La taille et la configuration spatiale de n'importe quelle AMP dépend en grande partie des objectifs choisis pour chaque caractère de conservation. Cela signifie que, dans les évaluations futures, les objectifs devront pouvoir être justifiés d'un point de vue scientifique et réglementaire. Ce processus doit s'inspirer de la convention OSPAR et d'objectifs choisis au niveau national. Il doit cependant également intégrer des estimations de taille minimale de population (en terme de viabilité) pour des espèces clés (Cabeza & Moilanen, 2001) et des méthodes basées sur des relations aires-espèces (Desmet & Cowling, 2004).

4) Collaborer avec les agences de conservation et autres acteurs de la zone

Un plan de conservation ne serait utile que s'il prenait part à un processus plus global de création d'AMP (Knight *et al.*, 2006). Les agences de conservation françaises et britanniques prévoient toutes deux d'étendre le réseau d'AMP dans la région d'étude et donc le plan de conservation développé doit être adapté pour pouvoir leur fournir les informations dont elles ont besoin (Smith *et al.*, 2008). De plus, il est important que le plan de conservation soit utile et soit perçu comme un outil d'analyse spatiale plutôt que d'être seulement un outil de conservation. Il pourrait ainsi donner de l'information à d'autres partenaires.

5) Développer des données de coût plus appropriées

Cette analyse a montré l'importance des données de coût et leur influence sur la localisation des aires prioritaires. Cela a aussi montré qu'utiliser différentes mesures concernant l'industrie de la pêche peut avoir des effets dramatiques sur l'analyse. Il est donc très important que la mesure de coût finale soit approuvée par les partenaires concernés et soit basée sur des données appropriées.

that were available for the analysis described the physical characteristics of the planning region or broad ecological communities. The completion of the CHARM II will provide data on a number of important species and this should be incorporated into the CPS in the future. More information is also needed on the ecological processes that occur in the English Channel (Smith *et al.*, 2008).

3) Improving the target setting process

The size and spatial configuration of any MPA network depends heavily on the targets that are set for each conservation feature. This means that future assessments must be based on scientifically and legally justifiable targets. Such a process should be guided by the OSPAR convention and nationally developed targets, but should also use viable population estimates for key species (Cabeza & Moilanen, 2001) and methods based on species-area relationships for habitat types (Desmet & Cowling, 2004).

4) Collaborating with conservation agencies and other stakeholders

Conservation planning systems will only be relevant if they are designed to inform an implementation process (Knight *et al.*, 2006). Both the English and French conservation agencies have plans to expand the MPA network in the planning region and so it is vitally important that the English Channel CPS is adapted so that it helps meet their information needs. In addition, it is important that the CPS is designed to provide information that is needed by other stakeholder groups and is seen as broad zoning tool, rather than being only designed for conservation (Smith *et al.*, 2008).

5) Developing more appropriate cost data

This analysis has illustrated the importance of the cost data in influencing the location of priority areas. It has also shown that using different measures of importance for fishing can have dramatic impacts on the process. Therefore, it is important that the final cost metric is agreed by relevant stakeholders and based on accurate data.

6) Scenario testing to predict impacts of different MPA networks

The impacts of MPA networks on the conservation features and the fishing industry remains contentious but the English Channel CPS could be used in combination with other data produced by CHARM II to investigate a number of these important issues. More specifically, it should be possible to model the impacts of different MPA configurations on fishing effort, fishing catch and different measures of ecosystem resilience (Dinmore *et al.*, 2003). Such knowledge would provide invaluable information for decision makers and help guide the development of the target setting process.

6) Tester les scenarii pour prédire les impacts des différents réseaux d'AMP

Les effets des réseaux d'AMP sur les caractères de conservation et l'industrie de la pêche restent controversés mais le plan de conservation de la Manche orientale pourrait être utilisé en combinaison avec d'autres données produites au sein de CHARM II pour explorer un certain nombre de questions. Plus précisément, il serait possible de modéliser les impacts de différentes configurations d'AMP sur l'effort de pêche, les captures et différentes mesures de résilience de l'écosystème (Dinmore *et al.*, 2003). De telles connaissances procureraient des informations inestimables pour les décideurs et aideraient dans le choix des objectifs.

Chapitre 8. Conclusion

Chapter 8. Conclusion

Chapitre 8. Conclusion

Les lecteurs connaissant le premier atlas CHARM I ont eu conscience que son contenu était le résultat de deux ans de travail intensif effectué sur le détroit du Pas-de-Calais par une équipe scientifique enthousiaste et pluridisciplinaire, basée de part et d'autre de la Manche. L'atlas CHARM II a continué sur cette dynamique, couvrant toute la Manche orientale (figure 1) et multipliant les thèmes de recherche. Les lecteurs de ce nouvel atlas seront sans aucun doute étonnés par la quantité et la richesse de l'information fournie, qui pourra être utile à de nombreux secteurs, de la recherche aux industries, des organismes statutaires jusqu'au grand public, du professionnel au curieux amoureux de la mer. Dans ce volumineux document ou sur le site Internet (www.ifremer.fr/charm), chacun a donc accès à cette connaissance sur la Manche orientale, que ce soit par exemple en terme de réglementation, ou concernant ses caractéristiques environnementales, sa richesse biologique, mais aussi son exploitation, la chaîne alimentaire (réseau trophique) et les outils de réflexion pour une gestion raisonnée et donc durable de cet écosystème.

Parmi ces nombreux résultats présentés, plusieurs approches novatrices sont à souligner. Tout d'abord, le travail exploratoire concernant les activités de pêche vues par les communautés de pêcheur (chapitre 5, partie Communautés de pêcheurs) est tout à fait original dans ce secteur géographique, et dans le cadre d'un atlas sur les ressources marines. En laissant les pêcheurs raconter eux-mêmes leur histoire, c'est souvent celle d'une passion qui s'exprime sur leur métier et la mer qu'ils ont tout intérêt à respecter et protéger, et qui leur donne tant...

Le développement de modèles sur la chaîne trophique de la Manche orientale (chapitre 6) est aussi remarquable car abordé pour la première fois en Manche orientale sous cet angle. Qui mange qui ? Quelles interactions entre espèces ? Quelles interactions entre ces ressources marines, avec l'homme, quelle place et quel rôle de chacun dans cet écosystème ? Ces premiers travaux nous font prendre conscience que chaque élément de ce milieu, d'intérêt économique ou non, de toute taille, à toute échelle contribue de manière essentielle à la richesse de cette zone maritime, et que toute intervention de l'homme, aussi minime soit-elle, peut avoir des conséquences directes ou indirectes, écologiques et/ou économiques importantes.

Un autre aspect novateur est l'approche expérimentale d'un outil de "gestion spatialisée de la mer" (ou plan de la conservation marine) décrite au chapitre 7, et qui anticipe les besoins affichés en 2009 en terme de moyens d'aide à la réflexion, dans un souci de conserver la biodiversité marine que cet atlas tente

Chapter 8. Conclusion

Readers of our first CHARM I atlas will know that almost everything contained within the atlas was original work resulting from two years of intensive study of the Dover Strait by a dedicated and interdisciplinary team working from bases on either side of the Channel. The present atlas has carried on this eminent precedent, though this time covering the whole of the eastern English Channel (figure 1) and widening considerably the thematic scope. We believe that readers of this current atlas will be impressed by both the breadth and depth of the information provided, and that therefore this content should be available for use in both a wide variety of fields and at various levels of interest (researchers, industries, statutory organisations, the wider public, etc). Within this copious document or on the Web site (www.ifremer.fr/charm), everyone can access this knowledge on the eastern English Channel, be it its regulations, environmental characteristics, biological richness, but also its exploitation, the food web (trophic network) and the tools to sensibly and hence durably manage this ecosystem.

Amongst the original work that is here presented we would like to highlight a few aspects of it. Firstly, we believe that viewing fisheries activities from the fishers' perspective (chapter 5, section Fishing communities) is entirely original for this geographic area and possibly for any marine resource atlas. This was achieved by getting the fishers to tell their own stories of, what for them, is often their lifelong interest – an interest in which they have every reason to respect and to treat carefully.

The development of trophic network models in the eastern English Channel (chapter 6) is also an innovative aspect of the project. Who eats whom? What are the interactions between species, with man, and which is the role of each in the ecosystem? This initial work highlights that each element (exploited or not, and of any size) of the ecosystem contributes significantly to the richness of this maritime zone. Any human intervention, be it small, can have direct or indirect consequences, of ecological and/or economical importance.

Another innovative aspect of the project is the pilot study, presented in chapter 7, using a "marine spatial planning" tool. This work anticipates the needs, in 2009, in terms of tools to support decision-making for the conservation of marine biodiversity. The works initiated in this project will be further developed to allow for testing various scenarios based on varied conservation targets and a number of political and societal constraints.

We have demonstrated that the CHARM atlas makes a huge contribution to knowledge about the east-

Figure 1. Les zones d'étude des projets INTERREG 3/4a CHARM: (a) phase I (2003-2005), (b) phase II (2006-2008) et (c) phase III (2009-2012). / *The study areas of the INTERREG 3/4a CHARM projects: (a) phase I (2003-2005), (b) phase II (2006-2008) and (c) phase III (2009-2012).* © GEOPORTAIL 2007

d'appréhender. Les travaux initiés dans ce projet seront poursuivis et développés pour permettre de tester différents scenariis avec des objectifs de conservation variés et dépendant des contraintes politiques et sociétales proposées.

L'atlas CHARM contribue ainsi de façon significative à une meilleure connaissance de la Manche orientale, mais aussi démontre la nécessité de développer ce genre d'approche intégrée ou pluridisciplinaire sur les milieux marins exploités, afin de fournir les connaissances scientifiques nécessaires pour gérer efficacement et de manière durable les ressources marines de par le monde. La phase II a couvert la Manche orientale dans son ensemble. Beaucoup de travail reste à faire mais au regard des travaux réalisés et des résultats fournis, l'Union Européenne (à travers INTERREG 4a) finance dès 2009 l'extension du projet à l'ensemble de la Manche (figure 1). Les thématiques développées sous CHARM III seront donc à nouveau élargies pour couvrir aussi d'autres domaines tels que le plancton, les aspects bio-économiques des pêcheries, ou par exemple les effets du changement climatique. La dimension humaine ou sociale sera donc mise plus en avant, ce qui permettra peut-être aux utilisateurs de la zone de prendre conscience qu'ils doivent travailler en harmonie.

L'équipe CHARM reste consciente que ce nouveau défi, de par la complexité de l'environnement marin lui-même, représente un énorme chantier à mettre en place pour une connaissance holistique de cette façade maritime, et vous donne à nouveau rendez-vous en 2012 avec la Manche, ce "Channel", tellement convoité, tant utilisé, et tant exploité…

ern Channel, but the other valuable contribution made is towards the recognition that such holistic or multidisciplinary approaches are necessary to efficiently and durably manage global marine resources. A lot of work still needs to be carried out in the English Channel; the European Union (through INTERREG 4a) gave approval in 2009 to the extension of the project to the whole English Channel (figure 1). This will be achieved through widening CHARM III activities to investigate topics such as plankton, fishery bio-economics, the effects of climate change. With this added focus on the human or wider social dimension, then we believe that all parties who presently utilise the Channel will gain an enhanced appreciation of the need to work in harmony.

The CHARM team is aware that this new challenge, rising from the complexity of the marine environment itself, represents a massive 'field operation' to acquire a holistic knowledge of this maritime zone. Project outputs covering "La Manche" are expected in 2012.

Annexes

Annexes

Annexe 1.
Partenaires du projet

University of Kent www.kent.ac.uk

L'Université du Kent, avec ses nombreux campus répartis à travers le Kent, enseigne de nombreuses disciplines pertinentes au Projet CHARM. Le projet a été géré du côté anglais par l'Institut Durrell pour la Conservation et l'Ecologie (DICE), un institut de renommée mondiale pour son approche pratique pour résoudre les problèmes de conservation. Cet institut a apporté son expérience écologique au projet, ainsi que son expertise dans le domaine de la législation de la vie sauvage.

Ifremer www.ifremer.fr

Le siège social de l'IFREMER est situé à Paris et s'appuie sur 26 implantations réparties le long du littoral français (métropole et DOM-TOMs). Ses missions sont de connaître, évaluer et mettre en valeur les ressources des océans et permettre leur exploitation durable, d'améliorer les méthodes de surveillance, de prévision, d'évolution, de protection et de mise en valeur du milieu marin et côtier, de favoriser le développement économique du monde maritime. Pour atteindre ces objectifs, l'IFREMER concentre ses actions dans les domaines suivants : (1) la recherche ; (2) l'expertise d'intérêt public (surveillance de l'environnement littoral et contrôle de la qualité des produits de la mer) ; (3) la mise à disposition de moyens (flotte océanographique et développement technologique) ; (4) le transfert vers les entreprises et la valorisation de ses activités. Ses domaines d'activité sont : (1) la surveillance, l'usage et la mise en valeur des mers côtières ; (2) la surveillance et l'optimisation des productions aquacoles ; (3) les ressources halieutiques (exploitation durable et valorisation) ; (4) l'exploration et l'exploitation des fonds océaniques ; (5) la circulation et les écosystèmes marins (évolution et prévision) ; (6) les grands équipements pour l'océanographie. L'IFREMER participe activement aux travaux de l'Union Européenne (programmes de la Direction Générale Recherche et de la Direction Générale Pêche) et au Marine Board de la Fondation Européenne de la Science (FES). Il est aussi membre des organisations internationales dans son domaine de compétence (Commission Générale des Pêches pour la Méditerranée ; Commission Océanographique Intergouvernementale; Convention OSPAR ; Conseil International pour l'Exploration de la Mer). Il contribue aux programmes internationaux de recherche (étude du climat, de l'environnement et de la biodiversité). Il anime de nombreux accords bipartenariaux (Japon, Etats-Unis, Canada, Australie, pays européens).

Annex 1.
Project partners

The University of Kent, with its extensive campuses in Kent has a very wide coverage of subjects relevant to the CHARM Project. The project was managed on the British side from within the University's Durrell Institute of Conservation and Ecology (DICE), an institute known around the world for its practical approach to conservation solutions. That institute also provided particular ecological experience with aquatic specialists in addition to wildlife law expertise.

IFREMER, whose registered offices are located in Paris, has 26 offices spread around the French coastline (including overseas counties and territories). Its missions are to research, assess and valorise ocean resources (and allow for their sustainable use), to improve the methods of monitoring, prediction, protection and enhancing of the marine and coastal environments, and to help the economic development of the maritime sector. To reach these objectives, IFREMER concentrates its actions in the following areas: (1) research; (2) expertise to areas of public interest (monitoring of the coastal environment and quality control of marine products); (3) equipment development (research vessels and technological developments); (4) transfer towards private sector companies and enhancement of its activities. Its areas of activities are: (1) the monitoring, use and enhancement of coastal areas; (2) monitoring and optimisation of aquaculture production; (3) marine resources, their sustainable exploitation and enhancement; (4) exploration and exploitation of ocean resources; (5) ocean circulation and marine ecosystems, evolution and prediction; (6) oceanographic equipment. IFREMER actively participates in the work of the European Union (Directorate General Research; and Directorate General Fisheries) and in the work of the Marine Board of the European Science Foundation (ESF). It is also a member of international organisations in its area of expertise (e.g. General Fisheries Commission for the Mediterranean; Intergovernmental Oceanographic Commission; OSPAR Convention; International Council for the Exploration of the Sea). It contributes to international research programmes (climate, environment and biodiversity) and is actively involved in numerous bilateral agreements (Japan, U. S. A., Canada, Australia, European countries).

www.canterbury.ac.uk

C'est le département des sciences géographique et de la vie, qui a été impliqué dans le projet CHARM. Ce département a entrepris de nombreux travaux d'expertise et de recherche: les premiers travaux étaient surtout sous forme d'expertise pour les Nations Unies, mais récemment, le département a travaillé en collaboration avec d'autres institutions locales et nationales. Le travail sur le projet CHARM est une opportunité pour le groupe de maintenir son expertise dans des SIG dans le but de fournir des solutions aux problèmes liés à l'écologie marine ainsi que celle des ressources marines des eaux régionales.

The work on CHARM has been undertaken by the Department of Geographical and Life Sciences. This department has undertaken a range of consultancy and research work: most of the early work took the form of consultancy work for the United Nations but recently, the department has worked in collaboration with other local and national institutions. The work on CHARM represents an opportunity to maintain their GIS expertise into the solution of problems associated with fish and marine ecology in nearby marine waters.

www.univ-littoral.fr

La problématique de recherche du laboratoire d'ichtyoécologie marine est l'étude de la biodiversité des poissons en milieux extrêmes ou perturbés. Ses chantiers actuels d'étude sont l'Antarctique et la Manche- mer du Nord. L'objectif principal est de comprendre comment l'ichtyofaune réagit aux perturbations que subit son environnement, comment elle s'y adapte et quels sont les moyens de remédier à ces stress. L'habitat d'une espèce est ici défini comme étant l'ensemble des conditions et ressources environnementales favorables à sa survie. Pour cela, nous établissons des modèles d'habitat par métapopulation (et préférentiellement par stade de développement et saison) en vue d'effectuer des cartographies dynamiques pouvant s'ajuster en fonction des variations des facteurs environnementaux. Ces modèles peuvent se baser sur des observations qualitatives (présence-absence) ou quantitatives (biomasse, abondance). De part son implantation dans le premier port français de pêche et de transformation des produits de la mer, le laboratoire répond à des problématiques en liaison avec la filière halio-industrielle grâce à la logistique de sa plateforme technologique en biochimie. L'une des thématiques développées est la distinction entre les poissons frais et les poissons décongelés.

The work of the marine ichthyo-ecological research group concentrates on the study of fish biodiversity in extreme or disturbed environments. Current work takes place in the Antarctic and the English Channel - North Sea. The main objectives are to understand how ichthyo-fauna reacts to environmental disturbance, how it adapts to this disturbance and what are the means to counteract this stress. The habitat of a species is the environmental conditions and resources that are favourable to its survival. For this, we elaborate habitat models per metapopulation (and preferentially per developmental stage and season) with the aim of creating dynamic maps that can be adjusted depending on fluctuations of environmental factors. These models can be based on qualitative (presence-absence) or quantitative (biomass, abundance) observations. Because of its location at the heart of the first French harbour for fisheries and transformation of sea products, the laboratory can help the maritime industry through its technological and biochemical platform. One of the research themes is the discrimination between fresh and defrosted fish.

www.cefas.co.uk

Le *Centre for Environment, Fisheries & Aquaculture Science* (CEFAS) est une agence exécutive du département britannique pour l'environnement, l'agriculture et les affaires rurales (DEFRA). C'est un centre multidisciplinaire de recherche scientifique et d'expertise spécialisé dans les sciences et la gestion de la pêche, et dans la surveillance et l'évaluation marines. L'organisation comprend plus de 550 personnes et fournit ses services à un grand nombre de clients britanniques et internationaux des secteurs public et privé, y compris DEFRA, l'agence de l'environnement, et la Commission européenne. Cefas

Cefas, as an Executive Agency of the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), is a multidisciplinary scientific research and consultancy centre specialising in fisheries science and management and marine monitoring and assessment. The organisation employs over 550 and provides its services to a large number of UK and international public and private sector clients, including DEFRA, the Environment Agency, and the European Commission. Cefas enjoys an outstanding reputation within the world community of fisheries science and management and has been at the

bénéficie d'une réputation exceptionnelle au sein de la communauté des sciences et de la gestion de la pêche. Cefas joue un rôle important au sein du Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM), ainsi que d'autres organismes internationaux (par exemple EIFAC, NASCO, NAFO, ICCAT, IWC). Ce travail, ciblant la collecte et l'analyse des données pertinentes sur les poissons et la pêche au sens large, vise à fournir un avis cohérent sur la gestion aux ministres des états membres de sorte que la politique commune de la pêche puisse être mise en application et améliorée. La réputation de Cefas, basée sur la qualité et l'expérience de son personnel, est reflétée dans le travail qu'elle effectue pour des gouvernements étrangers, en leur fournissant un examen impartial et indépendant des programmes d'évaluation et de gestion pour un certain nombre de leur pêcheries. Cefas a été impliqué dans la recherche sur l'environnement marin de la Manche depuis le début du 20ème siècle. Cefas continue d'effectuer des campagnes annuelles de pêche et de biologie marine en Manche, et a contribué à de nombreuses publications scientifiques sur son environnement et ses biota marins.

forefront of fisheries management. Cefas plays a leading role within the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) and other international organisations (e.g. EIFAC, NASCO, NAFO, ICCAT, IWC). This work, directed towards the collection and analysis of appropriate data on fish and fisheries in their broadest sense, is aimed at providing coherent management advice to the Ministers of the member states so that the Common Fisheries Policy can be implemented and improved. Cefas' reputation, based on the quality and experience of its staff, is reflected in the work done for overseas governments in providing an impartial and independent review of assessment and management programmes for a number of their fisheries. Cefas has been involved in research on the English Channel marine environment since the onset of the 20th Century. Cefas continues to carry out annual fisheries and marine-biological surveys in the English Channel, and has contributed numerous scientific publications on its marine environment and biota.

www.univ-lille1.fr

La Station Marine de Wimereux est un département de l'Université des Sciences et Technologies de Lille 1 (USTL-Lille1) et est associée au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) et à l'Université du Littoral Côte d'Opale dans le cadre de l'UMR LOG 8187 (Laboratoire d'Océanologie et Géosciences, ou LOG). La station marine a quatre missions : (1) recherche universitaire, (2) accueil pour les enseignants-chercheurs et chercheurs, (3) enseignement et (4) observations des écosystèmes côtiers et littoraux. Le Navire Océanographique le Sépia II, géré par l'Institut National des Sciences de l'Univers, immatriculé et basé dans le port de Boulogne-sur-mer, vient compléter les équipements océanographiques de la Station : équipement d'échantillonnage du benthos et du plancton, caméras vidéo, équipement de mesures *in situ* des flux aux interfaces, sonde CTD, et un large panel d'équipement de terrain et de laboratoire. Le LOG, qui associe des personnels du CNRS, de l'USTL et aussi de l'ULCO, concentre ses recherches pluridisciplinaires sur l'étude du système Manche en tant que modèle de mer mégatidale (à fortes marées).

The Marine Laboratory of Wimereux is a department of the University of Sciences and Technologies of Lille 1 (USTL-Lille 1) and is associated to the National Centre of National Research (CNRS or National Centre for Scientific Research) Opal Coast Littoral University (ULCO) under the label UMR LOG 8187 (Laboratoiry of Océanology and Geosciences, or LOG). The marine station has four main activities: (1) university research, (2) hosting for researchers and students, (3) teaching and (4) observation and study of both coastal and littoral environments. The university enjoys the use of an oceanographic research vessel called "Sepia II" based at the port of Boulogne-sur-mer and managed by the "Institut National des Sciences de l'Univers" (INSU) of the CNRS. Other oceanographic research facilities include sampling equipment for benthos and plankton, video camera, equipment for in situ benthic measurements, CTD salinity meter and a wide range of field and laboratory equipment. The LOG, which gathers personnels from CNRS, USTL and also ULCO, focuses its activities on the Channel as a model of megatidal sea.

Annexe 2. Méthodes d'interpolation et de modélisation des habitats des espèces

1. Introduction

Dans le contexte d'une gestion durable des ressources marines vivantes, la modélisation des habitats (ou de la distribution des espèces) et les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des outils importants et novateurs pour une meilleure compréhension des relations entre les espèces et leur environnement (Guisan & Zimmermann, 2000 ; Eastwood *et al.*, 2003 ; Guisan & Thuiller, 2005 ; Austin, 2007). Il existe un grand nombre de techniques de modélisation statistiques permettant de prédire la distribution des espèces à partir des conditions environnementales. Guisan *et al.* (2006) ont détaillé plusieurs méthodes pouvant être utilisées pour atteindre cet objectif.

L'analyse des schémas de distribution spatiale est de première importance car la plupart des phénomènes environnementaux sont affectés par des processus en partie spatialisés, générant ainsi des structures reconnaissables, telles que les taches ou des gradients, qui peuvent être analysées. Les données écologiques peuvent présenter plusieurs types de schémas spatiaux liés à différentes échelles tels que des gradients à large échelle, des taches à échelle intermédiaire ou locale, des fluctuations aléatoires ou du bruit à échelle plus fine (Fortin & Dale, 2005). La distribution des espèces résulte de l'action combinée de plusieurs contraintes, certaines étant externes (conditions environnementales), tandis que d'autres sont intrinsèques à la communauté (Legendre & Legendre, 1998). La structure des communautés et les attributs environnementaux associés résultent d'un grand nombre de processus physiques et biologiques qui interagissent, quelquefois de façon non-linéaire ou chaotique. Le résultat est si complexe que la variabilité spatiale sur une région, quelle que soit sa taille, apparaît comme étant aléatoire (Webster & Oliver, 2001). Leur analyse implique donc l'utilisation d'une approche probabiliste, qui est à la base des géostatistiques.

Beaucoup d'espèces de poissons démersaux et benthiques présentent des schémas de distribution et d'agrégation particuliers, en association avec des habitats ou des phases spécifiques de leur cycle de vie (Mello & Rose, 2005). Les géostatistiques sont particulièrement appropriées pour l'analyse de la distribution spatiale des poissons présentant des comportements grégaires mais des distributions saisonnières variables. Les structure spatiales, plus particulièrement celles des distributions des poissons, peuvent être identifiées et décrites quantitativement en utilisant les géostatistiques (Petitgas, 1993, 2001 ; Mello & Rose, 2005). La distribution décrite par ce procédé est proche de "l'habitat réalisé"

Annex 2. Spatial interpolation and species habitat modelling methods

1. Introduction

Considering the necessity of a sustainable management of marine living resources, habitat modelling (modelling species distribution) and Geographic Information System (GIS) are key and innovative tools to better understand species-environment relationships (Guisan & Zimmermann, 2000; Eastwood *et al.*, 2003; Guisan & Thuiller, 2005; Austin, 2007). A large number of statistical modelling techniques are available to predict species distribution from environmental conditions. Guisan *et al.* (2006) detailed several methods that could be used for such purpose.

The analysis of spatial patterns is of prime importance since most environmental phenomena are affected by processes that are partly spatialised and that generates recognisable structures, such as patches or gradients, which can be analysed. Ecological data may include several types of spatial patterns occurring at different scale such as trends at larger scale, patchiness at intermediate and local scales and random fluctuation or noise at smaller scale (Fortin & Dale, 2005). Species distribution results from the combined action of several forces, some of which are exogenous (environmental conditions), whereas others are endogenous to the community (Legendre & Legendre, 1998). Community structure and associated environmental attributes result from many physical and biological processes that interact, some in non-linear or chaotic ways. The outcome is so complex that the spatial variation over a region, of almost any surface area, appears to be random (Webster & Oliver, 2001). Their analysis hence requires a probabilistic approach, which underpins geostatistics.

Many demersal and benthic fish exhibit particular distribution and aggregation patterns, in association with particular habitats or phases of their life cycle (Mello & Rose, 2005). Geostatistics are particularly suited for the analysis of patterns in the distribution of fish exhibiting gregarious behaviour but seasonally variable distributions. Spatial structures, in particular that of fish distribution, can be identified and described quantitatively using geostatistics (Petitgas, 1993 & 2001; Mello & Rose, 2005). The distribution described through this process is close to the "realised habitat" (*i.e.* the portion of the habitat that is actually occupied) of a species.

However, the apparent randomness of the spatial variability, which is embodied in the random function model on which geostatistics are based, is not a property of the physical world (Webster & Oliver, 1990). Ecosystem spatial heterogeneity is determi-

(la partie de l'habitat réellement occupée) d'une espèce.

Néanmoins, l'aspect aléatoire apparent de la variabilité spatiale, incarné par la loi de probabilité sur laquelle sont basées les géostatistiques, n'est pas une propriété du monde physique (Webster & Oliver, 1990). En réalité, l'hétérogénéité spatiale des écosystèmes ne résulte pas de processus stochastiques, générateurs de bruits : elle est déterministe (Legendre & Legendre, 1998). L'analyse des relations entre les espèces et leurs habitats (définis ici en tant qu'ensemble des facteurs environnementaux nécessaires à la croissance, la reproduction, la survie et l'alimentation d'une espèce donnée) a toujours été une question centrale en écologie. L'étude de ces relations représente le cœur de la modélisation géographique prédictive en écologie. La majorité des approches de modélisation prédictive de la distribution spatiale des espèces utilisées à l'heure actuelle sont basées sur l'estimation de la réponse de l'abondance (ou de la probabilité de présence) moyenne ou médiane (tendance centrale) d'une espèce aux facteurs environnementaux (Oksanen & Minchin, 2002). C'est le cas des modèles linéaires généralisés (GLM), qui décrivent et prédisent "l'habitat préférentiel" (la partie de l'habitat potentiel utilisée en moyenne sur une période de temps) ou, dans le cas de données de présence-absence de l'espèce, "l'habitat probable" (où l'espèce peut être présente).

Ces techniques décrivant la réponse de la moyenne ou la médiane sont très utiles mais n'estiment pas correctement l'effet limitant de l'environnement sur la distribution d'une espèce (Cade *et al.*, 1999). En effet, la réponse réelle d'une espèce à un facteur limitant donné ne peut être quantifiée que si les autres facteurs opèrent à des niveaux non limitants. Ceci est connu sous le nom de loi de Liebig sur les facteurs limitants, cette loi prédisant que le taux de croissance d'une espèce est déterminé par la ressource la plus limitante (Hiddink & Kaiser, 2005). Cette situation (les autres facteurs opèrent à des niveaux non limitants) ayant peu de chance de se produire dans le monde naturel, la détermination effective de l'effet limitant des espèces aux variables environnementales sur la réponse des espèces requiert l'utilisation de méthodes statistiques moins répandues. Avec les régressions quantiles (RQ), n'importe quelle borne relative de la distribution des données observées (le quantile q décrivant la valeur supérieure ou égale à q% des données observées ou, en d'autres termes, la borne supérieure de q% des données observées) peut-être modélisée plutôt que sa moyenne (Koenker & Bassett, 1978 ; Cade & Noon, 2003 ; Yu *et al.*, 2003 ; Koenker, 2005).

Les RQ représentent donc une technique adaptée pour estimer l'effet des facteurs limitant la réponse en termes d'abondance d'une espèce : l'étude de la borne supérieure des données de réponse de l'abondance d'une espèce aux facteurs environnementaux permet de décrire son "habitat potentiel" plutôt que son "habitat préférentiel". Ainsi, les prédictions d'un modèle de régression sur les quantiles supérieurs surestiment l'abondance pour illustrer la

nistic and is not the result of random, noise-generating processes (Legendre & Legendre, 1998). The analysis of relationships between a species and its habitat – defined here as the set of environmental factors required for growth, reproduction, survival and feeding of a given species - has always been a central issue in ecology. Study of these relationships represents the core of predictive geographical modelling in ecology. The majority of species distribution modelling approaches in current use are based on estimation of mean or median (central tendency) species response (abundance or presence probability) to environmental factors (Oksanen & Minchin, 2002). This is the case for Generalised Linear Modelling (GLM), which describes and predicts the "preferential habitat", *i.e.* the portion of the potential habitat that is used on average over time, or, in the case of presence-absence species data, the "probable habitat", *i.e.* where the species may be present.

Such techniques describing the mean or median are very useful but do not properly estimate the limiting effects of the environment on species distribution (Cade *et al.*, 1999). Indeed, the real response of a species to a given limiting factor can only be quantified if all other factors occur at non-limiting levels. This is known as Liebig's law of limiting factors which predicts that the growth rate of a species is determined by the most limiting resource (Hiddink & Kaiser, 2005). This situation (i.e. all other factors occuring at non-limiting levels) being unlikely to take place in the natural world, the meaningful determination of the limiting effect of environmental variables on species response requires the use of non-standard statistical methods. In quantile regression (or Regression Quantiles, RQ), any relative limit of the observed data distribution (the q quantile describing the value above or equal to q% of the observed data or, in other words, the upper bound of q% of the observed data) may be modelled rather than the mean (Koenker & Bassett, 1978; Cade & Noon, 2003; Yu *et al.*, 2003; Koenker, 2005). Therefore, RQ is a suitable technique to estimate the effects of limiting factors on species abundance response. With such a study of the upper-bounds of species abundance response to environmental factor, the "potential habitat" rather than the "preferential habitat" is determined.

Thus, predictions from upper RQ models overestimate species abundance to illustrate the spatial distribution of the species maximum abundance in ideal environmental conditions (Vaz *et al.*, 2008). As such, RQ tends to describe potential spatial patterns or the "potential habitat" of species, i.e. all possible areas with conditions suitable for the presence or high abundance levels of a species. Both statistical model types (GLM and RQ) are very efficient tools to describe the habitat of a considered species, but while GLM describes the average probable or preferential habitat, RQ can in theory describe the maximum or potential habitat.

Maps showing potential habitats are less likely to underestimate species responses' to the environment, and hence the value of the habitat, and

distribution spatiale de l'abondance maximale des espèces dans des conditions environnementales idéales (Vaz *et al.*, 2008). En tant que telles, les régressions quantiles tendent à décrire des schémas potentiels de distribution spatiale ou les "habitats potentiels" d'une espèce (c'est-à-dire toutes les zones possibles présentant des conditions appropriées pour la présence ou la forte abondance d'une espèce). Les deux types de modèles statistiques (GLM et RQ) sont des outils très efficaces pour décrire l'habitat d'une espèce considérée, mais tandis que les GLM décrivent l'habitat probable ou préférentiel moyen, les RQ décrivent en théorie l'habitat maximal ou potentiel.

Les cartes illustrant l'habitat potentiel d'une espèce sont moins susceptibles de sous-estimer la réponse d'une espèce à son environnement, et donc la valeur de son habitat, et par conséquent, présentent des avantages pour l'application du principe de précaution à la gestion des ressources vivantes. Dans le contexte de la conservation des habitats et de la gestion durable des pêcheries, une approche basée sur l'utilisation de l'ensemble de ces techniques pour décrire et comparer l'abondance potentielle (maximale) d'une espèce (modèles RQ), son abondance moyenne (modèles GLM) et sa distribution observée (interpolations géostatistiques), cette dernière pouvant être mise à jour annuellement, peut s'avérer très utile. En plus de son intérêt pour la recherche en écologie, la modélisation géographique prédictive peut servir à évaluer l'impact de l'accélération des usages anthropiques et d'autres changements environnementaux sur la distribution d'une espèce, à améliorer les atlas faunistiques (ex. Carpentier *et al.*, 2005) ou à déterminer des priorités de conservation.

2. Préparation des données pour les analyses statistiques

Les statistiques en général, et les méthodes d'analyse de données en écologie plus particulièrement, requièrent l'examen attentif de la distribution de probabilité des données, car les variables écologiques (descripteurs) ne sont pas supposées avoir une échelle uniforme. Bien que la plupart des méthodes statistiques utilisées ne nécessitent pas la normalité absolue des données, elles donnent de meilleurs résultats si leur distribution de probabilité est aussi proche de la loi normale que possible. Pour produire les cartes de distributions spatiales et d'habitats présentées dans cet atlas, la normalité de la distribution de probabilité des données environnementales (ex. température, salinité, etc) ou biologiques (abondance des invertébrés benthiques, des poissons ou des céphalopodes, etc) a été testée en utilisant des histogrammes, le coefficient d'asymétrie et celui de kurtosis. Dans les cas où la valeur du coefficient d'asymétrie excédait |1| et/ou le kurtosis dépassait 1, les données ont été transformées quand une fonction améliorant la normalité de la distribution de probabilité des données pouvait être trouvée. Les données biologiques ont été mesurées sur des échelles basées sur des conventions analytiques et ne sont pas apparentées aux processus naturels qui les génèrent. Par conséquent, n'im-

therefore have potential benefits for precautionary management of living resources. In the context of habitat conservation and sustainable fisheries management, an approach based on the use of these techniques for describing and comparing potential (maximum) species abundance (RQ models) to average species abundance (GLM models) and observed distribution (geostatistical interpolation), the latter updatable on an annual basis, can be very useful. Besides their usefulness for ecological research, predictive geographical modelling may also be interesting to assess the impact of accelerated human utilisation of resources and other environmental change on the distribution of species, to improve faunistic atlases (e.g. Carpentier *et al.*, 2005) or to set up conservation priorities.

2. Preparing data for statistical analyses

Statistics in general and more particularly data analyses methods in ecology require the careful examination of the data probability distribution, because ecological variables (descriptors) are assumed not to have a uniform scale. Although most of the statistical methods used do not require full data normality, they perform better if the distribution is as near to normal as possible. To produce the spatial distribution and habitat maps presented in this atlas, the statistical distribution of environmental (e.g. temperature, salinity, etc) or biological (e.g. benthic invertebrate abundance, fish and cephalopod abundance, etc) data were tested for normality using histograms, skewness and kurtosis. When skewness value exceeded |1| and/or kurtosis exceeded 1, the data were transformed if a normalising function that could improve the data distribution was found. Biological variables were measured on scales based on analytical conventions and they are unrelated to the natural processes that generate them. Therefore, any transformed scale is as appropriate as those on which these data were originally recorded (Legendre & Legendre, 1998). Species abundance were expressed as density values (number of individuals per 30 L of sediment for most benthic invertebrates, number of fish eggs per 20 m^3 of water, number of

porte quelle échelle transformée est aussi appropriée que celle qui a initialement servi à mesurer les données (Legendre & Legendre, 1998). L'abondance des espèces a été exprimée sous forme de densité (nombre d'individus pour 30 L de sédiment pour la plupart des invertébrés benthiques, nombre d'œufs de poisson par 20 m^3 d'eau, nombre de larves de poisson par 100 m^3 d'eau, ou nombre d'individus au km^2 pour les poissons, céphalopodes, et certains macro-invertébrés) pour laquelle il s'est avéré qu'une transformation par la fonction logarithmique de base 10, $\log_{10}(x+1)$ (où x est la valeur de densité de l'espèce), était nécessaire dans tous les cas.

Il faut noter ici que pour certaines espèces, les données ont été analysées sous la forme de présence-absence plutôt que de densité. Ces espèces correspondent à celles que les engins de pêche utilisés ne capturent pas efficacement ou dont l'abondance est généralement sous le seuil de détection permis par les méthodes d'échantillonnage opérées. Dans les deux cas, les observations disponibles ne permettaient pas une représentation adéquate de l'abondance. Pour ces espèces, il a été possible de créer des cartes de distributions continues de probabilité de présence, en utilisant les géostatistiques. La modélisation d'habitat n'a cependant pu être réalisée qu'à partir des GLM, afin de générer une carte d'"habitat probable" prédisant la probabilité de présence de l'espèce en fonction des facteurs environnementaux.

3. Interpolation spatiale par les géostatistiques

Les géostatistiques regroupent un ensemble de méthodes pour l'analyse des données spatiales et leur interpolation (Matheron, 1965). Elles consistent simplement en une série de méthodes pour estimer la valeur d'une variable d'intérêt à une position géographique, à partir de données sur cette variable disponibles à d'autres positions plus ou moins clairsemées. Une des méthodes d'interpolation géostatistique est connue sous le terme général de krigeage qui produit également une estimation de l'erreur d'interpolation. Le krigeage est différent des autres méthodes d'interpolation car il utilise un modèle du schéma d'auto-corrélation spatiale (le fait que des positions géographiques proches présentent des valeurs de la variable étudiée plus semblables que des positions éloignées) de la variable étudiée – le variogramme (figure 1 ; cf. §3.2 pour plus de détails sur les variogrammes).

3.1 Résolution des échantillons et paramètres de recherche de l'interpolation

Tout d'abord, les coordonnées de longitude ont été corrigées de façon à exprimer les degrés décimaux de longitude sur la même échelle de distance métrique que les degrés décimaux de latitude. Cette correction est opérée par une transformation de projection (voir équation 1).

fish larvae per 100 m^3 of water, or number of individuals per km^2 for fish, cephalopods and certain macro-invertebrates) and always required to be "log-transformed" using a base 10 logarithmic function, $\log_{10}(x+1)$ transformation (where x is the species density value).

To be noted here is the case of a number of species for which data were analysed as "presence-absence" rather than density. These species were either not caught representatively by the fishing gear or their abundance was below the detection threshold afforded by the sampling methods (i.e. abundance was too low to be detected by the gear). Both ways, the data did not reflect well their actual abundance. For these species, it was possible to create, instead, continuous distribution maps showing presence probability, using geostatistics. Habitat modelling, however, could only be carried out with generalised linear modelling, thereby resulting in a "probable habitat map" also predicting the probability of presence of the species.

3. Spatial interpolation using geostatistics

Geostatistics embody a suite of methods for analysing spatial data and for their interpolation (Matheron, 1965). It is basically a set of methods for estimating the values of a property of interest at non sampled locations, from more or less sparse available sample data points of this variable. One geostatistical interpolation method is known by the general term kriging which also produces an estimation of the kriging error. Kriging is different from other interpolators because it uses a model of the spatial auto-correlation pattern (resulting from the fact that nearby locations have more similar values of the studied variable than locations far apart) of the variable of interest – the variogram (figure 1; cf. §3.2 for more details on variograms).

3.1 Survey resolution and interpolation search parameters

First, the longitude coordinates were corrected so that longitude decimal degrees were expressed in the same scale of metric distance as the latitude decimal degrees. This correction is computed using a projection transformation (see equation 1).

Therefore, the latitude decimal degree was used as the standard distance unit for the purpose of the spatial analyses, but could be further expressed

Longitude corrigée / *Corrected longitude* = longitude x cos((latitude x π)/180) (1)

Ainsi, le degré décimal de latitude a été utilisé comme unité de distance standard dans le cadre des analyses spatiales mais pouvait également être exprimé en distance métrique selon la conversion suivante (équation 2) :

1 (° latitude) = 60 x 1.852 (km) (2)

Après analyses géostatistiques et interpolations par krigeage, la longitude a été de nouveau convertie en unité d'origine pour permettre la cartographie à partir des coordonnées géographiques standards.

Avant de réaliser les analyses par espèces, une exploration préliminaire des données a permis d'optimiser et de fixer les paramètres d'interpolation afin d'accommoder les protocoles d'échantillonnage, toutes années confondues. Les paramètres ainsi fixés ont été utilisés dans l'ensemble des procédures d'interpolation. Par exemple, pour les données provenant de la campagne CGFS, la distance moyenne entre deux points voisins, correspondant à la résolution de la campagne, était de 0.1°, valeur qui a été utilisée pour fixer la taille des mailles de la grille d'interpolation. Le rayon de recherche de données voisines pour l'interpolation des données CGFS a été fixé à 0.2 (deux fois la taille des mailles) et le nombre d'observations voisines utilisé était compris entre un minimum de quatre points et un maximum de sept points. De façon similaire, ces paramètres ont été fixés à des valeurs appropriées pour l'interpolation des données provenant des autres campagnes considérées (ex. invertébrés benthiques, IBTS, BTS, etc).

3.2 Analyse variographique : le variogramme

Le variogramme, l'outil central des géostatistiques (figure 1), est une fonction qui mesure les relations entre des paires d'observations, à différentes positions géographiques séparées par une distance connue. Il résume la façon dont la variabilité d'une variable change quand la distance et la direction séparant toutes les paires d'observations varient (équation 3).

Typiquement, pour des données structurées spatialement, la semi-variance est faible pour de courtes distances entre positions et s'accroît lorsqu'elles augmentent (accroissement monotonique). La semi-variance peut atteindre un maximum auquel elle se stabilise. Cette borne supérieure, la variance de palier, indique la variabilité maximale du jeu de données à partir de laquelle les valeurs de la variable d'intérêt à différentes positions ne sont plus corrélées spatialement. La distance de séparation à laquelle le palier est atteint (la portée) marque la limite de la dépendance spatiale entre valeurs de la variable, c'est-à-dire qu'elle décrit l'étendue

in metric distance using the following conversion (equation 2):

1 (° latitude) = 60 x 1.852 (km) (2)

After geostatistical analyses and kriging interpolation have taken place, longitude was back-transformed so as to map with standard geographic coordinates.

Prior to any species analysis taking place, a preliminary data exploration resulted in optimised and constant interpolation parameters to suit the survey design across all years, so that they could be used for all interpolation procedures. For instance, for data originating from the CGFS survey, the average distance between nearby pairs of observations, corresponding to the survey resolution, was 0.1°, and was used to set the mesh size of the interpolation grid. To interpolate CGFS data, the search radius of nearby values was set to 0.2 (i.e. twice the grid mesh size) and the number of neighbours used were taken between a set minimum of four and maximum of seven data points. Obviously, these parameters were set to other appropriate values for the interpolation of data from the other surveys considered (e.g. benthic invertebrates, IBTS, BTS, etc).

3.2 The variogram

The variogram, the central tool of geostatistics (figure 1), is a function that measures the relation between pairs of observations at a certain distance apart. It summarises the way in which the variance of a variable changes as the distance and direction separating any two points varies (equation 3).

Typically, for spatially structured data, the semi-variance is small at short lags and increases with larger separating distances (monotonic growth). The semi-variance may increase to a maximum at which it remains thereafter. This upper bound, the sill variance, estimates the maximum variability of the data after which the values of the variable of interest are no longer spatially correlated. The lag distance at which the sill is reached (the range) marks the limit of spatial dependence between the variable values, *i.e.* it describes the extent of the observed spatial pattern. The range size is related to the spatial continuity of the variable of interest and a variable with long range is more dispersed spatially than one with a short range. The variogram often has a positive intercept on the ordinate, known as the "nugget" variance. The nugget is the amount of variability not explained by the spatial model. This arises from a combination of error terms attributable to inappropriate sampling, measurement or analytical errors, random variation, and mostly from variation occurring over distances shorter than the sampling resolution.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} \times n(h) \times \sum \left[z(x+h) - z(x) \right]^2 \quad (3)$$

Equation de la semi-variance d'un variogramme expérimental : $\gamma(h)$ est la semi-variance, $n(h)$ est le nombre de paires ayant une distance de séparation h, $z(x)$ est la valeur observée à la position x et h est la distance entre deux positions. / *Equation of experimental variogram semi-variance: $\gamma(h)$ is the semi-variance, $n(h)$ is the number of pairs for distance h, $z(x)$ is the observed abundance at location x and h is the distance between two locations.*

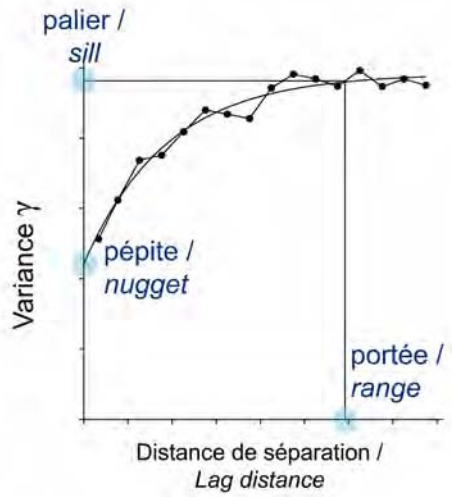


Figure 1. Le semi-variogramme est l'outil central des géostatistiques. Le palier, la distance de séparation et la pépite sont indiqués, ainsi que le modèle (courbe). / *The semi-variogram is the central tool of geostatistics. The sill, lag distance and nugget are shown, as well as the model (curve).*

du schéma spatial observé. La taille de la portée est apparentée à la continuité spatiale de la variable d'intérêt, et une variable avec une longue portée est spatialement plus étalée qu'une variable à faible portée. Un variogramme a une ordonnée à l'origine positive connue sous la dénomination de variance de "pépite". La pépite est la variabilité non-expliquée par le modèle spatial. Elle résulte d'une combinaison de termes d'erreurs attribuables à un échantillonnage inapproprié, d'erreurs analytiques ou de mesures, de la part aléatoire de la variation, et surtout des variations s'opérant à des distances inférieures à la résolution de l'échantillonnage.

3.3 Modélisation du variogramme

Beaucoup de variogrammes ont des formes simples qui peuvent être décrites par un ensemble limité de modèles autorisés (ici seuls les modèles de type circulaire, sphérique, pentasphérique et négatif exponentiel ont été utilisés ; Webster & Oliver, 2001). Ces modèles variographiques doivent être capables de décrire les caractéristiques principales du variogramme, c'est-à-dire la pépite, la forme de l'accroissement monotonique et le palier. Les modèles circulaire, sphérique et pentasphérique (par ordre croissant de gradation) se courbent plus graduellement que des modèles bornés linéaires. Tous illustrent des structures spatiales de la variable étudiée qui ont une étendue commune et apparaissent comme des taches, certaines de fortes et d'autres de faibles valeurs, la portée du modèle correspondant au diamètre moyen de ces taches (Webster & Oliver, 2001). Le modèle exponentiel, quant à lui, approche son palier de façon asymptotique et n'a pas de portée finie. Le diamètre moyen des taches peut alors être évalué approximativement à trois fois la portée, qui est la distance à laquelle le variogramme a atteint 95% de son palier. Les variogrammes ajustés par ce modèle illustrent des schémas spatiaux pour lesquels les structures ont des étendues aléatoires. Il faut s'attendre à de tels variogrammes quand les différences entre les niveaux d'abondance sont les contributeurs principaux de la variation locale, et quand les limites entre ces niveaux se présentent

3.3 Modelling the variogram

Many variograms have simple forms that can be described by a limited set of authorised models; here only circular, spherical, pentaspherical and negative-exponential were used (Webster & Oliver, 2001). These variographic models must be capable of describing the main features of the variogram, *i.e.* the nugget, the shape of the monotonic increase and the sill. Circular, spherical and pentaspherical models curve, in increasing order of gradation, more gradually than boundedlinear models. All of them illustrate spatial structures of the studied variable that have a common extent and appear as patches, some with high values and others with low ones, the range of the model corresponding to the average diameter of the patches (Webster & Oliver, 2001). The exponential model approaches its sill asymptotically and does not have a finite range. The average diameter of the patches can be set to approximated three times the range, which is the distance at which the variogram has reached 95% of its sill. A variogram fitted by this model illustrates spatial patterns in which the structure has random extents. Such a variogram should be expected where differences in the level of abundance are the main contributors to the local variation and where boundaries between levels occur spatially at random (Webster & Oliver, 2001).

The most common way of fitting models is by the statistical procedure of least squares approximation, the selection between alternative models being based on the best statistical and visual fit. The parameters of the model estimate the nugget and the sill variances, and the range. From the latter, the scale of variation of a particular variable can be determined, compared with that of others and can be used to determine the limit of spatial dependence of this variable. Some variograms appear completely flat meaning that there is no obvious spatial dependence in the data and only estimating a nugget variance ("pure nugget").

géographiquement de façon aléatoire (Webster & Oliver, 2001).

La méthode la plus commune pour ajuster ces modèles au variogramme expérimental est celle des moindres carrés, la sélection entre modèles alternatifs étant basée sur les niveaux d'ajustement statistique et visuel. Les paramètres du modèle donnent une estimation des variances de pépite et de pallier, et de la portée. A partir de cette dernière, l'échelle de variation d'une variable particulière peut être déterminée, comparée avec d'autres et utilisée pour déterminer la limite de dépendance spatiale de cette variable. Certains variogrammes sont totalement plats, signifiant qu'il n'y a pas de dépendance spatiale évidente dans les données et n'estimant alors qu'une variabilité de pépite ("pure pépite").

3.4 Interpolation par krigeage

La méthode d'interpolation géostatistique pour laquelle les paramètres du variogramme sont essentiels, est connue sous le nom de "krigeage". Le krigeage produit des estimations optimales et objectives (et qui peuvent être utilisées pour la cartographie) de valeurs de la variable considérée à des positions non échantillonnées, en prenant en compte la façon dont cette variable varie dans l'espace sur la base des positions échantillonnées. C'est une méthode de moyenne pondérée, le poids des points observés utilisés pour l'interpolation étant basé sur le modèle variographique de la variance spatiale de la variable d'intérêt. Le krigeage ordinaire est la méthode la plus communément utilisée. Généralement parlant, les poids des points observés proches du point à interpoler sont importants et décroissent avec la distance en fonction du modèle variographique. Les quatre ou cinq points les plus proches contribuent à 80% du poids total tandis que les dix plus proches contribuent à pratiquement 100%. De la même façon, les points regroupés se voient attribuer un poids individuel moindre que des points isolés à la même distance, prenant ainsi en compte le degré de redondance de l'information spatiale. Finalement, certains points peuvent être masqués par des points disposés entre eux et le point à "kriger". Ces effets sont souhaitables et démontrent que le krigeage est local. Le krigeage par bloc, produisant une valeur moyenne d'interpolation à l'intérieur d'une zone donnée plutôt qu'à une position ponctuelle, a été choisi. La taille des blocs a été choisie égale à celle de la grille d'interpolation de sorte que les nœuds de la grille correspondent au centre des blocs et que les blocs ne se chevauchent pas.

3.5 Erreur de krigeage

Le krigeage fournit une estimation de l'erreur d'interpolation (mesurée comme une variance d'estimation), alors que les méthodes d'interpolation classiques basées sur des fonctions mathématiques arbitraires ne peuvent pas l'estimer. De plus cette erreur est réduite autant que possible car la fonction de krigeage la minimise par définition. En effet, et pour chaque estimation, les poids attribués aux observations voisines sont calculés à partir du modèle variographique de sorte à minimiser la variance

3.4 Kriging interpolation

The method of interpolation embodied in geostatistics and for which the variogram parameters are essential, is known as kriging. Kriging produces optimal and unbiaised estimates (that can be used for mapping) of the variable of interest's values at unsampled locations, by taking into account the way in which this variable changes in space based on sampled locations. It is a method of weighted averaging, the weight of observed points used for the interpolation being based on the variogram model of the spatial variation of the variable of interest. Ordinary kriging is the most commonly used method. Generally speaking, the weights of observed points near the point to be kriged are high and these decrease as the distance increases depending on the variogram model. The nearest four or five observations might contribute 80% of the total weight whilst the nearest 10 contribute almost all the remainder. Similarly, clustered points carry less weight individually than isolated ones at the same distance, hence taking into account the degree of spatial redundancy of the information. Finally, some data points may be masked by points lying between them and the point to be kriged. These effects are desirable and show that kriging is local. In the present study, block kriging, producing average estimated value within a prescribed area, rather than at a punctual location, was preferred. Block size matched that of the interpolation grid so that the grid nodes corresponded to the block centre and blocks did not overlap.

3.5 Kriging error

Kriging produces an estimation of the interpolation error (measured as an estimation variance), whereas classical interpolation methods, based on arbitrary mathematical functions, cannot estimate it. Moreover, this error is lowered as much as possible, as the kriging predictor minimises it by definition. Indeed, for each estimation, the weights given to neighbouring observations are computed from the variogram model and are derived so as to minimise the estimation variance. As a result, for mapping purposes, kriged interpolation produces a large field of estimates at points, or blocks, and corresponding kriging error.

3.6 Spatial trend or drift

Local trend or drift, meaning that the studied variable changes in a continuous, predictable and therefore determinist way with the geographic coordinates, violates the main assumption that underpins geostatistics according to which the spatial variability of the variable rests on purely random processes (Isaaks & Srivaslastava, 1989). In this case, the variogram generally presents an upward concave shape. Variables must be examined at the outset for the presence of a spatial trend, by fitting a low-order polynomial on the spatial coordinates (linear or quadratic regression; Webster & Oliver, 2001). A linear function for a two dimensional trend corresponds to an inclined plane, such as a drift in depth value from inshore to offshore, whilst a quadratic function corresponds to a curved surface which might simulate an edge effect, such as

d'estimation. Par conséquent, pour des besoin cartographiques, l'interpolation par krigeage permet de couvrir de larges zones en produisant aisément un nombre important d'estimateurs ponctuels, ou par blocs, ainsi que les variances d'estimation (ou erreurs de krigeage) associées.

3.6 Tendance spatiale ou dérive

Les tendances locales ou dérives, à savoir le fait que la valeur de la variable étudiée change de façon continue et prévisible, donc déterministe, avec les coordonnées spatiales, violent l'hypothèse principale qui sous-tend les géostatistiques selon laquelle la variabilité spatiale de la variable repose sur un processus purement stochastique (Isaaks & Srivaslastava, 1989). Dans de tels cas, le variogramme présente généralement une forme concave dans sa partie ascendante. La présence de tendance spatiale des variables doit être examinée en amont en ajustant aux données un polynôme de faible degré des coordonnées spatiales (régression linéaire ou quadratique ; Webster & Oliver, 2001). Une fonction linéaire pour une tendance en deux dimensions correspond à un plan incliné (telle une dérive de la profondeur entre la côte et le large) tandis qu'une fonction quadratique correspond à une surface courbée simulant un effet de bord (telle la profondeur autour d'une île ou une baie fermée ou un détroit entouré de côtes). Quand le polynôme ajusté explique plus de 20% de la variance, un variogramme peut être calculé à partir des résidus de la régression (*i.e.* après suppression de la tendance) et comparé au variogramme sur les données d'origine. Si la présence d'une tendance spatiale est confirmée, le krigeage universel (Matheron, 1969), une adaptation du krigeage ordinaire, permet d'accommoder une telle tendance en l'insérant de nouveau après la prise en compte de la structure spatiale des résidus pour l'interpolation. Le krigeage universel a été utilisé pour obtenir des estimations non biaisées en présence de tendance spatiale des données.

3.7 Cartographie de l'estimation krigée

Les estimations krigées et les erreurs de krigeage correspondantes peuvent être utilisées pour cartographier la variable étudiée de façon à interpréter son schéma de distribution spatiale décrit par le variogramme. Dans la présente étude, l'ensemble des analyses de la structuration spatiale des données biologiques et environnementales a été réalisé en utilisant le logiciel de statistiques généraliste Genstat (Genstat Eleventh Edition, 2008), qui inclut les outils principaux de géostatistiques. Il permet de calculer le variogramme expérimental d'une variable observée, d'y ajuster plusieurs modèles mathématiques autorisés et de les utiliser pour interpoler les données par krigeage sur une grille fine et régulière (cf. §3.1 pour la détermination des paramètres d'interpolation).

En fonction de la quantité et de la qualité des données disponibles, des cartes de distribution annuelles ont été produites. De façon à résumer l'information contenue dans toutes ces cartes, des cartes de la distribution moyenne (calculée comme la moyenne arithmétique de toutes les cartes), la variabilité in-

depth value around an island or in an enclosed bay or strait surrounded by coastlines. When the fitted polynomial accounts for over 20 % of the variance, a variogram may be computed using the residuals of regression (i.e. after the trend has been removed) and compared to the variogram of the original data. When the presence of a spatial trend in the data is confirmed, universal kriging (Matheron, 1969), an adaptation of ordinary kriging, allows taking into account such a trend, by re-inserting it after having taken into account the spatial structure of the residuals for the interpolation. Universal kriging was used to produce unbiaised estimates in the presence of a spatial trend in the data.

3.7 Mapping the kriged estimate

The kriged estimates and corresponding kriging error can be used to map the variable of interest in order to interpret the spatial pattern summarised by the variogram. In the present study, all the spatial structure analyses of biological and environmental data were performed using Genstat (Genstat Eleventh Edition, 2008), which is a GENeral STATistics package that includes the main geostatistical tools. It computes experimental variograms of surveyed variables, fits these with various authorised mathematical models and uses them to interpolate data by kriging on a fine regular grid (cf. §3.1 for the determination of the interpolation parameters).

Depending on the quantity and quality of the available data, annual distribution maps were produced. In order to summarise the information available within a given time period, the following maps were also produced: average distribution maps (computed as the arithmetic mean of all maps), interannual variability maps (computed as the standard deviation of all maps) and kriging error maps (computed as the sum of the kriging error of all maps). When data were more scarce, only a multi-annual distribution map using all the data available was produced, along with its kriging error map. Finally, when only presence-absence data could be exploited, indicator kriging (on binary data) was used to produce a multi-annual probability of presence map, along with its kriging error map.

Using ArcMap's Spatial Analyst extension (ESRI ArcGIS 9.1), the grid of data points produced by kriging was again interpolated to create a continuous raster (1 km^2 cell size, or resolution, for the great majority of maps), referenced to WGS 1984 datum. Spatial Analyst's Raster Calculator tool was then used to cut out any portion of the raster that was "extrapolated", *i.e.* that was outside of the geographical area covered by the original data (and that hence corresponds to empty uncoloured patches on the final maps). When the area surveyed varied across years, the resulting maps hence differ in geographical extent. Though all the rasters produced are unprojected and referenced to WGS 1984 datum, the maps presented in the atlas use a World Mercator projection with WGS 1984 datum.

To best display temporal series of a given variable, the same minimum and maximum scale values

terannuelle (calculée comme l'écart-type de toutes les cartes) et l'erreur de krigeage (calculée comme la somme des erreurs de krigeage de toutes les cartes) sur toute la période disponible sont également présentées. En cas de données insuffisantes, seule une carte de distribution pluriannuelle utilisant simultanément toutes les données disponibles a été produite, avec celle de son erreur de krigeage. Finalement, lorsque seules les données de présence-absence pouvaient être exploitées, le krigeage indicatif (sur des données binaires) a permis de produire une carte pluriannuelle de probabilité de présence, accompagnée de sa carte d'erreur de krigeage.

A partir de l'extension "Spatial Analyst" de ArcMap (ESRI ArcGIS 9.1), la grille des estimations produites par krigeage a été interpolée de nouveau pour créer une trame continue, c'est-à-dire un "raster" (avec par exemple des cellules de 1 km^2 de résolution pour la plupart des cartes) au format datum WGS 1984. L'outil calculatrice raster du Spatial Analyst a ensuite permis de supprimer les parties du raster extrapolant les données, c'est-à-dire en dehors de l'aire géographique couverte par les données d'origine (ces parties apparaissent comme des zones vides, non colorées, sur les cartes finales). En cas de variation de l'étendue de la zone échantillonnée d'une année à l'autre, les cartes résultantes diffèrent donc dans leurs couvertures géographiques. Bien que tous les rasters produits soient au format WGS 1984, les cartes présentées dans cet atlas utilisent une projection Mercator Monde (avec le datum WGS 1984).

De façon à créer une représentation appropriée des séries temporelles d'une même variable, leur échelle a été standardisée en utilisant les 5^{e} et 95^{e} percentiles de la distribution de probabilité de toutes les données, interpolées sur l'ensemble de la période étudiée comme minimum et maximum. Cette solution a été préférée à l'utilisation des minima et maxima réels, de façon à éviter les valeurs extrêmes rares qui génèreraient une échelle non représentative, biaisant de fait la représentation des données sur toute une série d'années. Les cartes de probabilité de présence, d'écart-type interannuel et d'erreur d'interpolation sont présentées à leurs échelles d'origine.

Dans la présente étude, les analyses géostatistiques et l'interpolation par krigeage ont été largement utilisées pour étudier la structure spatiale de la distribution de l'abondance des espèces (notamment à plusieurs stades du cycle de vie) et des variables environnementales dans la Manche orientale, sur la base de données collectées lors de nombreuses campagnes (voir chapitre 4). Les paramètres des variogrammes reflètent les changements temporels des schémas de distribution spatiale et, dans le cas des organismes vivants, les cartes résultantes illustrent leur distribution spatiale "réalisée" et ses variations temporelles.

were used: for this purpose, the 5th and 95th percentiles were calculated using all the interpolated data available for the variable considered over the whole study period. This solution was chosen rather than using the real minimum and maximum values, so as to avoid errors caused by rare and locally extreme values (outliers) that could greatly biase the data representation over several years. Probability of presence, interannual standard deviation and kriging error maps were left in their original scales.

In the present study, geostatistical analyses and kriging interpolation were used to extensively analyse the spatial structure of abundance distribution of species (several life stages) and environmental variables in the eastern English Channel, based on the data collected by a number of surveys (see chapter 4). The variogram parameters reflect the temporal changes in their distribution patterns and, in the case of living organisms, the resulting maps illustrate, of the species considered, the "realised" spatial distribution and its temporal variation.

4. Modélisation de l'habitat des espèces

Dans le cadre de la modélisation statistique des habitats des espèces, les méthodes de régression ont pour but de fournir une estimation numérique de la réponse des espèces (ex. en termes d'abondance et/ou de probabilité de présence) aux changements d'un ou de plusieurs facteurs environnementaux. Dans cet atlas, deux types de cartes d'habitat d'espèces sont présentés, résultant de la description de cette réponse par soit des modèles linéaires généralisés (GLM) soit des régressions quantiles (RQ). Ces approches de modélisation ont été utilisées pour produire des cartes d'habitats pour un grand nombre d'espèces de poissons et de céphalopodes (mais aussi quelques macro-invertébrés benthiques) à des stades variés de leurs cycles de vie. La construction du modèle d'habitat s'effectue en trois étapes : la sélection du modèle, l'évaluation de son ajustement et l'évaluation de son pouvoir prédictif. La sélection du modèle implique d'estimer les contributions variées des facteurs environnementaux mesurés à la réponse d'une espèce. Les facteurs environnementaux ne contribuant pas significativement à cette réponse sont éliminés du modèle.

4.1 Modélisation linéaire généralisée

Les modèles linéaires (telles les régressions multiples) et leurs formes généralisées (GLM, McCullagh & Nelder, 1989) sont très populaires et sont souvent utilisées pour modéliser la distribution des espèces en fonction des facteurs environnementaux (Guisan *et al.*, 2002). La grande majorité des approches de modélisation de distribution des espèces qui sont en usage de nos jours reposent sur l'estimation de la réponse de la moyenne ou la médiane de la variable d'intérêt (tendance centrale), typiquement l'abondance et/ou la probabilité de présence d'une espèce, à des facteurs environnementaux.

Les GLM décrivent la réponse de l'abondance et/ou la probabilité de présence moyenne d'une espèce en fonction des conditions environnementales (figure 2). Dans ce type de modèles, le prédicteur li-

4. Species habitat modelling

For the purpose of statistical modelling of species habitat, regression methods aim to provide numerical estimates of how species respond (e.g. in terms of abundance and/or presence probabilty) to changes in one or more environmental factors. In this atlas are presented two types of species habitat maps: generalised linear models (GLM) and regression quantile (RQ) models. These modelling approaches were used to produce habitat maps for a number of fish, cephalopod and benthic macro-invertebrate species, at various stages of their life cycles. The habitat model construction can be split into three stages: model selection, evaluation of model fit, and evaluation of model predictive power. Model selection involves assessing the various contributions of the measured environmental factors to the species response. Those environmental factors that offer no significant contribution are dropped from the model.

4.1 Generalised linear modelling

Ordinary multiple regressions and their generalised forms (GLM, McCullagh & Nelder, 1989) are very popular and are widely used for modelling species distributions using environmental variables (Guisan *et al.*, 2002). Most species distribution modelling approaches in current use are based on the estimation of mean or median (central tendency) of the variable of interest, typically the abundance and/or the presence probability of a species, to environmental factors.

GLM describes the mean response of a species abundance or presence probability according to environmental conditions (figure 2). In this type of model, a linear prediction is related to the mean of the response variable through a link function (e.g. *identity* function for a normally distributed variable, or *logit* function for binary data). Corresponding habitat models required a two step modelling procedure. The presence probability of the considered species as a function of environmental factors is first modelled using presence-absence data, independently from abundance data. Then, the response in

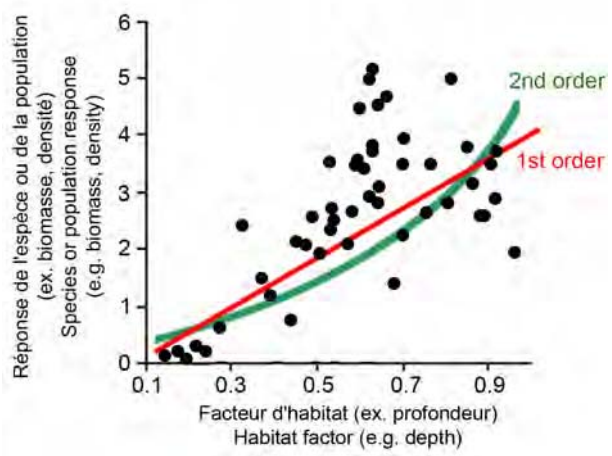


Figure 2. Réponse simulée d'une espèce ou d'une population à un seul facteur, et régressions linéaires généralisées de 1er et 2nd ordre. / *Hypothetical species or population response to a single habitat factor, and fitted first and second order generalised linear regressions.*

néaire est relié à la moyenne de la variable réponse par une fonction de lien (fonction *identité* pour une variable distribuée normalement, ou fonction *logit* pour une variable binaire, par exemple). Les modèles d'habitats correspondants sont développés en deux étapes : la probabilité de présence en fonction des facteurs environnementaux est tout d'abord modélisée à partir des données de présence-absence, indépendamment des données d'abondance, puis la réponse de l'abondance moyenne est décrite en cas de présence uniquement. L'habitat de l'espèce peut ensuite être prédit en combinant le modèle de présence-absence avec celui de réponse en termes d'abondance en cas de présence. Cette procédure permet de contourner le problème de distribution atypique des données de comptage qui comportent un grand nombre d'observations ayant une valeur zéro, problème récurrent dans les données d'abondance d'espèce (Stefánsson, 1996 ; Barry & Welsh, 2002). Dans cet atlas, la sélection de modèle s'est faite à partir d'un modèle complet incluant comme variables explicatives (ou prédictives) tous les facteurs environnementaux disponibles (les paramètres continus ont été introduits sous forme de polynômes de degré deux, les variables catégoriques sous forme de facteurs, et toutes les interactions de premier ordre entre les paramètres environnementaux ont été considérées ; à noter que les interactions n'ont pas été testées pour le stade "œuf").

Les prédicteurs environnementaux sélectionnés ont été : la température, la salinité, la tension de cisaillement sur le fond, la profondeur, la concentration en chlorophylle *a* (seulement pour les stades œufs), la fluorescence (seulement pour les stades larvaires) et le type de sédiment superficiel. Alors que les six premiers facteurs étaient considérés comme co-variables continues, le type de sédiment (vase, sable fin, sable grossier, gravier et cailloutis) a été introduit dans le modèle en tant que facteur. Le modèle GLM a été sélectionné par méthode descendante (backward selection) basée sur des tests de significativité du Chi^2 ou F (Venables & Ripley, 2002). Cette approche a été préférée à la réduction du critère d'information d'Akaike (ou AIC ; Akaike, 1974) afin d'être cohérent avec la procédure de sélection des modèles de régression quantile qui est également basée sur les tests de significativité. Les données de présence-absence, qui suivent une distribution binomiale, ont été modélisées par régression logistique avec une fonction de lien *logit* afin de prédire la probabilité de présence des espèces considérées. Les données d'abondance en cas de présence (c'est-à-dire en ne considérant que les abondances non nulles) ont été transformées par fonction logarithmique pour parvenir à la normalité, puis modélisées par modèle linéaire classique (distribution gaussienne avec la fonction de lien *identité*) de façon à prédire la densité d'individus en cas de présence sur une échelle logarithmique. La probabilité de présence prédite a ensuite été multipliée par la densité d'individus prédite en cas de présence afin obtenir la prédiction finale d'abondance (Stefánsson, 1996).

terms of abundance is modelled in case of presence only. The species' habitat can finally be predicted by combining the presence-absence model with the model of abundance response in case of presence. This procedure allows circumventing the problem of atypical distribution of count data which include numerous observations with value zero, which is common in species abundance data (Stefánsson, 1996; Barry & Welsh, 2002). In this study, model selection was carried out by initially fitting a complete model including all available explanatory variables (continuous parameters were introduced as second order polynomials, nominal variables as factors and all first order interactions between environmental parameters were considered; note that interactions were not tested for the egg developmental stage).

The selected environment predictors were: temperature, salinity, bed shear stress, depth, chlorophyll *a* concentration (only for the egg stage), fluorescence (only for the larval stage) and seabed sediment type. Although the first six factors were regarded as continuous covariables, sediment type (mud, fine sand, coarse sand, gravel and pebble) was introduced in the model as a categorical factor. The GLM model was optimised through backward selection based on Chi-square or F-test significance tests (Venables & Ripley, 2002). This approach was taken rather than Akaike Information Criterion reduction (or AIC; Akaike, 1974) to be coherent with quantile regression selection procedure which is also based on significance tests. For presence-absence data, binomial modelling with *logit* link function was chosen to obtain a prediction of the probability of presence of the species considered. For non-null abundance data (*i.e.* removing zero values), the data was log-transformed to achieve normality, and gaussian modelling with *identity* link function was used to predict positive density on a log scale. The predicted probability of presence was then multiplied with the positive density prediction, to obtain the final predicted value of abundance (Stefánsson, 1996).

4.2 Quantile regression modelling

Quantile Regression (RQ) belongs to the family of regression approaches that also includes simple linear and multiple regression (Koenker, 2005). In RQ, any part of the data distribution may be modelled rather than the mean (a quantile q describing the value greater or equal to q% of the observed data, or in other words the upper bound of q% of the observed data). The study of the upper-bound of response data (typically abundance between 0.75 and 0.95 quantiles) as a function of environmental factor (figure 3) allows estimating their limiting effects on a species distribution (Cade *et al.*, 1999; Hiddink & Kaiser, 2005). As for GLM modelling (see §4.1), the selected environment predictors were: temperature, salinity, bed shear stress, depth, chlorophyll *a* concentration (only for the egg stage) and fluorescence (only for the larval stage) as continuous covariables and seabed sediment type as factor.

Model selection with RQ is made complicated by the large number of candidate models that can be

4.2 Modélisation par régression quantile

Les régressions quantiles (RQ) appartiennent à la famille des approches de régression qui comprend aussi les régressions linéaires simples et multiples (Koenker, 2005). Les RQ permettent de modéliser n'importe quelle borne relative de la distribution des données (un quantile q décrivant la valeur supérieure ou égale à q% des données observées, ou en d'autres termes la borne supérieure de q% des données observées) à la place de la moyenne. L'étude de la réponse des bornes supérieures (entre les percentiles 0.75 et 0.95) de la variable d'intérêt (typiquement l'abondance) en fonction de facteurs environnementaux (figure 3) permet d'estimer les effets limitants des ces derniers sur la distribution d'une espèce (Cade *et al.*, 1999 ; Hiddink & Kaiser, 2005). Comme pour la modélisation par GLM (cf. §4.1), les prédicteurs environnementaux sélectionnés ont été : la température, la salinité, la tension de cisaillement sur le fond, la profondeur, la concentration en chlorophylle *a* (seulement pour les stades œufs), et la fluorescence (seulement pour les stades larvaires) en tant que co-variables continues et le type de sédiment superficiel en tant que facteur.

La sélection du modèle de RQ est compliquée par le grand nombre de modèles candidats qui peuvent être estimés sur une fourchette de quantiles différents (c'est-à-dire un modèle par quantile) : en d'autre termes la sélection du modèle inclut à la fois la sélection des variables explicatives mais aussi du quantile auquel elles sont considérées. Elle s'est faite à partir d'un modèle initial complet incluant tous les prédicteurs environnementaux (les paramètres continus on été introduits sous forme de polynômes de degré 2, les variables catégorielles sous forme de facteurs, et toutes les interactions de premier ordre entre les paramètres environnementaux ont été considérées; à noter que les interactions n'ont pas été testées pour le stade œuf.

La procédure de sélection utilisée est celle proposée par Vaz *et al.* (2008). Les modèles de RQ ont été estimés pour cinq percentiles, du 75^{e} au 95^{e}, séparés estimated over a range of different quantiles (*i.e.* one model per quantile): in other words, the model selection includes both the selection of explanatory variables and that of the quantile at which there are considered. Model selection was carried out by initially fitting a model to all available explanatory variables (continuous parameters were introduced as second order polynomials, nominal variables as factors and all first order interactions between environmental parameters were considered; note that interactions were not tested for the egg stage).

The selection procedure used is that proposed by Vaz *et al.* (2008). RQ models were estimated at five quantile intervals, from the 75th to the 95th. Using a backwards elimination procedure, significance tests of all polynomials and interactions were performed and the variable associated with the largest average p-value across the five quantiles, contingent on being greater than 0.05, was selected to be removed from the model. The reduced model hence obtained was then re-run across all five quantiles, and additional variables were removed according to the same rule. Main effects were tested only when associated interactions and second order polynomials had been eliminated. The process of backward elimination was stopped when all remaining variables were significant ($p < 0.05$) at least for one quantile (Vaz *et al.*, 2008), this quantile being selected as the representative quantile. In case the resulting model was found to have all variables significant over more than one quantile, the highest of these quantiles was chosen, as the more representative of the limiting effect imposed by the environmental variables over the species abundance.

4.3 Spatialising the habitat models

For each species considered, the equation of the final habitat model was used to recode digital maps of the environmental factors with the predicted abundance (or presence probability) of the species, using the Raster Calculator tool, thereby producing a habitat map. Prior to this and for each survey, digital (raster) maps of the environmental parameters

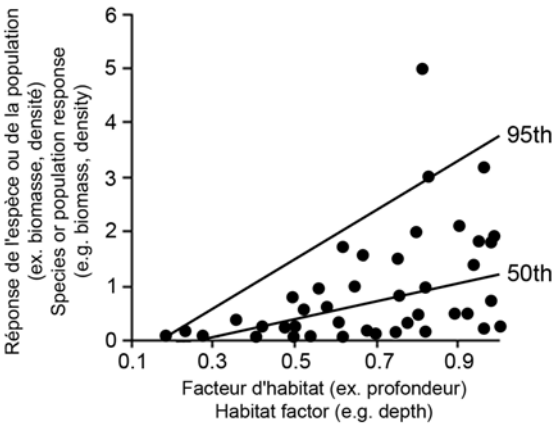


Figure 3. Réponse simulée d'une espèce ou d'une population à un seul facteur limitant, et régressions pour les 50^{ièmes} et 95^{ièmes} quantiles. / *Hypothetical species or population response to a single habitat factor, and fitted 50th and 95th quantile regressions.*

par un intervalle de 5%. Selon une méthode de sélection descendante, la variable de degré 2 ou l'interaction, associée à la plus grande valeur moyenne de probabilité de significativité p calculée à partir des tests de significativité sur les cinq quantiles, était retirée du modèle si elle était supérieure à 0.05. Le modèle réduit obtenu était ajusté de nouveau pour les cinq quantiles et l'élimination d'une nouvelle variable était opérée selon la même règle. Les effets principaux n'ont été testés que lorsque les interactions et/ou les termes de degré 2 associés avaient été éliminés. Le processus de sélection descendante était stoppé lorsque toutes les variables restantes étaient significatives ($p < 0.05$) pour au moins un quantile (Vaz *et al.*, 2008), ce quantile étant alors sélectionné de fait comme le quantile descripteur. Lorsque le modèle final était significatif pour plus d'un quantile, le quantile le plus élevé était choisi comme le plus représentatif de l'effet limitant imposé par les variables environnementales sur l'abondance de l'espèce.

4.3 Spatialisation des modèles d'habitat

Pour chaque espèce, l'équation du modèle d'habitat final a permis de recoder les cartes numériques des facteurs environnementaux en abondance (ou probabilité de présence) prédite, en utilisant la calculatrice raster du Spatial Analyst, produisant ainsi une carte d'habitat. Au préalable et pour chaque campagne, les cartes (rasters) numériques des paramètres environnementaux avaient été limitées (à l'aide de la calculatrice raster) à la fourchette des valeurs observées en campagnes, afin d'éviter d'extrapoler le modèle hors de ses limites de développement. Les cartes d'habitat résultantes ont ensuite été centrées et réduites entre 0 et 1, pour faciliter la comparaison des résultats entre différents stades, espèces ou saisons (à l'exception notable des cartes d'habitat basées sur des données binaires, et les cartes des stades larvaires). Pour les cartes des stades larvaires, les équations ont été appliquées aux cartes environnementales de chaque campagne larvaire séparément puis, en chaque point, le maximum des valeurs d'abondance (ou de présence) prédites pour les trois campagnes a été choisi. Cette approche a ainsi permis de combiner les prédictions du modèle d'habitat obtenues sur plusieurs mois d'une même saison pour obtenir une prédiction globale la plus optimiste possible.

4.4 Ajustement des modèles et cartes d'erreur

Pour tout modèle d'habitat, le coefficient de détermination ajusté (aussi connu sous le nom R^2 ajusté) a été utilisé pour mesurer la proportion de variance de l'abondance et/ou la probabilité de présence expliquée par le modèle final. Ce coefficient de détermination a l'avantage de prendre en compte les nombres de degrés de liberté associés respectivement aux observations et aux paramètres explicatifs (Legendre & Legendre, 1998). Les modèles ont été jugés acceptables quand ce coefficient était plus supérieur à 0.1.

Les performances des modèles ont ensuite été évaluées à partir des jeux de données utilisés pour leur développement, par simple comparaison des valeurs had been limited to the ranges of values observed during the surveys, so as to avoid extrapolating outside the model development bounds. The resulting habitat maps were further centred and standardised, so that the resulting maps ranged between 0 and 1, thereby permitting an easier comparison amongst results from different stage, species or season (notable exceptions are the habitat maps based on binary data, and the larval stage habitat maps). For the larval stage, equations were applied on the environmental maps of each survey separately and then, at each location, the maximum predicted abundance (or presence probability) value of the three surveys was selected. This approach enabled to combined habitat model prediction obtained over several months of the same season, to obtain an overall prediction that was as optimistic as possible.

4.4 Model adjustment and error maps

For each habitat model, the adjusted coefficient of determination (also known as adjusted R^2) was used to measure the proportion of variance of the abundance and/or presence probability explained by the final model. This coefficient of determination has the advantage of taking into account the respective numbers of degrees of freedom in the observations and explanatory parameters (Legendre & Legendre, 1998). The models were judged acceptable when this coefficient was above 0.1.

Model performances were then assessed using datasets internal to their development, by simply comparing observed (i.e. survey) and predicted values of species abundance (or presence probability). The bootstrap procedure generates estimates of standard errors and confidence intervals for a wide variety of statistics without dependance on any parametric assumption; this approach was used to produce a more robust validation of the habitat models. For each validation dataset (*i.e.* observed and predicted values), bootstrap datasets were generated, each comprising a number of values equal to that in the original dataset by resampling with replacement within the initial dataset of observed and predicted values. A preliminary study showed that 600 bootstrap datasets were necessary to obtain stable values for the test means and confidence intervals. Here 1,000 bootstrap datasets were generated for each test.

For all the models, observed and predicted values were compared using Spearman's rank correlation coefficient (r_s), a non-parametric correlation test measuring correspondence between two variable rankings. This test was preferred to that of Pearson as it does not assume a linear relationship between the variables. This correlation (r_s) was computed for all bootstrap datasets along with its mean and 95% confidence intervals for r_s and associated p-values. For the test to be successful, a positive and significant correlation between observed and predicted densities would be expected. This test was considered passed if the associated p-value was significant ($p < 0.05$) and the lower confidence limit of correlation coefficient was above 0.1.

leurs observées (en campagnes) et prédites d'abondance (ou de probabilité de présence) des espèces. La procédure de ré-échantillonnage par *bootstrapping* permet de calculer les erreurs standard et les intervalles de confiance d'une variété de mesures statistiques sans reposer sur aucune hypothèse paramétrique ; cette approche a donc été utilisée pour produire une validation plus robuste des modèles d'habitat. Pour chaque jeu de données de validation (*i.e.* valeurs observées et prédites), des jeux de données simulés ont été générés, chacun comprenant un nombre de valeurs égal au nombre de valeurs présentes dans le jeu de données d'origine, par tirage avec remise à partir du jeu de données observées et prédites initial. Une étude préliminaire avait montré que 600 jeux de données simulés étaient nécessaires pour obtenir des valeurs stables de la moyenne et de l'intervalle de confiance des statistiques de test. Ici 1 000 jeux de données simulés ont été générés pour chaque test.

Pour l'ensemble des modèles, valeurs observées et prédites ont été comparées à partir du coefficient de corrélation par rangs de Spearman (r_s), une corrélation non-paramétrique mesurant la relation entre le rang des valeurs prises par deux variables. Ce test a été préféré au coefficient de corrélation linéaire de Pearson car il ne présume pas d'une relation linéaire entre les variables. Cette corrélation (r_s) et sa significativité ont été calculées pour tous les jeux de données simulés, ainsi que sa moyenne et les intervalles de confiance à 95% pour r_s et leurs probabilités de significativité p associées. Pour que le test soit concluant, une corrélation positive et significative entre les densités observées et prédites était attendue. Le test était considéré comme valide si la probabilité de significativité p associée était significative ($p < 0.05$) et si la limite inférieure de l'intervalle de confiance du coefficient de corrélation était supérieure à 0.1.

Pour les modèles d'habitats basés sur les GLMs, un test t (de Student) apparié, qui permet de comparer les moyennes de deux échantillons appariés (ici les données observées et prédites), a aussi été utilisé. Lorsque la valeur de probabilité de significativité p était supérieure à 0.05, l'hypothèse nulle selon laquelle les moyennes observées et prédites étaient similaires était acceptée et le modèle était validé. Les échantillons simulés ont été utilisés pour fournir des estimations de la moyenne et de l'intervalle de confiance de la statistique t apparié. Un modèle était validé si la limite inférieure de l'intervalle de confiance était supérieure à 0.05. Néanmoins, le test t apparié repose sur l'hypothèse que les données sont distribuées de façon normale, ce qui n'est pas le cas des données d'abondance dont la distribution est fortement asymétrique du fait du nombre important d'observations ayant pour valeur zéro. A l'avenir, le test de Wilcoxon devra être utilisé comme une alternative au test-t apparié car il ne repose sur aucune hypothèse quant à la distribution des données.

Dans le cas des RQ, un test de classification correcte, défini par la proportion de valeurs observées dans le jeu de données de validation inférieures à celles

For GLM habitat models, a paired Student's t-test, a statistical test that compares the means of paired data (here observed vs predicted), was also applied. When the p-value was greater than 0.05, the null hypothesis was accepted, the means judged to be similar and the model validated. The bootstrap samples were used to provide estimates of the mean and confidence limits for the t-test statistic. A model was considered to be successfully validated if the lower confidence limit of the bootstrapped test was above 0.05. However, this test assumes a normal data distribution, which is far to be the case for the zero-inflated abundance data. In the future, a Wilcoxon signed-rank test should be used as an alternative to the paired Student's t-test as it does not require assumptions about the shape of data distribution.

In the case of RQ models, a correct classification test, defined by the proportion of observed values in the validation dataset that fall below those predicted (Eastwood *et al.*, 2003; Vaz *et al.*, 2008) was used as an alternative to the paired Student's t-test used for GLM validation. So for example, if a predictive species distribution model was developed from the 90th quantile of the abundance distribution, correct classification would require at least 90% of all observed abundance values for this species to fall below, and at most 10% above those predicted. The bootstrap samples were used to provide estimates of the mean and confidence limits for the correct classification measure for each final model. A model was successfully validated if its quantile was less than the upper confidence limit of the bootstrapped proportion of correct classifications.

Only models passing at least two of the three above tests are presented in this atlas. However, these tests being relatively permissive, the relative prediction or model error (defined as the absolute difference between observed and predicted species abundance and/or probability of presence, relative to the maximum observed value) was also computed to illustrate model adjustment. For RQ, however, the error was set to zero if the observed value was lower than the predicted value (which is the expected behaviour of that type of model). The spatial distribution of the model error ratios was mapped for each model, the value of 1 corresponding to the maximum possible prediction error. The model prediction error can thus be interpreted as a percentage of model uncertainty. A standard colour scale was created to better display the model error maps.

4.5 Conclusion

Habitat models were developed for 35 species of fish and cephalopod (and a few benthic macro-invertebrates) which, when separated into developmental stages, sexes and seasons, resulted in 108 different case-studies. From these, 106 preferential habitat maps, 14 probable habitat maps and 104 potential habitat maps were produced. Habitat models which did not perform well based on the test presented previously are not shown in this atlas.

prédites pour le quantile considéré (Eastwood *et al.*, 2003 ; Vaz *et al.*, 2008), a été utilisé comme alternative au test t apparié mis en application pour la validation des modèles GLM. Ainsi par exemple, si un modèle prédictif de distribution d'une espèce est développé pour le 90^{e} quantile de sa distribution d'abondance, une classification correcte nécessite qu'au moins 90% de toutes les valeurs d'abondance observées pour cette espèce soient inférieures, et 10% au plus soient supérieures, aux valeurs prédites. Les jeux de données simulés ont été utilisés pour fournir une estimation de la moyenne et des intervalles de confiance de la mesure de classification correcte pour chaque modèle final. Un modèle de RQ était validé avec succès si son quantile était inférieur à la limite supérieure de l'intervalle de confiance de la proportion de classification correcte.

Seuls les modèles d'habitats validés au moins au travers de deux des trois tests décrits ci-dessus sont présentés dans cet atlas. Néanmoins, ces tests étant très permissifs, l'erreur de prédiction relative (définie comme la valeur absolue de la différence entre l'abondance et/ou la probabilité de présence observée et prédite d'une espèce, divisée par la valeur maximum observée) a également été calculée pour illustrer l'ajustement du modèle. Pour les RQ néanmoins, cette erreur a été ramenée à zéro si les valeurs observées étaient inférieures aux valeurs prédites (ce qui est le comportement attendu de ce type de modèle). La distribution spatiale de l'erreur de prédiction relative a été cartographiée pour chaque modèle, la valeur 1 correspondant à l'erreur maximale de prédiction possible. L'erreur de prédiction peut donc être interprétée comme un pourcentage d'incertitude. Une échelle de représentation en couleurs standardisées a été créée pour mieux représenter les cartes d'erreur des modèles.

4.5 Conclusion

Des modèles d'habitat ont été développés pour 35 espèces de poissons et de céphalopodes (ainsi que quelques invertébrés benthiques) ce qui, en considérant différents stades de développement, sexes ou saisons, correspond à 108 cas d'études. Parmi ceux-ci, on peut compter 106 cartes d'habitats préférentiels, 14 cartes d'habitats probables et 104 cartes d'habitats potentiels. Les modèles d'habitat dont les performances étaient jugées non satisfaisantes sur la base des tests présentés précédemment ne sont pas présentés dans cet atlas.

Annexe 3.
Caractères démographiques

Croissance

Le modèle de croissance le plus fréquemment utilisé dans la recherche en halieutique est la fonction de croissance de von Bertalanffy (FCVB, figure 4). Dans sa forme basée sur la longueur, elle s'énonce comme suit :

$$L_t = L_\infty \times (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

où

- L_t est la longueur moyenne à l'instant t (en ans),
- L_∞ (ou L_{inf}) est la longueur asymptotique moyenne (en cm ; Francis, 1995),
- *k* est un paramètre lié à la courbure de la trajectoire de croissance (des valeurs de *k* plus élevées indiquant un changement plus rapide du taux de croissance en longueur lorsque la longueur augmente), et
- t_0 représente l'âge théorique pour lequel la longueur moyenne vaudrait 0. Ce paramètre n'a pas de signification biologique (Knight, 1968) et est noté sans unité.

Pour chaque espèce, les paramètres de la FCVB peuvent être déterminés à partir de lectures d'âge, ou être obtenus dans la littérature (ex. Froese *et al.*, 2005).

Annex 3.
Life history parameters

Growth

The most common growth model used in fisheries research is the von Bertalanffy growth function (VBGF, figure 4). In its length-based form, it is written as follows:

$$L_t = L_\infty \times (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

where

- L_t is the mean length at t time (in years),
- L_∞ (or L_{inf}) is the mean asymptotic length (in cm; Francis, 1995),
- *k* is a parameter related to the curvature of the growth curve (higher values of *k* indicate faster changes in the growth rate with increasing length), and
- t_0 represents the theoretical age at which the mean length would be 0. This parameter has no biological signification (Knight, 1968) and is usually without unit.

For each species, the VBGF parameters may be determined from age readings, or may be found in the literature (e.g. Froese *et al.*, 2005).

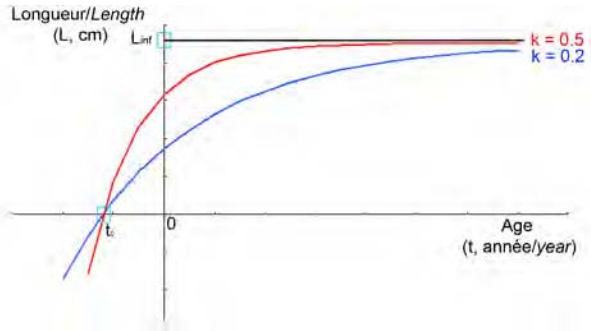


Figure 4. Courbe de croissance de von Bertalanffy. / *von Bertalanffy growth function.*

Fécondité

Chez les animaux à croissance indéterminée tels que les poissons, la fécondité des femelles est reliée à leur taille par la relation allométrique suivante :

$$F = alpha * L^{beta}$$

où F est la fécondité moyenne prédite en nombre d'ovules, L est la taille en cm, *beta* est l'exposant allométrique (sans unité) et *alpha* est la constante allométrique en nombres d'ovules par unité de taille à la puissance *beta*. Les paramètres de fécondité *alpha* et *beta* sont donnés pour chaque espèce.

Fecundity

In animal species with indeterminate growth such as fish, female fecundity scales with length according to the following allometric relationship:

$$F = alpha * L^{beta}$$

where F is the predicted mean fecundity in number of oocytes, L is length in cm, *beta* is the allometric exponent (no unit), and *alpha* is the allometric constant in number of oocytes per unit of length to the power *beta*. The fecundity parameters *alpha* and *beta* are given for each species.

Structure du texte

n/a signifie que l'information n'a pas été trouvée dans la littérature. Le texte du paragraphe "Caractères démographique" (chapitre 4, partie "Poissons et céphalopodes") est structuré de la façon suivante :

Caractères démographiques : Taille maximale **** cm ; taille commune **** cm ; taille minimale de capture **** cm (UE) ; longévité maximale **** ans ; âge et taille à maturité **** ans et **** cm ; paramètres de von Bertalanffy : taille asymptotique L_{inf} = **** cm, taux de croissance *k* = **** an^{-1}, âge théorique t_0 = ****; paramètres de fécondité *alpha* = **** ovules.cm^{-beta} et *beta* = ****.

Structure of the text

n/a means that the information was not found in litterature. The text of the paragraph "Life history parameters" (chapter 4, section "Fish and cephalopodes") is structured as follows:

Life history parameters: Maximum length **** cm; common length **** cm; minimum landings size **** cm (EU) ; maximum lifespan **** years; age and length at maturity **** years and **** cm; von Bertalanffy parameters: asymptotic length L_{inf} =* *** cm, growth rate *k* = **** $year^{-1}$, theorical age t_0 = **** years; fecundity parameters *alpha* = **** oocytes.cm^{-beta} and *beta* = ****.

Annexe 4. Références[1]

Annex 4. References[1]

1. La Manche orientale / *The eastern English Channel*

Buléon, P., Shurmer-Smith, L. (2007). Espace Manche, un monde en Europe, Channel spaces, a world within Europe. *Université de Caen, ESO UMR 6590 CNRS*, 195 pp.

Institut Supérieur d'Economie Maritime (ISEMAR) (2009). Le détroit du Pas-de-Calais. Note de synthèse n° 115, 4 pp. (ISSN 1282-3910).

Commission of the European Communities, 2007, An Integrated Maritime Policy for the European Union, COM(2007) 575 final, 16 pp.

2. Cadre juridique / *Legal framework*

Vincent, P. (2008). *Droit de la mer*. Editions Larcier. Bruxelles.

Suárez de Vivero, J.L. & Rodríguez Mateos, J.C. (2007). *The Atlas of European Seas and Oceans*. Ediciones de Serbal. Barcelone, 146 pp.

3. Le milieu marin / *Physical environment*

Aldridge, J. N. & Davies, A. M. (1993). A high-resolution three-dimensional hydrodynamic tidal model of the Eastern Irish Sea. *Journal of Physical Oceanography*, 23 (2): 207-224.

Cabioch, L. 1968. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. *Cahiers de Biologie Marine,* 9 : 493-720.

Cabioch, L., Gentil, F., Glaçon, R., Rétière, C. (1976). Le macrobenthos des fonds meubles de la Manche : distribution générale et écologie. *In:* Keegan, O'Ceidigh, Boaden (Eds.), *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, pp. 115-128.

Castel J., Dauvin J.C. , Glémarec M., Les conditions générales en Atlantique, Manche et Mer du Nord. In : Dauvin J.C., (édit.) 1997. *Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives*. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie, MNHN, Paris, 376 pp.

Gentil F. (1976). Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. *Thèse 3ème cycle, Université Paris VI*, 70 pp.

Dauvin, J.C., Lozachmeur, O., Mer côtière à forte pression anthropique propice au développement d'une gestion intégrée : exemple du bassin oriental de la Manche (Atlantique Nord-Est). *VertigO*, 17: 1-14.

Gohin, F., Druon, J. N., Lampert, L. (2002). A five channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 1639-1661.

Gohin, F., Loyer, S., Lunven, M., Labry, C., Froidefond, J.M., Delmas, D., Huret, M., Herbland, A. (2005). Satellite-derived parameters for biological modelling in coastal waters: Illustration over the eastern continental shelf of the Bay of Biscay, *Remote Sensing of Environment*, 95 (1): 29-46.

Gohin, F., Saulquin, B., Oger-Jeanneret, H., Lozac'h , L., Lampert, L., Lefebvre, A., Riou, P., Bruchon, F. (2008). Towards a better assessment of the ecological status of coastal waters using satellite-derived chlorophyll-a concentrations. *Remote Sensing of Environment*, vol.112: 3329-3340.

Larsonneur, C., Vaslet, D., J. -P. Auffret. (1979). Les Sédiments superficiels de la Manche, Carte Géologique de la Marge Continentale Française. *Bureau des Recherches Géologiques et Minières, Ministère de l'Industrie, Service Géologique National, Orléans, France*.

Le Roy R., Simon B. (2003). Réalisation et validation d'un modèle de marée en Manche et dans le Golfe de Gascogne. *Rapport d'étude 02/03, septembre 2003, SHOM*, 88pp.

1 Les références ne sont pas toutes citées dans le texte. / *Not all references are cited in the text.*

Parker-Humphreys M (2005). Distribution and relative abundance of demersal fishes from beam trawl surveys in the eastern English Channel (ICES division VIId) and the southern North Sea (ICES division IVc) 1993-2001. *Cefas, Science Series Technical Report Number 124*, 92 pp.

Retière C. (1979). Contribution à l'étude des peuplements benthiques du golfe normano-breton. *Thèse Doctorat Etat, Sciences Naturelles, Université Rennes*, 370 pp.

Saulquin, B., Gohin, F. Evolution of the Sea Surface Temperature from satellite and in situ data in the English Channel for the period 1986-2006, *International Journal of Remote Sensing, in press*

Walton, C. C., Pichel W. G., Sapper F. J., Andmay, D. A. (1998). The development and operational application of non linear algorithms for the measurement of sea surface temperatures with NOAA polarorbiting environmental satellites. *Journal of Geophysical Research*, 103: pp. 27999–28012.

4. Espèces et habitats / *Species and habitats*

Partie "Invertébrés benthiques" / *Section "Benthic invertebrates"*

Alizier S. (2005). Evolution spatio-temporelle de l'épifaune vagile et de l'endofaune du peuplement des cailloutis à épibiose sessile dans le Détroit du Pas de Calais. *D.S.R., Université des Sciences et Technologies de Lille*, 99 pp.

Cabioch, L. 1968. Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. *Cahiers de Biologie Marine*, 9 : 493-720.

Cabioch, L. & Glaçon, R. (1975). Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, de la baie de Somme au Pas-de-Calais. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Paris, Série* D: Sciences naturelles, 280: 491-494.

Cabioch, L. & F. Gentil. (1975). Distribution des peuplements benthiques dans la partie orientale de la Baie de Seine. *Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Série D*: Sciences naturelles, 280: 571-574.

Cabioch, L., Gentil, F., Glaçon, R., Rétière, C. (1976). Le macrobenthos des fonds meubles de la Manche : distribution générale et écologie. *In:* Keegan, O'Ceidigh, Boaden (Eds.), *Biology of benthic organisms*. Pergamon Press, pp. 115-128.

Cabioch, L., Glaçon, R. (1977). Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale. Du cap d'Antifer à la baie de Somme. *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, Série D: Sciences naturelles, 285: 209-212.

Commission Nationale Environnement et Biologie Subaquatiques (CNEBS) (2005). Available at: http://doris.ffessm.fr/accueil.asp (last accessed 09/2009).

Costello, M.J., Bouchet, P., Boxshall, G., Arvantidis, G., Appeltans, W. (2008). European Register of Marine Species. Available at: http://www.marbef.org/data/erms.php (last accessed 09/2009).

Dauvin J.C. (edit.). (1997). Les biocénoses marines et littorales françaises des côtes Atlantique, Manche et Mer du Nord, synthèse, menaces et perspectives. Laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie - *Service du Patrimoine naturel / IEGB / MNHN, Paris*, 376 pp.

Dauvin, J.- C., Dewarumez, J.- M. (2002). Patrimoine naturel de la Manche Orientale et du sud de la mer du Nord : invertébrés et peuplements macrobenthiques. *In:* Actes du Colloque 'Qualité des eaux du littoral régional : objectifs atteints ?': 9-27.

Davoult, D. (1988). Etude du peuplement des cailloutis à épibiose sessile et de la population d'Ophiothrix fragilis (Abildgaard) du Détroit du Pas-de-Calais (France). *Thèse de Doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille, France*, 213 pp.

Davoult, D. & Richard., A. (1988). Les Ridens, haut-fond rocheux isolé du Pas-de-Calais: un peuplement remarquable. *Cahiers de Biologie Marine*, 29: 93-107.

Davoult, D., Dewarumez, J.- M., Prygiel, J., Richard, A. (1988). Carte des peuplements benthiques de la partie française de la mer du Nord. *Publication IFREMER, Station Marine de Wimereux et région Nord-Pas-de-Calais*: 1-30.

Degraer S., Wittoeck, J., Appeltans, W., Coorman, K., Deprez, T., Hillewaert, H., Hostens, K., Mees, J., Vanden Berghe, E., Vincx, M. (2006). *L'atlas du macrobenthos de la partie belge de la mer du Nord. Politique scientifique fédérale*. D/2005/1191/4. ISBN 90-810081-7-X. 164 pp.

Desroy, N., Warembourg, C., Dewarumez, J.-M. et Dauvin, J.-C. (2003). Macrobenthic resources of the shallow soft-bottom sediments in the eastern English Channel and southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 120-131.

Foveau, A. (2005). Evolution des fonds à Modiolus modiolus dans le détroit du Pas de Calais. *Mémoire de Master Recherche, Université de La Rochelle*, 42 pp.

Foveau, A. (2008) Long-term changes in the sessile epifauna of the Dover Strait pebble community. *Journal of Oceanography, Research and Data*, 1: 1-11.

Garcia, C. (2006). Variation à long-terme du peuplement benthique du Haut-Fond des Ridens. *Mémoire de Master Recherche, Université des Sciences et Technologies de Lille*, 28 pp + annexes.

Ghertsos, K. (2002). Structure spatio-temporelle des peuplements macrobenthiques de la baie de Seine à plusieurs échelles d'observation. *Thèse de doctorat, Université des Sciences et Technologies de Lille*, 181 pp.

Goasdoue, G. (1982). Bionomie benthique des Ridens, haut-fond du Pas-de-Calais. Approche qualitative par dragage et observation en scaphandre autonome. *Diplôme d'Etudes Approfondies, Université Pierre et Marie Curie (Paris VI), France*, 36 pp.

Migne, A. (1992). Richesse et hétérogénéité spatiale de l'épifaune suspensivore du peuplement des cailloutis (Détroit du Pas-de-Calais, France). Perspectives d'évaluation de la production secondaire et des transferts de matières entre la masse d'eau et le peuplement. *Diplôme d'Etudes Approfondies, Université des Sciences et Technologies de Lille, France*, 26 pp.

Moen, F.K. & Svensen, E. (2004). Marine fish & invertebrates of Northern Europe. *Aquapress*, 608 pp.

Müller, Y. (2004). Faune et flore du littoral du Nord, du Pas-de-Calais et de la Belgique : inventaire/ Coastal fauna and flora of the Nord, Pas-de-Calais and Belgium : inventory. *Commission Régionale de Biologie Région Nord Pas-de-Calais : France*. 307 pp.

Prygiel, J. (1983). Benthos de la Bassure de Baas. Etude comparative de la communauté à Ophelia borealis. *Diplôme d'Etudes Approfondies, Université des Sciences et Techniques de Lille, France*, 30 pp.

Prygiel, J., Davoult, D., Dewarumez, J.- M., Glaçon, R., Richard, A. (1988). Description et richesse des peuplements benthiques de la partie française de la Mer du Nord. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris*, 306, série II: 5-10.

Sanvicente-Añorve, L. E. (1995). Détermination des structures benthiques spatiales en Manche orientale au moyen de méthodes d'analyse multivariable et de techniques d'interpolation (exemple de gestion et de traitement d'une base de données en écologie marine). *Thèse de doctorat de l'Université de Paris VI, France*, 169 pp.

Souplet, A., Glaçon, R., Dewarumez, J.- M., Smigielski, F. (1980). Distribution des peuplements benthiques littoraux en mer du Nord, du cap Blanc-Nez à la frontière belge. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 290, série D: 627-630.

Warembourg, C. (2000). Etude de la distribution des peuplements macrobenthiques de la frange côtière en Manche Orientale (zone de Dieppe à Boulogne-sur-Mer). *D.S.R. Université des Sciences et Technologies de Lille*, 90 pp.

Partie "Poissons et céphalopodes" / *Section "Fish and cephalopods"*

Carpentier, A., Vaz, S., Martin, C.S., Coppin, F., Dauvin, J.-C., Desroy, N., Dewarumez, J.-M., Eastwood, P.D., Ernande, B., Harrop, S., Kemp, Z., Koubbi, P., Leader-Williams, N., Lefèbvre, A., Lemoine, M., Meaden, G.J., Ryan, N., Walkey, M. (2005). *Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM), INTERREG IIIa. Boulogne-sur-mer, France : IFREMER*, 228 pp.

Checkley, D.M., Ortner, P.B., Settle, L.R., Cummings, S.R. (1997). A continuous, underway fish egg sampler. *Fisheries oceanography*, 6 (2): 58-73.

Costello, M.J., Bouchet, P., Boxshall, G., Arvantidis, G., Appeltans, W. (2008). European Register of Marine Species. Available at: http://www.marbef.org/data/erms.php (last accessed 09/2009)

Daan, N., Low, P. J., Hislop, J. R. G., Nielsen, N. A. (1990). Ecology of North Sea fish. *Netherlands Journal of Sea Research*. 26(2-4): 343-386.

Ellis, J. R., Cruz-Martinez, A., Rackham, B. D., Rogers, S.I. (2005). The Distribution of Chondrichthyan Fishes Around the British Isles and implications for Conservation. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 35: 195-213.

Francis, R.I.C.C. (1995). The analysis of otolith data: a mathematician's perspective (What, precisely, is your model?). *In: Recent developments in fish otolith research* (Secor, D.H., Dean, J.M. & Campana, S.E., ed.), pp. 81-95. Columbia, SC, USA: University of South Carolina Press.

Froese, R., Pauly, D. (Ed.). (2005). FishBase. World Wide Web electronic publication. Available at: www.fishbase.org, version (07/2005).

Grioche, A. (1998). Dynamique de l'écophase ichtyoplanctonique des espèces benthiques de la Manche orientale et du sud de la mer du Nord. *PhD Thesis, Université du Littoral Côte d'Opale, France*.

Grioche, A., Harlay, X., Koubbi, P., Fraga-Lago, L. (2000). Vertical migrations of fish larvae: eulerian and Lagrangian observations in the Eastern English Channel. *Journal of Plankton Research*, 22(6): 1813-1828.

Grioche, A., Koubbi, P. (1997). A preliminary study of the influence of a coastal frontal structure on ichthyoplankton assemblages in the English Channel. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 93-104.

Grioche, A., Koubbi, P., Harlay, X. (1999). Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages along the eastern English Channel French Coast during Spring 1995. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, 49: 141-152.

Grioche A., Koubbi P., Harlay X., Sautour, B. (2001). Larval distribution of sole (Solea solea) in the eastern English Channel and Southern bight of the North sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81: 673-678.
Grioche, A., Koubbi, P., Sautour, B. (1997). Ontogenic migration of Pleuronectes flesus larvae in the eastern English Channel. *Journal of Fish Biology*, 51(A): 385-396.
Harlay, X. (2001). Modélisation des transferts nutritifs au cours de l'ontogenèse du flet lors de la migration larvaire entre les frayères de centre Manche et les nourriceries côtières. *PhD Thesis, Université du Littoral Côte d'Opale, France*.
Harlay, X., Koubbi, P., Grioche, A. (2001). Ecology of plaice (Pleuronectes platessa) in fish assemblages of beaches of the Opale coast (North of France) during spring 1997. *Cybium*, 25(1): 67-80.
Hill MO, Bunce RGH, Shaw MW (1975). Indicator species analysis, a divisive polythetic method of classification, and its application to a survey of native pinewoods in Scotland. *Journal of Ecology*, 63: 597-613.
Knight, W. (1968). Asymptotic growth : an example of non sens disguised as mathematics. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 25(6): 1303-1307.
Koubbi, P. (2000). Influences environnementales sur l'ontogénie et le déterminisme du recrutement des poissons (phase ichtyoplanctonique) en milieux tempéré et polaire. *Habilitation à Diriger les Recherches, Université du Littoral Côte d'Opale: volume I, synthèse des travaux (142 pp.), volume II: publications, France*.
Koubbi, P., Loots, C., Cotonnec, G., Harlay, X., Grioche, A., Vaz, S., Martin, C., Walkey, M., Carpentier, A. (2006). Spatial patterns and GIS habitat modelling of Solea solea, Pleuronectes flesus and Limanda limanda fish larvae in the Eastern English Channel during the Spring. In: Olivar M.P. & J.J. Govoni. Recent advances in the study of fish eggs and larvae. *Scientia marina,* 70S2: 147-157.
Lemoine, M., Pawson, M.G. (1993). Identification biogéographique des principaux stocks exploités en Manche, relations avec ceux des régions voisines. *Rapport Interne IFREMER DRV/93/028. Commission DG XIV des Communautés Européennes*.
Mahé, K., Delpech, J.P., Carpentier, A. (2006). Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du Golfe de Gascogne. *Rapport IFREMER. Convention Ifremer-Ministère de l'Industrie n°2006-0000708*. 164 pp.
Martin, C.S., Lelièvre, S., Vaz, S. (2007). Identification des frayères du Détroit du Pas-de-Calais et des zones marines adjacentes. *Rapport final du projet ISADO, Programme Interreg IIIa. Canterbury (RU) : Canterbury Christ Church University*, 114 pp.
Munk, P., Nielsen, J. (2005). *Eggs and Larvae of North Sea Fishes*. Frederiksberg, Denmark: Biofolia, 215 pp.
Nazarov, N.A. (1978). Age and growth rate of the Norteast Atlantic mackerel. ICES CM 1978/H. *International Council of the Exploitation of the Sea, Copenhagen*: 22-23 p.
Parker-Humphreys M (2005). Distribution and relative abundance of demersal fishes from beam trawl surveys in the eastern English Channel (ICES division VIId) and the southern North Sea (ICES division IVc) 1993-2001. *Cefas, Science Series Technical Report Number 124*, 92 pp.
Pawson, M. G., (1995). Biogeographical identification of English Channel fish and shellfish stocks. *Report No. No. 99, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, U. K.* [version française disponible: rapport IFREMER RI DRV 93-028 (octobre 1993)]
Pawson, M. G., and J. R. Ellis. (2005). Stock Identity of Elasmobranchs in the Northeast Atlantic in Relation to Assessment and Management. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 35: 173-193.
Riou, P., Le Pape, O., Rogers, S. I. (2001). Relative contributions of different sole and plaice nurseries to the adult population in the Eastern Channel: application of a combined method using generalized linear models and a geographic information system. *Aquatic Living Resources*, 14 (2001): 125–135.
Russell, F.S. (1976). *The egg and planktonic stages of British marine fishes*. London, England, Academic Press Ltd, 524 pp.
Vaz S, Carpentier A, Coppin F (2007). Eastern English Channel fish assemblages: measuring the structuring effect of habitats on distinct sub-communities. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 271-287.
Webster, R. & Oliver, M. A. (1990). *Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey.* Oxford University Press, New York.
Whitehead, P.J.P., Bauchot, M.-L., Hureau, J.-C., Nielsen, J., Tortonese, E. (1984). *Fishes of the Northeastern Atlantic and the Mediterranean*. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO), 1473 pp.

5. Activités de pêche / *Fishing activites*

Carpentier, A., Vaz, S., Martin, C.S., Coppin, F., Dauvin, J.-C., Desroy, N., Dewarumez, J.-M., Eastwood, P.D., Ernande, B., Harrop, S., Kemp, Z., Koubbi, P., Leader-Williams, N., Lefèbvre, A., Lemoine, M., Meaden, G.J.,

Ryan, N., Walkey, M. (2005). *Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM), INTERREG IIIa. Boulogne-sur-mer, France : IFREMER*, 228 pp.
Deschamps, G., Dremière, P.-Y., George, J.-P., Meillat, M., Morandeau, F., Théret, F., Biseau, A. (2003). *Les chaluts*. Ed. Ifremer, Engins et techniques de pêche, 144 pp.
Deschamps, G., Meillat, M., Arzel, P., Dremière, P-Y., Biseau, A., George, J-P., Larnaud, P., Morandeau, F., Théret, F. (2003). *Histoire du chalut. Evolution des techniques et des matériaux*. Ed. Ifremer, Engins & techniques de pêche, 70 pp.
Deschamps, G., Morandeau, F., Arzel, P., Meillat, M., Doron, J-P., Guegan, F., Bellail, R., Biseau, A., Larnaud, P., (2005). *Les lignes. Pêche professionnelle en mer et pêche de loisir.* Ed. Ifremer, Engins & techniques de pêche, 252 pp.
Garren, F., Vérin, Y., Dufour, J.L. (2003). Fiches d'aide à l'identification des poissons et céphalopodes de Manche et Mer du Nord. *Rapport interne IFREMER/DRV/RH/0307*. 32 pp.
Guitton, J., Dintheer, C., Dunn, M. R., Morizur, Y., Tétard, A. (2003). *Atlas des pêcheries de la Manche*. IFREMER (Ed.), France, 216 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S., Rostiaux, E. (2007). *L'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Dunkerque en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S., Rostiaux, E. (2007). L*'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Boulogne en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S., Raulin, P. (2007). *L'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Dieppe en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S., Raulin, P. (2007). *L'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Fécamp en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S., Raulin, P. (2007). *L'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Le Havre en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S., Quinquis, J. (2007). *L'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Caen en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Leblond, E., Merrien, C., Berthou, P., Demaneche, S. , Pasco, L. (2007). *L'activité des navires de pêche du Quartier Maritime de Cherbourg en 2005, IFREMER*, 8 pp.
Ota Y, Just F.P.R. (2008 a). Artisanal Fishing, Prospects for Community Survival. *UK Economic and Social Research Council report RES-000-22-0311*.
Ota, Y. and Just, F.P.R. (2008b). Fleet sizes, fishing effort and the 'hidden' factors behind statistics: An anthropological study of small-scale fisheries in UK. *Marine Policy*, 32 (3): p. 301-308.
Pawson M.G. , G.D. Pickett, P. Walker. (2002). The coastal fisheries of England and Wales, Part IV: A review of their status 1999-2001, *Science Series Technical Report, CEFAS Lowestoft*, 116 : 83pp.
Pringent, M. & Fontenelle, G., (2006). Perceptions et attentes des professionnels de Manche vis-à-vis de l'écosystème qu'ils exploitent. *Rapport Agro-campus Rennes-IFREMER*. 79pp.
Quéro, J. C. & Vayne, J. J., (1997). *Les poissons de mer des pêches françaises*. IFREMER, Les encyclopédies du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé.
Quéro, J. C. & Vayne, J. J. (1998). *Les fruits de la mer et plantes marines des pêches françaises*. IFREMER, Les encyclopédies du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé.
Quéro, J. C., Porcher, P., Vayne, J. (2003). *Guide des poissons de l'Atlantique*. Editions Delachaux et Niestlé.
Walmsey, S.A. & Pawson, M.G. (2007). The coastal fisheries of England and Wales, Part V: a review of their status 2005-6. *Science Series Technical Report, CEFAS Lowestoft*, 140: 83 pp.

6. Réseau trophique / *Trophic network*

Arbach Leloup, F., Desroy, N., Le Mao, P., Pauly, D., Le Pape, O. (2008). Interactions between a natural food web, shellfish farming and exotic species: The case of the Bay of Mont Saint Michel (France). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 76: 111-120.
Ardisson, P.-L., Bourget, E., Legendre, P. (1990). Multivariate Approach to study species assemblages at large spatiotemporal scales: the community structure of the epibenthic fauna of the estuary and Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47: 1364-1377.
Barange, M. (2003). Ecosystem science and the sustainable management of marine resources: from Rio to Johannesburg. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1: 190–196.
Beaugrand, G., Brander, K.M., Lindley, J.A., Souissi, S., Reid P.C. (2003). Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. *Nature*, 426: p.661.
Bergamasco, A., De Nat, L., Flindt, M.R., Amos, C.L. (2003). Interactions and feedbacks among phytobenthos, hydrodynamics, nutrient cycling and sediment transport in estuarine ecosystems. *Continental Shelf Research*, 23: 1715-1741.

Bertilsson, S., Hansson, L.-A., Philibert, A. (2003). Size-selective predation on pelagic microorganisms in Arctic freshwaters. *Journal of Plankton Research*, 25: 621-631.
Brown, C.G., Bennett, D.B. (1980). Population and catch structure of the edible crab (Cancer pagurus) in the English Channel. *Journal du Conseil international pour l'Exploration de la Mer*, 39: 88-100.
Brunet, C., Brylinski, J.M., Frontier, S. (1992). Productivity, photosynthetic pigments and hydrology in the coastal front of the Eastern English Channel. *Journal of Plankton Research*, 14: 1541-1552.
Cabioch, L., Glaçon, R. (1975). Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais. *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, 280: 491–494.
Cabioch L., Retière C. (1986). La Baie de Seine: Peuplements et espèces benthiques en régime perturbé. La Baie de Seine (GRECO-MANCHE). *IFREMER, Université de Caen*, 371-382.
Carpentier, A., Vaz, S., Martin, C.S., Coppin, F., Dauvin, J.-C., Desroy, N., Dewarumez, J.-M., Eastwood, P.D., Ernande, B., Harrop, S., Kemp, Z., Koubbi, P., Leader-Williams, N., Lefèbvre, A., Lemoine, M., Meaden, G.J., Ryan, N., Walkey, M. (2005). *Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM), INTERREG IIIa. Boulogne-sur-mer, France : IFREMER*, 228 pp.
Castro, M., Araújo, A., Monteiro, P. (2005). Fate of discards from deep water crustacean trawl fishery off the south coast of Portugal. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 39: 437–446.
Chapalain, G., Thais, L. (2000). Tide, turbulence and suspended sediment modelling in the eastern English Channel. *Coastal Engineering*, 41: 295-316.
Charles, A.T. (1994). Towards sustainability: the fishery experience. *Ecological Economics*, 11: 201-211.
Christensen, V., Pauly, D. (1997). Placing fisheries resources in their ecosystem context. E.C. *Fisheries Cooperation Bulletin*, 10: 9-11.
Christensen, V., Walters, C.J., Pauly, D. (2005). *Ecopath with Ecosim: a User's Guide*. University of British Columbia, Vancouver. 154 pp.
Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neil, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387: 253-260.
Cushing, D.H. (1974). *Sea fisheries research*. John Wiley and Sons, New York, USA.
Dauvin, J.-C., Desroy, N. (2005). The food web in the lower part of the Seine estuary: a synthesis of existing knowledge. *Hydrobiologia*, 540: 13–27.
Davoult, D., Dewarumez, J.M., Frontier, S. (1993). Long-term changes (1979- 1990) in three benthic communities (Eastern English Channel): Use of factor analysis and rank-frequency diagrams for studying structural developments. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, 27: 415-426.
Desprez, M. (2000). Physical and biological impact of marine aggregate extraction along the French coast of the Eastern English Channel: short- and long-term post-dredging restoration. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1428–1438.
Desroy, N., Denis, L. (2004). Influence of spring phytodetritus sedimentation on intertidal macrozoobenthos in the eastern English Channel. *Marine Ecology Progress Series*, 270: 41-53.
Dubois, S., Marin-Léal, J.C., Ropert, M., Lefebvre, S. (2007). Effects of oyster farming on macrofaunal assemblages associated with Lanice conchilega tubeworm populations: A trophic analysis using natural stable isotopes. *Aquaculture*, 271: 336-349.
Ellien, C., Thiébaut, E., Dumas, F., Salomon, J.-C., Nival, P. (2004). A modelling study of the respective role of hydrodynamic processes and larval mortality on larval dispersal and recruitment of benthic invertebrates: example of Pectinaria koreni (Annelida: Polychaeta) in the Bay of Seine (English Channel). *Journal of Plankton Research*, 26: 117-132.
Enever, R., Revill, A., Grant, A. (2007). Discarding in the English Channel, Western approaches, Celtic and Irish seas (ICES subarea VII). *Fisheries Research*, 86: 143-152
Fagan, W.F., Cantrell, R.S., Cosner, C. (1999). How Habitat Edges Change Species Interactions. *The American Naturalist*, 153: 165-182.
FAO 2004. *FishStat Plus Help Manual: Fisheries Data Analysis Software for Windows*. Rome, Italy: FAO, 159 pp.
Gohin, F., Druon, J.N., Lampert, L. (2002). A five channel chlorophyll concentration algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. *International Journal of Remote Sensing*, 23: 1639-1661.
Gohin, F., Loyer, S., Lunven, M., Labry, C., Froidefond, J.-M., Delmas, D., Huret, M., Herbland, A. (2005). Satellite-derived parameters for biological modelling in coastal waters: Illustration over the eastern continental shelf of the Bay of Biscay. *Remote Sensing of Environment*, 95: 29–46.
Grioche, A., Koubbi, P., Harlay, X. (1999). Spatial patterns of ichthyoplankton assemblages along the Eastern English Channel French Coast during spring 1995. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49: 141-152.
Hewitt, J.E., Thrush, S.F., Dayton, P.D. (2008). Habitat variation, species diversity and ecological functioning in a marine system. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366: 116-122.
Hollertz, K., Sköld, M., Rosenberg, R. (1998). Interactions between two deposit feeding echinoderms: the spatangoid Brissopsis lyrifera (Forbes) and the ophiuroid Amphiura chiajei (Forbes). *Hydrobiologia*, 375/376: 278-295.

Jiang, W., Gibbs, M.T. (2005). Predicting the carrying capacity of bivalve shellfish culture using a steady, linear food web model. *Aquaculture*, 244: 171-185.
Lamy, D., Artigas, L.F., Jauzein, C., Lizon, F., Cornille, V. (2006). Coastal bacterial viability and production in the eastern English Channel: A case study during a Phaeocystis globosa bloom. *Journal of Sea Research*, 56: 227-238.
Larsonneur, C., Bouysse, P., Lauffret, J.-P. (1982). The superficial sediments of the English Channel and its Western Approaches. *Sedimentology*, 29: 851-864.
Legendre, P., Anderson, M.J. (1999). Distance-based redundancy analysis: Testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. *Ecological Monograph*,. 69: 1–24.
Lemoine, M., Giret, M. (1991a). *Les pêches artisanales de la Manche Orientale: flotilles et ressources halieutiques. IFREMER, Brest*, pp. 119.
Lemoine, M., Giret, M. (1991b). *Les pêches artisanales de la Manche Orientale: Flotilles et ressources halieutiques. IFREMER, Plouzané*.
Lindeman, R.L. (1942). The trophic-dynamic aspect of ecology. *Ecology*, 23: 399-418.
Loizeau, V., Abarnou, A., Cugier, P., Jaquen-Madoulet, A., Le Guellec, A.-M., Ménesguen, A. (2001). A Model of PCB Bioaccumulation in the Sea Bass Food Web from the Seine Estuary (Eastern English Channel). *Marine Pollution Bulletin*, 43: 242-255.
Mahé, K., Delpech, J.-P., Coppin, F., Carpentier, A. (2006). *Les débarquements internationaux en Manche Orientale de 2000 à 2004. Rapport IFREMER*, pp. 29.
Mélian, C.J., Bascompte, J. (2002). Food web structure and habitat loss. *Ecological Letters*, 5: 37-46.
Moore, J.C., Berlow, E.L., Coleman, D.C., de Ruiter, P.C., Dong, Q., Hastings, A., Collins Johnson, N., Mc Cann, K.S., Melville, K., Morin, P.J., Nadelhoffer, K., Rosemond, A.D., Post, D.M., Sabo, J.L., Scow, K.M., Vanni, M.J., Wall, D. (2004). Detritus, trophic dynamics and biodiversity. *Ecology Letters*, 7: 584-600.
Morizur, Y., Caillart, B., Tingley, D., (2004). The problem of discards in fisheries and aquaculture: Towards Sustainable Aquatic Living Resources Management, pp. 17 pp. *In:* P. Safran, (Ed.), *Encyclopedia of Life Support Systems*. Eolss Publishers, Oxford.
Morizur, Y., Pouvreau, S., Guénolé, A. (1996). *Les rejets dans la pêche artisanale de Manche occidentale. IFREMER, Brest*, 127 pp.
Nagelkerke, L.A.J., van Densen, W.L.T. (2001). The utility of multivariate techniques for the analysis of fish community structures and the design of monitoring programmes. *Multivariate techniques and design of monitoring programmes*, 323-332 pp.
Odum, E.P. (1969). The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
Pace, M.L., Cole, J.J., Carpenter, S.R., Kitchell, J.F. (1999). Trophic cascades revealed in diverse ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 483-488.
Pascual, M., Dunne, J.A. (2006). From Small to Large Ecological Networks in a Dynamic World, pp. 3-20. *In:* M.P.a.J.A. Dunne, (Ed.), *Ecological Networks: Linking Structure to Dynamics in Food Webs*. Oxford University Press.
Pawson, M. G., (1995). Biogeographical identification of English Channel fish and shellfish stocks. *Report No. No. 99, Directorate of Fisheries Research, Lowestoft, U. K.* [version française disponible: rapport IFREMER RI DRV 93-028 (octobre 1993)]
Riou, P., Le Pape, O., Rogers, S.I. (2001). Relative contributions of different sole and plaice nurseries to the adult population in the Eastern English Channel; application of a combined method using generalized linear models and geographical information system. *Aquatic Living Resources*, 14: 125-135.
Royer, J., Périès, P., Robin, J.P. (2002). Stock assessments of English Channel loliginid squid: updated depletion methods and new analytical methods. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 445–457.
Royer, J., Pierce, G.J., Foucher, E., Robin, J.P. (2006). The English Channel stock of Sepia officinalis: Modelling variability in abundance and impact of the fishery. *Fisheries Research*, 78: 96-106.
Shaw, M.R., Diekmann, R., van der Kooij, J., Milligan, S., Bromley, P., Righton, D. (2008). Assessment of the diets of cod Gadus morhua and whiting Merlangius merlangus juveniles in a frontal region close to the Norwegian Trench: co-existence or competition? *Journal of Fish Biology*, 73: 1612-1634.
Shurin, J.B., Allen, E.G. (2001). Effects of competition, predation and dispersal on species richness at local and regional scales. The American Naturalist, 158: 624-637.
SIH-C (2007). Poissons et invertébrés au large des côtes de France. *Indicateurs issus des pêches scientifiques. Bilan 2004. Ifremer, Nantes*.
Stanford, R., Pitcher, T.J. (2004). Ecosystem simulation of the English Channel: Climate and trade-offs. *Fisheries Centre, Vancouver*, pp. 103.
Tétard, A., Boon, M., Bennett, D., Berthou, P., Bossy, S., Casey, J., De Clerck, R., Delpech, J.-P., Giret, C. D., M., Large, P., Latrouite, D., Lemoine, M., Millner, R., Morizur, Y., Ozanne, S., Palmer, D., Pawson, M., Pickett, G., Vince, M. (1995). *Catalogue International des activités des flotilles de la Manche, approche des interactions techniques. IFREMER, Brest*, pp. 337 pp.

Thorin, S., Radureau, A., Feunteun, E., Lefeuvre, J.-C. (2001). Preliminary results on a high east–west gradient in the macrozoobenthic community structure of the macrotidal Mont Saint-Michel bay. *Continental Shelf Research*, 21: 2167-2183.
Ulanowicz, R.E., Puccia, C.J. (1990). Mixed trophic impacts in ecosystems. *Coenoses*, 5 : 7-16.
Ulrich, C., Gascuel, D., Dunn, M.R., Le Gallic, B., Dintheer, C. (2001). Estimation of technical interactions due to the competition for resource in a mixed-species fishery, and the typology of fleets and métiers in the English Channel. *Aquatic Living Resources*, 14: 267-281.
Vaz, S., Carpentier, A., Coppin, F. 2007. Eastern English Channel fish assemblages measuring the structuring effect of habitats on distinct sub-communities. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 271-287.
Vaz, S., Martin, C.S., Eastwood, P.D., Ernande, B., Carpentier, A., Meaden, G.J., Coppin, F. 2008. Modelling species distributions using regression quantiles. *Journal of Applied Ecology*, 45: 204-217.
Vaz, S., Martin, C.S., Ernande, B., Eastwood, P.D., Coppin, F., Harrop, S., Meaden, G.J., Carpentier, A. (2005). Modelling fish habitat suitability in the Eastern English Channel. *International Council for the Exploration of the Sea, Annual Science Conference*, CM 2005/O:23.
Velegrakis, A.F., Michel, D., Collins, M.B., Lafite, R., Oikonomou, E.K., Dupont, J.P., Huault, M.F., Lecouturier, M., Salomon, J.-C., Bishop, C. (1999). Sources, sinks and resuspension of suspended particulate matter in the eastern English Channel. *Continental Shelf Research*, 19: 1933-1957.
Vigneau, J., Fifas, S., Foucher, E. (2001). *Les campagnes d'évaluation du stock de coquille Saint-Jacques en Manche orientale : méthodologie et estimation des indices d'abondance Campagnes COMOR. IFREMER*.
Walters, C., Pauly, D., Christensen, V. (1999). Ecospace: prediction of mesoscale spatial patterns in trophic relationships of exploited ecosystems, with emphasis on the impacts of marine protected areas. *Ecosystems*, 2: 539-554.
Wijnbladh, E., Jönsson, B.F., Kumblad, L. (2006). Marine Ecosystem Modeling Beyond the Box: Using GIS to Study Carbon Fluxes in a Coastal Ecosystem. *Ambio*, 35: 484-495.
Yodzis, P., Winemiller, K.O. (1999). In search of operational trophospecieis in a tropical aquatic food web. *Oïkos*, 87: 327-340.

7. Plan de conservation marine / *Marine conservation planning*

Ball, I., & Possingham, H. (2000). Marxan (v1.8.2) - Marine Reserve Design using Spatially Explicit Annealing. *University of Queensland, Brisbane, Australia*. 69 pp.
Cabeza, M., & Moilanen, A. (2001). Design of reserve networks and the persistence of biodiversity. *Trends in Ecology and Evolution*, 16: 242-248.
Cowling, R. M., Pressey, R. L., Sims-Castley, R., le Roux, A., Baard, E., Burgers, C. J., Palmer, G. (2003). The expert or the algorithm? - comparison of priority conservation areas in the Cape Floristic Region identified by park managers and reserve selection software. *Biological Conservation*, 112: 147-167.
Desmet, P., & Cowling, R. (2004). Using the species-area relationship to set baseline targets for conservation. *Ecology and Society*, 9: 11.
Dinmore, T. A., Duplisea, D. E., Rackham, B. D., Maxwell, D. L., Jennings, S. (2003). Impact of a large-scale area closure on patterns of fishing disturbance and the consequences for benthic communities. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 371-380.
Eastwood, P. D., Mills, C. M., Aldridge, J. N., Houghton, C. A., Rogers, S. I. (2007). Human activities in UK offshore waters: an assessment of direct, physical pressure on the seabed. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 453-463.
EU 1979. Council Directive 79/409/EEC of 2 April 1979 on the conservation of wild birds. *Official Journal*, L 103: 1.
EU 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal*, L 206: 0007 - 0050.
Klein, C., Chan, A., Kircher, L., Cundiff, A., Gardner, N., Hrovat, Y., Scholz, A., et al. (2008). Striking a Balance between Biodiversity Conservation and Socioeconomic Viability in the Design of Marine Protected Areas. *Conservation Biology*, 22: 691-700.
Knight, A. T., Cowling, R. M., Campbell, B. M. (2006). An operational model for implementing conservation action. *Conservation Biology*, 20: 408-419.
Leblond, E. , Daurès, J. , Berthou, P., Bermell, S., Jezequel, M., Lespagnol, P., Merrrien, C., Planchot, M. - les observateurs du réseau SIH- l'équipe d'exploitation SIH- Demaneche, S., Brigaudeau, C. (CEDEM, UBO), (2007). *Synthèse des flottilles de pêche 2005 Façade Mer du Nord-Manche*.
Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405: 243-253.
Pressey, R. L., Cowling, R. M., Rouget, M. (2003). Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation*, 112: 99-127.

Richardson, E. A., Kaiser, M. J., Edwards-Jones, G., Possingham, H. P. (2006). Sensitivity of marine-reserve design to the spatial resolution of socioeconomic data. *Conservation Biology*, 20: 1191-1202.
Roberts, C. M., Hawkins, J. P., Gell, F. R. (2005). The role of marine reserves in achieving sustainable fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, 360: 123-132.
Smith, R., Eastwood, P., Ota, Y., Rogers, S. (2008). Developing best practice for using Marxan to locate marine protected areas in European waters. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 188-194.
Smith, R. J. (2004). Conservation Land-Use Zoning (CLUZ) software <http://www.mosaic-conservation.org/cluz>. *Durrell Institute of Conservation and Ecology, Canterbury*.
Soule, M. E., & Sanjayan, M. A. (1998). Ecology - Conservation targets: Do they help? *Science*, 279: 2060-2061.
Stewart, R. R., Noyce, T., Possingham, H. P. (2003). Opportunity cost of ad hoc marine reserve design decisions: an example from South Australia. *Marine Ecology Progress Series*, 253: 25-38.
Wilson, K., Pressey, R. L., Newton, A., Burgman, M., Possingham, H., Weston, C. (2005). Measuring and incorporating vulnerability into conservation planning. *Environmental Management*, 35: 527-543.

Annexe 2 (Métholodologies analytiques) / *Annex 2 (Analytical methodologies)*

Géostatistiques / *Geostatistics*

Fortin, M. -J. & Dale, M. (2005). *Spatial Analysis: A guide for Ecologists*. Cambridge University Press.
ESRI ArcGIS, Desktop Geographic Information System, ArcView Licence, ArcMap 9.1 and 9.2 with ArcGIS Spatial Analyst extension. Copyright 1999-2006 ESRI Inc.
GenStat® Release 11. (2008). Reference Manual, by R.W. Payne, S.A. Harding, D.A. Murray, D.M. Soutar, D.B. Baird, S.J. Welham, A.F. Kane, A.R. Gilmour, R. Thompson, R. Webster & G. Tunnicliffe Wilson. *Published 2008 by VSN International*.
Isaaks, E.H. & Srivastava, R.M. (1989). *An introduction to applied geostatistics*. Oxford University Press.
Legendre, P. & Legendre, L., (1998). *Numerical Ecology*. Elsevier, Amsterdam, Netherland.
Matheron, G., (1965). *Les variables régionalisées et leur estimation*. Masson (Ed.), Paris.
Matheron G. (1969). *Le krigeage universel*. Cahier du Centre de Morphologie Mathématique, fascicule 1 - Ecole des Mines de Paris, Fontainebleau.
Mello, L. G. S. & Rose, G. A., (2005). Using geostatistics to quantify seasonal distribution and aggregation patterns of fishes: an example of Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 659-670.
Oksanen, J. & Minchin, P.R. (2002). Continuum theory revisited: what shape are species responses along ecological gradients? *Ecological Modelling*, 157: 119-129.
Petitgas, P., (1993). Geostatistics for fish stock assessment : a review and acoustic application. *ICES Journal of Marine Science*, 50: 285-298.
Petitgas, P. (1998). Biomass-dependent dynamics of fish spatial distributions characterised by geostatistical aggregations curves. *ICES Journal of Marine Science*, 55: 147-153.
Petitgas, P., (2001). Geostatistics in fisheries survey design and stock assessment: models, variances and applications. *Fish and Fisheries*, 2: 231-249.
Rossi, R. E., Mulla, D. J., Journel, A. G., Franz, E. H., 1992. Geostatistical tools for modelling and interpreting ecological spatial dependence. *Ecological Monographs*, 62 (2): 277-314.
Venables, W.N. & Ripley, D.B. (2002). *Modern applied statistics with S*, fourth ed. Springer (Ed.). New York.
Webster, R. & Oliver, M. A. (1990). *Statistical Methods in Soil and Land Resource Survey*. Oxford University Press, New York.
Webster, R. & Oliver, M. A. (2001). *Geostatistics for Environmental Scientists*. Wiley, Chichester.

Modélisation d'habitat / *Habitat modelling*

Akaike, H., (1974). A new look a the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control,* AC-19: 716-723.
Austin, M.P. (2007). Species distribution models and ecological theory: a critical assessment and some possible new approaches. *Ecological Modelling*, 200: 1–19.
Barry, S.C. & Welsh, A.H. (2002). Generalized additive modelling and zero inflated count data. *Ecological Modelling*, 157: 179–188.
Boyce, M. S. & McDonald, L. L. (1999). Relating populations to habitats using resource selection functions. *Trends in Ecology and Evolution*, 14: 268-272.
Cade, B. S. & Noon, B. R. (2003). A gentle introduction to quantile regression for ecologists. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 1: 412-420.
Cade, B. S., Terrell, J. W. & Schroeder, R. L. (1999). Estimating effects of limiting factors with regression quantiles. *Ecology*, 80: 311-323.

Carpentier, A., Vaz, S., Martin, C.S., Coppin, F., Dauvin, J.-C., Desroy, N., Dewarumez, J.-M., Eastwood, P.D., Ernande, B., Harrop, S., Kemp, Z., Koubbi, P., Leader-Williams, N., Lefèbvre, A., Lemoine, M., Meaden, G.J., Ryan, N., Walkey, M. (2005). *Eastern Channel Habitat Atlas for Marine Resource Management (CHARM), INTERREG IIIa. Boulogne-sur-mer, France : IFREMER*, 228 pp.

Eastwood, P. D., Meaden, G. J., Carpentier, A., Rogers, S. I. (2003). Estimating limits to the spatial extent and suitability of sole (*Solea solea*) nursery grounds in the Dover Strait. *Journal of Sea Research*, 50: 151-165.

Eastwood, P. D. & Meaden, G. J. (2004). Introducing greater ecological realism to fish habitat models. *In: GIS / Spatial Analyses in Fishery and Aquatic Sciences (Vol. 2)*, Nishida, T., Kailola, P. J., Hollingworth, C. E. (Eds.) (p. 181-198), Fishery-Aquatic GIS Research Group, Saitama, Japan. 735p.

Eastwood, P. D., Meaden, G. J., Grioche, A. (2001). Modelling spatial variations in spawning habitat suitability for the sole Solea solea using regression quantiles and GIS procedures. *Marine Ecology Progress Series*, 224: 251-266.

Guisan, A. & Zimmerman, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling,* 135: 147-186.

Guisan, A. & Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecology Letters*, 8: 993–1009.

Guisan, E., Lehman, A., Ferrier, S., Austin, M., Overton, J., Aspinall, R., Hastie, T.(2006). Making better biogeographical predictions of species distribution. *Journal of Applied Ecology*, 43: 386-392.

Guisan, A., Edwards, T.C., & Hastie, T. (2002). Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecological Modelling*, 157, 89-100.

Hiddink, J.G. & Kaiser, M.J. (2005). Implications of Liebig's law of the minimum for the use of ecological indicators based on abundance. *Ecography*, 28: 264–271.

Koenker, R. & Bassett, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica*, 46: 33-50.

Koenker, R. (2005). *Quantile Regression*. Econometric society monographs No. 38, Cambridge University Press.

Koenker, R. & Machado, J. A. F. (1999). Goodness of fit and related inference processes for quantile regression. *Journal of the American Statistical Association*, 94: 1296-1310.

Koubbi, P., Carpentier, C., Duhamel, G., Destombes, A., Villeminot, O. (2003). Modélisation géographique des habitats optimaux des poissons par ArcView 8. SIG 2003. *Conférence Francophone ESRI, Issy-les-Moulineaux, France*.

Koubbi, P., Duhamel, G., Harlay, X., Eastwood, P., Durand, I., Park, Y.-H. (2003). Distribution of larval Krefftichthys anderssoni (Myctophidae, Pisces) at the Kerguelen archipelago (Southern Indian Ocean) modelled using GIS and habitat suitability: 215-223. *In : Antarctic Biology in a global context* (Huiskes et al., eds). Backhyus Publisher, Leiden, NL.

McCullagh, P., Nelder, J.A., (1989). *Generalized linear models, monographs on statistics and applied probability* 37, second ed. Chapman and Hall (Ed.). London.

Stefánsson, G., (1996). Analysis of groundfish survey abundance data: combining the glm and delta approaches. *ICES Journal of Marine Science*, 53: 577-588.

Terrell, J. W., Cade, B. S., Carpenter, J., Thompson, J. M. (1996). Modeling stream fish habitat limitations from wedge-shaped patterns of variation in standing stock. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125:104-117.

Vaz, S., Martin, C., Eastwood, P., Ernande, B., Carpentier, A., Meaden, GJ., Coppin, F. (2008). Modelling species distributions using regression quantiles. *Journal of Applied Ecology*. 45, 204-217.

Yamada, K., Elith, J., McCarthy, M., Zerger, A. (2003). Eliciting and integrating expert knowledge for wildlife habitat modeling. *Ecological Modelling*, 165: 251-264.

Yu, K., Lu, Z. & Stander, J. (2003) Quantile regression: applications and current research areas. *Statistician*, 52: 331–350.

Annexe 3 (Caractères démographiques) / *Annex 3 (Life history parameters)*

Francis, R.I.C.C. (1995). The analysis of otolith data: a mathematician's perspective (What, precisely, is your mo del?). *In: Recent developments in fish otolith research* (Secor, D.H., Dean, J.M. & Campana, S.E., ed.), pp. 81-95. Columbia, SC, USA: University of South Carolina Press.

Froese, R. and D. Pauly. Editors. 2005. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (05/2005).

Knight, W. (1968). Asymptotic growth : an example of non sens disguised as mathematics. *Journal of the Fishe ries Research Board of Canada*, 25(6) : 1303-1307.

Annexe 5. Glossaire[1]

Abondance : densité

Act of Parliament (Act, Statute) : instrument juridique à portée générale et obligatoire, élaboré par le Parlement britannique

Advection : transport

Ageage : estimation de l'âge

Alevin : très jeune poisson

Allometrie : relation de corrélation entre la taille ou le poids d'un système et l'un de ces éléments

Ambulacraire : pied rétractile muni de ventouses

Amphihaline : qualifie une espèce dont une partie du cycle biologique se fait en mer et une autre partie en rivière

Annélide : vers dont le corps est segmenté en anneaux cylindriques (lombric, sangsue)

Arrêté : décision exécutoire française à portée générale ou individuelle, émanant d'un ou de plusieurs ministres ou d'une autorité administrative telle que le Préfet

Benthique : qui se trouve sur, ou dans le fond de la mer

Byelaw (arrêté) : décision exécutoire d'application locale, élaborée par une autorité locale

Byssus : jeu de filaments par lesquels un animal se fixe au substrat

Capturabilité : probabilité d'être capturé, par unité d'effort

Chélicère : organe préhensible de la bouche, parfois associé à des glandes à venin

Chélipède : patte préhensible et thoracique chez les crustacés ("pince")

Circulaire : recommandation écrite française adressée par une autorité et à ses agents en vertu de son pouvoir hiérarchique, dépourvue de force obligatoire, à moins qu'elle n'émane du Premier Ministre ou du Président de la République

Commensal : se dit d'une espèce qui en exploite

1 Le glossaire complet du chapitre 3 (Cadre juridique) est sur le CD-rom fourni à : ...\2-Cadre_juridique-Legal_framework\Tableau-navigation_Browse-documents.xls

Annex 5. Glossary[1]

Abundance: density

Act of Parliament (Act, Statute): legal instrument made by the UK Parliament which outlines general provisions

Akaike's Information Criterion (AIC): index used in a number of areas as an aid to choosing between competing models

Allometry: the study of the relationship between size and shape

Amphihalin: qualifies a species for which the life cycle is partly at sea and partly in rivers

Annelid: worm with a body divided into cylindrical rings (earthworm, leech).

Arrêté: Legal instrument issued within the framework of the executive power, by one or several French Ministers or by other administrative authorities, such as the Préfet, which may have a general or an individual scope

Benthic: found in, or on the sea bottom

Byelaw: subsidiary legal instrument made by a UK public body or local authority having a local scope

Byssus: bundle of strong filaments used to attach the animal to the substratum

Capturability: probability of being caught, per unit effort

Chelicere: prehensible organ located to the mouth, sometimes associated with venom glands

Cheliped: prehensible and thoracic leg in crustacean

Circulaire: French instructions issued by an administrative authority to the agents of the same administration by virtue of its hierarchical power, which is non-legally binding unless it is issued by the Prime Minister or the President of the French Republic

Codend: the narrow end of a trawl net

Commensal: living in association with another species in a non-parasitic manner

Copepod: group of small crustaceans found in the

1 The full glossary for chapter 3 (Legal framework) is on the CD-rom provided at: ...\2-Cadre_juridique-Legal_framework\Tableau-navigation_Browse-documents.xls

une autre de manière non parasitaire

Copépodes : groupe de petits crustacés présents en mer mais aussi dans presque tous les habitats d'eau douce

Critère d'information d'Akaike (AIC) : index utilisé dans plusieurs disciplines pour la sélection du meilleur modèle

Décret : décision exécutoire française à portée générale ou individuelle, émanant du Président de la République ou du Premier Ministre

Déposivore : se dit des animaux qui se nourrissent de particules déposées sur le fond

Démersal : qui se trouve sur, ou près du fond de la mer

Diatomées : organismes, souvent unicellulaires, appartenant au phytoplancton

Directive : acte juridique communautaire par lequel les Etats membres sont tenus d'atteindre un résultat, ces derniers ayant alors toute liberté pour mettre en œuvre cet objectif

Epibiose sessile : ensemble des animaux et végétaux vivant fixés sur le substrat

Epicontinental: se dit des mers ou des océans qui recouvrent le plateau continental

Entéromorphe : algue verte, tubuleuse et ramifiée

Eutrophisation : augmentation de la situation nutritive de l'eau, causant une croissance accélérée d'algues

Extrapolation : estimation de la valeur d'une propriété d'intérêt à une localisation située en dehors de la zone d'étude

Frayère : zone de ponte

Halieutique : qui a rapport avec la pêche

Hydraire : classe de cnidaires aquatiques qui comporte toujours un polype et une méduse

Ichtyoplancton : œufs et larves de poissons vivant dans la masse d'eau

Intertidal : zone de marnage, à savoir partie du littoral située entre les niveaux connus des plus hautes et des plus basses mers

Interpolation : estimation de la valeur d'une propriété d'intérêt à une localisation non-échantillonnée, à partir de données plus ou moins clairsemées

Krigeage : méthode de modélisation statistique permettant d'interpoler des données de point en une surface continue

Kurtosis : indice d'aplatissement de la courbe de

sea and nearly every freshwater habitat

Décret: French legal instrument issued within the framework of the executive power, by the President of the French Republic or the Prime Minister, which may have a general or an individual application

Deposit-feeder: animals which feed on organic particles deposited on the sea floor

Demersal: found at, or near the sea bottom

Diatom: one of the most common types of phytoplankton. Most diatoms are unicellular, although they can exist as colonies

Directive: legally binding Community instrument which provides for a particular objective Member States are required to achieve by any mean

Epicontinental: sea situated on a continental shelf or continent

Epimeral plate: ventro-lateral expansion of the three first segments of the abdomen (pleon) in crustaceans.

Eutrophication: enrichment of water by nutrients, causing accelerated growth of algae

Extrapolation: estimating the values of a property of interest at a location situated outside of the study area

Ichthyoplankton: fish eggs and larvae living in the water mass

Intertidal: area between the high and low tide lines

Interpolation: estimating the values of a property of interest at non sampled locations, from more or less sparse sample data points

Kriging: form of statistical modelling that interpolates data from a known set of sample points to a continuous surface

Kurtosis: measures whether a variable's probability distribution is peaked or flat relative to a normal distribution

Loi: permanent, general and written rule created and voted by the French Parliament

Mantle: in molluscs, the dorsal body wall which covers the visceral mass

Metamorphosis: abrupt change in an organism's form or structure

Mysidaceae: group of small, shrimp-like animals

Nauplii : larval stage of crustaceans

Non mobile epibiosis: comprises all the animals and plants living fixed on the substratum

distribution d'une variable, par rapport à la distribution normale

Loi : règle écrite, générale et permanente, élaborée puis votée par le Parlement français

Metamorphose : changement abrupt de la forme ou structure d'un organisme

Mysidacé : groupe rassemblant de petits crustacés, ressemblant à des crevettes

Nauplii : stade larvaire des crustacés

Notochorde : structure cartilagineuse rigide mais flexible qui suit et soutient la moelle épinière

Nourricerie : zone de croissance des larves en juvéniles

Observation : station échantillonnée (ex. lors d'une campagne scientifique en mer)

Occurrence : présence d'une espèce donnée lors d'une observation

Ostracode : groupe de petits animaux crustacés présentant une carapace de bivalve

Otholithe : pièce calcifiée de l'oreille interne du poisson servant à estimer son âge

Ovigère : qui porte des œufs

Ovipare : qui pond des œufs

Ovovivipare : qualifie une espèce dont les œufs incubent et éclosent dans le ventre de la mère

Pédicellaire : structure en forme de mâchoires utilisée pour mordre les prédateurs et éliminer les organismes se déposant sur la peau

Pélagique : qui se trouve dans la colonne d'eau

Pélites : particules fines (<50 à 63 µm) constituant les vases, très cohésives ou non cohésives qui sont, elles, facilement remises en suspension. Nom également donné aux roches sédimentaires détritiques à grain fin

Périostracum : couche externe de la coquille d'un mollusque (composée de conchioline, protéine qui protège les couches inférieures)

Polychète : vers poilu appartenant aux annélides

Plancton : ensemble de petits, souvent microscopiques, plantes (phytoplancton) et animaux (zooplancton) dans un système aquatique

Plaque épimérale : extension ventro-latérale des trois premiers segments de l'abdomen (pléon) chez les crustacés

Pléopode: appendice de crustacé articulé sur l'abdomen, servant souvent au portage des œufs chez

Notochord: a flexible rod of tissues running underneath and supporting the nerve cord

Nursery: zone where young fry grow into juveniles

Observation: sampled station (e.g. during a scientific sea survey)

Occurrence: presence of a given species during an observation

Oocyte: a female germ cell in the process of development

Ostracod: group of small crustaceans enclosed by a bivalve carapace

Otholith: calcified piece from inner ear used to estimate age

Ovigerous: bearing eggs

Oviparous: a type of development in which young hatch from eggs laid outside of the mother's body

Ovoviviparous: producing living young from eggs that hatch within the body

Pediccelaria: jaw-like structures used to bite predators and eliminate organisms which may settle on the skin surface

Pelagic: found in the water column

Pelites: fine particles (< 50 to 63 µm) constitutive of muds, very cohesive or not which are easily suspended. Name also given to the detrital sedimentary rocks with fine grain

Periostracum: external layer of the shell of a mollusc (made with conchioline, protein which protects the sub layers)

Plankton: small, usually microscopic, plants (phytoplankton) and animals (zooplankton) in aquatic systems

Pluteus: floating larva, in particular of Echinoderm

Pleopod: abdomen appendage that functions primarily for carrying the eggs in females, but also for swimming

Polychaete (or polychete): a group of annelid worms, generally marine

Protandrous: qualifies an organism which sees male organs mature before the female ones

Protogynic: qualifies an organism which sees female organs mature before the male ones

Quantile: percentage of data points below a given value

Raster: data structure composed of a grid of cells

la femelle mais aussi à la nage

Pluteus : larve flottante, entre autre des Echinodermes

Protandre : dont les cellules reproductrices mâles se développent avant les cellules femelles

Protogynique : dont les cellules reproductrices femelles se développent avant les cellules mâles

Quantile : pourcentage de points situés sous une valeur donnée

Raster : structure de données composée d'une grille de cellules, ou pixels, qui ont chacun une seule valeur

Recrutement : nombre de poissons qui entre dans la population, une années donnée

Règlement : acte juridique communautaire de portée générale, c'est à dire applicable à tous les Etats membres, obligatoire dans tous ses éléments et directement applicable sur leur territoire

Rostre : projection antérieure médiodorsale de la tête chez les crustacés

Statutory Instrument (Order, Regulations) : instrument juridique d'application d'un Act du Parlement britannique, émanant d'un Ministre habilité par ce dernier

Suspensivore : se dit des animaux qui se nourrissent de particules en suspension

Tavelure : petite tâche

Tubicole : désigne les animaux capables de construire un tube dans lequel ils vivent

Upwelling : remontée des eaux froides profondes, riches en nutriments, vers la surface de l'océan

Urosome : trois derniers segments de l'abdomen (pléon), parfois fusionnés

Vagile : de dit d'un organisme qui a la faculté de se déplacer

Variance : mesure de la dispersion d'une distribution ou d'un échantillon

Vitellus : réserve de nourriture de l'œuf

Vomer : os formant la partie antérieure du palais

or pixels, with each cell/pixel containing a single value

Recruitment: number of young-of-year fish entering a population in a given year

Regulation: legally binding Community instrument which provisions apply to all Member States directly into their national law

Rostrum: dorsal median anterior projection of the head in crustaceans

Soft law: not legally binding instruments

Suspension feeder: animal which feeds on suspended particles

Speckle: small task

Statutory Instrument (Order, Regulations): subsidiary legal instrument usually made by a Minister empowered by an Act of Parliament, which outlines detailed provisions

Tube feet: retractable feet with suction pads

Tube dwelling: concerns animals that are able to build a tube in which they live

Upwelling: rising of cold water from the deeper areas of the ocean to the surface

Urosome: three last segments of the abdomen (pleon), sometimes fused

Variance: measure of the dispersion of a distribution or set of values

Vitellus: or yolk, food reserve of the egg

Vomer: bone forming the front part of the roof of the mouth

Annexe 6. Accronymes et abréviations

Annex 6. Acronyms and abbreviations

	Signification / *Meaning*	Traduction éventuelle vers le français ou l'anglais / *Translation (if any) to French or English*
AFD	Analyse Factorielle Détendancée	*Detrended Correspondence Analysis (DCA)*
AIC	*Akaike's Information Criterion*	Critère d'Information d'Akaike
AMP	Aire Marine Protégée	*Marine Protected Area (MPA)*
AVHRR	*Advanced Very High Resolution Radiometer*	-
BCD	Biodiversité et cartographie dans le détroit du Pas-de-Calais	*Biodiversity and cartography of the Dover Straits*
BLM	*Boundary Length Modifier*	Coefficient modulable du périmètre de la frontière
BRGM	Bureau de Recherche Géologique et Minière	*French equivalent to the Bristish Geological Survey*
BTS	Campagnes au chalut à perche	*Beam Trawl Survey*
CBD	*Convention on Biological Diversity*	Convention sur la biodiversité
CCCU	*Canterbury Christ Church University*	-
CE	Communauté Européenne	*European Community (EC)*
CEFAS	*Center for Environment Fisheries and Aquaculture Science*	Centre pour l'environnement, les pêcheries et l'aquaculture
CERSAT	Centre d'Exploitation et de Recherche SATellitaire	*Satellite research and exploitation centre*
CFP	*Common Fisheries Policy*	Politique Commune de la Pêche (PCP)
CGFS	Campagnes en Manche sur les espèces de poissons démersales	*Channel Ground Fisheries Survey*
CHARM I & II	*Channel Habitat Atlas for marine Resource Management*	Atlas des habitats des ressources marines de la Manche orientale
CHARM III	*CHannel integrated Approach for marine Resource Management*	Approche intégrée pour la gestion des ressources marines en Manche
CHL	Concentration en chlorophylle *a*	*Chlorophyl a concentration*
CPS	*Conservation Planning System*	Plan de Conservation
CRPM	Comités Régionaux de Pêche Maritime	French equivalent to Sea Fisheries Committees (SFC)
CIEM	Conseil International pour l'Exploration de la Mer	*International Council for the Exploration of the Sea (ICES)*
CITES	*Convention on Trade in Endangered Species*	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction
CNRS	Centre National pour la Recherche Scientifique	National centre for scientific research
CRTS	Centres Régionaux de Traitement des Statistiques	-
CS	Sable grossier	*Coarse Sand*
CUFES	*Continuous Underway Fish Eggs Sampler*	Echantillonneur en continu d'œufs de poissons (CUFES)
DCA	*Detrended Correspondence Analysis*	Analyse Factorielle Détendancée (AFD)
DEFRA	*Department for Environment, Food and Rural Affairs*	-
DEP	Profondeur	*Depth*
DICE	*Durrell Institute of Conservation and Ecology*	Institut Durell de Conservation et d'Ecologie
DIREN	Direction Régionale de l'Environnement	*French equivalent to the Environment Agency*
DOM-TOM	Départements et Territoires d'Outre-Mer	*French overseas territories*
DPMA	Direction des Pêches Maritimes et de l'Aquaculture	-
DYFS	*Demersal Young Fish Survey*	Campagnes sur les jeunes stades de poissons démersaux

EC	*European Community*	Communauté Européenne (CE)
EEZ	*Exclusive Economic Zone*	Zone Economique Exclusive (ZEE)
e.g.	*Example*	Exemple (ex.)
ERDF	*European Regional Development Fund*	Fonds Européens de DEveloppement Régional (FEDER)
ERMS	*European Register of Marine Species*	Répertoire européen des espèces marines
EPA	*Environmental Protection Act*	Législation sur la protection de l'Environnement au RU
ESRC	*Economic and Social Research Council*	Conseil de Recherche Economique et Sociale
ESRI	*Environmental Systems research Institute Inc.*	Institut de recherche des systèmes environnementaux
EU	*European Union*	Union Européenne (UE)
EwE	*Ecopath with Ecosim*	Ecopath avec Ecosim
ex.	Exemple	*Example (e.g.)*
FAD	*Fisheries Activity Database*	Base de données britannique sur les activités de pêche
FCVB	Fonction de Croissance de von Bertalanffy	*von Bertalanffy Growth Function (VBGF)*
FEDER	Fond Européen de DEveloppement Régional	*European Regional Development Fund (ERDF)*
FLU	Fluorescence	*Fluorescence*
FS	Sable fin	*Fine sand*
G	Gravier	*Gravel*
GenStat	*General Statistics*	Statistiques générales
GIS	*Geographical Information System*	Système d'Information Géographique (SIG)
GLM	*Generalised Linear Model*	Modèle linéaire généralisé
GOSE	*Government for the South-East*	Office du gouvernement pour le Sud-Est (RU)
GOV	Grande Ouverture Verticale (Chalut à)	*Very High Vertical Opening (trawl) (VHVO)*
HD	*Habitats Directive*	Directive Habitats
HR	*Habitats Regulations*	-
IBTS	*International Bottom Trawl Survey*	Campagne internationale de chalut de fond
ICES	*International Council for the Exploration of the Sea*	Conseil International pour l'Exploration de la Mer (CIEM)
i.e.	*that is to say*	c'est-à-dire
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER	*French research institute for the exploitation of the sea*
Interreg	Inter régional	*Inter regional*
IUCN	*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources*	Union Internationnale pour la Conservation de la Nature (UICN)
KPAR	*Photosynthetically Available Radiation Coefficient*	Coefficient d'atténuation de la lumière descendante disponible pour la photosynthèse
LOG	Laboratoire Océanologie et Géosciences	*Oceanography and geosciences laboratory*
M	Vase	*Mud*
MABE-MONO	*MAcroBEnthos of the eastern English Channel and the south of the North Sea*	Macrobenthos de la Manche orientale et du sud mer du Nord
MES	Matière En Suspension	*Suspended Particulate Matter (SPM)*
MERIS	*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*	-
MIittPA	*Marine and littoral Protected Area*	-
MNHN	Muséum National d'Histoire Naturelle	*French equivalent to the Natural History Museum*
MODIS	*MOderate Resolution Imaging Spectroradiometer*	-
MPA	*Marine Protected Area*	Aire Marine Protégée (AMP)
NASA	*National Aeronautics and Space Administration*	-
n/a	*Not applicable*	Sans objet
NO	Navire Océanographique	*Research Vessel (RV)*
NOAA	*National Oceanic and Atmospheric Administration*	-
ONU	Organisation des Nations Unies	*United Nations (UN)*

OSPAR	Convention "OSlo-PARis"	*OSlo-PARis convention*
P	Cailloutis	*Pebble*
PA	*Protected Area*	Aire protégée
PCP	Politique Commune de la Pêche	*Common Fisheries Policy (CFP)*
POL	*Proudman Oceanographic Laboratory*	Laboratoire océanographique de Proudman
ppm	part par million	*part per million*
PU	*Planning Unit*	Unité de gestion
ROSES	*Realtime Ocean Services for Environment and Security*	Services océaniques en temps-réel pour l'environnement et la sécurité
REISE	Répartition de l'Ecophase Ichtyoplanctonique entre la baie de Seine et l'Escaut	*Distribution of ichthyoplankton between the Schelde and Seine estuaries*
RCP	Recherche Coopérative sur Programme	*Collaborative research programme*
RV	*Research Vessel*	Navire Océanographique (NO)
RQ	*Regression Quantile*	Régression Quantile
RU	Royaume-Uni	*United Kingdom (UK)*
SAL	Salinité	*Salinity*
SeaWiFS	*Sea Wide Field-of-view Sensor*	-
SED	Types de sédiments	*Seabed sediment type*
sed.	Sédiment	*Sediment*
SFC	*Sea Fisheries Committe*	Equivalent britannique des Comités de Pêche Régionaux
SFFA	*Salmon and Freshwater Fisheries Act*	-
SIG	Système d'Information Géographique	*Geographical Information System (GIS)*
SHOM	Service Hydrographique et Océanographique de la Marine	*Hydrographic and oceanographic service of French Navy*
SMW	Station Marine de Wimereux	-
SPM	*Suspended Particulate Matters*	Matières en Suspension (MES)
SST	*Sea Surface Temperature*	Température de surface de la mer
STR	Tension de cisaillement sur le fond	*Bed shear stress*
TAC	Total Admissible de Capture	*Total Allowable Catch*
TMP	Température	*Temperature*
UE	Union Européenne	*European Union (EU)*
UICN	Union Internationnale pour la Conservation de la Nature	*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN)*
UK	*United Kingdom*	Royaume-Uni (RU)
UKHO	*UK Hydrographic Office*	Service hydrographique du Royaume-Uni
ULCO	Université du Littoral-Côte d'Opale	-
UMR	Unité Mixte de Recherche	*Mixed research unit*
UN	*United Nations (Organisation)*	Organisation des Nations Unies (ONU)
UNCLOS	*United Nations Convention on the Law Of the Sea*	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer
UNEP	*United Nations Environment Programme*	Programme des Nations Unies pour l'environnement
USTL	Université des Sciences et Technologies de Lille	-
YFS	*Young Fish Surveys*	Campagnes sur les jeunes stades de poissons
VBGF	*von Bertalanffy Growth Function*	Fonction de Croissance de von Bertalanffy (FCVB)
VHVO	*Very High Vertical Opening (trawl)*	Chalut à Grande Ouverture Verticale (GOV)
WCMC	*World Conservation Monitoring Centre*	Centre pour l'évaluation et l'application de la politique de Conservation des Nations Unies
WCA	*Wildlife and Countryside Act*	Législation britannique sur la faune et les zones rurales
WGS	*World Geodesic System*	Système géodésique mondial
ZEE	Zone Economique Exclusive	*Exclusive Economic Zone (EEZ)*

Annexe 7. Unités et leur abréviation

Annex 7. Units and corresponding abbreviation

Unité / *Unit*	Langue française / *French*	Langue anglaise / *English*
°C	Degré Celcius	*Celcius degree*
cm	Centimètre	*Centimetre*
d	-	*Day*
g	Gramme	*Gram*
h	Heure	*Hour*
ind.	Individu	*Individual*
j	Jour	-
km	Kilomètre	*Kilometre*
L	Litre	*Litre*
m	Mètre	*Metre*
mm	Millimètre	*Millimetre*
mn	Mille nautique	-
µg	Microgramme	*Microgram*
N	Newton	*Newton*
nbr.	Nombre	*Number*
nbr. ind.	Nombre d'individus	*Number of individuals*
nbr. ind. /100 m^3	Nombre d'individus pour 100 m^3 d'eau	*Number of individuals for 100 m^3 of water*
nbr. ind. /20 m^3	Nombre d'individus pour 20 m^3 d'eau	*Number of individuals for 20 m^3 of water*
nbr. ind. /30 L sed.	Nombre d'individus pour 30 litres de sédiment	*Number of individuals for 30 litres of sediment*
nbr. ind. /km^2	Nombre d'individus par km^2	*Number of individuals per km^2*
nm	-	*Nautical mile*
PSU	Unité de salinité	*Practical Salinity Unit*
UF	Unité de Fluorescence	*Fluorescence unit*
yr	-	*Year*

Annexe 8. Liste des espèces

Annex 8. Species list

Invertébrés benthique / *Benthic invertebrates*			
Nom scientifique / *Scientific name*	Nom français / *French name*	Nom anglais / *English name*	Pages / *Pages*
Abra alba	Syndesmie blanche	White furrow shell	98
Aequipecten opercularis, Chlamys opercularis	Vanneau	Queen scallop	100
Ampelisca spinipes			102
Asterias rubens	Astérie rouge, étoile de mer commune	Common starfish	104
Branchiostoma lanceolatum, Amphioxus lanceolatus	Amphioxus	Lancelet	106
Buccinum undatum	Buccin, bulot	Whelk	108
Ebalia spp. (*E. tumefacta* & *E. tuberosa*)	Ebalies	Nut crabs	110
Echinocardium cordatum	Oursin coeur	Sea potato, heart urchin	112
Echinocyamus pusillus	Fève de mer	Pea urchin	114
Galathea intermedia	Petite galathée, galathée naine	Dwarf squat lobster	116
Gastrosaccus spinifer , G. spiniferus, Mysis spinifera		Opposum shrimp	118
Glycymeris glycymeris	Amande de mer	Dog cockle	120
Homarus gammarus	Homard	Lobster, European lobster	122, 466
Maja brachydactyla	Araignée de mer	Spider crab	124, 472
Ophelia borealis	Ophélie boréale	Ophelia	128
Ophiothrix fragilis	Ophiure fragile	Common brittlestar	130
Ophiura spp. (*O. ophiura/O. texttturata* & *O. albida*)	Ophiures	Serpent star, brittlestar	132
Pecten maximus	Coquille Saint-Jacques	Scallop, king scallop	134, 480, 536
Pisidia longicornis, Porcellana longicornis	Crabe porcelaine	Long-clawed porcelain crab	138
Pomotoceros spp. (*P. triqueter* & *P. lamarcki*)		Tubeworms	140
Psammechinus miliaris	Oursin vert	Green sea urchin	142
Thia scutellata, T. polita	Crabe écusson	Polished crab	144
Upogebia deltaura	Grande gébie	Great mud shrimp	146

Poissons et céphalopodes / *Fish and cephalopods*			
Nom scientifique / *Scientific name*	Nom français / *French name*	Nom anglais / *English name*	Pages / *Pages*
Ammodytidae	Lançons d'Europe	European sand eels	174
Aspitrigla (Chelidonichthys) cuculus	Grondin rouge de l'Atlantique	Red gurnard	180, 458
Buglossidium luteum	Petite sole jaune	Solenette	190
Callionymidae	Callionymes	Dragonets	194
Clupea harengus	Hareng commun	Atlantic herring	202, 460
Dicentrarchus labrax	Bar commun	European seabass	208, 462, 530
Engraulis encrasicolus	Anchois commun	European anchovy	214
Gadus morhua	Morue commune	Atlantic cod	216, 464, 532
Galeorhinus galeus	Requin hâ	Tope	224
Gobiidae	Gobies	Gobies	228
Limanda limanda	Limande commune	Common dab	234, 468
Loligo forbesi	Encornet veiné	Northern squid, veined squid	250, 470
Loligo vulgaris	Encornet, Calmar	European squid	254, 470
Lotidae	Motelles	Rocklings	258
Merlangius merlangus	Merlan	Whiting	264, 474, 534
Microstomus kitt	Limande sole commune	Lemon sole	280, 476
Mullus surmuletus	Rouget barbet de roche	Red mullet	290, 478, 535
Platichthys flesus	Flet commun	European flounder	298, 482
Pleuronectes platessa	Plie commune	European plaice	310, 484, 538
Psetta maxima	Turbot	Turbot	540
Raja clavata	Raie bouclée	Thornback ray, roker	324, 486
Raja montagui	Raie douce	Spotted ray	338, 486
Sardina pilchardus	Sardine commune, sardine d'Europe	European pilchard, sardine	346, 488
Scomber scombrus	Maquereau commun	Atlantic mackerel	350, 490
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	Lesser spotted dogfish, small spotted catshark	354, 492
Scyliorhinus stellaris	Grande roussette	Nursehound, greater spotted dogfish	368, 494
Sepia officinalis	Seiche commune	Common cuttlefish	372, 496, 541
Solea solea	Sole commune	Common sole, Dover sole	378, 498, 542
Spondyliosoma cantharus	Griset, dorade grise	Black bream	390, 500
Sprattus sprattus	Sprat	Sprat	398
Squalus acanthias	Aiguillat commun, aiguillat tâcheté	Spurdog, spiny dogfish	404, 502
Trachurus trachurus	Chinchard commun	Atlantic horse mackerel, scad	408, 504
Trisopterus luscus	Tacaud commun	Pouting, bib, whiting-pout	412, 506
Trisopterus minutus	Petit tacaud, capelan	Poor cod	420