

# Surveillance de la qualité de l'environnement littoral

Propositions pour une meilleure coordination des réseaux

Coordinateur  
Marc Morel

Observation et surveillance  
de la mer côtière



Plans & pro  
pectives

**B**

Ifremer

## Préface

Le regard porté sur la mer a beaucoup évolué depuis trente ans. À l'idée d'exploiter des richesses présumées inépuisables, s'est substituée la volonté de préserver un environnement original et inestimable et d'assurer la permanence des ressources essentiellement biologiques dont le renouvellement ne paraît plus assuré.

La problématique du maritime est aujourd'hui étroitement liée aux nouveaux comportements des citoyens qui, non seulement dans le cadre du tourisme, mais aussi dans la recherche quotidienne d'un meilleur cadre de vie, obligent à considérer un territoire dans sa globalité et sa diversité pour en définir les potentialités.

La reconnaissance de l'importance de la mer pour le développement de la France ne pourra se faire qu'en prenant en compte ces nouveaux enjeux, et en parvenant à insérer les activités traditionnelles comme les nouvelles formes d'exploitation des rivages, dans une gestion spatiale qui associe la terre et la mer.

Or, ce sont bien, la zone côtière et la frange littorale, qui portent les transformations les plus visibles du dernier quart de siècle.

La zone côtière au sens large comprend la frange littorale, le plateau continental et ses marges, les mers régionales. Lieu d'échange privilégié entre l'océan et la terre, siège d'un écosystème original particulièrement productif, son importance n'est plus à démontrer et la préoccupation majeure est de la maintenir dans un état compatible avec les besoins des générations futures.

En termes concrets, cela implique de prévenir les risques sanitaires et écotoxicologiques majeurs et de préserver les ressources vivantes dans l'optique d'un développement durable. La mer côtière et la zone littorale sont l'objet de conflits d'intérêt multiples pour leur usage et leur occupation et partout le vœu est émis de parvenir à une gestion intégrée de la bande côtière scientifiquement fondée et sociologiquement acceptable, c'est-à-dire qui concilie développement économique et protection de l'environnement.

Les instruments juridiques d'aménagement spatial sont nombreux et appréhendent toutes les échelles territoriales : - l'échelle nationale, à travers la loi « Littoral » réunissant principes et objectifs généraux ;

- l'échelle régionale, à travers les directives territoriales d'aménagement (DTA), les schémas interrégionaux ou les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) ;

- l'échelle infrarégionales grâce aux schémas de mise en valeur de la mer (SMVM) ou aux contrats de baie ;

- l'échelle intercommunale grâce aux schémas directeurs ou aux structures intercommunales possibles.

Certains ont été créés pour traiter des champs sectoriels propres au littoral. C'est le cas des Sdage, des Sage et des contrats de baie pour la gestion de l'eau, des contrats de stations ou des projets de stations pour les stations touristiques en difficulté, des SMVA, des DTA Côte d'Azur, estuaire de la Seine, estuaire de la Loire... pour la gestion des conflits d'usage.

Néanmoins, la vision de la plupart de ces outils reste éminemment terrienne et statique alors que tout ce qui vient de la terre atteint l'océan dans cette zone côtière, que le milieu marin ne peut pas être considéré comme un milieu infini doté d'un pouvoir épurateur sans limites et que les écosystèmes marins présentent une large dynamique temporelle.

De plus, les enjeux économiques sont considérables dans presque tous les secteurs d'activité. Le seul traitement des eaux et des déchets coûte près de cent milliards de francs par an à la collectivité nationale, et ce n'est donc pas par hasard si l'Ifremer a placé l'environnement côtier et la coordination des réseaux de surveillance au centre de ses préoccupations. L'action de surveillance largement reconnue à l'institut, tant par les intervenants publics que par les professionnels de la pêche et des cultures marines, lui confère le soin de diffuser les résultats acquis et de proposer un schéma directeur de la surveillance (SDS) qui ne soit pas seulement un document de planification supplémentaire, un zonage de plus, mais qui permette à tous les acteurs de participer à un domaine essentiel de la gestion environnementale.

Déjà la méthode de planification définie pour l'élaboration des Sage reconnaît le principe de système entre usages et milieux, où toute action visant à modifier une des composantes affecte l'ensemble.

C'est aussi cette volonté qui a présidé à l'élaboration d'un bilan de la surveillance de l'environnement sur le littoral où chaque thème, chaque façade maritime, chaque réseau a été décrit de manière sectorielle ou thématique.

Le croisement des données relatives aux usages, aux milieux avec celles collectées par les réseaux a permis d'éclairer la situation actuelle et de présenter les résultats sous forme cartographique. Le schéma directeur de la surveillance propose donc un zonage des espaces marins côtiers en intégrant à la fois la protection et la qualité et les contraintes des usages anthropiques. La carte devient un support explicite de cette planification.

C'est spatialement que doivent être construites les combinaisons d'information et produits les scénarios.

Cette spatialisation doit aussi être dynamique et intégrer des innovations méthodologiques dans le domaine des traitements de l'information géoréférencée (telles que l'automatisation de la surveillance, les approches de modélisation/simulation). Au-delà, la gestion environnementale des territoires, aux contours ainsi délimités, pose de nombreuses questions à la recherche, à un niveau plus conceptuel.

Au vu de l'ampleur et de la difficulté de ces questions, le document « Surveillance de la qualité de l'environnement littoral » procède d'un pari, celui de l'expertise propre à la gestion environnementale. Il propose un découpage de l'espace sur des bases naturelles au sens de l'expression de contrôles sur un espace déjà approprié. Or, le fondement de ce territoire de la mer côtière est qu'il n'est pas l'expression d'un usage sectoriel lié à un groupe social mais l'expression du besoin qu'ont les hommes en cette fin de millénaire, de penser un nouveau rapport à la nature et de le vivre le plus harmonieusement possible dans leurs territoires quotidiens.

Pierre David  
Président-directeur général  
de l'Ifremer

## Sommaire

<b>Préface</b>	3
<b>Introduction</b>	7

---

**Chapitre I : Bilan de la surveillance de l'environnement sur le littoral français**

---

<b>Les acteurs de la surveillance sur le littoral</b>	11
Organismes surveillant la qualité du milieu	11
Organismes surveillant le milieu physique	11
<b>Les thèmes de la surveillance actuelle</b>	12
La microbiologie sanitaire	12
Le phytoplancton toxique	12
L'enrichissement du milieu, l'eutrophisation	12
Les contaminants chimiques	13
Le milieu biologique	13
Le milieu physique	13
Les autres nuisances	14
<b>La surveillance par façade maritime</b>	14
La façade Manche - mer du Nord (cartes n° 1 à 3)	14
La façade atlantique : nord du golfe de Gascogne (cartes n° 4 à 6)	15
La façade atlantique : sud du golfe de Gascogne (cartes n° 7 à 8)	15
La façade méditerranéenne (cartes 9 à 11)	15
<b>Diagnostic sur les réseaux de l'Ifremer</b>	17
Le RNO	17
Le Réphy	17
Le Rémi	18
Autres réseaux	18

---

**Chapitre II : Le zonage du littoral**

---

<b>Critères pour un zonage de la surveillance</b>	23
Les limites en mer	23
Les limites continentales	24
Le zonage de la bande côtière	24
Influences d'autres facteurs que la surveillance	24
<b>Les zonages et découpages existants</b>	25
Découpage Quadrige Ifremer	25
Bassins et zones homogènes des agences de l'Eau	25
Eaux de baignades des DDASS	26
Zones conchyliologiques du ministère de l'Agriculture et des Pêches (Mapa)	26

Zones sensibles ou protégées du ministère de l'Environnement (Mate)	26
<b>Propositions de découpage du littoral</b>	27
Conservation du découpage Quadrige	27
Proposition de modification du découpage Quadrige	27
<b>Mise en place d'un système et d'une base normalisés d'information géographique côtière</b>	28

**Chapitre III : Recommandations nationales pour la surveillance**

---

<b>Un zonage cohérent</b>	31
<b>Des paramètres à analyser et des fréquences</b>	31
Microbiologie	31
Phytoplancton toxique	31
Les nutriments	31
Les contaminants chimiques	31
Les paramètres biologiques	32
Les paramètres physiques	32
Autres paramètres	32
<b>Des indicateurs de la qualité des eaux littorales</b>	32
<b>Des données mieux valorisées</b>	32
<b>Une organisation de la surveillance sous assurance qualité</b>	33
<b>La restauration du milieu par la réduction des apports</b>	33
<b>Des progrès dans l'analyse des contaminants et dans l'automatisation des mesures</b>	33
<b>Conclusion</b>	34
<b>Références bibliographiques</b>	34
<b>Sigles et abréviations</b>	35
<b>Glossaire</b>	36
<b>Annexe : cartes des réseaux de surveillance et des découpages du littoral</b>	37



## Introduction

En matière d'environnement, au sens le plus large du terme, les zonages territoriaux constituent l'étape préliminaire de la plupart des analyses de situation dans tous les domaines (social, économique, administratif) et aussi de la majorité des études prospectives, telles que les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage), par exemple, les politiques de protection des paysages ou des habitats, etc.

Cette considération vaut en particulier pour les activités de mesure des paramètres qui caractérisent l'environnement, ainsi que pour l'observation des écosystèmes agricoles, forestiers, aquatiques, etc.

En effet, les zonages des activités de surveillance du milieu permettent à la fois d'en organiser les modalités concrètes (stratégies d'échantillonnages, gestion de la donnée, etc.) et d'en structurer les résultats (présentation de données, aires de représentativité des diagnostics...).

Il est relativement aisé de définir et d'appliquer les critères de ce type de zonage en milieu terrestre où la plupart des problématiques abordées sont, sinon statiques (au sens géographique), tout du moins de faible dynamique spatiale : les forêts ne se déplacent pas, les rivières restent à proximité de leurs lits, les écosystèmes aquatiques sont circonscrits par la topographie aux zones humides, etc.

Il n'en va pas de même pour les écosystèmes marins, y compris leurs substrats sédimentaires, qui sont soumis à des transports hydrodynamiques de grande emprise spatiale et présentent une large dynamique temporelle très liée à cette dynamique spatiale.

Il fallait néanmoins mettre en place des structures opérationnelles pour opérer les différents réseaux de surveillance mis en place le long des côtes françaises, depuis le début du siècle pour les plus anciens.

Les zonages correspondants ont donc été créés sur des critères « opportunistes » plus orientés vers la satisfaction de contraintes d'exploitation que guidés par la nature des phénomènes observés.

Certains de ces zonages sont détaillés au chapitre II pour la France. Le même besoin a conduit aux mêmes actions dans d'autres pays européens et, pour les zones du large, au niveau du Conseil international pour l'exploration de la mer (Ciem). En ce qui concerne l'Union européenne, cette préoccupation apparaît nettement dans le cadre du programme de démonstration sur la gestion intégrée des zones côtières (ICZM). Toutefois, il semble qu'aucun zonage systématique du littoral ne soit en application à l'heure actuelle.

La volonté, aujourd'hui universelle, de coordination des réseaux de surveillance ne relève pas d'un objectif technocratique : il apparaît à tous les niveaux (contrats de baie, bassins versants, conventions internationales, directive de l'Union européenne) que ces informations ne révèlent leur richesse que lorsqu'elles sont rassemblées, corrélées et synthétisées, de façon à faire apparaître les causes et les effets, les interactions entre les compartiments physiques et biologiques, entre politique d'occupation des espaces et altérations des usages, entre court terme et moyen terme.

On peut citer à cet égard le rapport au Parlement sur l'application de la loi dite « Littoral » (ministère de l'Équipement des Transports et du Logement - janvier 1999) : « L'intégration à terme de ces réseaux nationaux dans la BNDE (Banque nationale des données sur l'Eau, ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement) offre trois avantages significatifs : I) la gestion en un seul lieu d'une très grande quantité d'informations concernant un même système géographique facilite sa mise à disposition auprès des scientifiques, des décideurs et du grand public ; II) l'intégration est une source de garantie de standardisation et de qualité optimale de l'information grâce à sa traçabilité et aux procédures de certification, souvent de niveau international, mises en place par les producteurs de données ; III) les synergies d'information par le rapprochement des données suscitent leur mise en cohérence et le développement secondaire de stratégies plus pertinentes encore et d'outils nouveaux. »

Cet effort de synthèse nécessite, pour être efficace et pas trop onéreux, la constitution de bases de données compatibles, sinon communes chaque fois que possible. Ceci suppose des progrès considérables, en cours de réalisation, dans des domaines variés :

- métrologie et assurance qualité ;
- taxonomie et nomenclatures diverses ;
- définition d'indicateurs plus ou moins agrégés, standardisation et référentiels, etc.

Parmi ces référentiels, les zonages géographiques constituent l'un des points critiques, aussi bien pour la collecte des mesures que pour la diffusion des données.

Il est certain que les contraintes fonctionnelles attachées à la surveillance peuvent conduire à des zonages inadaptés à la représentation des problématiques affectant les grandes entités naturelles géographiques : c'est pourquoi on s'attache à préserver les possibilités d'agrégations ultérieures suivant des critères variés.

Après avoir décrit les différents réseaux par thème et par façade maritime, l'objet principal de ce rapport est de présenter un état de l'existant en matière de zonages (plus ou moins formalisés) pour la surveillance de la qualité du milieu littoral afin d'examiner la possibilité de définir un zonage susceptible de servir de référentiel commun à l'ensemble de ces activités.

Dans cet objectif, nous n'avons pas retenu un certain nombre de zonages côtiers dont la finalité opérationnelle ne devrait pas nécessiter la mise en commun de leurs résultats avec une base de données « Qualité du milieu » :

- zonages des centres opérationnels de surveillance de la navigation maritime ;
- zonages liés aux activités de la Défense, de la Douane, de la Police maritime ;
- zonages à caractère temporaire ou saisonnier délimitant les interdictions de certaines activités de pêche, etc.

D'autres recommandations en matière de suivi de la qualité sont également proposées. Elles devraient servir de ligne directrice à l'élaboration d'un système français de surveillance moderne, efficace, basé sur un référentiel géographique commun et contribuer à la réflexion déjà entamée au niveau européen.



## Chapitre I

# Bilan de la surveillance de l'environnement sur le littoral français



## Les acteurs de la surveillance sur le littoral

### **Organismes surveillant la qualité du milieu**

A l'échelle nationale, l'Ifremer apparaît comme l'acteur principal de la surveillance continue de la qualité du milieu littoral. En raison de ses missions, ses compétences et ses implantations côtières, il est responsable de la gestion des réseaux nationaux de surveillance de la qualité du milieu et de celle des ressources suivants, qui seront décrits plus loin dans ce document :

- le réseau national d'observation de la qualité du milieu marin (RNO);
- le réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines (Réphy);
- le réseau de contrôle microbiologique (Rémi);
- le réseau de suivi de la croissance de l'huître creuse (Rémora);
- le réseau pathologique des mollusques (Répamo);
- le programme de surveillance de l'impact écologique et halieutique des sites de centre de production nucléaire en bord de mer (IGA).

De plus, l'Ifremer opère ou participe à des réseaux régionaux pour le compte de partenaires, essentiellement les agences de l'Eau, en collaboration, ou pour ses propres besoins :

- le suivi régional des nutriments sur le littoral Nord - Pas-de-Calais et Picardie (SRN);
- le réseau littoral normand (RLN);
- le réseau ulves sur le littoral breton;
- la mesure automatisée en réseau pour l'environnement littoral en baie de Seine (Marel);
- le réseau littoral méditerranéen (RLM);
- le réseau intégrateurs biologiques en Méditerranée (Rinbio);
- des réseaux hydrologiques de surveillance de la capacité trophique des bassins conchyliques dans le golfe du Morbihan, à Marennes-Oléron, à Arcachon, dans les étangs palavasiens et en Corse ;
- enfin, pour le compte de l'Office de protection contre les radiations ionisantes (Opri), l'Ifremer et les universités prélevent de l'eau et différentes espèces marines (algues, mollusques, crustacés, poissons) depuis 1974.

Sous la responsabilité du ministère de la Santé, les directions départementales de l'action sanitaire et sociale (DDASS) sont en charge de la surveillance de la qualité des eaux de baignade et de la salubrité des zones de pêche de loisir des coquillages, sur l'ensemble des côtes françaises. Des contrôles microbiologiques sont également effectués au niveau des stations d'épuration des eaux usées.

Les cellules qualité des eaux littorales (CQEL), qui dépendent du ministère de l'Équipement, sont mises à disposition du ministère de l'Environnement pour effectuer des tâches de surveillance et de police des eaux littorales, essentiellement en terme de rejets en mer de quelque nature qu'ils soient (pluviaux, rejets urbains, industriels, agricoles, thalassothérapie, etc.). Les CQEL opèrent à la fois des réseaux de routine (suivi de masses d'eaux, notamment dans le cadre

du RNO et du réseau « Estuaires ») et d'alerte en cas de pollution. Elles viennent de mettre en place le Répom (Réseau des ports maritimes) pour l'évaluation des contaminations microbiologiques et chimiques des sédiments portuaires. Les directions régionales de l'environnement (Diren) et les agences de l'Eau opèrent le réseau national de bassin (RNB) pour la surveillance des eaux continentales (chimie, biologie, microbiologie). Elles développent leurs activités dans le domaine littoral avec le souci d'observer les effets des mesures prises sur les bassins versants des rivières. Elles n'effectuent pas directement les mesures.

Le réseau Opera (Observatoire permanent de la radioactivité de l'environnement) marin est opéré par l'institut de protection et de sécurité nucléaire (IPSN) et s'attache à l'observation à long terme des niveaux et tendances de la radioactivité naturelle et artificielle dans une perspective radio-écologique.

Les stations marines des universités, en association avec le CNRS, ont créé le service d'observation en milieu littoral (Somlit) en 1997. Les paramètres généraux de qualité des eaux sont suivis systématiquement sur six sites (Wimereux, Roscoff, Arcachon, Banyuls, Marseille et Villefranche-sur-Mer) ainsi que le plancton et le benthos selon le site. Par ailleurs, en Méditerranée, le GIS Posidonies, en collaboration avec les CQEL, est chargé de la mise en œuvre du réseau de surveillance Posidonies (RSP). Il contribue également au suivi de l'invasion de l'algue *Caulerpa taxifolia*.

L'Observatoire national des zones humides (ONZH), géré par l'Ifen, est un outil de gestion et de rassemblement de données sur les zones humides.

Par ailleurs, le milieu associatif génère de nombreuses activités de surveillance, comme celles sur les oiseaux et les mammifères marins. De même, des collectivités soutiennent des actions d'autosurveillance locales.

Enfin, la Marine nationale, sur certains sites, exerce une surveillance de la qualité du milieu marin (hydrologie, microbiologie, contaminants chimiques, radioéléments).

### **Organismes surveillant le milieu physique**

Le service hydrographique et océanographique de la Marine (Shom) effectue une surveillance à long terme des marées et du niveau de la mer, grâce à un réseau de marégraphes installés dans une vingtaine de ports français. Les niveaux moyens journaliers sont mesurés depuis 1807 et les hauteurs horaires depuis 1860, à Brest, série la plus longue. Le Shom effectue également des séries de mesures de courants, de bathymétrie et de sédimentologie.

Le service technique de la navigation maritime et des transmissions de l'équipement (STNMTE, aujourd'hui Cetmef), effectue des mesures de houle (hauteur, période) sur deux sites en Atlantique. Deux sites en Méditerranée sont gérés par la direction générale de l'armement et le port autonome de Marseille.

Le Shom, le Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM), l'EDF (Chatou) et les universités observent l'évolution du trait de côte et effectuent des intercomparaisons entre les points géodésiques pour en déduire les mouvements verticaux au sol.

Note : les réseaux de surveillance du milieu physique, la météorologie et les observations satellites sur l'état de la mer ou le trait de côte sont peu ou pas décrits dans le présent document.

## Les thèmes de la surveillance actuelle

### La microbiologie sanitaire

On entend par microbiologie sanitaire l'étude de l'ensemble des organismes vivants microscopiques (bactéries et virus) susceptibles d'être pathogènes pour l'homme.

La surveillance de la qualité sanitaire de l'eau de mer et des coquillages repose essentiellement sur le dénombrement d'indicateurs de contamination fécale : les coliformes fécaux thermotolérants ou *Escherichia coli* (*E. coli*), bactéries communes du système digestif des animaux à sang chaud.

Bien que la présence de ces indicateurs n'implique pas nécessairement celle de salmonelles, de vibrios ou de virus et dans l'attente de la mise au point de techniques analytiques de recherche des pathogènes en routine, l'analyse d'*E. coli* reste actuellement la plus couramment utilisée dans les réseaux de surveillance.

C'est le cas pour les deux principaux réseaux de surveillance de la qualité microbiologique des eaux de baignade et des coquillages :

- le réseau de surveillance des eaux de baignade utilise comme paramètres microbiologiques essentiellement les coliformes thermotolérants et les streptocoques fécaux (nombres guides = 100 par 100 ml d'eau de mer filtrée) pour procéder au classement « A, B, C, D » des eaux de mer et des eaux douces en application de la directive n° 76/160 CEE du 8 décembre 1975 ;

- le réseau microbiologique Rémi de surveillance de la qualité des coquillages utilise les coliformes thermotolérants ou *E. coli* (nombre guide = 300/100 g de chair et de liquide intervalaire) comme seul critère microbiologique pour procéder au classement des zones de production conchylicoles dans l'une ou l'autre des catégories A, B, C ou D en application de la directive 91/492/CEE du 15 juillet 1991 modifiée par la directive 97/61/CEE du 20 octobre 1997.

La mise en place du laboratoire européen de référence sur le risque microbiologique « coquillages marins » pourrait faire évoluer cette situation assez rapidement dans les années à venir.

### Le phytoplancton toxique

Le phytoplancton, élément fondamental de la chaîne alimentaire, est constitué par l'ensemble des organismes végétaux microscopiques transportés passivement dans l'eau.

Parmi ces organismes, certaines espèces produisent des toxines appelées phycotoxines dont les effets peuvent être néfastes pour l'homme ou les animaux marins : ce sont, par

exemple, certaines espèces de *Dinophysis* qui produisent des toxines DSP (Diarrheic Shellfish Poison), les espèces *Alexandrium minutum* et *Alexandrium tamarensis* qui produisent des toxines PSP (Paralytic Shellfish Poison), l'espèce *Gymnodinium cf. nagasakiense* qui produit des toxines hémolytiques et certaines espèces du genre *Pseudonitzschia* produisant des toxines ASP (Amnesic Shellfish Poison).

La stratégie du Réphy est basée sur la détection des espèces toxiques dans l'eau mais également sur celle des toxines dans les coquillages issus des zones de production. Le niveau de toxicité est évalué à l'aide d'un test souris. Pour le DSP, le temps de survie moyen des souris ne doit pas être inférieur à 5 heures (seuil Santé publique). Pour le PSP, le temps de survie moyen des souris est converti en µg d'équivalent-saxitoxine par 100 g de chair. Il ne doit pas dépasser 80 µg (seuil Santé publique). Pour l'ASP, le seuil de tolérance utilisé est de 20 µg d'acide domoïque par gramme de chair de bivalve. La surveillance du phytoplancton toxique et des phycotoxines contribue à l'application des directives 79/923/CEE du 30 octobre 1979, 91/492/CEE du 15 juillet 1991 et 97/61/CEE du 20 octobre 1997.

### L'enrichissement du milieu, l'eutrophisation

Non directement toxiques, les nutriments (nitrate, ammonium, phosphate, silicate) permettent le développement des organismes végétaux et sont donc à la base de la chaîne alimentaire. Du fait de l'apport massif d'engrais chimiques ou organiques (lisiers) en agriculture et de détergents phosphatés, un enrichissement significatif du milieu estuaire et côtier conduit à des effets appelés « eutrophisation » par abus de langage : développements excessifs d'algues (macro ou microphytes), déséquilibres de populations, anoxie ponctuelle.

La surveillance de l'enrichissement du milieu (RNO, Réphy, SRN, Marel...) va donc porter sur les nutriments, mais il est important de suivre aussi certains paramètres témoins (chlorophylle, matière organique) ou des facteurs associés (turbidité). Pour observer et quantifier les effets de l'eutrophisation, la surveillance peut porter sur l'évolution des populations phytoplanctoniques ou des communautés benthiques, ou sur les biomasses algales échouées sur les plages (voir p. 14 « Les autres nuisances »).

Les niveaux de concentration des nutriments en mer ouverte sont assez bien connus et relativement stables, au cycle annuel près. Dans les eaux côtières, ces niveaux dépendent surtout de la salinité de la masse d'eau étudiée, et donc des proportions relatives des eaux marines et douces qui la forment. Dans les estuaires, les augmentations de concentration sont facilement observées par référence avec les niveaux mesurés dans les années soixante-dix. Mais il n'existe pas encore de critère pour permettre une évaluation de leur signification environnementale.

Il faut mentionner qu'au niveau international, dans le cadre de la convention de Paris (Ospar), il existe une « procédure commune » de désignation de l'état des zones côtières dans les catégories de « zones sans problème », « zones à problèmes potentiels » et « zones à problèmes ». À chaque catégorie est associé un programme de surveillance approprié.

## Les contaminants chimiques

Drainées par les bassins versants des rivières, des fleuves et des estuaires, transportées par voie atmosphérique ou rejetées accidentellement, les quelques cent mille substances chimiques commercialisées en Europe peuvent aboutir à différents stades de leur cycle de vie dans un ultime réservoir : le milieu marin. Les contaminants chimiques recherchés sont en général sélectionnés pour leur toxicité ou leur rémanence. Les métaux lourds (cadmium, plomb, mercure, zinc, cuivre, chrome...) et les molécules organiques des familles du DDT, du lindane, des polychlorobiphényles (PCB), des hydrocarbures polyaromatiques (PAH) et des organostannueux sont les plus couramment étudiés (RNO, Rinbio, RNB, CQEL, Répom).

Leur mesure directe dans l'eau fait appel à des techniques analytiques sophistiquées et coûteuses ; par ailleurs, la variabilité du milieu littoral ne confère que peu de signification à une mesure ponctuelle isolée. Pour ces raisons, les contaminants chimiques sont le plus souvent dosés dans les sédiments ou dans la matière vivante (coquillages, poissons, végétaux).

Les mollusques sont communément utilisés comme bioindicateurs car ils ont la propriété, après un séjour de plusieurs mois dans l'eau, d'accumuler certains micropolluants jusqu'à atteindre un équilibre dynamique avec le milieu. Les niveaux mesurés dans les organismes sont ainsi le résultat et le reflet de l'état chronique ou moyen du milieu. De nombreux pays mettent ainsi en œuvre des programmes de surveillance sous le terme générique de « moule-sentinelle (mussel watch) ». Le RNO est un des plus anciens et des plus denses.

L'arrêté du 21 juillet 1995, relatif au classement de salubrité des zones de production de coquillages, fixe une valeur seuil pour le cadmium et le plomb de 2 mg/kg en poids humide et pour le mercure de 0,5 mg/kg en poids humide. À l'occasion de la synthèse des résultats du RNO obtenus de 1979 à 1993, réalisée pour l'ensemble des côtes françaises, une grille de qualité pour les contaminants dans la matière vivante a été construite par l'Ifremer. Elle tient compte des recommandations des conventions internationales et se base sur l'échantillonnage trimestriel du RNO. Selon leurs propriétés écotoxicologiques et les mécanismes géochimiques qui régissent leur devenir, ces xénobiotiques peuvent être responsables d'effets néfastes sur les biocénoses marines. Des techniques ont été adaptées pour détecter des symptômes précoce de la toxicité des micropolluants et évaluer leur impact sur l'écosystème littoral à différents niveaux d'organisation biologique. L'utilisation de biomarqueurs à l'échelle cellulaire ou biochimique permet de prouver qu'un organisme est exposé ou non à des niveaux de contaminants qui dépassent ses capacités de détoxicification. Plusieurs méthodes sont déjà appliquées dans des programmes de surveillance (RNO) : altération de l'ADN, enzymes de détoxicification, inhibition de la transmission de l'influx nerveux, aberrations chromosomiques ; elles sont principalement mises en œuvre sur des espèces fixées ou sédentaires (moules, poissons, posidonies).

## Le milieu biologique

L'appréciation de la qualité du milieu peut être réalisée à l'aide de diagnostics fondés sur l'observation du « monde vivant ». L'éventail des possibilités est varié : phytoplancton, zooplancton, faune ou flore benthique, poissons, oiseaux, mammifères. Les paramètres retenus (abondance, diversité des espèces, état physiologique, croissance, reproduction...) sont utilisés essentiellement dans des études d'impact ou des programmes à caractère patrimonial. L'état de l'herbier de posidonies, la biodiversité des peuplements de poissons, de l'endofaune benthique, de la macrofaune benthique peuplant les estrans peuvent être utilisés comme des indices écologiques de l'état du milieu. Par exemple, en milieu lagunaire, l'étude des peuplements de macrophytes permet d'apprecier le degré d'eutrophisation des lagunes ; un accroissement de ceux-ci s'accompagne d'un remplacement progressif des peuplements à phanérogames par des algues rouges puis, *in fine*, par des algues vertes. En eau douce, le RNB apprécie la qualité biologique des rivières grâce à un indice biologique global normalisé (IBGN) basé sur l'abondance et la diversité de populations d'invertébrés. L'utilisation de séries à long terme réalisées sur le monde du vivant (IGA, Somlit) permet, en complément de séries d'observations réalisées sur des descripteurs d'ordre géochimique, de soutenir des actions de recherche rattachées au thème des relations entre les changements climatiques et la variabilité hydrobiologique, ou d'effectuer la validation et le calibrage de modèles numériques d'écologie côtière qui tentent de prédire les capacités de production primaire du milieu.

Dans les principaux bassins de production conchylicole des programmes de surveillance (Rémora, Répamo) sont mis en œuvre pour connaître les performances de production des élevages (croissance, mortalité, qualité des mollusques) et suivre l'état zoosanitaire des cheptels selon des protocoles d'échantillonnage standardisés. Ces réseaux à finalité conchylicole fournissent aussi d'excellentes indications sur l'état des eaux marines qui alimentent ces élevages.

La directive européenne 79/923/CEE du 30 octobre 1979, relative à la qualité des eaux conchyliques, avait une finalité patrimoniale forte (conservation de la qualité biotique des zones conchyliques) tout en révélant une préoccupation liée à la santé publique. Elle a fixé toute une série de paramètres à suivre dont certains s'appliquent au milieu biologique (température, salinité, O<sub>2</sub> dissous, pH, matières en suspension, etc.).

## Le milieu physique

Le milieu physique marin possède deux spécificités majeures : d'une part, la grande variabilité des forçages, à échelles de temps petites (houle), moyennes (marée) ou grandes (circulation générale), d'autre part, le caractère 3D très marqué du milieu, également très variable selon les échelles d'espace considérées.

Ces spécificités font toute la différence avec l'approche hydrologie continentale (pollution des cours d'eaux) ou atmosphérique. Elles justifient un effort important et incontournable de connaissance et de modélisation de l'océanographie côtière en amont de toute étude de qualité.

L'étude des niveaux moyens de la mer montre une augmentation à Brest de l'ordre de 1,5 mm par an depuis la fin du siècle dernier. La tendance séculaire ne peut être observée que sur des séries supérieures à cette durée. Il est intéressant de noter que le trait de côte est surtout façonné par les événements extrêmes (tempêtes...).

La houle présente une forte variabilité spatiale dans le domaine côtier avec prédominance de tel ou tel processus d'évolution selon la morphobathymétrie du rivage : réfraction, déferlement, frottement sur le fond, etc. Son étude relève actuellement plus de la modélisation hydrodynamique que de l'observation *in situ* (sauf bouées STNMTE de référence ou bouées Marel).

Les courants font l'objet de nombreuses modélisations (2D, 3D, différentes échelles, courants résiduels, etc.). Sauf pour les courants de marée, l'observation *in situ* ne permet de prédictions fiables que si elle constitue des données d'entrée pour le « calage » des modèles. Ces modèles nécessitent de bien connaître les conditions aux limites ainsi que la bathymétrie des zones étudiées (Shom) et, la plupart du temps, les conditions météorologiques.

Le transport particulaire, tant au point de vue de l'évolution du trait de côte que comme mécanisme dominant de l'évolution de certaines contaminations ou de la capacité trophique des eaux, est étudié grâce à la modélisation.

### Les autres nuisances

Trois types de nuisances sont à signaler au niveau du littoral : l'échouage de macroalgues, les macrodéchets et les espèces envahissantes. Dans le premier cas, on peut distinguer les échouages liés au mauvais temps (laminaires, *Fucus*, *Chondrus*, etc.) et ceux correspondant au développement anormal d'une espèce, comme dans le cas des ulves. Les sites touchés par celles-ci, principalement bretons, font l'objet d'une évaluation de biomasse algale échouée et d'observation des apports azotés qui ont permis cette croissance.

Les macrodéchets font l'objet d'évaluation sur l'estran et lors de campagnes de chalutage de l'Ifremer. Le long du littoral, ceux-ci font l'objet soit de ramassages réguliers par les collectivités, soit d'opérations ponctuelles. La surveillance des échouages n'est pas systématique et seuls les tonnages globaux récoltés sur les plages touristiques sont à peu près connus.

Les espèces envahissantes (crépidule, sargasse, *Caulerpa taxifolia*) sont suivies sur plusieurs parties du littoral où elles prolifèrent.

## La surveillance par façade maritime

Une enquête a été menée en mai-juin 1998 par les laboratoires côtiers de l'Ifremer (direction de l'environnement et de l'aménagement littoral) en matière de réseaux de surveillance de l'environnement sur les 5 000 km\* du littoral français métropolitain. À cette fin, on a recensé par thème les différents réseaux existants (gérés ou non par l'Ifremer) ainsi que les zonages qui y sont associés. Le bilan de cette enquête est présenté ci-dessous, regroupé par façade pour des raisons de commodité et illustré sous forme de cartes sur lesquelles sont reportés les réseaux de surveillance existant sur le littoral.

Les communes qui figurent sur les cartes sont riveraines des mers et océans, d'étangs salés et de plans d'eau supérieurs à 1 000 ha, au sens du décret n° 79-716 du 25 août 1979 approuvant la directive d'aménagement national relative à la protection et l'aménagement du littoral (JO 26/8/1979).

### La façade Manche-mer du Nord (cartes n° 1 à 3)

La façade Manche-mer du Nord s'étend sur 1 130 km\* de la frontière belge à l'est jusqu'à la limite des départements Côtes-d'Armor et Finistère (le Douron) à l'ouest. Elle correspond à l'aire géographique des trois laboratoires côtiers Del de l'Ifremer (Boulogne-sur-Mer, Port-en-Bessin et Saint-Malo) et couvre neuf départements (Nord, Pas-de-Calais, Somme, Seine-Maritime, Eure, Calvados, Manche, Ille-et-Vilaine et Côtes-d'Armor) et cinq régions (Nord - Pas-de-Calais, Picardie, Haute et Basse-Normandie et une partie de la Bretagne).

Tous les thèmes de la surveillance sont présents sur cette façade ; la microbiologie et l'enrichissement du milieu, l'eutrophisation, le phytoplancton sont les mieux représentés en nombre de réseaux, en points de prélèvements et en paramètres analysés.

La microbiologie est couverte essentiellement par les réseaux des DDASS (347 points de surveillance) et de l'Ifremer (Rémi contrôle : 136 points). L'eutrophisation et le phytoplancton sont suivis par l'Ifremer (Réphy : 18 points réguliers et le SRN 3 : radiales de 3 points), les CQEL des DDE (Répom : 42 points et suivi des estuaires) et les agences de l'Eau (RNB littoral). Les contaminants chimiques sont suivis par l'Ifremer (RNO : 39 points) et le Répom. Un réseau automatisé de mesures physicochimiques a été mis en place en baie de Seine (Marel).

Les réseaux de l'Ifremer nationaux (RNO, Rémi, Réphy) existent dans pratiquement chaque département, de même que les réseaux DDASS de surveillance des eaux de baignade et des zones de pêche de loisir, le RNB des agences et ceux des CQEI.

Les plus anciens réseaux sont ceux des DDASS qui datent du début de 1980 et le RNO hydro-Seine (1974). Tous les compartiments (eau de mer, eau de rivière, estuarienne, coquillages, sédiments) sont suivis mais à des fréquences variables (hebdomadaire à trimestrielle selon les réseaux).

\* Source : Quid 1994.

Les laboratoires qui effectuent les analyses sont ceux de l'Ifremer, de l'institut Pasteur de Lille ou des laboratoires départementaux. Ils sont pour la plupart sous assurance qualité ou bénéficient de l'agrément d'un ministère (Santé publique ou Environnement). Les données des DDASS, des agences de l'Eau et de l'Ifremer sont stockées dans des bases de données (Info plage, banque de bassin Artois-Picardie, Quadrige).

#### **La façade atlantique : nord du golfe de Gascogne (cartes n° 4 à 6)**

La façade atlantique nord couvre quatre départements : Finistère, Morbihan, Loire-Atlantique et une partie de la Vendée. Elle correspond à l'aire géographique des trois laboratoires côtiers Del de l'Ifremer (Concarneau, La Trinité-sur-Mer, Nantes). C'est un littoral extrêmement découpé de 1 268 km\* de longueur de côte.

Pour le Finistère et le Morbihan, ce sont principalement la microbiologie, l'eutrophisation et le phytoplancton qui sont le plus surveillés en nombre de réseaux, en points de prélèvements et en paramètres analysés, compte tenu du caractère agricole, conchylicole et touristique de ces départements. Pour la Loire-Atlantique, c'est l'estuaire de la Loire qui est naturellement au centre du dispositif de surveillance des contaminants.

Du Finistère à la Loire-Atlantique, la microbiologie est couverte essentiellement par les réseaux des DDASS (483 points de surveillance) et de l'Ifremer (Rémi contrôle 107 points), mais aussi par les CQEL. L'eutrophisation est suivie par l'Ifremer dans le cadre du RNO et du suivi des échouages d'ulves, mais aussi localement par le Somlit à Roscoff et les CQEL (56 points « estuaires » dans le Morbihan). Le suivi du phytoplancton toxique du Réphy comporte 20 points réguliers. Les contaminants sont suivis par le RNO sur 26 points de prélèvements de matière vivante, mais aussi sur un nombre non négligeable de points du Répom et du RNB.

Il est à noter que, dans le Finistère aussi bien que dans le Morbihan, une démarche a été entreprise par des services administratifs (CUB de Brest, CQEL, mission inter-services de l'Eau 56...) pour une optimisation des réseaux de surveillance au niveau départemental ou local. Ces approches n'ont pour l'instant pas abouti. En Loire-Atlantique, l'observatoire de la baie de Bourgneuf a été créé sous l'impulsion de tous les partenaires locaux (agence de l'Eau, région, conseils généraux, DDASS, DDE, Ifremer, association de développement de la baie...).

#### **La façade atlantique : sud du golfe de Gascogne (cartes n° 7 à 8)**

La façade atlantique sud s'étend sur cinq départements (Vendée, Charente-Maritime, Gironde, Landes, Pyrénées-Atlantiques) et trois régions (Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Aquitaine). Trois laboratoires de l'Ifremer opèrent dans ce secteur de 814 km\* du sud de la Vendée à la frontière espagnole : L'Houmeau, La Tremblade et Arcachon.

En matière de microbiologie, le réseau Rémi s'appuie sur 80 points de prélèvements. Les DDASS exercent une surveillance des eaux de baignade à fréquence hebdomadaire (voire bimensuelle) sur 192 points de prélèvement, durant

la période estivale. Dans les zones de pêche récréative de coquillages, les DDASS effectuent de 2 à 4 séries de prélèvement par an. Enfin, elles réalisent deux fois par an, au sortir des 90 stations d'épuration du littoral, des dénombrements de coliformes et streptocoques fécaux, ainsi que des salmonelles et entérovirus.

Les CQEL interviennent essentiellement sur les rejets en mer des stations d'épuration, sur les émissaires pluviaux et dans les ports, principalement en Charente-Maritime. Les 229 points de prélèvements bactériologiques sont échantillonés, suivant les cas, tous les trimestres, deux fois par an ou occasionnellement.

Il existe parfois des intervenants locaux, comme le syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon (Siba), qui effectuent une surveillance complémentaire des zones de baignade.

La surveillance du phytoplancton et des phycotoxines, réalisée dans le cadre du Réphy, s'appuie sur 11 points de prélèvements.

Les contaminants chimiques font l'objet d'une surveillance dans le cadre du RNO matière vivante (métaux lourds, contaminants organiques). Sur les 18 points de prélèvements échantillonés, 14 se situent en zones conchyliques. En complément, dans le bassin d'Arcachon, la DDASS (2 points) et le Siba (7 points) effectuent une surveillance trimestrielle du plomb et du mercure dans l'eau.

Les macrodéchets commencent à faire l'objet d'une surveillance organisée dans le secteur.

Le milieu biologique et les paramètres généraux de qualité associés font l'objet de programmes régionaux de l'Ifremer à La Tremblade, dans le cadre de l'étude de la sensibilité de l'écosystème à la qualité trophique du bassin de Marennes-Oléron (6 points suivis tous les 15 jours) ainsi qu'à Arcachon, en support à l'étude intégrée du bassin (8 points suivis chaque semaine).

De même, le CNRS Arcachon, au titre du Somlit, conduit un réseau d'observation des paramètres généraux de la qualité des eaux et du zooplancton (8 séries par an en 3 points du bassin).

La DDASS 33 et le Siba effectuent une surveillance de certains paramètres généraux de qualité (T, S, O<sub>2</sub>, MES, pH) dans le bassin et en mer ouverte, à fréquence trimestrielle sur 9 points.

Enfin, l'université de La Rochelle élabore un programme de surveillance du benthos des substrats durs à partir de 9 radiales échantillonées 4 fois par an.

#### **La façade méditerranéenne (cartes 9 à 11)**

La façade méditerranéenne, longue de 1 795 km\* de côtes, s'étend de la frontière italienne à l'est jusqu'à la frontière espagnole à l'ouest et inclut la Corse. Elle correspond à l'aire géographique des trois laboratoires côtiers Del de l'Ifremer (Sète, Toulon et Santa Maria Poggio). Elle couvre neuf départements (Pyrénées-Orientales, Aude, Hérault, Gard, Bouches-du-Rhône, Var, Alpes-Maritimes, Corse-du-Sud, Haute-Corse) et trois régions (Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse).

\* Source : Quid 1994.

Le réseau des DDASS est le plus dense avec plus de 600 points de surveillance auxquels s'ajoutent des points supplémentaires en eau douce sur certaines communes littorales. Le Rémi compte actuellement 29 points de suivi régulier en Méditerranée. Les zones de production de coquillages étant restreintes en Provence-Alpes-Côte d'Azur et en Corse, c'est dans le Languedoc-Roussillon qu'il est le plus développé. L'évaluation de la contamination bactérienne des secteurs de pêche récréative (tellines, palourdes, oursins, etc.) n'est réalisée que dans les zones où se pratique la pêche professionnelle. Le Réphy couvre les secteurs de production conchylicole en Méditerranée avec 13 points de suivi régulier.

Dans leur mission de police des eaux, les cellules Qualité des eaux littorales s'attachent à la surveillance de 70 points environ dans les ports (réseau Répom), les canaux maritimes et les zones industrielles. Les indicateurs utilisés sont le plus souvent les paramètres généraux de qualité (hydrologie), les contaminants chimiques mesurés dans l'eau et les sédiments, mais aussi la microbiologie des eaux. Il s'agit d'un suivi de proximité concernant l'impact direct des rejets. L'hydrologie (capacité trophique) est également suivie dans les lagunes méditerranéennes par les laboratoires de l'Iframer de Sète et de Corse.

La matière vivante constitue le compartiment essentiel d'investigation du RNO avec 17 points de prélèvement. Quatre sites sont concernés par un suivi régulier de paramètres hydrologiques. Des campagnes « RNO sédiments » sont organisées tous les huit à dix ans. Au total, 336 stations ont été échantillonnées au moins une fois en Méditerranée. Pour répondre à des objectifs régionaux, l'Iframer, l'IPSN et l'agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse (RMC) se sont associés pour développer le réseau Rinbio (Réseau intégrateurs biologiques) basé sur le déploiement de stations artificielles de moules. En 1996, 86 stations ont été implantées en lagunes et en mer ouverte pour rendre compte des niveaux de contamination chimique et radioactive sur de nombreuses zones, certaines n'ayant jamais fait l'objet d'investigation. En 1998, 40 stations ont été mouillées pour confirmer et compléter dans les secteurs non renseignés les résultats de 1996 (voir page 19).

Le dispositif du réseau Opera existe depuis 1983 et comporte actuellement 5 points de prélèvements mensuels de coquillages et 2 points de prélèvements de sédiments.

Le réseau Posidonies (RSP) se consacre depuis 10 ans au suivi de l'herbier de posidonies, considéré comme un intégrateur biologique global de la qualité des eaux littorales. Le suivi des limites inférieures et supérieures rend compte de l'évolution à moyen et long terme de l'impact de l'ensemble des activités humaines sur le milieu marin. La qualité est appréciée en terme de progression, stabilité ou régression des limites spatiales de l'herbier mais aussi par sa vitalité. Ce réseau existe en région Paca et comporte 24 points de surveillance.

Dans le domaine du vivant, trois stations Rémoda évaluent les performances de production des élevages de coquillages (croissance, mortalité, qualité des mollusques) et cinq stations Répamo suivent l'état zoosanitaire des cheptels.

Plusieurs campagnes océanographiques ont permis de dresser un premier bilan de la contamination par les macrodéchets. Seule la zone du plateau continental du littoral ouest de la Corse n'a pas fait, à ce jour, l'objet d'évaluation. Les stations marines de Banyuls, Endoume et Villefranche CNRS conduisent, dans le cadre du Somlit, un réseau d'observation des paramètres généraux de la qualité des eaux et du phytoplancton sur 5 stations.

La Marine nationale exerce un suivi de la qualité des eaux (hydrologie, microbiologie, contaminants chimiques) dans la rade de Toulon grâce à 7 points de surveillance. Treize points de suivi régulier de la radioactivité (eau, faune, flore, sédiments) sont mis en œuvre entre Bandol et Giens. Le réseau de bassin, mis en œuvre par l'agence de l'Eau RMC, s'appuie sur environ 25 points de suivi en secteur littoral. Les apports du Rhône font l'objet d'une étude particulière dans le cadre du plan d'action Rhône.

Parmi les mesures opérationnelles du Sdage RMC, le réseau littoral méditerranéen (RLM) a été conçu pour bénéficier d'un dispositif intégré de connaissance et d'évaluation de la qualité des eaux littorales. L'objectif est d'obtenir une nouvelle architecture, constituée des réseaux existants, rénovés et de nouveaux réseaux, spécifiques et complémentaires, tout en laissant aux gestionnaires actuels leur pleine responsabilité par rapport à leurs missions.

Le RLM s'attache à définir une stratégie d'approche spatiale de la surveillance dans 50 « zones homogènes » qui constituent le référentiel géographique du Sdage. Au-delà du champ proche qui enveloppe toutes les positions du panache de dilution d'un rejet, son but est de renforcer les connaissances dans le champ moyen où les concentrations des contaminants encore remarquables ne sont plus imputables à un rejet identifié, mais résultent de l'effet moyen de l'ensemble des apports affectant la zone.

Une consultation des acteurs du littoral sur leurs besoins en informations sur la qualité des eaux marines et une analyse détaillée des réseaux existants ont permis au RLM de définir des thématiques complémentaires de surveillance. Plusieurs d'entre elles sont en cours de développement : la mesure des micropolluants dans les coquillages en stations artificielles, la mesure des flux d'apports à la mer, le suivi trophique des lagunes, le développement du RSP, le suivi des macrodéchets.

# Diagnostic sur les réseaux de l'Ifremer

## Le RNO

Le RNO a été mis en place en 1974 par le ministère de l'Environnement avec pour premier objectif l'évaluation des niveaux et des tendances des polluants et des paramètres généraux de la qualité du milieu marin. L'objectif de surveillance des effets biologiques a été introduit en 1987, mais reste encore pour une large part exploratoire.

La stratégie utilisée par le RNO résulte d'une adaptation progressive des programmes initiaux en fonction de l'acquisition des connaissances sur le milieu littoral et des moyens disponibles. Les paramètres de qualité générale et d'enrichissement sont suivis sur une dizaine de sites pour la plupart estuariens à raison de trois à cinq campagnes annuelles. Les contaminants métalliques et organiques sont mesurés trimestriellement dans les moules et les huîtres sur une centaine de points de prélèvements, ainsi que tous les huit ou dix ans dans le sédiment. Quelques techniques de surveillance des effets biologiques, dont l'Érod (un site), le développement embryonnaire de bivalves (deux sites), la macrofaune benthique (un site), sont appliquées à titre expérimental.

Les données du RNO, stockées dans la base Quadrige, sont régulièrement publiées dans un bulletin annuel. Certaines d'entre elles sont utilisées dans le cadre de programmes internationaux (convention Ospar). Des valeurs « repères » existent pour les différents paramètres lorsque les valeurs impératives définies réglementairement ne sont pas disponibles. Le budget du RNO (7,10 MF) est cofinancé par le ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement (Mate) et par l'Ifremer. La gestion scientifique et technique est assurée par l'Ifremer à Nantes. L'équivalent de 64 hommes-mois est consacré chaque année à ce réseau.

La mise en place du plan qualité du RNO est en cours pour ce qui concerne l'échantillonnage. Le RNO met en œuvre des actions d'assurance qualité depuis fort longtemps, en particulier par la participation à des exercices d'intercomparaison au niveau national et international.

En matière de recherche amont, le RNO a surtout contribué au développement de recherches appliquées en méthodologie analytique, puisque les mesures en milieu marin littoral étaient assez mal maîtrisées dans les premières phases de sa mise en œuvre. Plus récemment, le RNO a contribué au développement de méthodes de mesure des effets biologiques.

Dans l'ensemble, le RNO a souffert d'un manque de moyens financiers et humains. Les retombées internationales (Ospar, UE, PNUE-Med Pol) pèsent de plus en plus fortement sur le fonctionnement de ce réseau dans les années à venir.

## Le Réphy

Le Réphy est un réseau à la fois patrimonial et d'alerte mis en place en 1984 par l'Ifremer. Il comporte 200 points de prélèvement dont 62 sont échantillonés régulièrement toute l'année. Pour ce qui concerne la santé publique (fonction

alerte), la stratégie est basée sur l'observation des dinoflagellés présents dans les prélèvements d'eau car la seule détection des toxines dans le coquillage (test souris) ne permettrait pas une anticipation suffisante du risque.

Les flores partielles (espèces réputées ou supposées toxiques pour l'homme ou pour la faune) répondent à l'objectif de protection de santé publique et de santé des cheptels (protection de la faune marine). Elles sont effectuées tous les 15 jours en hiver, toutes les semaines lors des périodes à risques.

À la suite d'une directive européenne, l'ASP (Amnesic Shellfish Poison) sera ajouté à la liste des toxines surveillées.

Les fréquences d'échantillonnage ainsi que les seuils d'alerte font l'objet de consignes strictes basées sur l'expérience, afin de réduire au maximum le risque pour la santé publique.

Certaines zones ne sont pas surveillées, en raison principalement de l'éloignement par rapport au laboratoire de l'Ifremer le plus proche. Cependant, ce ne sont pas des zones à risques. Il s'agit notamment du Pays de Caux, de Biarritz et de Port-Vendres. La partie est de la côte méditerranéenne est traitée via une collaboration avec la station de Villefranche-sur-Mer. Pour ce qui relève de la fonction patrimoniale, l'observation des flores totales a fait l'objet d'un traitement des données en 1994, en vue d'une réduction de leur nombre sans perte d'information. Un des atouts de ce type de données est de pouvoir revenir sur des données historiques en cas d'apparition de nouvelles espèces toxiques et de simuler a posteriori un risque nouveau (cas des *Pseudonitzschia* et de l'ASP).

Les flores totales sont effectuées deux fois par mois. Il y a une pérennité dans l'observation des paramètres d'accompagnement (température, salinité, turbidité). Même si les fréquences sont faibles, l'ensemble du littoral est couvert. La chlorophylle est mesurée dans 10 laboratoires sur 12 et seulement sur les points « flore totale ».

Ces paramètres contribuent, à la fois, à l'obtention de séries historiques sur la production primaire du milieu et à une meilleure compréhension des efflorescences phytoplanctoniques. Une réflexion est à mener sur l'intérêt de compléter ces observations par l'analyse des sels nutritifs.

L'exploitation des données est rendue possible par l'existence de la base Quadrige et des outils d'extraction de données. Des outils standard de présentation (tableaux, graphiques, cartes) sont en développement (logiciel Aurige). Les laboratoires côtiers assurent la valorisation régionale des données sous forme de synthèses annuelles.

Une importante synthèse sur les apparitions d'espèces toxiques et nuisibles sur les côtes de France, sur la période 1984-1995, est en cours de publication. Une mise à jour 1995-1998 est prévue et l'ensemble des informations sera disponible sur le serveur Ifremer d'Internet.

La valorisation des données du Réphy par la recherche scientifique s'effectue notamment au sein du programme national d'océanologie côtière (Pnoc).

Les moyens financiers attribués au projet se montent à 7,50 MF par an. Des achats devront être programmés pour la prise en compte de nouveaux paramètres, par exemple des HPLC pour le dosage de l'ASP.

Le Réphy absorbe de l'ordre de 150 hommes-mois par an pour fonctionner en tant que réseau. Il fournit une matière à études et recherches qui n'est pas actuellement exploitée autant qu'elle devrait l'être, compte tenu du positionnement international des enjeux économiques et de santé publique de ces données et du plan de charge important de la coordination qui implique des choix de priorités. Le recentrage demandé vers l'opérationnel ne doit pas obérer la capacité globale de valorisation au niveau international ou national. Il est constaté une forte implication des départements thématiques de l'Ifremer, notamment dans le cadre des études sur les dynamiques d'apparitions d'espèces toxiques. Les pôles d'expertise sont une solution efficace : collaboration avec l'université de Caen et la station de Banyuls dans le cadre du programme national des efflorescences algales toxiques (Pneat), collaboration avec le laboratoire côtier de Concarneau pour l'identification des espèces.

Le travail des modélisateurs sur la base des données fournies par le Réphy permet une meilleure compréhension des processus d'efflorescences phytoplanctoniques. Par contre, le maillage de certains modèles hydrodynamiques n'est pas encore approprié pour positionner les points de prélèvements de manière optimale. L'amélioration de la stratégie de prélèvements passe aussi par la détermination des conditions de prélèvements pour chaque point (au niveau de la thermocline, quand elle existe, en sub-surface, au seuil, etc.). De même, une réflexion est à mener sur les techniques d'extraction des toxines utilisées pour les tests souris.

En conclusion, rappelons qu'il n'y a pas eu d'intoxication alimentaire attribuée aux toxines phytoplanctoniques depuis dix ans ; le réseau répond donc correctement aux objectifs « alertes » qui lui sont fixés. Cependant, l'apparition de nouvelles espèces liée à la circulation mondiale croissante des animaux vivants nécessite une vigilance continue.

## Le Rémi

Le Rémi, réseau de surveillance microbiologique, a été créé par l'Ifremer en 1989 sur l'ensemble du littoral français pour remplacer un système de surveillance de type « alerte » mis en place par l'ISTPM en application du décret du 20 août 1939. Il a été ensuite restructuré en Rémi contrôle le 1<sup>er</sup> janvier 1998, avec comme finalité essentielle le contrôle microbiologique des coquillages pour le classement et le suivi de la qualité sanitaire des zones de production conchylicole (décret du 28 avril 1994 et arrêté du 21 juillet 1995).

Ce réseau est mis en œuvre par 12 laboratoires côtiers et géré par un coordonnateur national. Il compte actuellement 351 points de prélèvements effectués à 99 % par les laboratoires de la Del à des fréquences surtout mensuelles (240 points) mais aussi bimestrielles (58 points), trimestrielles (43 points) et parfois bimensuelles (10 points).

Son budget annuel est de 11,20 MF pour 181 mois de travail. Les analyses sont effectuées par 11 des 12 laboratoires côtiers de l'Ifremer, tous en cours de mise sous assurance qualité, et portent sur les coliformes thermotolérants (*E. coli*). Les résultats sont stockés dans la base Quadrige et font l'objet de rapports annuels.

Si la stratégie de ce réseau est parfaitement définie (cahier des spécifications Rémi) et la couverture géographique satisfaisante (certaines zones ne sont pas couvertes du fait de l'absence de coquillages et les claires ne sont pas surveillées), le seul paramètre surveillé (*E. coli*) est peu ou pas représentatif de la contamination d'origine virale des coquillages, principal risque sanitaire d'origine microbienne. La CEE exerce actuellement une pression pour que les virus soient également pris en compte.

Si le service rendu à l'Administration (DDAM) est satisfaisant, l'information est encore trop irrégulière vers les partenaires privés et les organismes intéressés. La mise à disposition en cours des résultats et synthèses sur Internet devrait améliorer la diffusion des données. L'articulation risque sanitaire-pêche récréative devrait exiger une meilleure coordination avec les DDASS.

Les moyens en locaux et en équipements sont insuffisants dans la perspective de l'accréditation des laboratoires côtiers. La coordination interne et inter-services est bonne mais insuffisante pour faire face aux tâches d'information-valorisation attendues.

Le point fort de ce réseau reste le dispositif actuel : 12 laboratoires côtiers bien répartis sur le littoral, une coordination et un appui de la recherche thématique amont (conductancemétrie, travaux en virologie) et aval (informatique et statistiques). Le point faible est celui de la représentativité du paramètre analysé pour protéger la santé publique mais, faute de mieux, la recherche d'*E. coli* reste le meilleur indicateur actuellement.

Des perspectives d'avenir apparaissent pour d'autres domaines d'utilisation des données microbiologiques (évaluation des politiques d'assainissement, choix d'aménagement, stratégies de mise en valeur du littoral) et pourraient établir des renforcements locaux du réseau.

## Autres réseaux

Différentes actions de surveillance et de collecte de données sont mises en place à l'Ifremer pour satisfaire des objectifs locaux ou des obligations internationales.

En raison des proliférations importantes (blooms) de certaines espèces de plancton, liées aux apports en sels nutritifs, le suivi régional « Nutriments » du Nord - Pas-de-Calais - Picardie fonctionne depuis 1992. Avec le concours de l'agence de l'Eau Artois-Picardie, ce réseau permet d'échantillonner trois radiales composées de 3 à 4 stations, environ 16 fois par an. Les paramètres étudiés sont nombreux : température, salinité, turbidité, ammonium, nitrite, nitrate, phosphate, silicate, matières en suspension, matière organique particulaire, chlorophylle  $\alpha$ , phéopigments et phytoplancton. Les premiers résultats ont montré que le cycle annuel du nitrate est le plus marqué des cycles des sels nutritifs et que l'augmentation des concentrations en nutriments est par ailleurs corrélée avec celle des teneurs en chlorophylle. La perspective principale est de mieux coordonner les campagnes d'échantillonnage avec celles du RNB pour quantifier l'impact des apports à la mer sur la qualité des eaux littorales (enjeu de la directive Nitrate).

**Le réseau littoral normand** associe l'agence de l'Eau Seine-Normandie, l'Ifrémer et la direction régionale des affaires sanitaires et sociales pour aider les collectivités à décider en matière de protection de la qualité des eaux du littoral normand. Sur la base des résultats des réseaux DDASS et Ifremer relatifs à la microbiologie des eaux (plages et gisements de coquillages naturels ou exploités), ce partenariat a pour but de fournir des éléments objectifs de choix d'une politique de reconquête de la qualité des eaux.

Sous la maîtrise d'ouvrage de l'agence de l'Eau Loire-Bretagne, le suivi des macroalgues (algues vertes) est réalisé sur une cinquantaine de sites avant la période estivale et les campagnes de ramassages organisées par les collectivités locales. Une première évaluation des stocks est fournie par la photographie aérienne. Sur une douzaine de sites sélectionnés, une quantification plus fine est réalisée par le même moyen, complétée par une estimation des stocks d'ulves échouées sur l'estran. Dans les mois qui précèdent ces mesures, une évaluation des flux d'azote est entreprise sur les mêmes sites. La pérennisation de ce réseau comme outil de gestion des politiques de bassins versants est proposée.

Dans le cadre du projet de réseau littoral méditerranéen, le réseau « intégrateurs biologiques » (Rinbio) est en cours de développement sur l'ensemble du littoral méditerranéen français. Les objectifs de ce réseau sont d'évaluer et de suivre les niveaux de contamination chimique dans la zone de dilution des apports polluants en s'affranchissant de l'absence de populations naturelles de coquillages sur certaines zones.

La méthodologie utilisée est basée sur l'analyse des contaminants chimiques dans la chair de moules immergées en stations artificielles pendant trois mois environ (mai-août), à 10 m de profondeur sur la ligne bathymétrique des 20 m pour les stations en mer. Les paramètres mesurés sont les métaux lourds (zinc, cadmium, cuivre, plomb, mercure, arsenic, nickel et chrome) et les polluants organiques (DDT, lindane, hydrocarbures, PCB...).

En 1996, 86 stations ont été implantées en lagunes et en mer ouverte et ont permis d'obtenir un état instantané des niveaux moyens de contamination chimique à une très large échelle spatiale (Collioure - Menton - Corse). En 1998, 40 stations ont été mouillées pour optimiser la méthodologie, confirmer les niveaux obtenus dans les stations où des pics de contamination remarquables ont été mesurés. Ceci revient à s'affranchir de l'artefact de « dilution » ou de « concentration » occasionné par la croissance des tissus mous de la moule, autorisant ainsi la comparaison entre secteurs trophiquement hétérogènes pour lesquels le protocole RNO conduirait à des résultats difficilement interprétables. L'objectif est de configurer un réseau capable d'évaluer ces niveaux pour faciliter l'orientation des programmes de réduction des apports polluants à la mer et permettre d'intégrer, à terme, le paramètre « contamination chimique dans le champ moyen » dans une grille de qualité des eaux utilisable à l'échelle du bassin.

C'est à Sète, à l'initiative du laboratoire ressources aquacoles de l'ISTPM, qu'est né le plus ancien réseau d'**hydrologie**. Ce dernier, destiné à suivre le niveau trophique (paramètres physicochimiques et nutriments) du bassin ostréicole de

Thau (1974-1989), a été poursuivi par le biais des programmes nationaux (Pnoc, Oxythau 1991-1995). Une troisième génération de réseau a vu le jour, en 1998, dans les lagunes méditerranéennes avec la construction d'un système d'évaluation de la qualité trophique (financement agence de l'Eau, action laboratoires côtiers Sète et Corse de l'Ifrémer). Le suivi de l'**impact des rejets d'eau chaude des centrales nucléaires** (Iga) implantées en zone littorale sur les différents compartiments de l'écosystème (faune, flore, milieu), effectué à la demande de l'EDF, porte sur cinq sites : Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville, Le Blayais. L'objectif est d'assurer le suivi, défini par arrêté préfectoral, de paramètres hydrologiques (température, salinité, matières en suspension), des concentrations en sels nutritifs (nitrate et phosphate), de populations planctoniques (phytoplancton et zooplancton), de populations halieutiques (crustacés, juvéniles de poissons...) et de populations benthiques. Trois campagnes annuelles sont réalisées sur chaque site (printemps, été, automne).

L'estimation de la croissance, de la mortalité et de la qualité des produits conchyliologiques est effectuée dans le cadre du réseau **Rémora** (analyses annuelles). Ces données sont la base de l'analyse de productivité comparée des différents bassins conchyliologiques. En complément de ce réseau, un suivi de la reproduction des coquillages (comptage des larves présentes dans l'eau de mer) est réalisé dans de nombreux bassins de production ; il représente une aide à l'activité de captage à la demande des sections régionales conchyliologiques.

Le suivi de la maturation des gonades, de l'abondance des larves et du succès du captage de naissain dans les bassins de reproduction des huîtres (Arcachon, Marennes-Oléron et Ré centre-ouest pour l'huître creuse, la baie de Quiberon et la rade de Brest pour l'huître plate) bénéficie essentiellement aux professionnels qui utilisent ces informations pour optimiser la pose des collecteurs. Un suivi des stocks est également réalisé afin de diagnostiquer la « surcharge » de certains bassins conchyliologiques (baisse de la productivité - kg de production par kg de stock - sous l'effet d'un excès de biomasse). Ce suivi n'est nécessaire que dans les bassins sujets à surexploitation et en soutien aux travaux de modélisation. Une fréquence pluriannuelle (tous les 5 ans) est suffisante. Le réseau **Répamo** a pour objectif de suivre les maladies des mollusques d'élevage. Cette surveillance est capitale pour la conchyliculture dans la mesure où une directive de l'Union européenne engage les États-membres à définir le niveau de qualité zoosanitaire des différentes portions de leur littoral, pour statuer sur les autorisations de transferts de produits d'aquaculture.

Quatre objectifs sont poursuivis par ce réseau :

- contrôler l'évolution des épidémies pour les maladies obligatoirement déclarables ;
- connaître l'étiologie des mortalités anormales et apprécier l'importance de l'affection lorsqu'un agent pathogène est en cause ;
- déterminer les espèces qualifiées de « porteurs sains » ;
- contrôler les produits destinés à l'exportation et à l'importation, aussi bien entre les pays de l'Union européenne qu'avec les pays tiers.

Par ailleurs, le développement de l'activité de surveillance, sur le plan national et européen, mais aussi la nécessité de répondre aux besoins régionaux et locaux, ont conduit l'Ifremer à s'engager dans la mise au point de réseaux opérationnels automatisés. Le premier réseau automatisé (**Marel**) est en exploitation en baie de Seine depuis 1996. Le développement de capteurs *in situ* doit permettre d'enrichir progressivement la palette des paramètres accessibles à haute fréquence et de manière automatique au sein des réseaux de surveillance. Le réseau baie de Seine est constitué de quatre stations de surveillance automatisées d'acquisition continue de données sur l'environnement et d'une station régionale de réception et de gestion située dans les locaux de la station de l'Ifremer de Port-en-Bessin.

Une station estuarienne est implantée à Honfleur, au niveau du pont de Normandie. Elle est installée sur une structure flottante pour suivre les variations de hauteur liées à la marée et aux crues (le marnage atteint 9 mètres). Trois stations marines identiques sont implantées en baie de Seine : au Parfond, à la limite du Parfond et des bancs de Seine ; à La Carosse, au nord de la bouée nord du Mouillage ; à La Grande Rade, à proximité de la bouée Grande Rade Sud.

La station estuarienne mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau et la vitesse du courant à 1,5 m de la surface. Toutes les 10 mn (température, conductivité, oxygène dissous, pH, turbidité). Les stations marines mesurent des paramètres physicochimiques de l'eau (température, conductivité, oxygène dissous, pH, turbidité, chlorophylle) en trois points dans la tranche d'eau, entre 1 et 1,5 m de la surface, au fond, au milieu de la colonne d'eau. La prise d'échantillon est réalisée toutes les heures. Des paramètres météorologiques (température, pression atmosphérique, vitesse et direction du vent) et océanographiques (vitesse et direction du courant, hauteur et direction de la houle) seront mesurés également toutes les heures.

Enfin, l'Ifremer participe à l'inventaire des Znieff (zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique) marines, à celui des zones humides littorales et à la mise en place du réseau Natura 2000. Ce dernier s'inscrit dans le cadre de la directive européenne sur la conservation des habitats naturels et des espèces d'intérêt communautaire.

## Chapitre II

# Le zonage du littoral



Le zonage est une pratique ancienne de gestion des territoires terrestres et, moins fréquemment, marins. Il est utilisé en réponse à une problématique donnée et aux objectifs visés pour la traiter. Sa spécification s'élaborer donc à partir de critères et de paramètres appropriés qui permettent de disposer de différents niveaux d'information. On peut ainsi distinguer :

- les zonages thématiques, représentant par exemple les types de milieux terrestres et marins, les types d'habitats naturels, l'occupation de l'espace par les activités et usages développés, les emprises des aménagements, les domaines où s'appliquent les réglementations, etc., correspondent à un mode de traitement spatialisé d'une information descriptive relativement simple. Ces zonages font appel, dans leur formulation, aux principes fondamentaux de la géographie physique et humaine ;
- les zonages de synthèse, correspondant par exemple aux zones sensibles (à l'eutrophisation, aux hydrocarbures), vulnérables, à risques (naturels ou industriels), critiques (vis-à-vis de l'érosion), salubres (baignade, pêche à pied, cultures marines), etc., requièrent un mode de traitement spatialisé de type plus complexe (agrégation). Ces zonages relèvent de classifications établies sur des bases scientifiques ou techniques, normatives ou juridiques, etc., et interviennent dans les processus de gestion du territoire côtier.

## Critères pour un zonage de la surveillance

Dans le domaine du suivi de la qualité du milieu marin, l'objectif majeur est d'optimiser la stratégie de surveillance et de faciliter l'acquisition et la circulation des données. Le zonage, instrument multifonction, peut évoluer depuis l'analyse jusqu'à la synthèse des éléments intervenant dans la problématique de la surveillance. Le zonage d'analyse porte sur l'identification des sites à surveiller compte tenu, d'une part, des ressources à protéger (zones de production) et, d'autre part, des apports contaminants et de la dynamique locale qui régit leur dispersion. Un zonage plus technique de localisation s'ensuivra pour procéder au géoréférencement de ces premiers éléments d'analyse (référentiel géographique). Un zonage en unités spatiales fonctionnelles peut ensuite être conçu, en cohérence avec le premier, pour délimiter les espaces adaptés et favorables à la gestion du littoral. Enfin, un dernier zonage de synthèse peut aussi être défini pour restituer des informations spécialisées et intégrées, relevant notamment plus de la fonction d'indicateurs (état global de la qualité, tendances générales d'évolution...).

La problématique de la surveillance de la qualité des eaux s'inscrit dans celle, plus globale, de la gestion de la zone côtière. Cette implication demande une imbrication et une cohérence fonctionnelle et géographique des zonages qui leur sont adaptées. Elle nécessite également d'étendre le zonage au milieu terrestre et de traiter, dans le même réfé-

rentiel, les informations concernant la partie marine et la partie continentale. L'identification d'un territoire littoral facilitera la prise en compte des relations de cause à effet pour pouvoir disposer d'un outil opérationnel de gestion de la bande côtière.

### Les limites en mer

#### Les limites physiques

Le problème posé, qui date de Colbert, est bien connu : où commence et où s'arrête le littoral ? Le littoral étant une zone de transition entre le domaine marin et le domaine continental, la théorie voudrait que la surveillance de l'environnement littoral s'arrête là où le domaine continental n'a plus d'influence sur le domaine marin. Mais chacun sait que des polluants terrigènes peuvent être repérés à des centaines de kilomètres de leur source. L'hydrodynamique globale n'est pas un critère applicable. Il faudrait donc considérer les paramètres d'hydrodynamique locale sous une forme synthétique dont l'élaboration reste à faire.

Il n'existe actuellement qu'un seul critère physique opérationnel : la bathymétrie, la profondeur jouant un rôle majeur dans les processus de dépôt, la nature de la sédimentation de surface et du peuplement benthique. À cela s'ajoutent l'influence déterminante des formes du relief marin sur la courantométrie, les processus de transport et l'hydrodynamique en général.

Une limite logique serait le talus continental. En Corse, l'isobathe 100 correspond assez bien au talus continental qui est de plus peu étendu. Par contre, en Manche Est, les profondeurs atteignent rarement 100 m et il n'y a pas de talus continental. Il faudrait donc utiliser différentes isobathes selon les particularités locales, mais se poserait alors un problème de discontinuité. Les îles et les hauts-fonds isolés pourraient constituer des zones à part entière. Ainsi, chaque zone devrait alors avoir une limite sur une isobathe adaptée à ses caractéristiques propres et le critère bathymétrique perd donc sa généralité.

#### Les limites administratives

Les limites administratives identifiées sont généralement les supports du très complexe droit de la mer. La limite des 3 milles nautiques est le support de nombreuses lois concernant l'environnement littoral, mais divers points de prélèvement existent au-delà de cette limite. La limite des 12 milles nautiques intègre un critère juridique intéressant puisqu'il s'agit de la limite des eaux territoriales. Quant aux ZEE, elles sont indéniablement trop larges.

La limite des 12 milles nautiques semble constituer la meilleure solution. Des campagnes de prélèvement de l'Ifremer ont porté au-delà, mais ce type d'opérations n'est plus prévu. Cette limite, qui se trouve à 12 milles nautiques d'une ligne de base construite pour relier caps et îles, n'est pas encore disponible sous forme numérique et nous avons proposé une limite arbitraire des 12 milles qui partitait du trait de côte.

## Les limites continentales

### Les limites physiques

Parallèlement aux limites maritimes, les limites terrestres pourraient correspondre à l'endroit où s'arrête l'influence marine sur les espaces terrestres. Pour certains, cette limite sera le trait de côte, d'autres remonteront les bassins versants des rivières et fleuves côtiers jusqu'à la limite de dessalure des eaux ou de l'influence de la marée, d'autres encore tiendront compte de l'impact de l'occupation humaine sur le littoral. Il est également possible de créer une limite théorique à partir du trait de côte, intégrant les espaces naturels littoraux, les espaces anthroposés et les bassins versants. Il s'agit donc encore de travailler au cas par cas.

### Les limites administratives

Elles sont nombreuses et fonction de leurs rôles administratifs (Douane, Défense nationale, ports autonomes, agences de l'Eau...). Dans l'éventail existant, il faut éliminer les limites de zones trop étendues (département, région...) et les limites administratives qui n'ont pas d'influence directe sur l'environnement littoral. Les espaces plus ou moins protégés (Znieff, terrains du Conservatoire du littoral, etc.) mériteraient d'être pris en compte dans l'analyse, mais ils sont inutilisables pour déterminer une limite continue et surtout stable. Par contre, la loi « Littoral » impose une mise en conformité des POS des communes dites « littorales ». Ces communes, identifiées par les services publics, forment ainsi une ligne continentale continue très intéressante. De plus, les maires de ces communes sont des interlocuteurs privilégiés pour la gestion des espaces littoraux.

### Le zonage de la bande côtière

Considérant qu'une bande littorale est définie, il s'agit maintenant de déterminer la valeur potentielle des différents critères disponibles pour découper cette bande en zones cohérentes de gestion qui répondent aux besoins de la surveillance de l'environnement littoral. La méthode de travail choisie consiste à réaliser un inventaire des critères disponibles pour déterminer des points sur le trait de côte à partir desquels des droites seraient tracées. L'objectif est donc de trouver les critères qui permettent de distinguer des unités aussi homogènes que possible du point de vue de la surveillance, ce dernier pouvant être différent de celui des usages, de la police des eaux, etc.

### Les limites physiques

De la même manière que pour les limites marines et terrestres, ce sont les unités géographiques les plus stables et identifiables qui peuvent être retenues en priorité comme éléments structuraux (cap, jetée...). Le type de côte est aussi un critère intéressant (côte à falaise, dunes...), de même que la présence de cours d'eau. Cependant, un estuaire doit être considéré dans sa globalité pour sa richesse et sa complexité. C'est pourquoi les limites des bassins hydrographiques constituent des limites physiques plus intéressantes que celles des cours d'eau et qu'il est préférable de s'appuyer sur les intersections entre bassins versants et traits de côte.

## Les limites administratives

L'élimination des critères de gestion qui n'ont pas d'incidence majeure sur l'environnement littoral permet de réduire considérablement l'éventail disponible. Deux types de limites apparaissent : les circonscriptions administratives classiques et/ou spécialisées.

Les frontières nationales s'imposent d'elles-mêmes comme bornes pour ce zonage. Les limites régionales et départementales sont plus problématiques. Ce sont des unités spatiales majeures pour la gestion des espaces littoraux, mais elles sont trop étendues et leurs limites coïncident souvent avec des cours d'eau. En revanche, les limites communales offrent un maillage de base intéressant du fait de leurs faibles dimensions. Par ailleurs, les communes constituent l'élément de base des structures intéressées par la gestion du littoral (contrat de baie, etc.) et le niveau élémentaire pour la diffusion de l'information provenant de la surveillance. Les zonages spécialisés posent un double problème : leur spécificité et le manque de fiabilité quant à leur stabilité. C'est le cas des Znieff et autres espaces remarquables. La définition des zones conchyliologiques repose sur des critères trop spécifiques. Les limites des Sdage présentent l'avantage d'être calées sur les limites littorales tout en tenant compte des bassins versants, dont le rôle majeur a déjà été évoqué.

### Influences d'autres facteurs que la surveillance

Le modèle de zonage proposé est une réduction qui ne tient pas compte des autres problématiques liées à l'écosystème littoral et à sa gestion : hydrodynamisme, morphodynamique sédimentaire, utilisation de l'espace, richesse en ressources naturelles.

L'hydrodynamisme et la sédimentologie offrent des limites intéressantes, car directement liées au devenir des contaminants, mais plus difficilement exploitables car pas toujours disponibles et dépendantes des échelles de temps considérées.

L'objectif de gestion, intégrateur et complémentaire de celui de la surveillance, peut amener à un découpage différent du littoral, comme c'est le cas actuellement dans le bassin Rhône-Méditerranée-Corse où, en plus des critères « qualité du milieu » et « physique », les aspects « biodiversité » et « aménagement et activités humaines » sont pris en compte pour définir des unités cohérentes de gestion.

Des activités et connaissances nouvelles peuvent faire également évoluer le zonage et aucun système ne doit être figé.

# Les zonages et découpages existants

## Découpage Quadrigé Ifremer

Le découpage Quadrigé, dans son état actuel, résulte de la mise en cohérence de deux découpages préexistants : d'une part, le découpage en 43 « sites » établi en 1978 pour les besoins du RNO, d'autre part, le découpage en 119 « bassins hydrologiques » établi en 1984 pour les besoins des réseaux Réphy et Rémi. Bien que n'opérant pas tout à fait à la même échelle, ces deux découpages avaient été conçus dans le même esprit, celui d'une vision « marine » du littoral.

Ainsi, les sites ou les bassins étaient limités sur la ligne littorale par des lieux marquants d'un point de vue de l'hydrologie marine (caps et pointes) ; ils correspondaient en général à un ou plusieurs bassins versants de fleuves côtiers. Pour le RNO par exemple, une majorité des sites comportait au moins l'estuaire d'un fleuve dont le débit moyen annuel était supérieur à  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Lors de la réalisation en 1993 d'une synthèse sur les résultats conjoints du RNO, du Réphy et du Rémi, les limites des « sites RNO » et des « bassins hydrologiques » ont été revues et harmonisées pour former un découpage unique cohérent à deux niveaux, qui sert depuis de référence à tous les réseaux de surveillance de l'Ifremer et notamment pour le codage des points de prélèvements dans la base Quadrigé.

## Bassins et zones homogènes des agences de l'Eau

La loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 affirme que l'eau et les milieux aquatiques constituent un patrimoine fragile, commun et utile à tous, qu'il faut protéger, partager et valoriser. Elle recommande que les politiques de protection et de mise en valeur des eaux douces et côtières soient menées avec cohérence et continuité. La mer ne doit plus être considérée comme réceptacle ultime des apports et des rejets du bassin hydrographique qui la borde, elle doit s'y intégrer en matière de gestion de ces apports.

Pour traduire ces principes de gestion équilibrée, la loi sur l'Eau a créé un nouvel outil de planification à long terme des volontés locales à l'échelle du bassin : le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage).

Les cinq bassins ayant une façade littorale ont inscrit dans leur Sdage la volonté de protéger et restaurer les milieux aquatiques et littoraux remarquables. Aux stratégies communes (accentuer l'effort de dépollution bactérienne dans les secteurs de forte fréquentation pour la baignade et l'activité aquacole, protéger et restaurer les milieux aquatiques et littoraux remarquables) s'ajoutent des préoccupations plus régionales prises en compte dans le septième programme de chaque agence de l'Eau. Ce sont, par exemple, l'eutrophisation à ulves et la qualité bactériologique des zones de pêche à pied en Loire-Bretagne, l'amélioration de la qualité des eaux de baignade en Artois-Picardie et en Seine-Normandie, les apports polluants des fleuves à la mer et le suivi de l'évolution des estuaires pour Adour-Garonne, la pollution毒ique en Rhône-Méditerranée-Corse.

Un autre axe de la politique menée par les agences de l'Eau est de rechercher une meilleure cohérence des réseaux d'observation de la qualité des eaux marines et des eaux douces. Cette réflexion s'est traduite en amont par différentes approches du zonage, la plus avancée étant probablement celle menée par l'agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, en collaboration avec l'Ifremer.

## Les zones homogènes du littoral méditerranéen

Le Sdage du bassin Rhône-Méditerranée-Corse inscrit le littoral dans la logique et la cohérence d'un pilotage de l'amont par l'aval. Les objectifs de qualité qui lui sont assignés seront répercutés et pris en compte dans les territoires ou sous-bassins amont.

Pour définir ces objectifs de gestion dans un cadre territorial approprié, le littoral, considéré comme une double frange terrestre et marine, est découpé en 50 zones dites « homogènes » comparables, dans le principe de la loi sur l'Eau, aux bassins versants des rivières (voir carte n° 15).

Transversalement, le découpage s'appuie sur la configuration naturelle des côtes (présence de lagunes, étangs, deltas, caps, pointes et baies) et sur leurs caractéristiques hydrodynamiques. Longitudinalement, la bande terrestre regroupe les surfaces qui interviennent dans la collecte et le transport vers la mer de charges polluantes.

Cela concerne notamment l'hydrographie (apports des rivières et des fleuves) et l'assainissement (rejets urbains et industriels). Toutes les communes littorales raccordées sont concernées ainsi que les bassins versants de proximité pour les milieux confinés comme les lagunes. La bande marine correspond à la limite d'influence des apports telluriques sur la qualité globale du milieu. Sa limite a été arbitrairement fixée à la ligne bathymétrique des 100 m, considérée en première approche comme représentative d'un volume de dilution significatif dans une mer sans marée.

Chacune des 50 unités territoriales ainsi délimitée est caractérisée selon quatre critères qui permettent de la renseigner et d'appréhender les zones à risque où l'interaction entre les activités humaines et la qualité du milieu peut conduire à des dysfonctionnements :

- critère « physique » : type de côte (rocheuse, sableuse, dunes, reliefs...), configuration de la côte (étangs, lagunes, baies fermées ou ouvertes...), courantologie, hydrologie générale, climatologie ;
- critère « qualité et diversité de l'écosystème » : faune et flore marines présentes, diversité de l'écosystème, sites protégés, richesse en ressources naturelles ;
- critère « aménagement et activités humaines » : urbanisation, industrialisation, infrastructures portuaires, tourisme, exploitation des ressources marines (pêche, aquaculture), voies de communication ;
- critère « apport et qualité du milieu » : apports polluants (émissaires, rejets de dragage, apports fluviaux), qualité du milieu (résultats des réseaux de surveillance).

Dans chaque zone, le recensement, le classement et la hiérarchisation des données de base, validés par une analyse statistique multicritère, permettent d'affecter une valeur à

chaque critère. Toutes les zones sont donc qualifiées par un triplet « qualité et diversité de l'écosystème », « aménagements et activités humaines », « apports et qualité du milieu ». Des similitudes ou caractéristiques communes entre les zones se dégagent et permettent d'aboutir à une typologie de l'espace littoral méditerranéen.

Pour finaliser ce travail, ces unités territoriales sont renseignées par une carte d'identité. Un descriptif géographique permet de localiser la zone sur le littoral méditerranéen, les critères de caractérisation sont présentés en mettant en évidence leur hiérarchisation. Les stations des réseaux de surveillance mis en œuvre sur la zone sont géoréférencées. Un aperçu de la qualité et du volume de l'information éclaire sur les lacunes et les imprécisions des données disponibles pour engager les recherches nécessaires à l'amélioration des connaissances. Les problèmes rencontrés et les risques potentiels encourus par l'environnement sont exposés.

L'objectif de ces unités cohérentes de gestion, à l'image des bassins versants des rivières, est de proposer une échelle géographique permettant aux partenaires locaux institutionnels ou non de mener une approche intégrée de la gestion, de la restauration et de l'exploitation de la frange littorale. Pour chacune d'elles, des objectifs qui concernent la préservation ou la restauration de la qualité des écosystèmes littoraux et le maintien des activités humaines seront inscrits dans des documents à valeur réglementaire (Sdage, Sage, contrat de baie, SMVM, documents d'urbanisme divers).

### Eaux de baignades des DDASS

La directive n° 76/160 CEE du 8 décembre 1975 a établi des normes de qualité pour les eaux de baignade et donné des indications générales sur les mesures à prendre pour en assurer la surveillance. Cette directive a été traduite en droit national par le décret n° 81-324 du 7 avril 1981 modifié. Le contrôle sanitaire porte en France sur l'ensemble des zones de baignade qui n'ont pas fait l'objet d'une interdiction permanente portée à la connaissance du public et qui sont habituellement fréquentées, qu'elles soient aménagées ou que des personnes s'y baignent sans que des aménagements particuliers y aient été faits.

Certains lieux interdits à la baignade sont malgré tout contrôlés pour permettre de connaître l'évolution de la situation et de lever l'interdiction si les conditions redeviennent satisfaisantes.

Un à plusieurs points par commune sont choisis en fonction de l'importance de la fréquentation, de la nature des lieux (relief, forme du rivage, étendue des plages...) et des risques particuliers de pollution pouvant exister (rejets d'eaux usées...). Chaque point doit être représentatif d'une zone de baignade.

Une liste de ces points ainsi que les programmes qui y sont rattachés (période de contrôle, fréquence des prélèvements) sont établis par les directions départementales des affaires sanitaires et sociales en liaison avec les autorités municipales. Le découpage utilisé pour la surveillance des eaux de baignade en mer est donc au minimum celui de la zone de baignade quand elle est définie et au maximum celui de la commune si tout son littoral est une seule zone de baignade.

On comptait, en 1997, 1829 points de surveillance en mer répartis dans 644 communes, soit environ 3 points de surveillance en moyenne par commune.

### « Zones conchyliocoles » du ministère de l'Agriculture et des Pêches (Mapa)

La directive 91/492/CEE du 15 juillet 1991, modifiée par la directive 97/61/CEE du 20 octobre 1997, a fixé les règles sanitaires régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants. Cette directive a été traduite en droit français par le décret du 28 avril 1994, modifié par le décret du 30 juillet 1998, et son arrêté d'application du 21 juillet 1995 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de repartage.

Les zones de production sont définies comme « toute partie du territoire maritime, lagunaire ou d'estuaire où se trouvent soit des bancs naturels de mollusques bivalves soit des sites employés pour la culture des mollusques bivalves à partir desquels les mollusques bivalves sont récoltés par des professionnels ».

Les zones de production sont caractérisées par des limites géographiques précises par rapport au trait de côte et, chaque fois que nécessaire, vers le large. Elles constituent des entités cohérentes (article 3 de l'arrêté du 21 juillet 1995).

Pour la délimitation de ces zones sont notamment prises en considération :

- leurs caractéristiques hydrologiques ;
- l'homogénéité de leur qualité sanitaire ;
- les caractéristiques techniques et socio-économiques des activités de production ;
- leurs conditions d'accès et de repérage.

On remarque donc que la présence de coquillages pour la pêche professionnelle ou issus de l'élevage ne constitue pas le seul critère pour délimiter une zone de production.

Le 31 décembre 1998, on comptait 322 zones géographiquement différentes classées sur tout le littoral français.

### Zones sensibles ou protégées du ministère de l'Environnement (Mate)

De nombreux espaces naturels protégés existent sur le territoire français, puisque l'on dénombre au moins 56 instruments juridiques nationaux ou internationaux capables d'en générer. Les plus marquants pour le littoral sont rappelés ci-dessous. Ils n'induisent pas systématiquement des programmes de surveillance et leurs zones de définition se recouvrent bien souvent.

Sur le littoral, mis à part Port-Cros et tant que le parc national d'Iroise ne sera pas créé, il n'existe que sept parcs naturels régionaux incluant des portions de littoral (Nord - Pas-de-Calais, Brotonne, marais du Cotentin et du Bessin, Armorique, marais poitevins, Camargue, Corse) et deux en sont très proches (Brière et landes de Gascogne). Une trentaine de réserves naturelles et une cinquantaine de zones faisant l'objet d'un arrêté préfectoral de protection de biotope sont identifiées sur le littoral ou à proximité.

Depuis sa création par la loi du 10 juillet 1975, le Conservatoire du littoral achète les espaces naturels remarquables situés en bord de mer et sur les rives des lacs et plans d'eau d'une superficie égale ou supérieure à 1 000 ha. Aujourd'hui, 54 000 ha correspondant à 400 sites et 750 km de rivages sont ainsi définitivement protégés.

La convention de Ramsar du 2 février 1971 fait obligation aux parties contractantes de désigner les zones de son territoire à inscrire sur la liste des zones humides d'importance internationale. Cette convention a été ratifiée par la France en 1986 et, à ce jour, sur les 37 zones humides littorales répertoriées par l'ONZH, 9 sont des sites Ramsar.

Dans les annexes de la directive sur la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages ou directive « Habitats » sont énumérés les habitats naturels et les espèces d'intérêt communautaire. Ces sites, désignés « zones de protection spéciale », constitueront un réseau européen cohérent : le réseau Natura 2000.

Actuellement, on se trouve dans la première phase de la procédure complexe qui aboutira, en 2004, à la désignation des sites. Sur les 284 sites des domaines biogéographiques « atlantiques » et « méditerranéens », la surface des sites marins représente 35 % des 483 759 ha susceptibles d'être désignés. Ce sont les inventaires Znieff qui ont servi de base scientifique à ces désignations.

Enfin, il faut signaler que, pour ce qui concerne le littoral, la désignation des « zones sensibles » de la directive « Eaux résiduaires » et des « zones vulnérables » de la directive « Nitrates » fait l'objet d'un contentieux entre la France et l'Union européenne, celle-ci considérant que beaucoup de zones concernées n'ont pas été désignées.

## Propositions de découpage du littoral

La proposition de découpage, présentée ci-après, a la principale ambition d'améliorer l'organisation et la collaboration entre les différents acteurs de la surveillance et, ce faisant, de servir peut-être, à plus ou moins long terme, de référence géographique commune aux usages de la surveillance.

L'Ifremer dispose déjà d'un découpage assez bien adapté à cette problématique ; il s'agit du découpage de la base de données Quadrige. La question qui se pose est de savoir si ce découpage doit être adopté tel quel ou ajusté le mieux possible, compte tenu de l'ensemble des activités de surveillance et des contraintes préexistantes citées aux chapitres précédents.

### Conservation du découpage Quadrige

Par rapport aux différentes limites étudiées pour un zonage cohérent, les critères qui ont prévalu pour définir le découpage Quadrige étaient, au départ, essentiellement d'ordre physique. Ils ont ensuite été étendus aux critères administratifs avec les limites régionales, mais sans vraiment définir de limites à terre et surtout en mer.

Ce découpage n'intègre pas toutes les conditions retenues pour un zonage cohérent de la surveillance et pourrait être modifié.

Les seuls arguments pour garder le zonage Quadrige en l'état sont la stabilité dans le temps d'un outil qui a fait ses preuves et qui convient aux activités de l'Ifremer sur le littoral mais aussi les difficultés inhérentes à toute modification d'un système de codification (comparaison avec le passé, refonte de la base de données, etc.).

### **Proposition de modification du découpage Quadrige**

Notre réflexion a consisté à proposer un zonage Quadrige modifié par l'établissement de limites en mer et à terre tout en essayant d'ajuster les limites entre sites et bassins Quadrige avec les autres découpages existants (communes, Sdage, zones conchyliologiques, etc.).

#### **Les limites en mer**

En l'absence d'études approfondies des caractéristiques hydrodynamiques locales, trois possibilités se présentent pour limiter en mer les sites et bassins Quadrige : la bathymétrie, les 3 ou les 12 milles.

L'utilisation de la bathymétrie poserait un problème de discontinuité, car nous avons vu qu'il était pratiquement impossible de retenir comme limite la même isobathe sur tout le littoral français.

Entre les 3 et 12 milles nautiques, la limite des 12 milles constitue certainement la meilleure solution, car elle permet d'enclaver la quasi-totalité des points de surveillance sur le littoral.

#### **Les limites à terre**

Si l'on s'en tient à des critères simples et surtout applicables, deux possibilités se présentent pour limiter à terre les sites et bassins Quadrige : les bassins versants et les communes littorales.

Ces deux limites semblent devoir être retenues. La limite intérieure des communes littorales a l'avantage de tirer une ligne terrestre continue sur toute la côte.

Les limites des bassins versants des rivières côtières peuvent englober plusieurs communes vers l'intérieur et garder une influence directe sur le littoral. Pour les fleuves plus importants, la remontée vers l'intérieur devra être traitée en fonction du débit, des apports à la mer et du phénomène de dilution.

#### **Les limites entre sites et bassins**

Pour séparer les sites et bassins entre eux, trois solutions sont possibles : les limites géomorphologiques (cap, jetée...), les limites entre communes, les limites des bassins ou zones homogènes Sdage.

Nous avons essayé, chaque fois que cela a été possible, d'ajuster les limites Quadrige actuelles aux limites intercommunales et aux limites Sdage. Cependant, pour les côtes très découpées (par exemple, Bretagne Nord) qui demandent un zonage plus fin, les limites géomorphologiques ont été conservées.

L'état de cette réflexion est présenté dans les cartes n° 12 à 14 avec le découpage en sites Quadrige ajusté, complété à terre et en mer et deux exemples de modification des limites des bassins.

## Mise en place d'un système et d'une base normalisés d'information géographique côtière

Les paragraphes précédents ont souligné plusieurs des difficultés posées par la mise en œuvre d'un découpage cohérent à la fois adapté aux besoins de la surveillance menée par l'Ifremer et qui puisse être compatible avec des zonages adoptés par d'autres.

L'ambition, on l'a vu, des propositions de découpages présentées dans le paragraphe « Propositions de découpage du littoral » page 27 est de pouvoir élaborer une référence géographique reconnue par l'ensemble des acteurs de la surveillance du littoral.

La mise en place d'un instrument apte à faciliter la mise en œuvre de cette référence géographique littorale s'impose donc en termes de :

- normalisation ;
- représentation cartographique et communication ;
- actualisation ;
- évolution et adaptation, par la prise en compte au fur et à mesure de paramètres et critères issus du développement des connaissances scientifiques, tout particulièrement vis-à-vis de la caractérisation de « bassins récepteurs » maritimes ou de directives et documents à valeur juridique qui sont et seront mis en place au niveau local, national et européen.
- Dans une telle optique, il est préconisé que cet instrument d'accompagnement de la surveillance soit constitué, à terme, d'une base d'information géographique côtière normalisée et d'un système d'information géographique associé.
- Les spécifications de la base d'information géographique permettront :
  - de représenter, dans un même référentiel, les données retenues par le schéma directeur : limites communales, limites des unités hydrologiques terrestres, cours d'eau, limites en mer telles que les 12 milles nautiques, la barémie, les limites propres au découpage proposé... ;
  - d'associer à ces données de référence :
    - la localisation et les types des réseaux de surveillance,
    - l'identification et la caractérisation des points d'apports et de rejets à la mer côtière,
    - une représentation d'informations spatialisées correspondant à des synthèses hydrologiques et hydrodynamiques issues de mesures et de la modélisation, aptes à caractériser les bassins récepteurs maritimes et les types de masses d'eaux,
    - un découpage en zones de déploiement d'activités socio-économiques en mer avec caractérisation sur des critères de vulnérabilité et de risque,
    - un découpage en zones naturelles : milieux, peuplements, ressources et habitats sensibles,
    - les découpages techniques et administratifs mis en place par d'autres points de vue : agences de l'Eau, DDASS, zones conchyliologiques, zones sensibles ou protégées...

Un système d'information géographique pilotera cette base d'information. Ses fonctionnalités seront notamment de permettre :

- la gestion des données géographiques de la base et de leurs données descriptives (métadonnées) ;
- l'actualisation et les mises à jour ;
- la mise en cohérence des données évoquées plus haut avec celles élaborées par d'autres producteurs d'information (Shom, IGN, Ifen, BRGM, services déconcentrés de l'Etat, RNDE...) ;
- l'association des données géographiques aux données statistiques issues des réseaux de surveillance via la communication entre la base Quadrige et la base de données géographique citée plus haut ;
- les croisements et analyses spatiales entre couches d'information ;
- la communication avec les résultats issus de la modélisation numérique ;
- la représentation spatiale de l'information sous forme de cartes thématiques multimédia de synthèse caractérisant l'état et l'évolution de « districts hydrologiques » tels qu'évoqués dans le chapitre suivant, synthèses que le système, participant à la valorisation des données de la surveillance, sera apte à communiquer vers l'extérieur via le web.

## Chapitre III

# Recommandations nationales pour la surveillance



La France est parmi les tout premiers pays européens à s'être doté d'un réseau de surveillance de la qualité du milieu et des ressources marines ; l'Ifremer dispose d'une expérience reconnue dans ce domaine.

Récemment, une proposition de directive cadre a posé les bases d'une surveillance européenne des eaux de surface, y compris les eaux côtières et estuariennes, en décrivant les critères pour la classification de l'état écologique et les normes à utiliser, en identifiant des conditions de référence ou écotypes, des sites de surveillance, des paramètres, des fréquences et la façon de présenter les résultats de la surveillance.

Afin de préparer l'application de cette directive à la France et sur la base du bilan que nous venons de faire, il nous a semblé intéressant de définir un guide des procédures ou recommandations pour une surveillance de qualité de l'environnement littoral qui pourrait servir de schéma directeur de surveillance.

## Un zonage cohérent

Le zonage est une pratique très ancienne de gestion des territoires, une forme de classification spatialisée. Nous avons vu qu'il devait être conforme principalement à deux objectifs :

- répondre aux besoins spécifiques de la surveillance ;
- faciliter la collaboration avec les décideurs et les usagers.

Le zonage en sites et bassins que nous avons proposé répond assez bien à ces deux objectifs. L'espace littoral est découpé en polygones définis par la limite des 12 milles en mer, la limite intérieure des communes littorales et celle des bassins versants à terre, des limites transversales tenant compte des limites géomorphologiques entre les communes et des bassins ou zones homogènes Sdage.

Le projet de directive cadre sur l'Eau a défini, de son côté, des « districts hydrographiques comme zones terrestre et marine composées d'un ou plusieurs bassins hydrographiques ainsi que des eaux souterraines et côtières associées, identifiées comme principale unité de gestion ».

La notion de continuité terre-mer des eaux de ruissellement des bassins versants est la base du futur découpage européen en bassins et districts hydrologiques caractérisés par les types de masse d'eau et les incidences de l'activité humaine. Les deux découpages proposés apparaissent bien compatibles et le zonage Quadrige modifié pourrait donc fournir les éléments de base d'un futur zonage marin côtier et servir de guide à toutes les instances nationales et européennes.

D'une façon générale, ce zonage autorise tous les regroupements hydrologiques aussi bien qu'administratifs que pourraient vouloir faire les utilisateurs des données de la surveillance désireux d'agréger cette information à plus grande échelle.

## Des paramètres à analyser et des fréquences

Les paramètres à analyser et les fréquences à retenir sont repris par thème comme dans le chapitre I.

### **Microbiologie**

*E. Coli* reste, à l'heure actuelle, le paramètre le plus utilisé pour la surveillance de la qualité bactériologique. Cependant, d'autres germes (bactériophages) risquent, à très court terme, de faire leur apparition pour la signification sanitaire des pathogènes vitaux.

La fréquence d'analyse de ces paramètres dépend de l'objectif que l'on s'est fixé (tendance environnementale ou protection de la santé publique) et de la connaissance que l'on a des apports à la mer. Elle peut aller de la fréquence moyenne hebdomadaire pour les eaux de baignade en période estivale à la fréquence mensuelle ou bimestrielle pour les coquillages toute l'année. Il serait aussi possible de la moduler en fonction des épisodes pluvieux et de l'information rendue disponible sur les dysfonctionnements des stations d'épuration littorales.

### **Phytoplancton toxique**

La recherche des dinoflagellés toxiques pour l'homme (*Dinophysis*, *Alexandrium*, *Pseudonitzschia*) est indispensable pour répondre à l'objectif de protection de la santé publique. Cependant, pour détecter l'apparition de nouvelles espèces éventuellement toxiques, l'observation des flores totales devra être poursuivie.

Au niveau des fréquences, les procédures en routine et en alerte devront être revues avec très certainement un renforcement de la fréquence de surveillance des espèces toxiques, surtout l'hiver pour les DSP et PSP.

### **Les nutriments**

La recherche des nutriments en milieu marin littoral n'est pas encore systématique. Seuls le RNO hydro depuis 1974 à l'échelon national, le réseau hydrologique de Sète depuis 1977 et le SRN depuis 1994 sur le littoral Nord - Pas-de-Calais - Picardie procèdent régulièrement à cette analyse. Une réflexion est en cours, en interne à l'Ifremer et au Mate, pour mettre en place un éventuel réseau « hydrologie » intégrant les nutriments et les paramètres généraux de qualité physicochimique des eaux littorales.

### **Les contaminants chimiques**

Les métaux lourds et les molécules organiques des familles du DDT, des PCB et des PAH devraient continuer à être surveillés, comme ils le sont actuellement par l'intermédiaire du RNO matière vivante, et à la fréquence trimestrielle. Certains métaux et produits phytosanitaires sont à ajouter à cette liste des paramètres surveillés.

L'outil « station artificielle de moules » (transplants) pourrait être utilisé dans les zones dépourvues de population naturelle de coquillages.

### **Les paramètres biologiques**

Les paramètres biologiques ne sont surveillés que par l'intermédiaire du Rémora et du RSP sur le littoral français. Ils présentent une finalité essentiellement patrimoniale. Un groupe de travail se met progressivement en place au sein de l'Ifremer pour définir une stratégie tenant compte de la réflexion inter-agences de l'Eau et des premières actions menées dans le domaine.

### **Les paramètres physiques**

La connaissance de l'hydrodynamisme local devient une nécessité sur chaque façade maritime pour comprendre les phénomènes de dispersion des contaminants de tous ordres. Il serait indispensable que, pour chaque site ou bassin, des modèles hydrodynamiques soient disponibles, validés, calibrés et opérationnels pour une large gamme d'échelles et de conditions hydrométéorologiques.

### **Autres paramètres**

Trois paramètres seraient à surveiller plus systématiquement sur tout ou partie du littoral : les macrodéchets, les ulves et les espèces proliférantes.

Un suivi des quantités et de la typologie des macrodéchets deux fois par an sur des stations représentatives le long de l'estran permettrait de connaître l'impact visuel de cette pollution.

Le suivi des quantités d'ulves échouées sur quelques bassins est déjà en place en Bretagne ; il faudra l'étendre sur d'autres secteurs.

Pour les espèces proliférantes, la crépidule en Bretagne et la caulerpe en Méditerranée devraient faire l'objet d'un suivi régulier de leur extension géographique.

Le problème de l'échouage de quantités importantes de méduses risque de se poser sur certaines plages.

Des classes et des indices de qualité identifieraient les secteurs où la qualité du milieu pose prioritairement des problèmes, facilitant l'orientation des objectifs de restauration de la qualité des eaux pour chaque altération constatée. L'efficacité des différentes mesures de restauration du milieu pourrait alors être suivie.

Modulables, adaptables aux évolutions scientifiques et techniques ainsi qu'aux spécificités régionales, ces indicateurs ont vocation à devenir des instruments de décision, de suivi et de planification des politiques de protection du milieu marin littoral.

Le premier Seq eaux marines lagunaires est en cours de construction au laboratoire de l'Ifremer de Sète, et une réflexion nationale se met en place au sein d'un comité inter-agences de l'Eau.

## **Des données mieux valorisées**

La base de données Quadrigé a été conçue initialement pour recueillir en premier lieu les données des réseaux et programmes de surveillance du milieu marin littoral gérés par l'Ifremer. Cependant, la nécessaire confrontation des acteurs des différentes disciplines a permis d'élaborer un modèle conceptuel des données plus général. Ainsi, la base Quadrigé peut satisfaire la plus grande part des besoins existant en matière d'archivage de résultats issus de prélèvements en milieu marin. Elle a ainsi prouvé sa capacité de s'ouvrir sur d'autres programmes d'environnement (RNDE, Sandre, Ifen).

Toutefois, puisqu'elle ne contient que des données brutes, son utilisation est dans la majorité des cas réservée à des utilisateurs déjà familiers du milieu littoral et désireux d'approfondir une question particulière. Il faut donc en traduire les résultats sous une forme intelligible pour des utilisateurs moins experts, pour des présentations rétrospectives de connaissance générale à destination du grand public, et dans un mode d'accès aisés. Cet objectif est celui du projet Aurige, avec le web comme outil privilégié. Un site web prototype consacré à la surveillance a déjà été mis en place, mais il reste beaucoup à faire pour tirer pleinement partie des données accumulées dans la base.

## **Des indicateurs de la qualité des eaux littorales**

Les résultats de la surveillance fournissent les éléments essentiels d'appréciation de la qualité du milieu marin littoral. Ils couvrent différents domaines tels l'évaluation des risques potentiels pour la santé humaine, le suivi des niveaux de pollution et leur évolution, la connaissance des préjudices portés aux ressources vivantes et à la biodiversité marine.

Pour optimiser leur utilisation, harmoniser leur interprétation et mieux apprécier les enjeux environnementaux et patrimoniaux de la protection du littoral, les agences de l'Eau ont lancé la mise en œuvre d'un système d'évaluation de la qualité des eaux littorales (Seq littoral). Équivalent au système développé pour les eaux continentales, l'objectif est d'évaluer l'aptitude du milieu à satisfaire les usages du littoral et garantir l'équilibre des écosystèmes.

## Une organisation de la surveillance sous assurance qualité

Depuis plusieurs années, les organismes chargés de la surveillance ont mis en place, au niveau international, des pratiques d'assurance qualité basées essentiellement sur des intercomparaisons à partir de standards de référence.

Cette nécessité de conformité à des référentiels communs a conduit les laboratoires français à développer des démarches de mise sous assurance qualité et à les faire reconnaître par une accréditation officielle. C'est le cas des laboratoires départementaux d'hygiène travaillant pour le compte des DDASS, des laboratoires vétérinaires ou de la DGCCRF. Il y a une forte probabilité pour que, dans le futur, les ministères en charge de la protection de la santé publique et de l'environnement fondent leur agrément des laboratoires sur une accréditation préalable de ceux-ci.

Dans le cadre des obligations réglementaires qui sont imposées à l'Ifrémer en tant qu'organisme en charge de la surveillance des eaux littorales et notamment des zones de production conchylicole (directives du conseil 89/397 et 91/492), il est apparu que la mise sous assurance qualité des activités de surveillance de la Del permettrait de conforter la confiance de ses interlocuteurs dans les avis fournis.

Cette démarche, qui structure la formalisation des activités et apporte la preuve tangible de la maîtrise du système qualité, renforcera l'efficacité, la cohérence et la réactivité que les acteurs de l'environnement sont en droit d'exiger d'un organisme public.

L'objectif de mise sous assurance qualité des laboratoires côtiers de l'Ifrémer est en passe d'être atteint et la reconnaissance formelle de leur technicité sera demandée au Cofrac dès 2000 pour cinq d'entre eux.

Il est recommandé que cette démarche aille à son terme par l'accréditation de l'ensemble des laboratoires côtiers qui effectuent des analyses de microbiologie et de phycotoxines, tel que cela a été indiqué dans la lettre d'engagement du directeur de la Del. La mise à niveau des infrastructures des six autres laboratoires entre 2000 et 2002 permettrait d'envisager une accréditation complète en 2003.

Dans cette logique de cohérence globale, il conviendra de doter tous les laboratoires des mêmes matériels et de pousser à la normalisation rapide de la méthode de conductancemétrie.

L'analyse des obligations de réactivité en cas de crise conduit à déconseiller la sous-traitance tant en matière de prélèvement que d'analyse. Par ailleurs, le nombre relativement restreint de laboratoires accrédités en microbiologie sur la frange littorale (10 laboratoires localisés sur les cartes 1 à 11), leur relatif éloignement des sites de production conchylicole, l'activité exclusive pour une société agroalimentaire pour quatre d'entre eux ou leur non-spécialisation dans le domaine des produits de la mer ne permettent pas d'envisager une sous-traitance dans de bonnes conditions.

Dans le domaine des contaminants, une réflexion interne pourrait être menée afin d'étendre les pratiques actuelles de maîtrise de la qualité à un système homogène d'assurance qualité.

## La restauration du milieu par la réduction des apports

Le projet de directive cadre préconise la mise en place d'une observation « pression - état - impact - réponse », c'est-à-dire que la surveillance des variables d'état et d'impact de l'environnement littoral doit être complétée par une connaissance, la plus exhaustive possible, des apports à la mer en contaminants microbiologiques, physicochimiques et en nutriments qui représentent l'essentiel de la pression anthropique.

Actuellement, seul le RNB peut donner une estimation du contenu des flux apportés à la mer, mais la stratégie de ce réseau n'est pas faite pour cela et il faudrait augmenter les fréquences de prélèvements et d'analyses pour les points les plus côtiers ou mettre en place un réseau spécifique aux apports.

La connaissance des flux est une recommandation européenne que la France a du mal à satisfaire mais qui est primordiale si l'on souhaite orienter une politique de protection ou de restauration de la qualité du milieu côtier mais aussi pour alimenter les modèles de dispersion des contaminants nécessaires pour les études d'impact.

Le projet de directive sur l'Eau dans son article 1 (objet) propose d'établir un cadre pour la protection des eaux, y compris côtières, et de réduire progressivement la pollution de l'environnement marin. Le contrôle des rejets est également prévu dans ce projet.

Le suivi des effets des mesures de réduction des apports est donc une question essentielle qui conduit à connecter entre elles les actions de surveillance avec les actions de dépollution industrielle, agricole ou urbaine, et qui a des implications fortes sur la densité géographique des réseaux.

## Des progrès dans l'analyse des contaminants et dans l'automatisation des mesures

L'analyse des polluants chimiques en milieu marin doit répondre à la double difficulté de détecter et quantifier de très faibles concentrations dans les eaux et d'identifier les multiples formes chimiques des éléments métalliques et des substances organiques de synthèse qui s'y trouvent. En ce qui concerne la surveillance, se rajoute la nécessité d'obtenir suffisamment de données, de manière à créer des séries chronologiques qui permettent d'établir des variations saisonnières dans les apports afin de déterminer des tendances d'évolution. C'est ainsi que le développement de méthodes automatiques de laboratoire (qui diminuent le temps d'analyse) ou la mise au point de capteurs spécifiques placés *in situ* demeure une préoccupation constante des chimistes analystes.

S'agissant plus particulièrement des polluants organiques, un très petit nombre d'entre eux fait l'objet d'une surveillance continue, soit parce qu'il n'existe pas de méthodes d'analyse suffisamment sensibles, soit parce que ces dernières sont trop coûteuses à mettre en œuvre de manière routinière. La généralisation de techniques analytiques performantes, considérées comme réservées à des programmes de recherche, est en mesure d'élargir les possibilités de suivi de contaminants.

De nouveaux systèmes de prélèvement et des capteurs d'analyse *in situ*, par exemple pour les nitrates, sont à l'étude. Leur utilisation entraînera une diminution du coût unitaire des mesures et permettra d'envisager une extension des systèmes automatiques tel que le réseau de bouées Marel mis en place en baie de Seine.

## Conclusion

Il convient de rappeler ici le caractère exploratoire de la démarche suivie. Face aux besoins désormais bien identifiés de disposer des bases d'informations nécessaires aux études intégrées (contrats de baie, SMVM...), face aux perspectives d'obligations réglementaires de fourniture de données à l'Union européenne et à l'agence européenne de l'Environnement, la proposition faite dans ce document constitue une contribution à la construction inéluctable d'un référentiel géographique commun pour les données qualifiant les eaux littorales (et leurs altérations), au regard des usages et des contraintes réglementaires qu'elles doivent satisfaire de façon vérifiable et suivie.

La démarche est éminemment pragmatique et finalisée : elle pourrait - et devra dans l'avenir - donner lieu à des analyses conceptuelles et des optimisations rationnelles mais, dans l'immédiat, les recommandations proposées sont simples et opérationnelles. Les outils pour les mettre en place existent. La nécessité de les faire évoluer à l'avenir est reconnue, mais la capacité de les adapter existe.

Cette contribution est donc diffusée afin de susciter toutes les remarques susceptibles de l'améliorer et de la rendre plus efficace. Le contexte et l'échéancier de la future directive cadre sur l'Eau offrent une bonne opportunité pour que cet effort de coordination soit mis en place au niveau national, à l'occasion du développement, en cours ou prévu :

- des produits et systèmes d'information sur la surveillance (réseau RNDE, système d'évaluation de la qualité des eaux littorales) ;
- des extensions des réseaux eux-mêmes, tant en couverture spatiale qu'en matière de paramètres surveillés (nouveaux contaminants).

## Références bibliographiques

- Agences de l'Eau, 1996-1997. Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux des bassins Artois-Picardie, de Seine-Normandie, de Loire-Bretagne, d'Adour-Garonne et de Rhône-Méditerranée-Corse.
- Agence de l'Eau Artois-Picardie, 1998. Réseau de mesures systématiques des eaux de surface. Programme détaillé des diverses opérations, 71 p.
- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, Ifremer, 1996. Étude préalable pour la mise en œuvre du Réseau Littoral Méditerranéen, 59 pages et 4 annexes.
- Byache S., 1998. Découpage Quadrige. Rapport de stage Ifremer DEL/BL, 18 p.
- Denis J., Miossec L., 1996. Développement d'une méthodologie de qualification de l'espace côtier, application à la façade méditerranéenne, R.INT.DEL/96-16-Toulon, 58 pages et annexes.
- Ifremer, 1997. La surveillance de la qualité des eaux côtières à l'Ifremer. R.INT.DEL/97-10-Issy-les-Moulineaux, 21 p.
- Joanny M., 1997. Surveillance de l'environnement littoral et côtier. Rapport Ifremer « Bilans et Prospectives », 33 p.
- Joanny M. *et al.*, 1993. Qualité du milieu marin littoral. Rapport Ifremer, 241 p.
- Journal Officiel des Communautés européennes, 1998. Proposition modifiée de directive du conseil instituant un cadre pour l'action communautaire dans le domaine de l'eau, 88 pages et annexe V modifiée.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 1997. Le Répom, 9 pages et annexes.
- Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 1998. Actes du colloque « Connaître l'eau : quels réseaux de mesures pour quels usages ? », 29 p.
- Ministère de l'Emploi et de la Solidarité, ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement, 1998. État sanitaire en mer et en eau douce des eaux de baignade, résultats 1997, 103 p.
- WEB Union européenne. Demonstration Programme Integrated Coastal Zone Management. Meetings on the Project Leaders and National Experts, 10-11 juin 1998, Lisbon.

## Sigles et abréviations utilisés

ADN	Acide désoxyribonucléique	Pnoc	Programme national d'océanologie côtière
ASP	Amnesic Shellfish Poison	POS	Plan d'occupation des sols
BRGM	Bureau des recherches géologiques et minières	PSP	Paralytic Shellfish Poison
CNRS	Centre national de la recherche scientifique	Rémi	Réseau de contrôle microbiologique
Cofrac	Comité français d'accréditation	Rémora	Réseau de suivi de la croissance de l'huître creuse
CQEL	Cellule qualité des eaux littorales	Répamo	Réseau pathologique des mollusques
CSTS	Comité scientifique et technique de la surveillance	Réphy	Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines
Diren	Direction régionale de l'environnement	Répom	Réseau des ports maritimes
DDAM	Direction départementale des affaires maritimes	Rinbio	Réseau intégrateurs biologiques en Méditerranée
DDASS	Direction départementale de l'action sanitaire et sociale	RLM	Réseau littoral méditerranéen
DDT	Dichloro-diphényltrichloréthane	RLN	Réseau littoral normand
Del	Direction de l'environnement et de l'aménagement littoral	RMC	Rhône-Méditerranée-Corse
DGCCRF	Direction générale de la consommation, de la concurrence et de la répression des fraudes	RNB	Réseau national de bassin
DSP	Diarrheic Shellfish Poison	RNDE	Réseau national des données sur l'eau
EDF	Électricité de France	RNO	Réseau national d'observation de la qualité du milieu marin
Érod	Éthoxyrésorufine-O-dééthylase	RSP	Réseau de surveillance posidonies
IBGN	Indice biologique global normalisé	Sage	Schéma d'aménagement et de gestion des eaux
ICZM	Integrated Coastal Zone Management	Sandre	Secrétariat d'administration nationale des données relatives à l'eau
Ifen	Institut français de l'environnement	Sdage	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer	Shom	Service hydrographique et océanographique de la Marine
Iga	Impact grands aménagements	Siba	Syndicat intercommunal du bassin d'Arcachon
IGN	Institut géographique national	SMVM	Schéma de mise en valeur de la mer
IPSN	Institut de protection et de sécurité nucléaire	Somlit	Service d'observation en milieu littoral
ISTPM	Institut scientifique et technique des pêches maritimes	SRN	Suivi régional des nutriments sur le littoral Nord - Pas-de-Calais et Picardie
Marel	Mesure automatisée en réseau pour l'environnement littoral	STNMTE	Service technique de la navigation maritime et des transmissions de l'équipement
Mate	Ministère de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement	ZEE	Zone économique exclusive
ONZH	Observatoire national des zones humides	Znreff	Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique
Opera	Observatoire permanent d'étude de la radioactivité		
Opri	Office de protection contre les radiations ionisantes		
Ospar	Convention Oslo-Paris		
Paca	Provence-Alpes-Côte d'Azur		
PAH	Hydrocarbures polyaromatiques		
PCB	Polychlorobiphényles		
Peir	Pression état impact réponse		
Pneat	Programme national des efflorescences algales toxiques		
Pnue-Med	Programme des Nations unies pour l'environnement - Pollution de la Méditerranée		
Pol			

## Glossaire

**Algues macro et microphytes :**

*Végétaux aquatiques de grande taille (ex. : phanérogames macrophytes) par rapport aux végétaux de petite taille (ex. : phytoplancton microphyte).*

**Anthropisé :**

*Qui résulte de l'action de l'homme.*

**Bassins et sites Quadrige :**

*Espaces littoraux correspondant généralement à des bassins versants de fleuves côtiers et délimités par des caps ou des jetées. Les bassins sont regroupés en sites.*

**Benthique :**

*Qualifie les organismes et les processus ayant un lien avec le fond de la mer.*

**Claire :**

*Parc ou bassin d'affinage et de verdissement pour les huîtres.*

**Conductancemétrie :**

*Mesure de la conductance d'un milieu, c'est-à-dire de sa capacité à conduire le courant électrique. Cette méthode est appliquée ici à l'analyse bactériologique des coquillages.*

**Dinoflagellés :**

*Groupes de phytoflagellés de grande importance dans le phytoplancton marin dont certaines espèces sécrètent une toxine.*

**Efflorescence :**

*Poussée et prolifération du phytoplancton (bloom) dans des conditions hydroclimatiques favorables.*

**Endofaune :**

*Ensemble des animaux benthiques qui vivent dans les sédiments meubles.*

**Eutrophisation :**

*Situation hydrologique caractérisée par un important apport de nutriments à l'origine d'une forte multiplication des algues planctoniques.*

**Isobathe :**

*Ligne qui joint les points d'égale profondeur sur une carte marine.*

**Géodésique :**

*Découle de la science qui étudie la forme de la Terre et détermine sa dimension.*

**Géoréférencement :**

*Rattachement de données à des coordonnées géographiques.*

**Naissain :**

*Jeune mollusque fixé pendant la première phase de sa vie sédentaire.*

**Nutriments :**

*Composés chimiques nutritifs nécessaires à la croissance des végétaux (phosphates, nitrates...).*

**Pélagique :**

*Qualifie les organismes présents dans le milieu océanique (eaux libres) et les processus s'y déroulant.*

**Phycotoxines :**

*Substances toxiques sécrétées par certaines espèces de phytoplancton (ex. : PSP, DSP, ASP...).*

**Saxitoxine :**

*Équivalent standard de toxine paralysante (PSP).*

**Thermocline :**

*Couche d'eau de mer où s'observe une variation rapide de la température.*

**Xénobiotique :**

*Substance possédant des propriétés toxiques, même à très faible concentration (ex. : pesticides).*

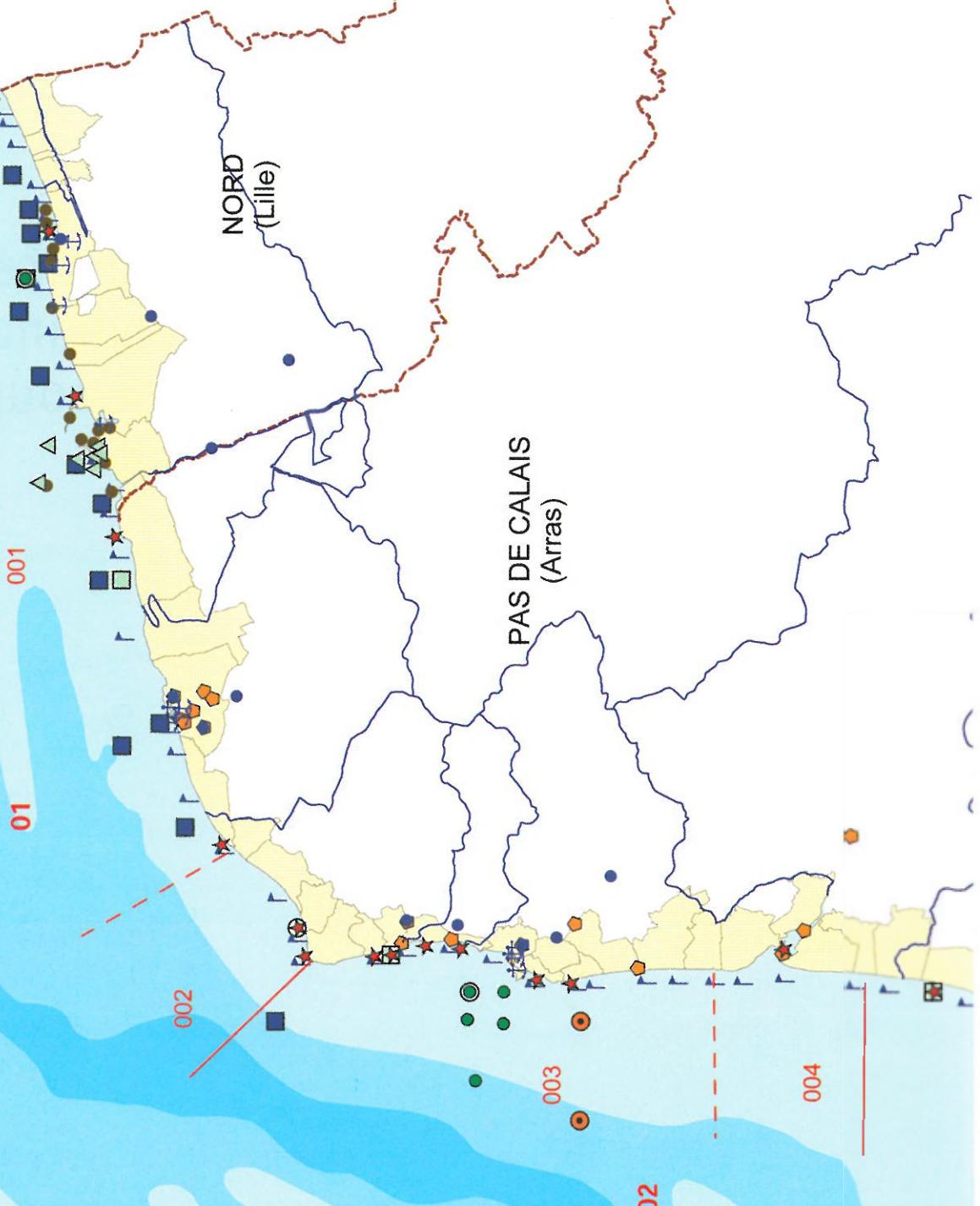
**Zonage :**

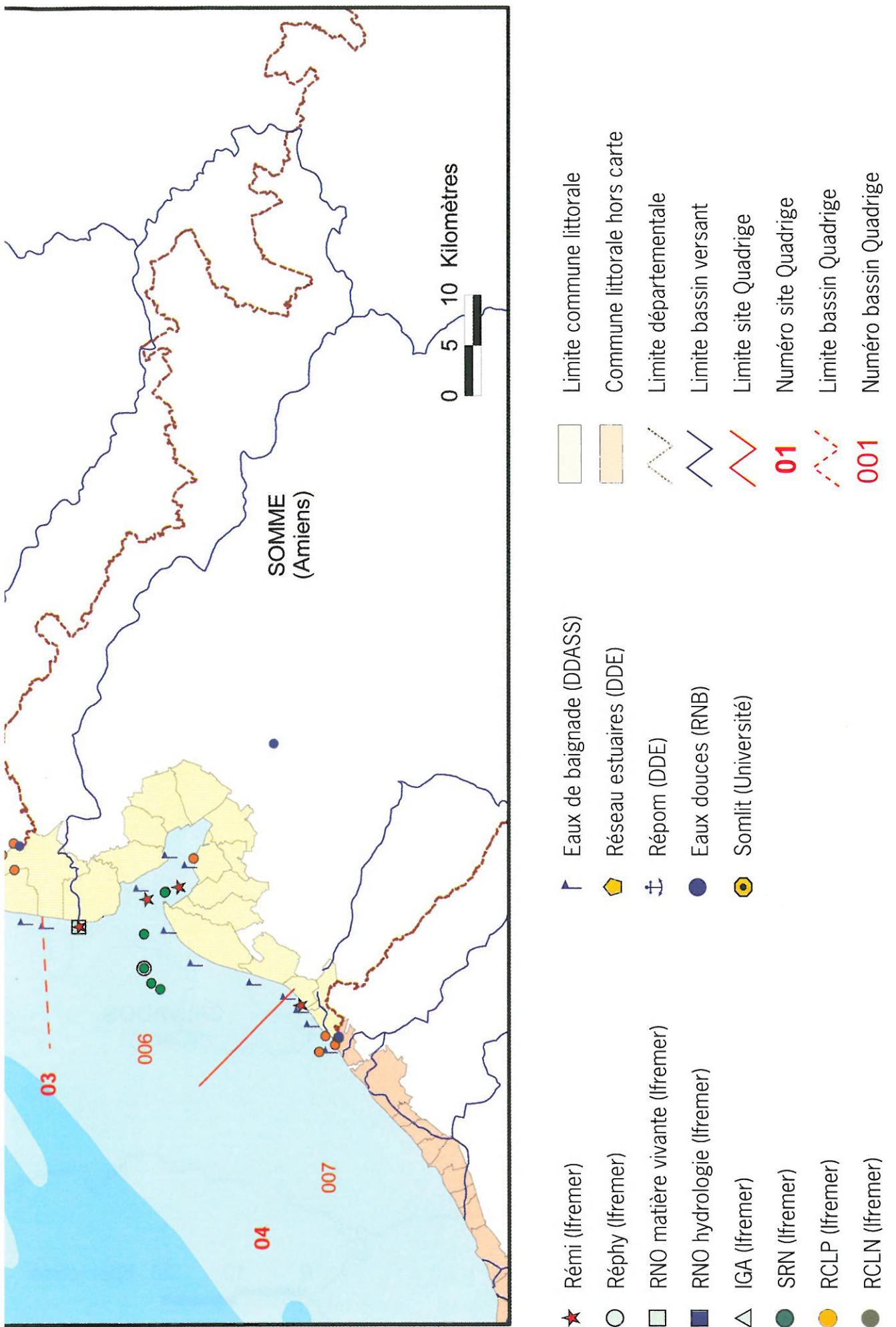
*Délimitation ou découpage de l'espace maritime et/ou terrestre pour une finalité opérationnelle (ex. : activités de surveillance).*

# Cartes des réseaux de surveillance et des découpages du littoral

Carte 1 : les réseaux de surveillance et les limites des découpages actuels sur le littoral Nord - Pas de Calais - Picardie

N

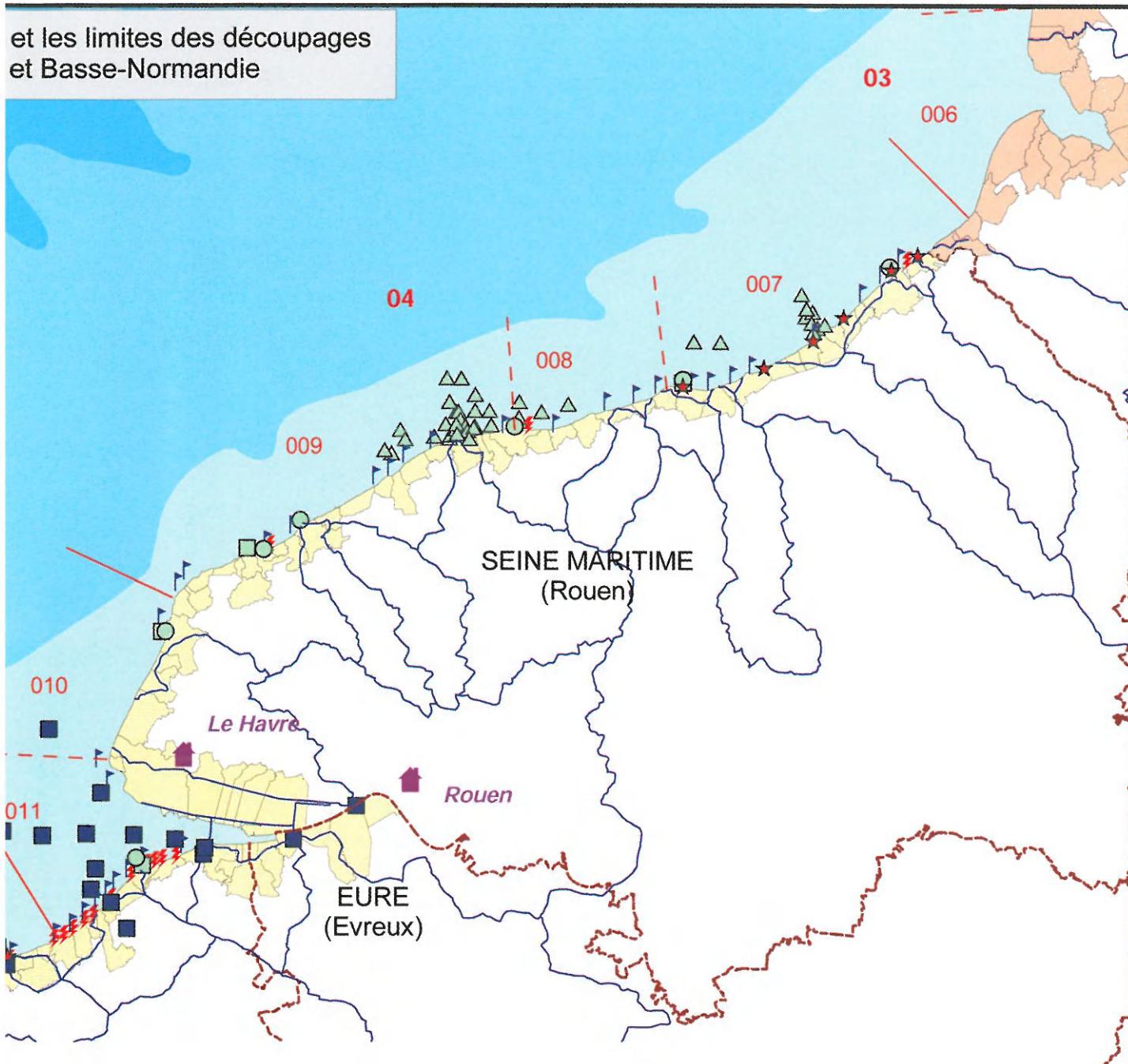




Carte 2 : les réseaux de surveill actuels sur le littoral F



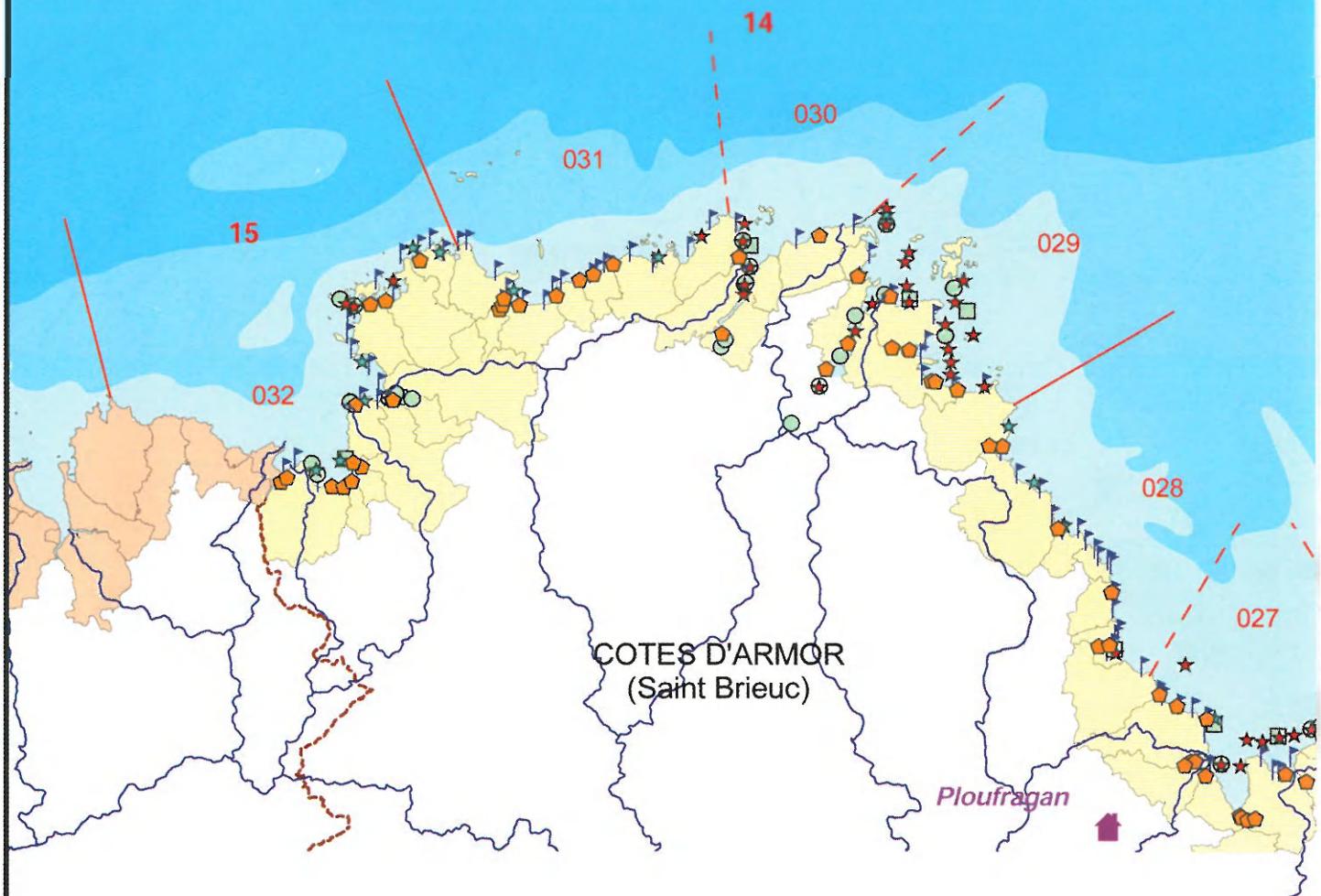
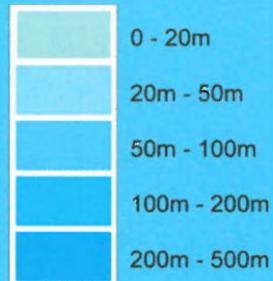
et les limites des découpages  
et Basse-Normandie



- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- RNO hydrologie (Ifremer)
- △ IGA (Ifremer)
- 🚩 Eaux de baignade (DDASS)
- ⚡ Rejets littoraux (DDASS)
- 🏡 (Caen) Laboratoire accrédité

- ◻ Limite commune littorale
- ◼ Limite départementale
- ◻ Limite bassin versant
- ◻ Limite site Quadrige
- 04 Numéro site Quadrige
- 007 Numéro bassin Quadrige
- ◻ Limite bassin Quadrige

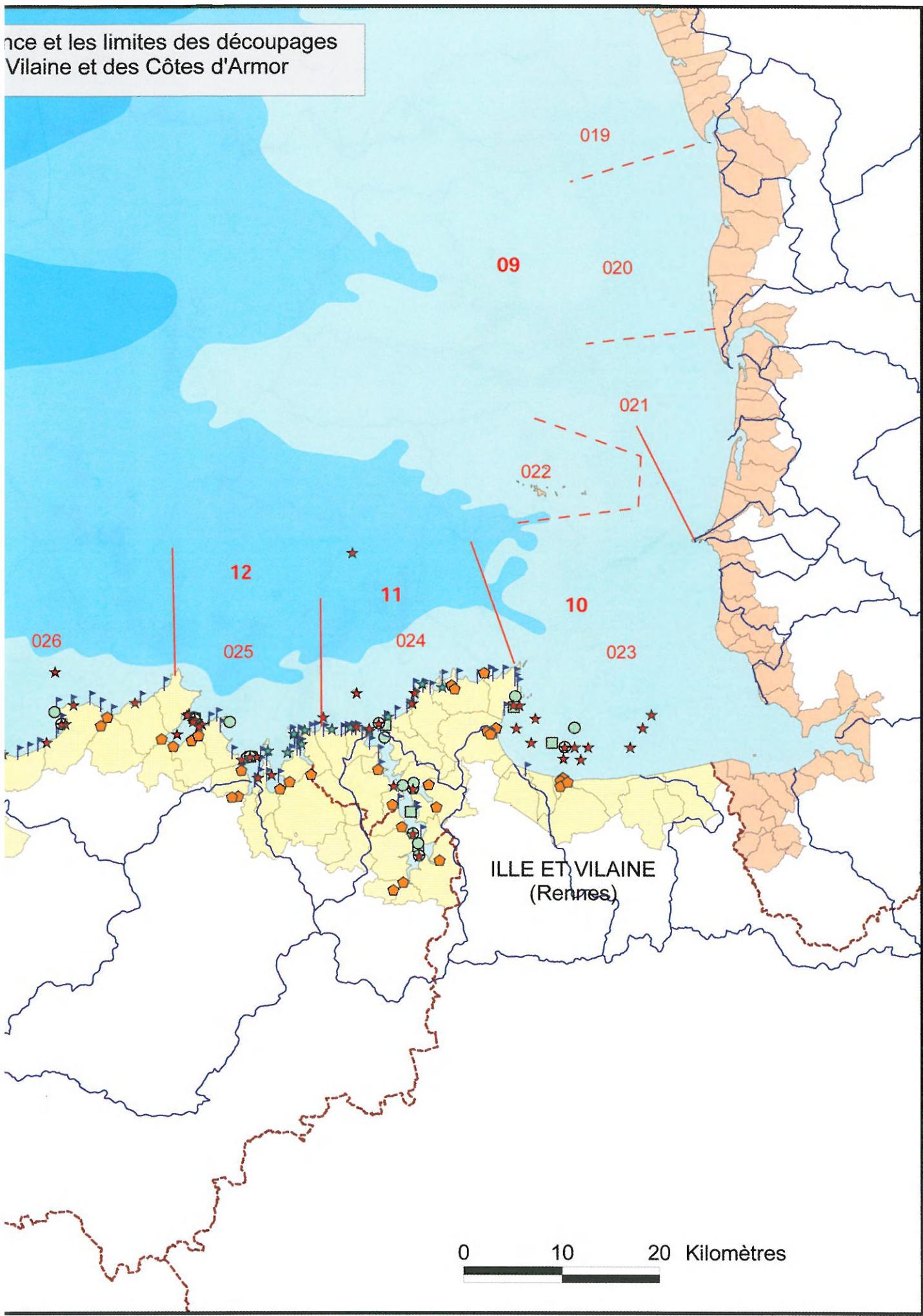
Carte 3 : les réseaux de surveillance actuels sur le littoral d'Ille-et-Vilaine



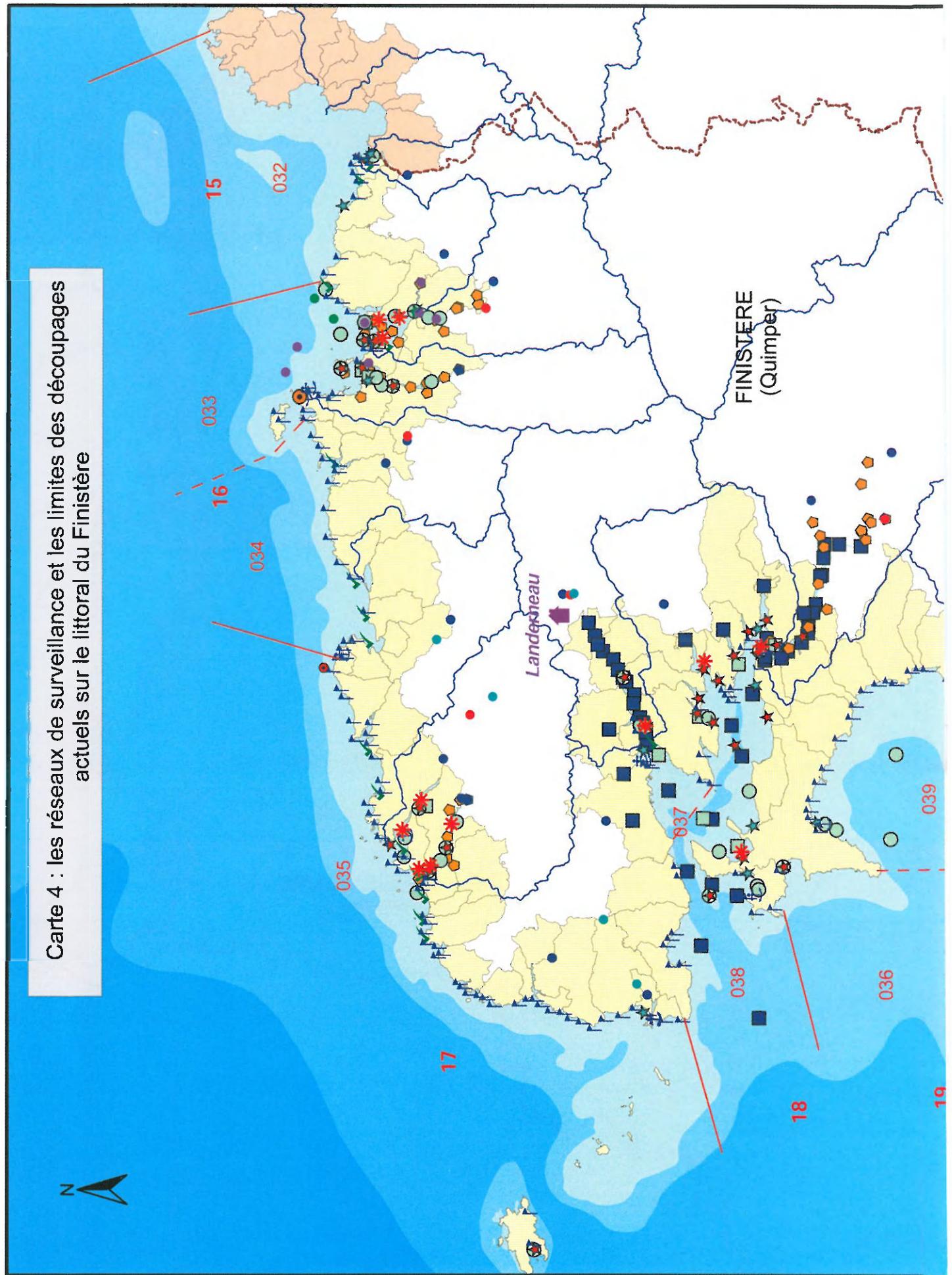
- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- ▶ Eaux de baignade (DDASS)
- ★ Pêche à pied (DDASS)
- ◇ Réseau estuaires (DDE)
- ⌂ (Ploufragan) Laboratoire accrédité

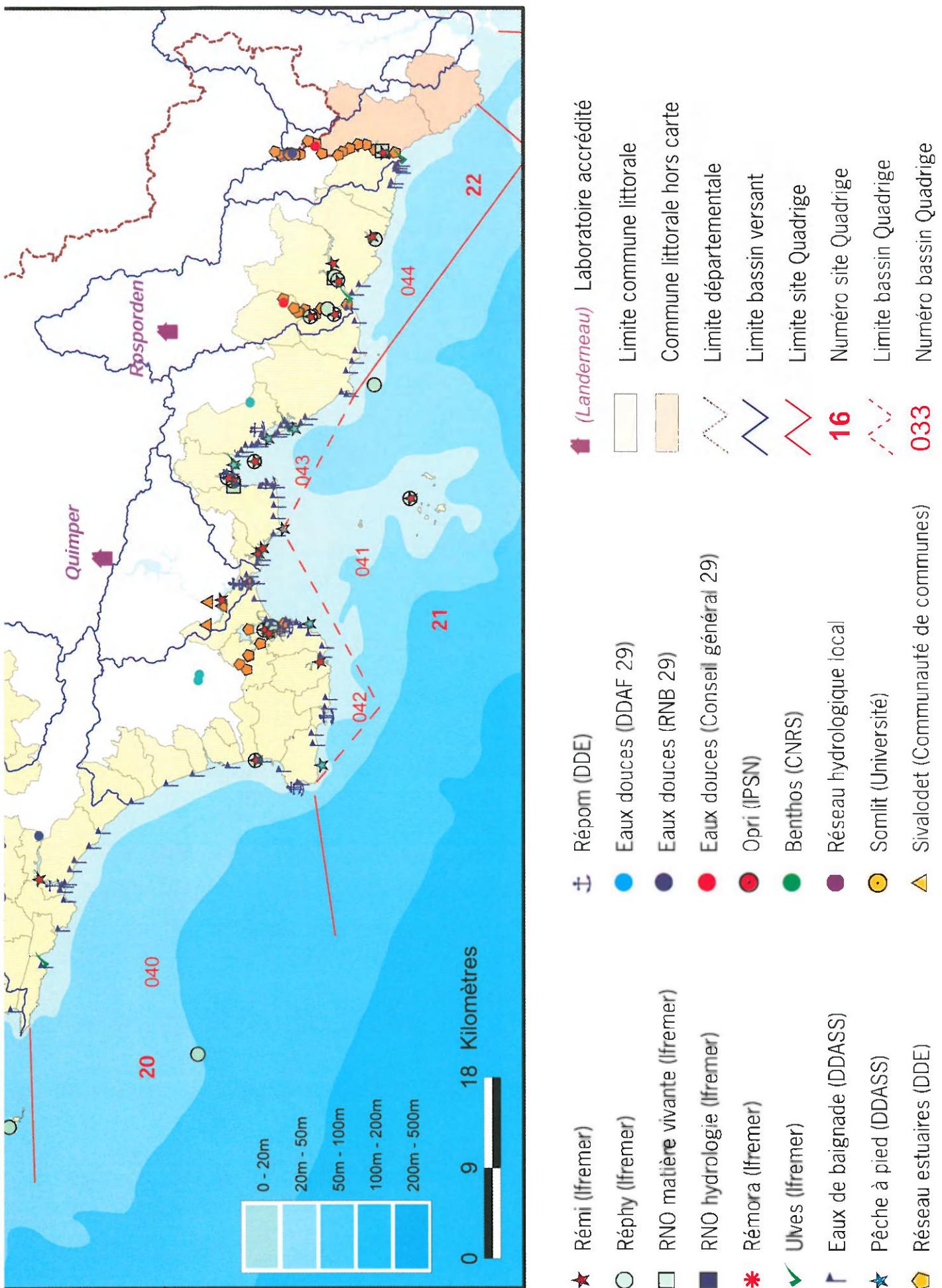
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte
- Limite départementale
- Limite bassin versant
- Limite site Quadrige
- 04 Numéro site Quadrige
- Limite bassin Quadrige
- 007 Numéro bassin Quadrige

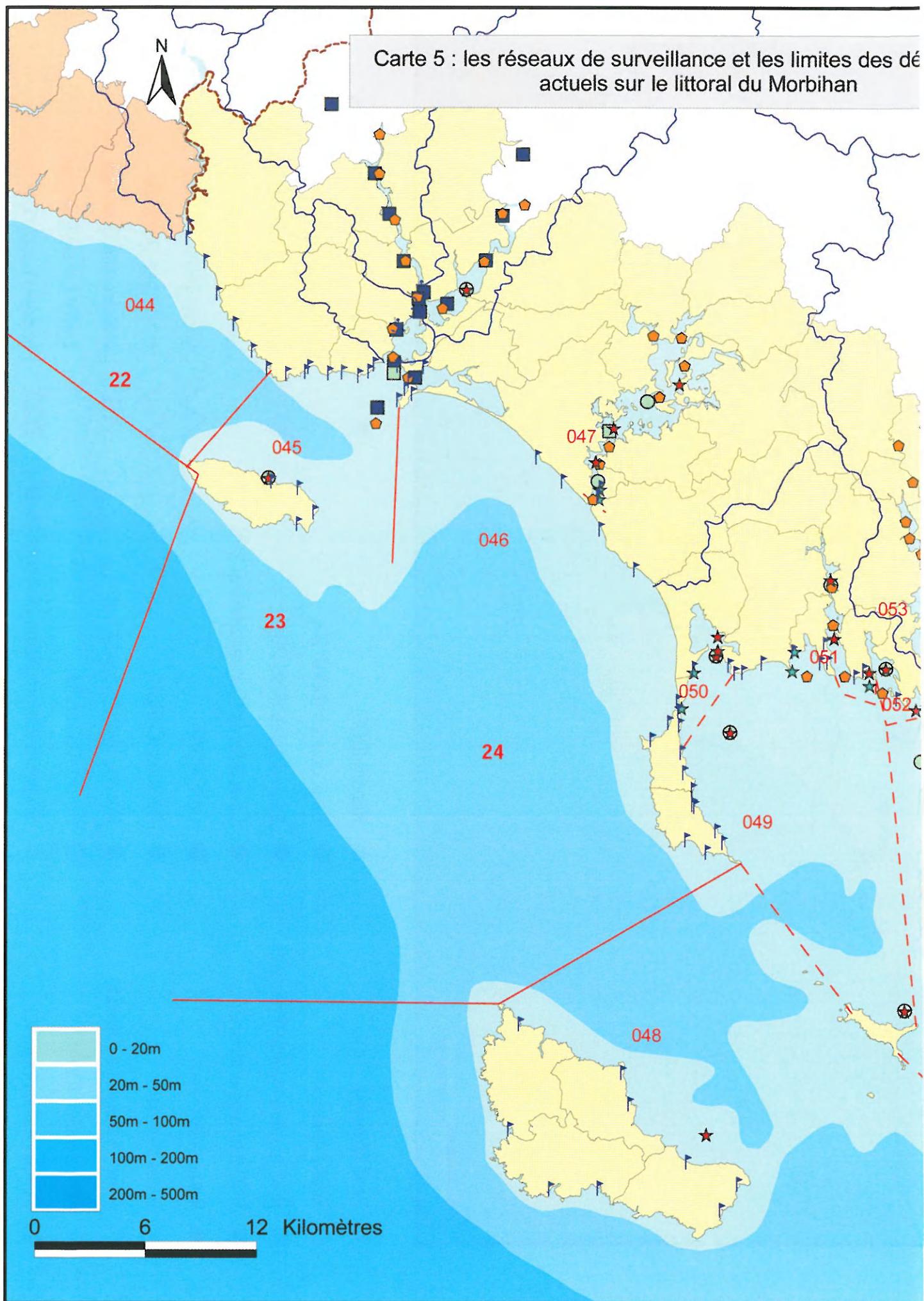
nce et les limites des découpages  
Vilaine et des Côtes d'Armor



Carte 4 : les réseaux de surveillance et les limites des découpages actuels sur le littoral du Finistère



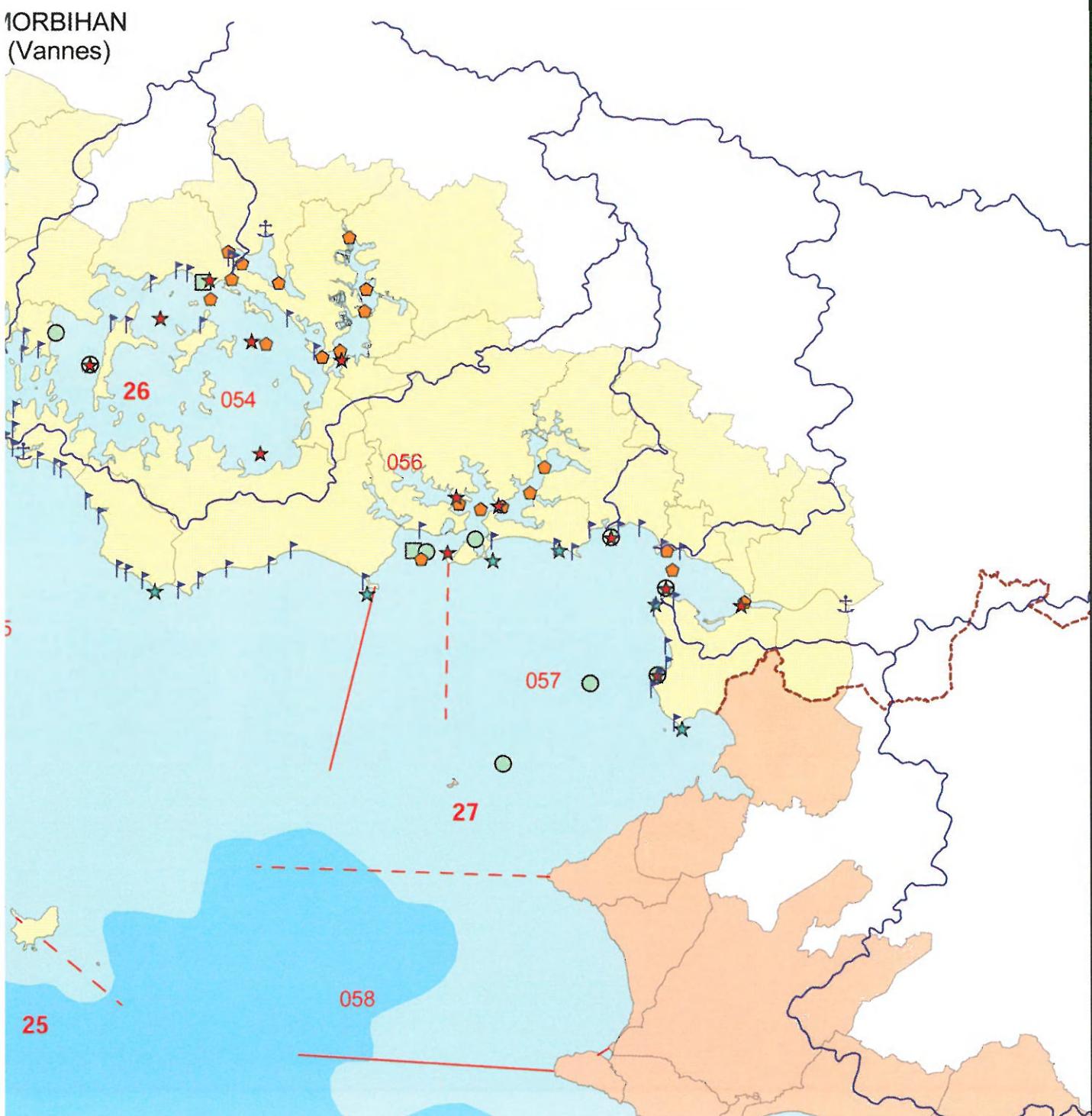




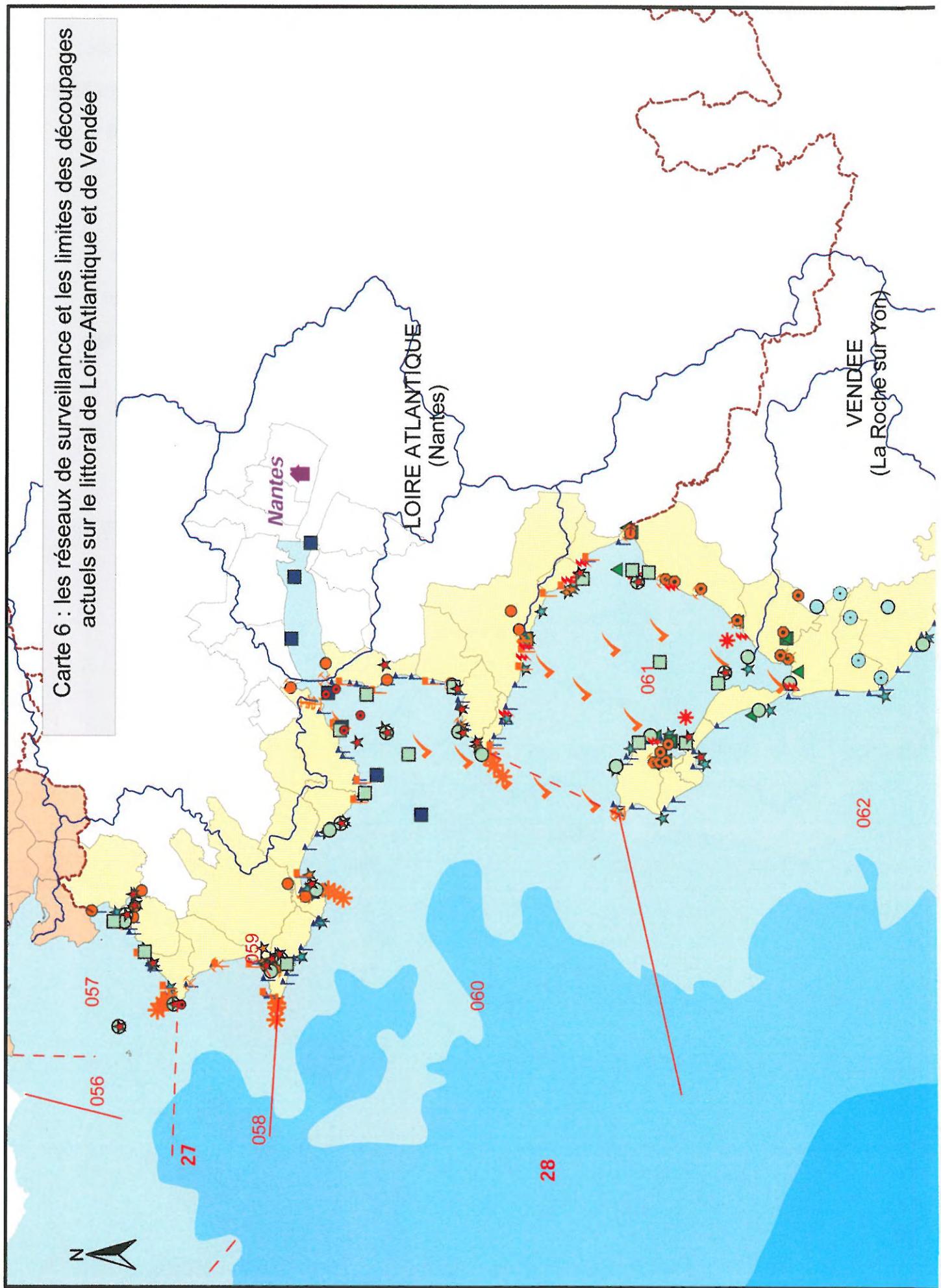
ages

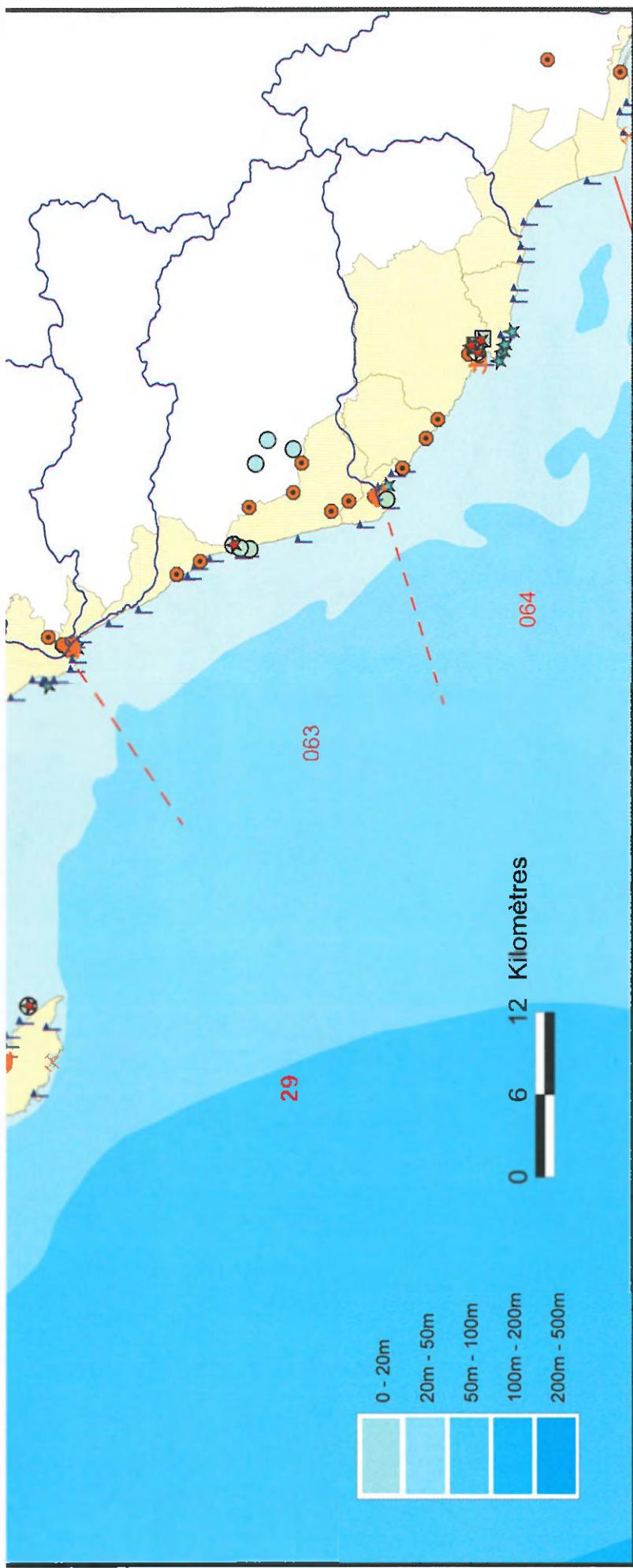
- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- RNO hydrologie (Ifremer)
- 🚩 Eaux de baignade (DDASS)
- ★ Pêche à pied (DDASS)
- ◊ Réseau estuaires (DDE)
- ± Répom (DDE)
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte
- Limité départementale
- Limité bassin versant
- Limité site Quadrige
- 23** Numéro site Quadrige
- 045** Numéro bassin Quadrige

MORBIHAN  
(Vannes)



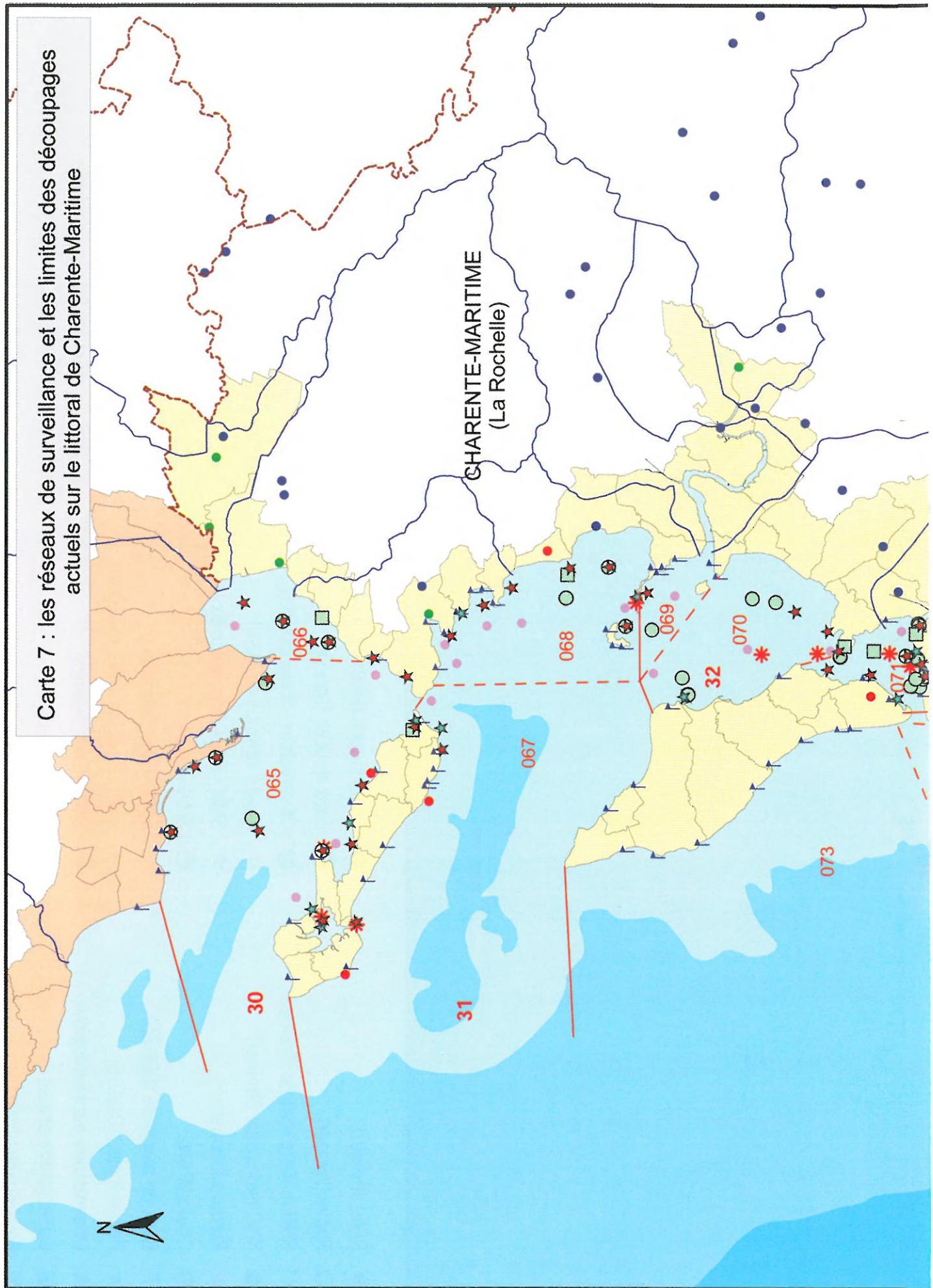
Carte 6 : les réseaux de surveillance et les limites des découpages actuels sur le littoral de Loire-Atlantique et de Vendée

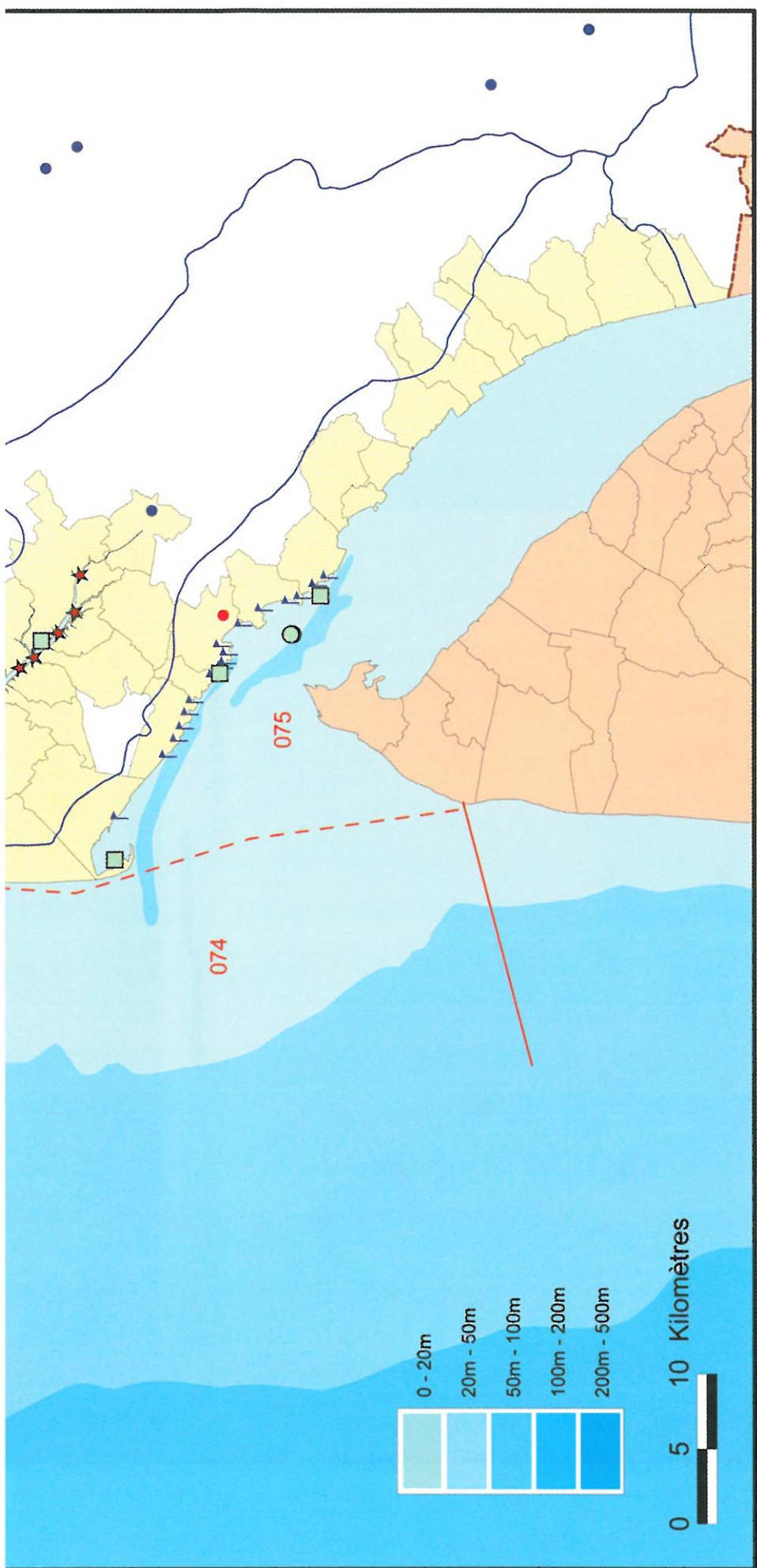




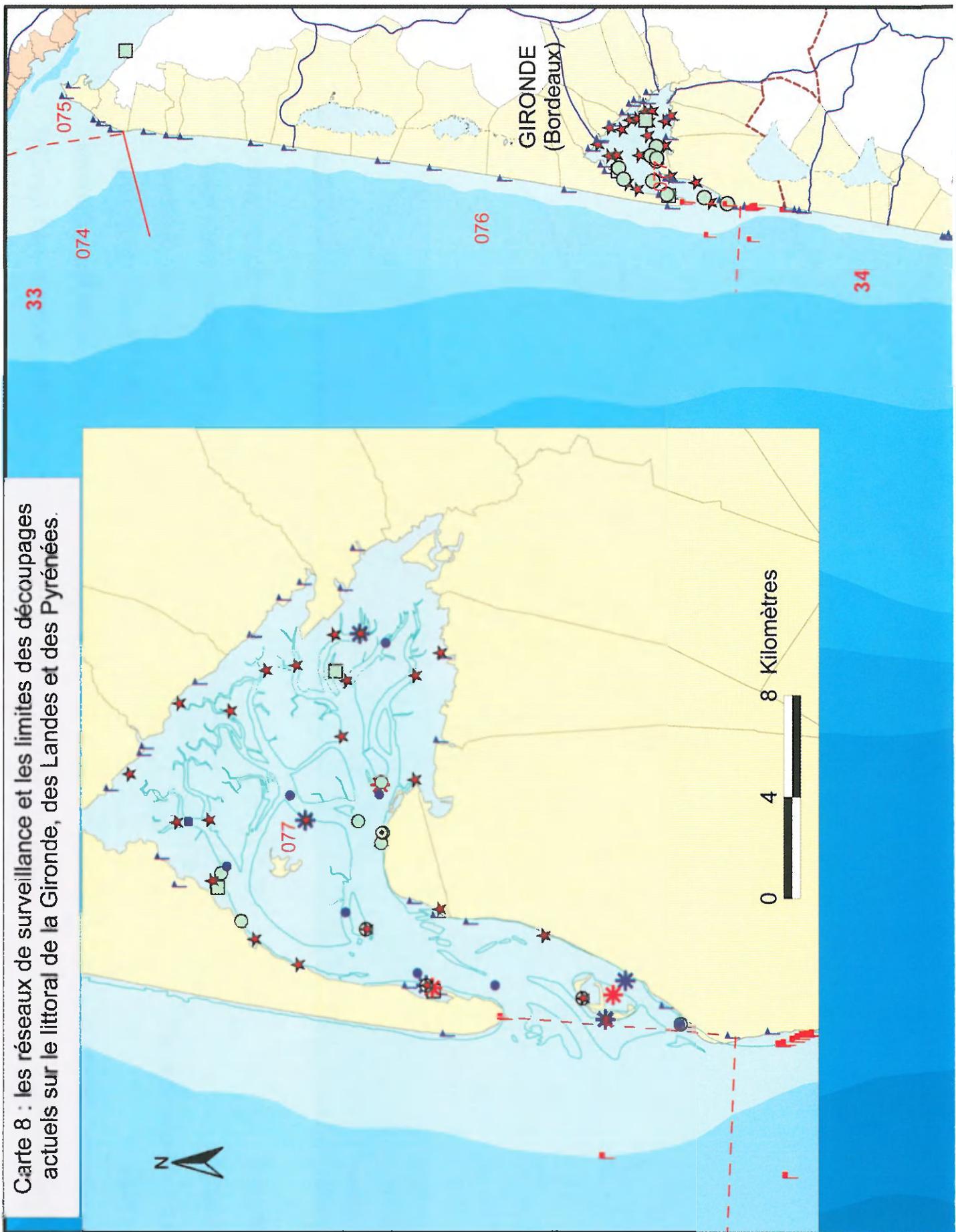
- ★ (Nantes) Laboratoire accrédité
- Limite commune littoriale
- Commune littoriale hors carte
- Limite départementale
- Limite bassin versant
- Limite site Quadrige
- Numéro site Quadrige
- Limite bassin Quadrige
- Numéro bassin Quadrige
- Eaux douces (RNB)
- Eaux douces (Satese)
- Observatoire - Eaux douces
- ⚡ Rejets littoraux (DDASS)
- ★ SMM - Eaux Conchyliologiques
- SMM - Étiers
- ↑ SMM - Eaux littorales
- \* SMM - Eaux littorales médianes
- ▼ SMM - Eaux marines
- ± SMM - Répom
- ✗ SMM - Ports
- Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- RNO hydrologie (Ifremer)
- ★ Remora (Ifremer)
- Opera (IPSN)
- ↑ Eaux de baignade (DDASS)
- ★ Pêche à pied (DDASS)
- ▲ Observatoire bactériologique
- Observatoire chimie
- Observatoire Répom
- Observatoire SQEL

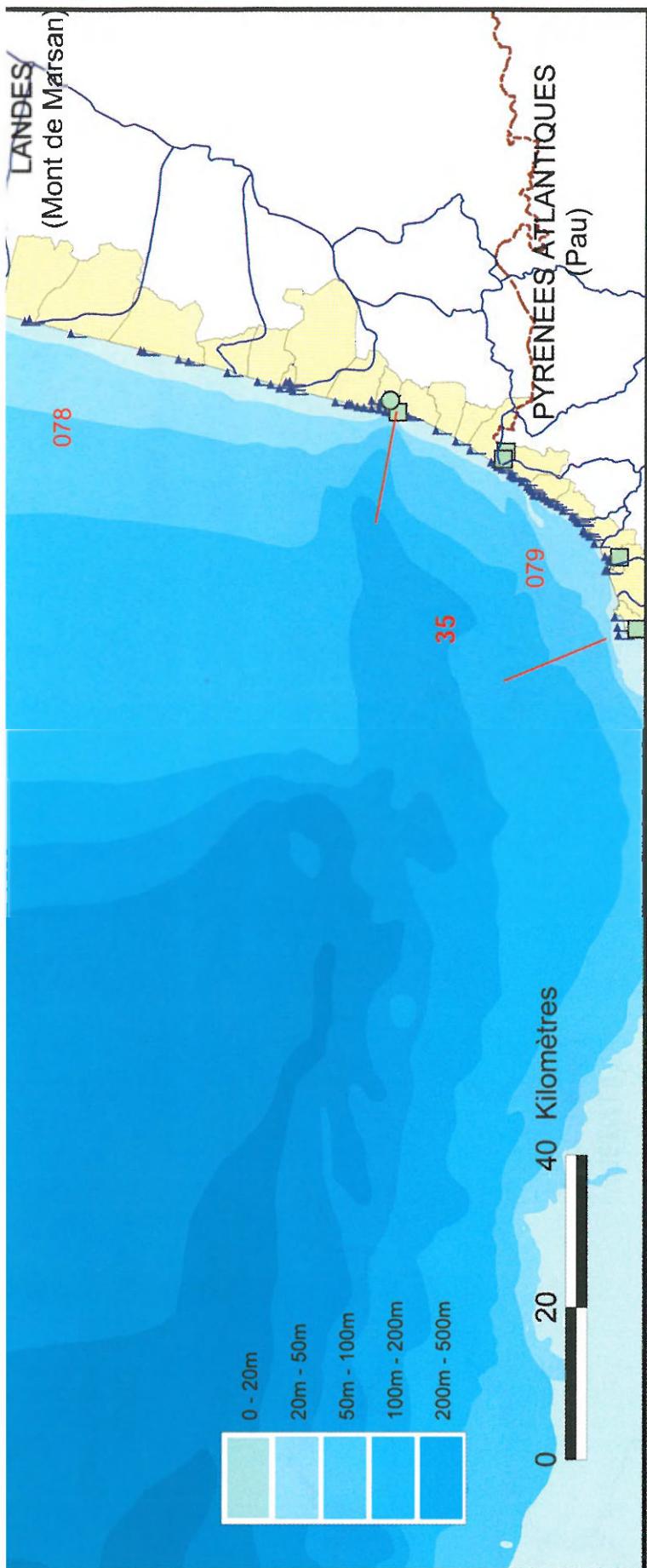
Carte 7 : les réseaux de surveillance et les limites des découpages actuels sur le littoral de Charente-Maritime



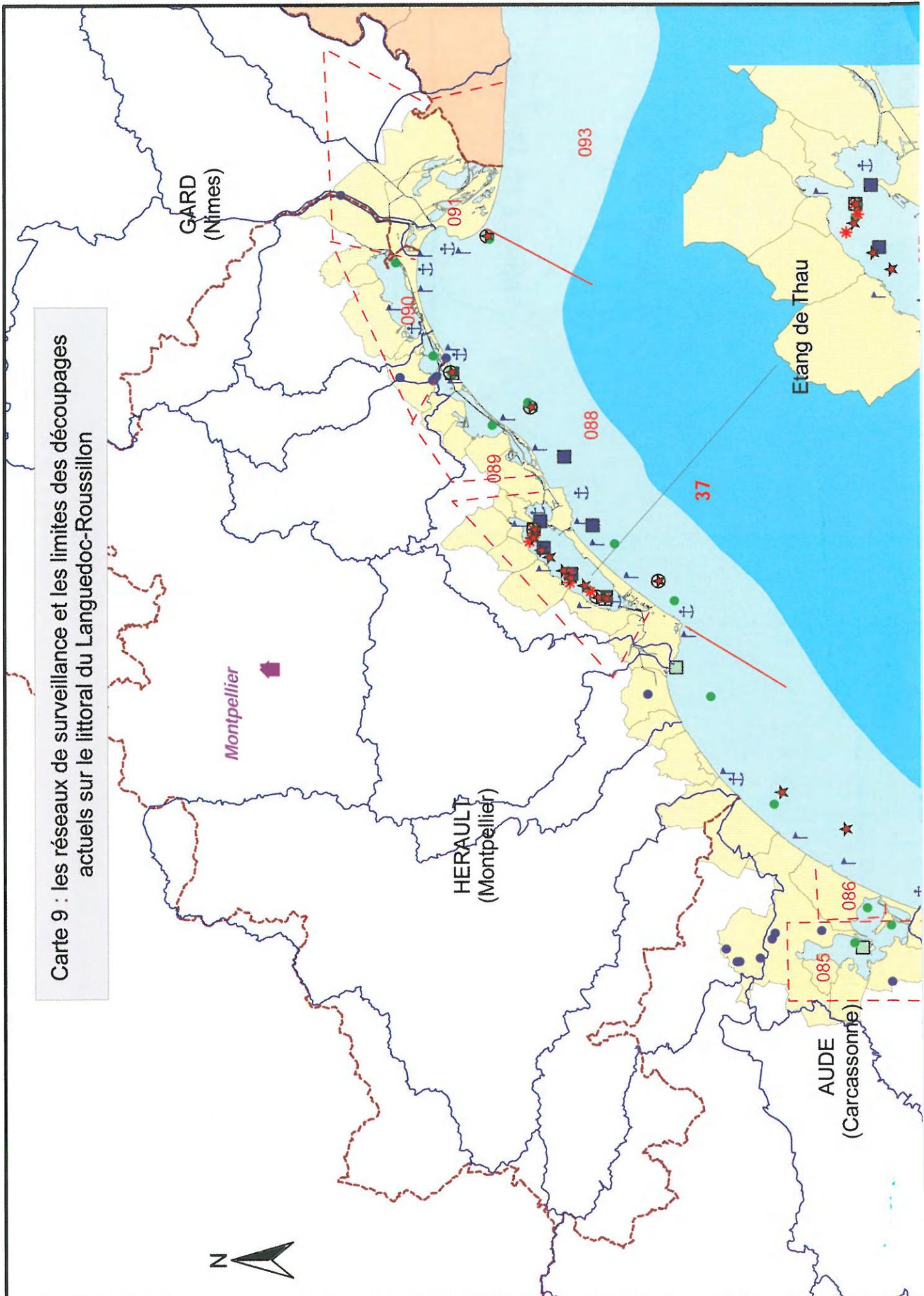


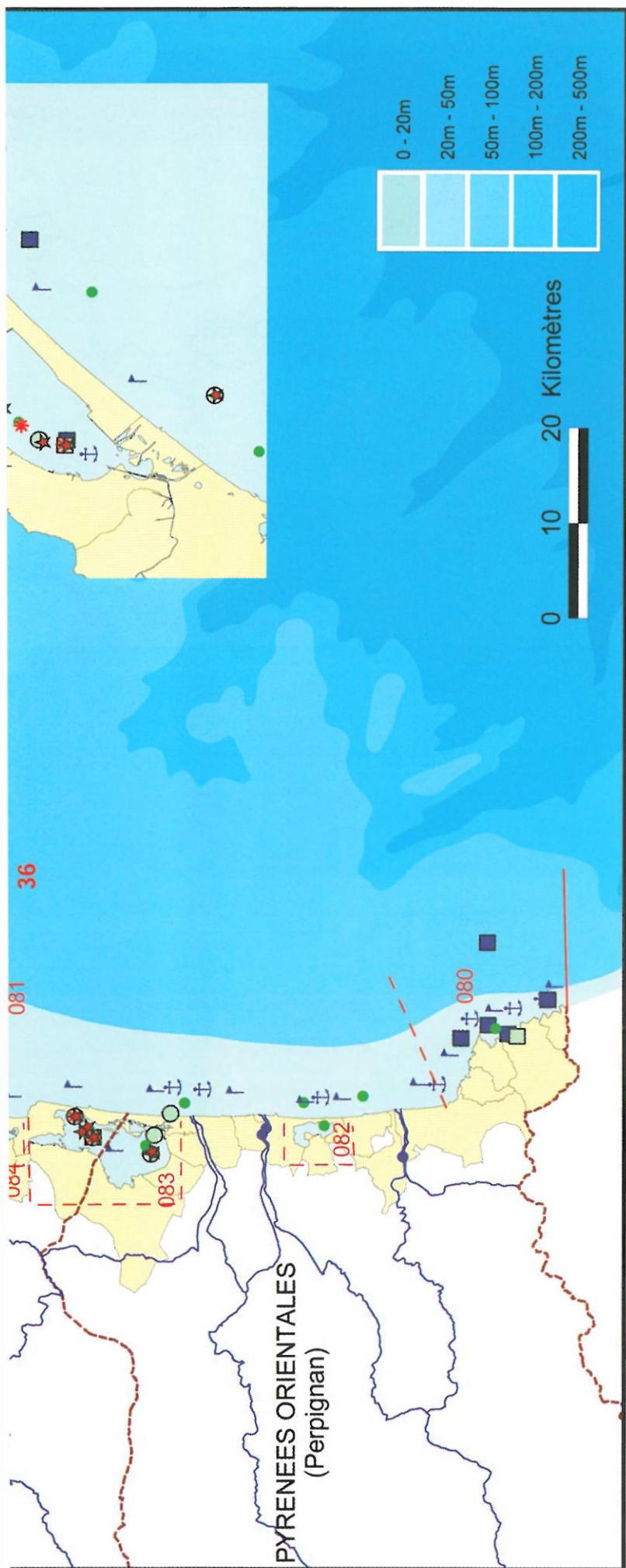
- DDE 17 CQEL
- Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- Réthora (Ifremer)
- Eaux de baignade (DDASS)
- Pêche à pied (DDASS)
- ★ Limite départementale
- Eaux intérieures douces
- Eaux saumâtres
- Masses eau de mer
- Thalasso
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte
- 30 Numéro site Quadrigé
- 066 Numéro bassin Quadrigé





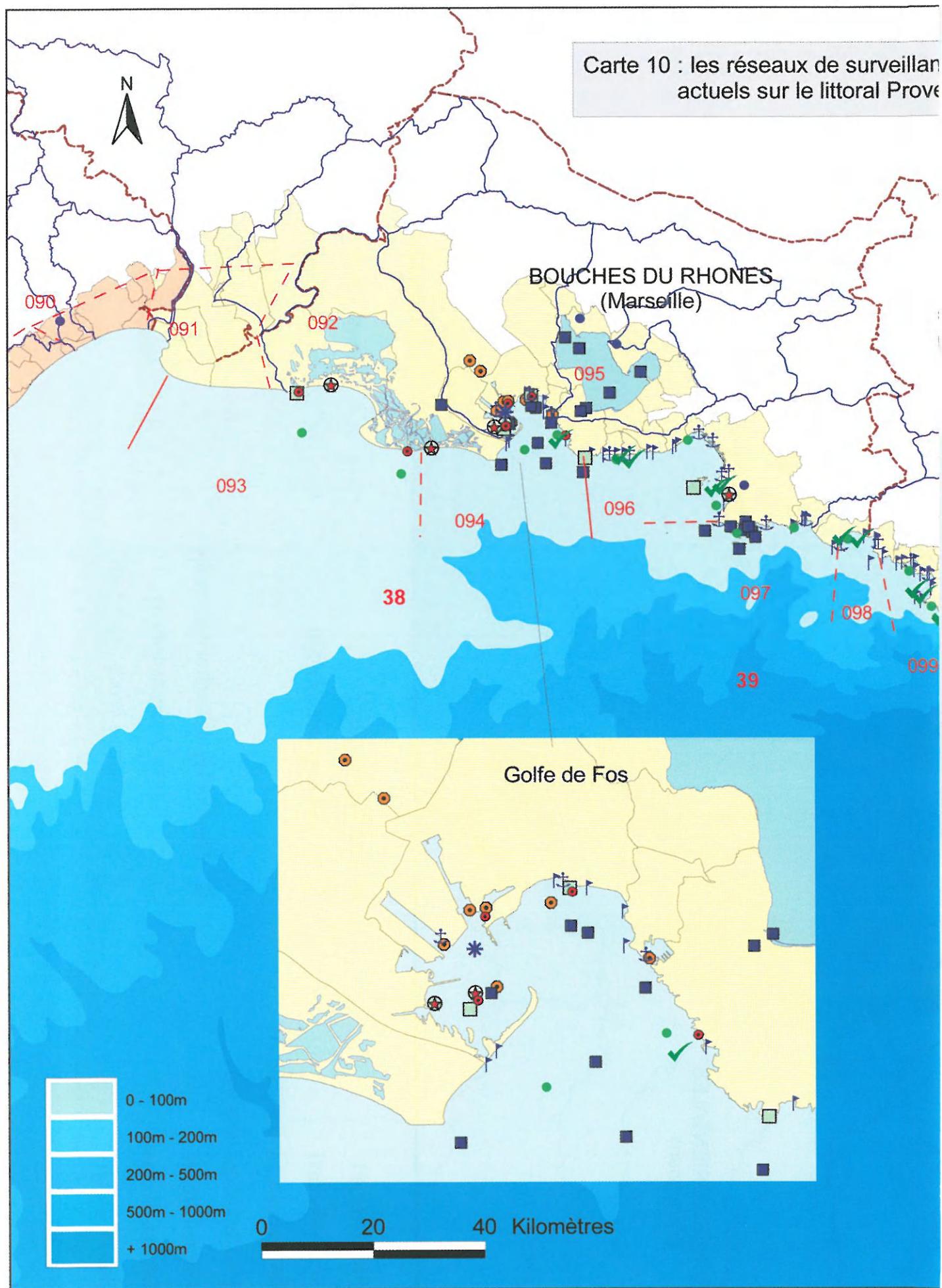
- ★ Limite départementale
- Limite bassin versant
- Limite site Quadrige
- Numéro site Quadrige
- ◆ Limite bassin Quadrige
- ◆ Numéro bassin Quadrige
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte
- ★ Syndicat intercommunal  
du bassin d'Arcachon
- Somlit (Université)
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte
- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- ★ Rémorra (Ifremer)
- Répamo (Ifremer)
- ★ Eaux de baignade (DDASS)
- Archyd (Ifremer)

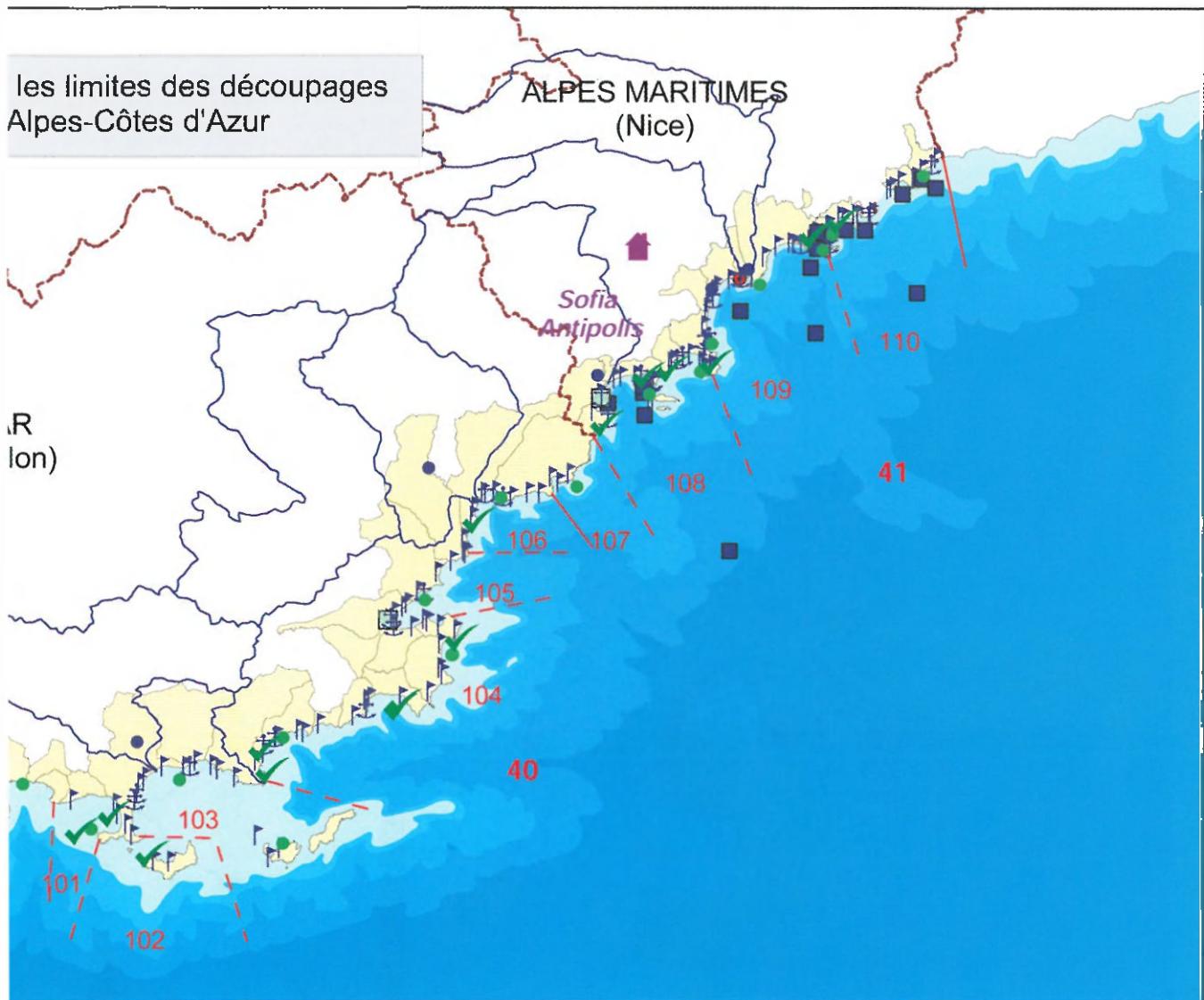




- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- RNO hydrologie (Ifremer)
- Rinbio (Ifremer)
- Remora (Ifremer)
- † Répom (DDE)
- RNB (Agence RMC)
- ▷ Eaux de baignade (DDASS)
- Limite départementale
- Limite bassin versant
- △ Limite site Quadrigé
- 36** Numéro site Quadrigé
- 081** Limite bassin Quadrigé
- 081** Numéro bassin Quadrigé
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte

Carte 10 : les réseaux de surveillance actuels sur le littoral Provence

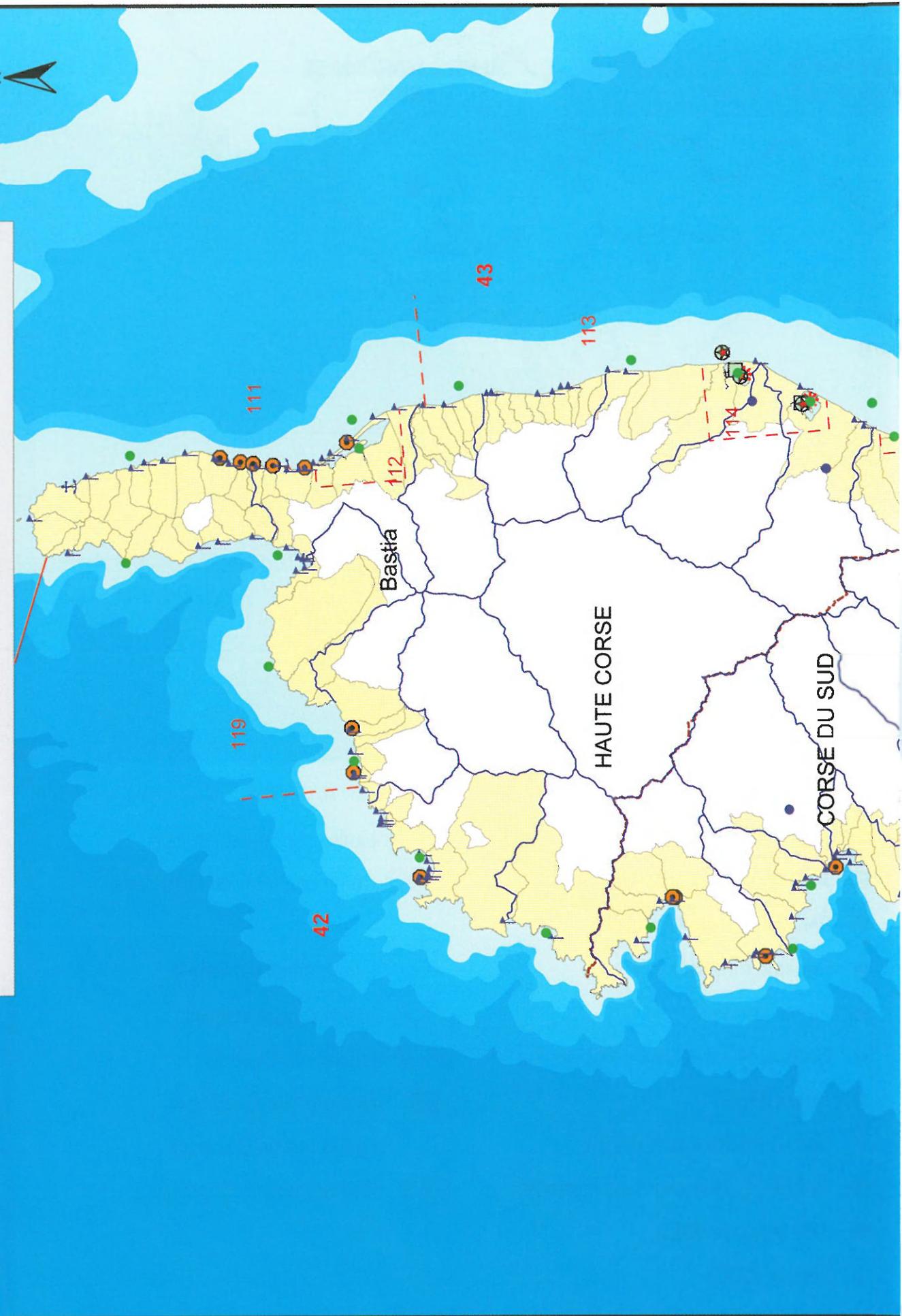




- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- RNO hydrologie (Ifremer)
- \* Répamo (Ifremer)
- Rinbio (Ifremer)
- ✓ Réseau de surveillance Posidonies
- Opera (IPSN)
- ▶ Eaux de baignade (DDASS)
- Cellules Qualité des eaux littorales
- RNB (Agence RMC)
- ± Répom (DDE)

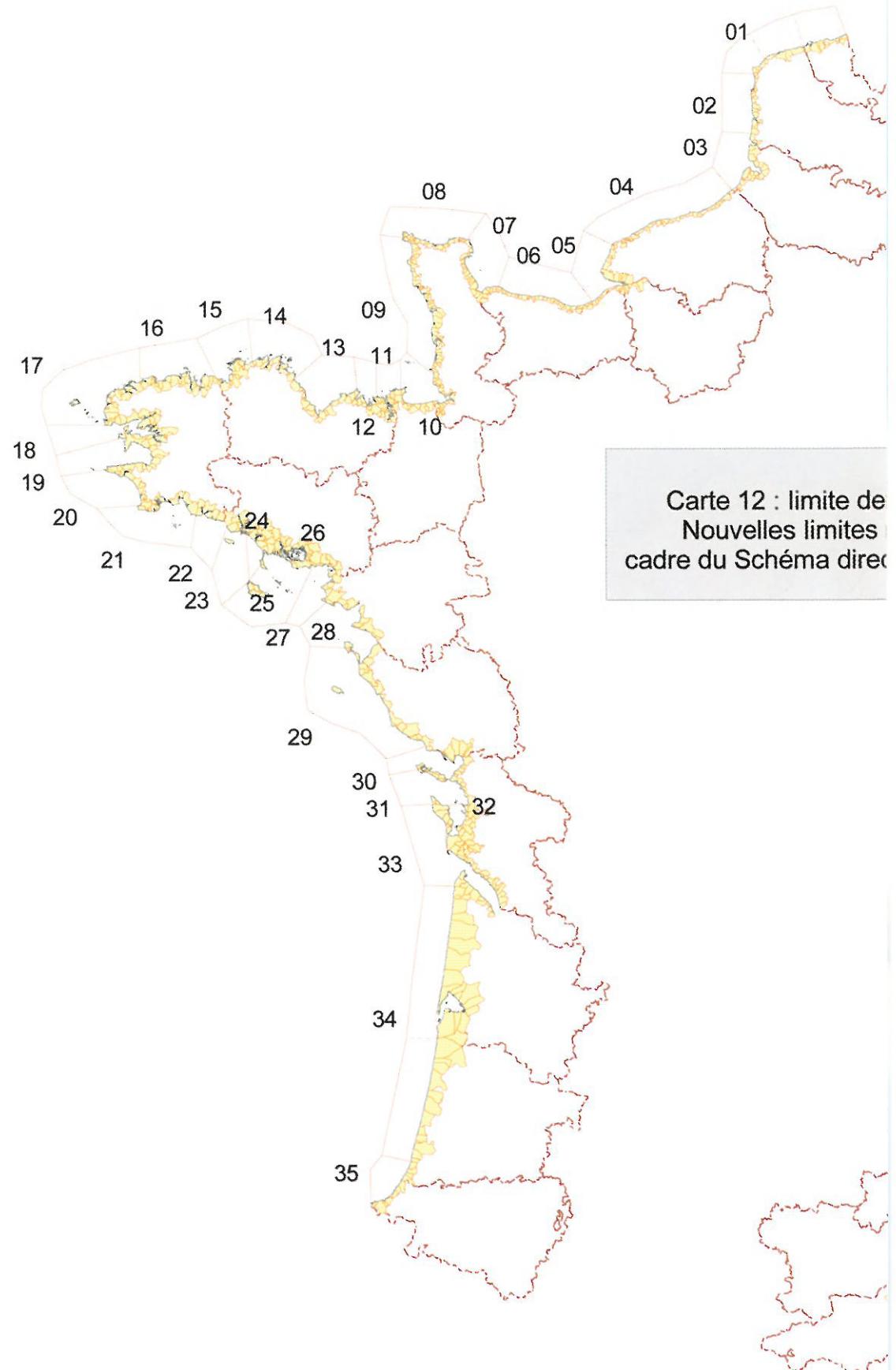
- ★ (Sophia Antipolis) Laboratoire accrédité
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte
- ~~~~ Limite départementale
- ~~~ Limite bassin versant
- ~~ Limite site Quadrige
- 38** Numéro site Quadrige
- ~~~ Limite bassin Quadrige
- 093** Numéro bassin Quadrige

Carte 11 : les réseaux de surveillance et les limites des découpages actuels sur le littoral de la Corse





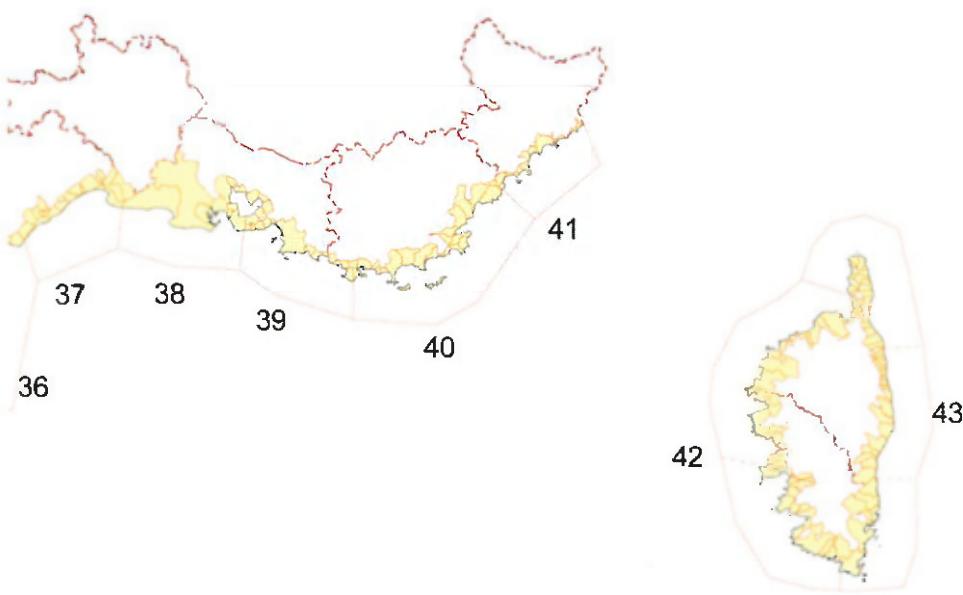
- ★ Rémi (Ifremer)
- Réphy (Ifremer)
- RNO matière vivante (Ifremer)
- RNO hydrologie (Ifremer)
- Rimbio (Ifremer)
- ± Répom (DDE)
- ▶ Eaux de baignade (DDASS)
- Cellules Qualité des eaux littorales
- RNB (Agence RMC)
- Limite commune littorale
- Limite départementale
- Commune littorale hors carte
- Limite bassin versant
- ▽ Limite site Quadrigé
- 43** Numéro site Quadrigé
- 111** Limite bassin Quadrigé
- 116** Numéro bassin Quadrigé



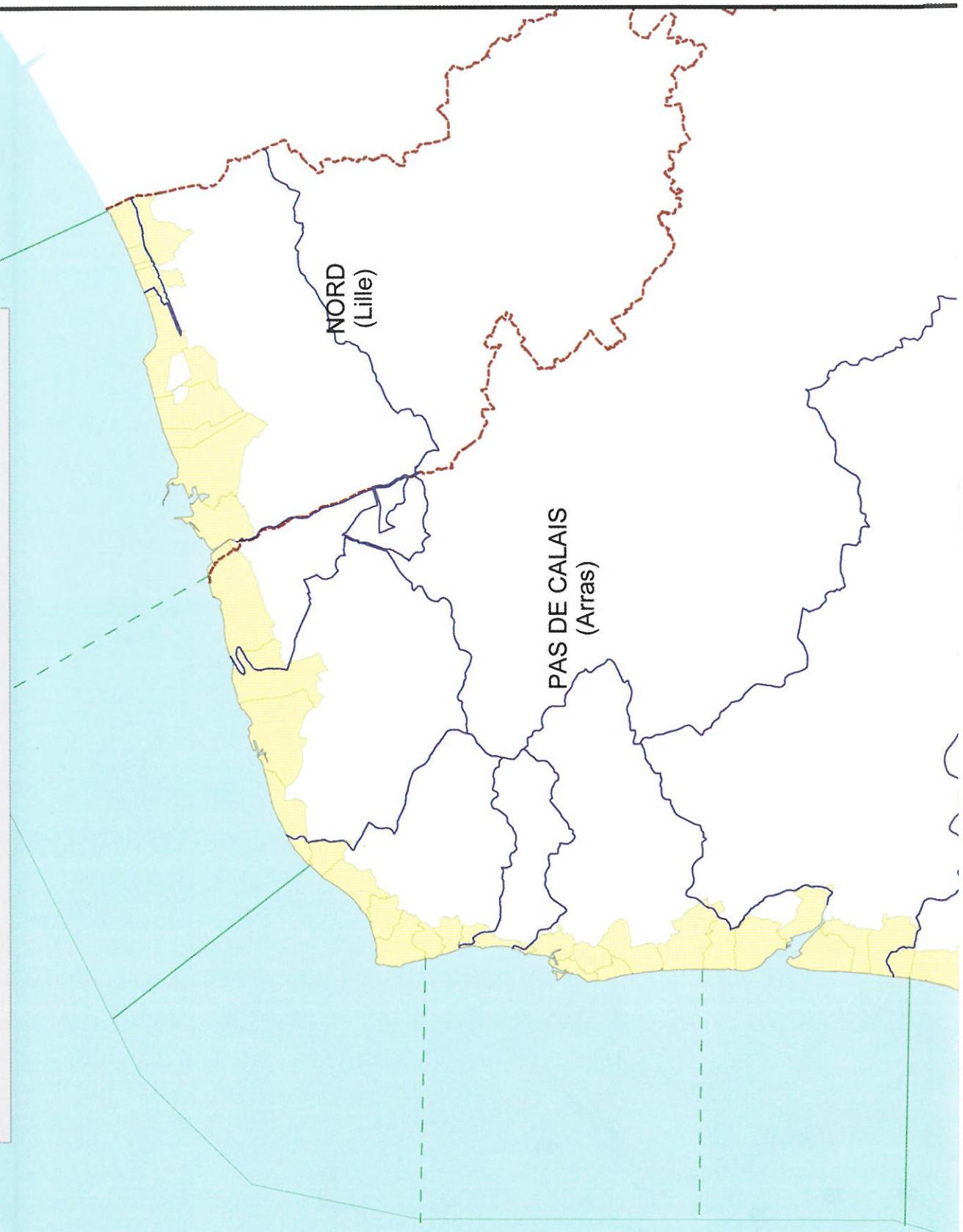
Carte 12 : limite de  
Nouvelles limites  
cadre du Schéma direc

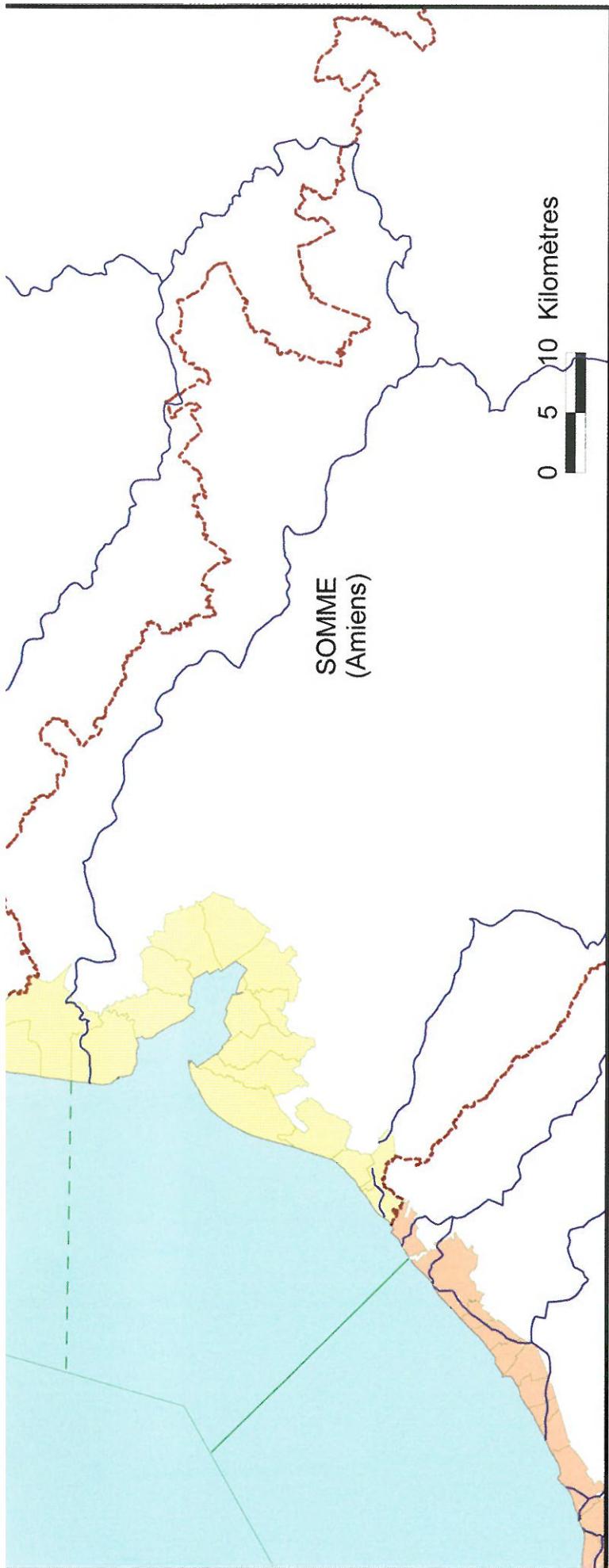
s QUADRIGE  
osées dans le  
de la surveillance

-  Limite de site actuelle
-  Limite de site supplémentaire
-  Limite départementale
-  Limite commune littorale



Carte 13 : proposition de modification des sites et bassins QUADRIGE  
sur le littoral Nord - Pas-de-Calais - Picardie





Proposition limite de site

Proposition limite de bassin

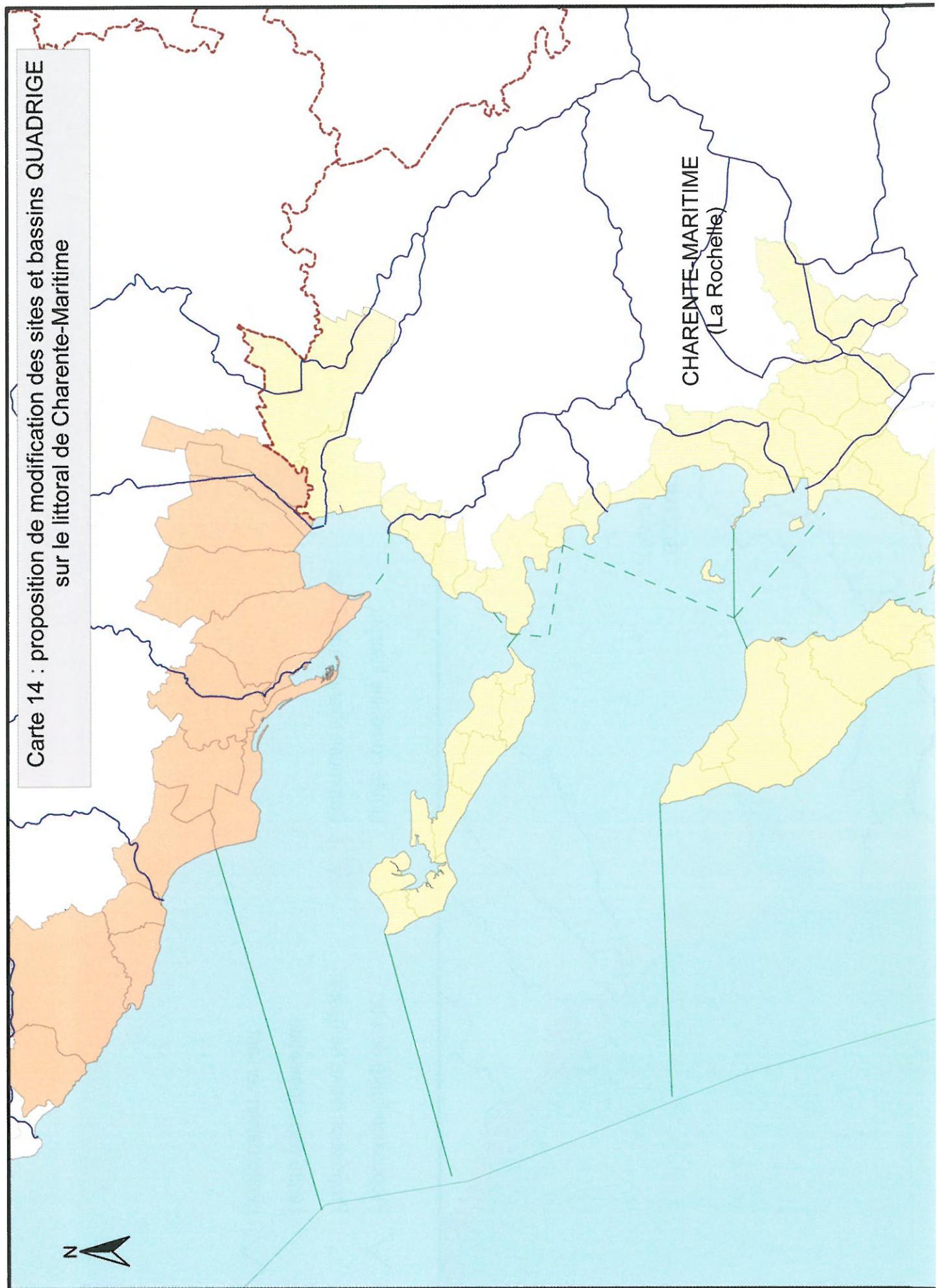
Limite départementale

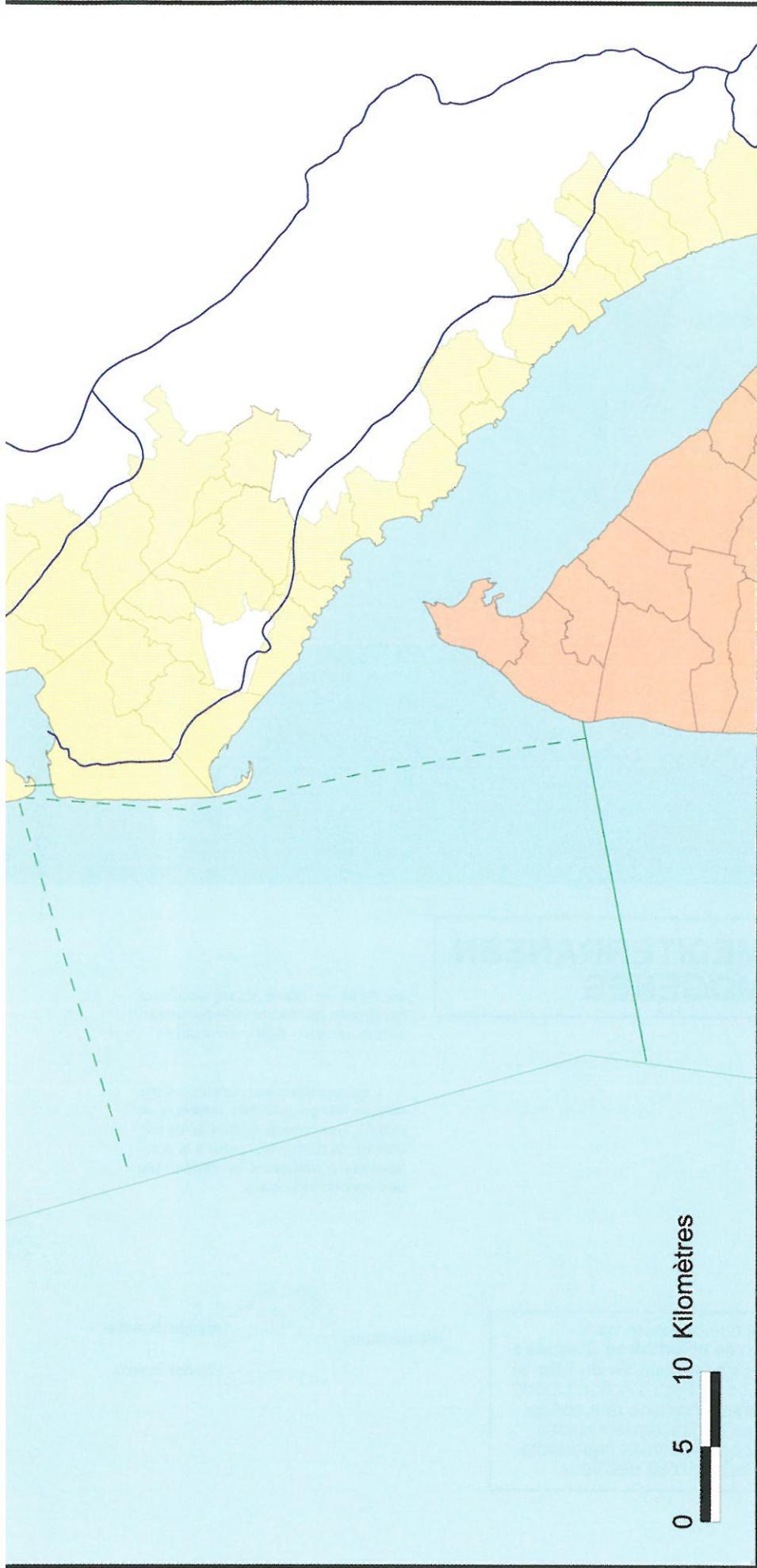
Limite bassin versant

Limite commune littorale

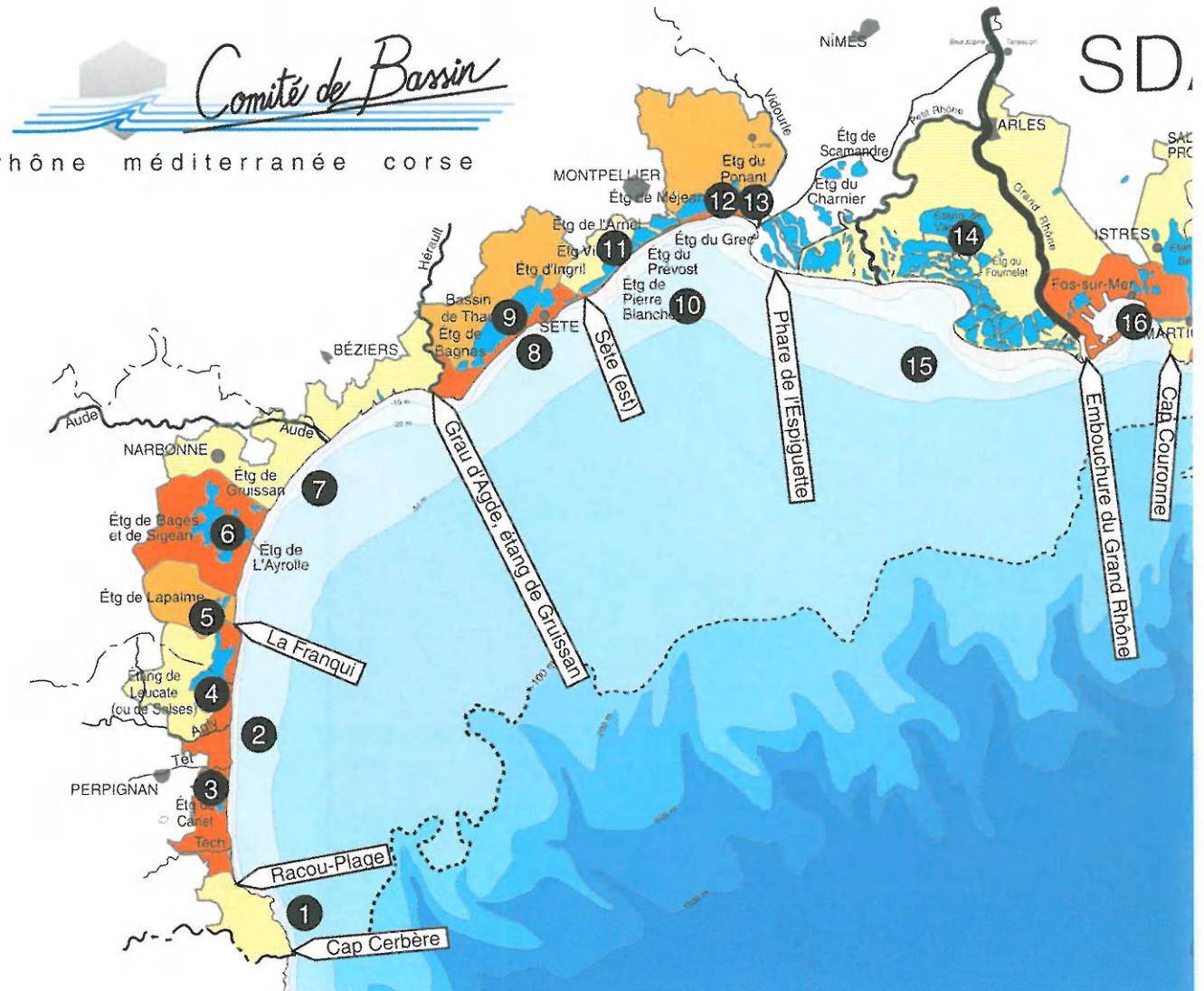
Commune littorale hors carte

Carte 14 : proposition de modification des sites et bassins QUADRIGE  
sur le littoral de Charente-Maritime





- Proposition limite de site
- Proposition limite de bassin
- Limite départementale
- Limite bassin versant
- Limite commune littorale
- Commune littorale hors carte

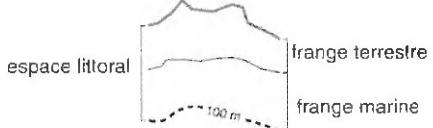


## 15 - LITTORAL MEDITERRANEEEN ZONES HOMOGENES

La mise en place d'une politique cohérente du littoral méditerranéen s'appuie sur deux principes :

- 1 - L'espace littoral est constitué d'une double frange à la fois terrestre et marine, l'une correspondant au bassin versant de proximité, l'autre à la zone soumise à l'influence de l'ensemble des apports telluriques.

Point repère marin d'une

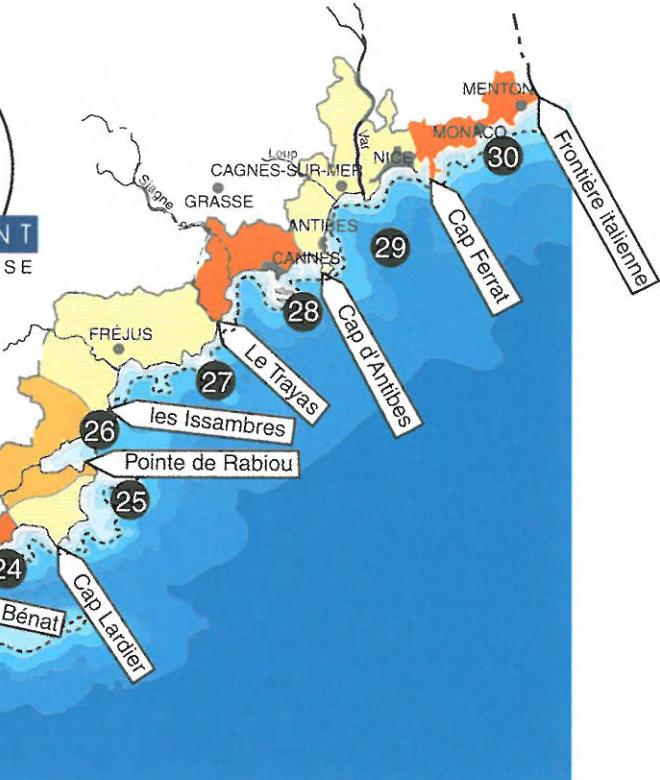


Le tableau joint à la présente carte récapitule les **axes prioritaires d'actions** :  
**- applicables à l'ensemble du littoral** et conformes au Plan d'Action Littoral  
**- spécifiques à chacune des zones homogènes** et directement issues des enjeux ou problèmes importants constatés lors de l'état des lieux.

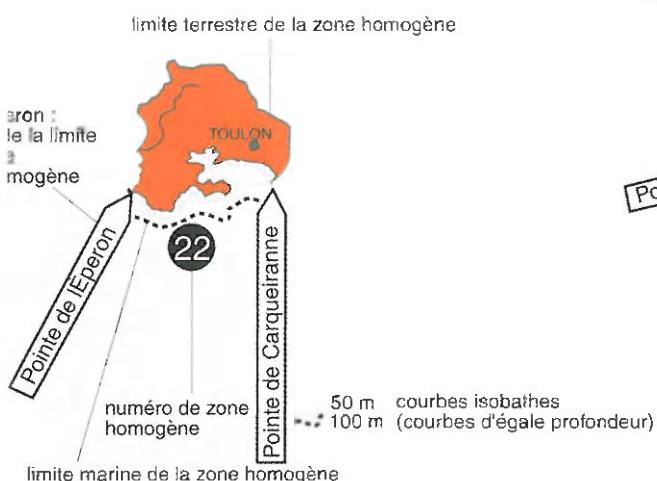
GE



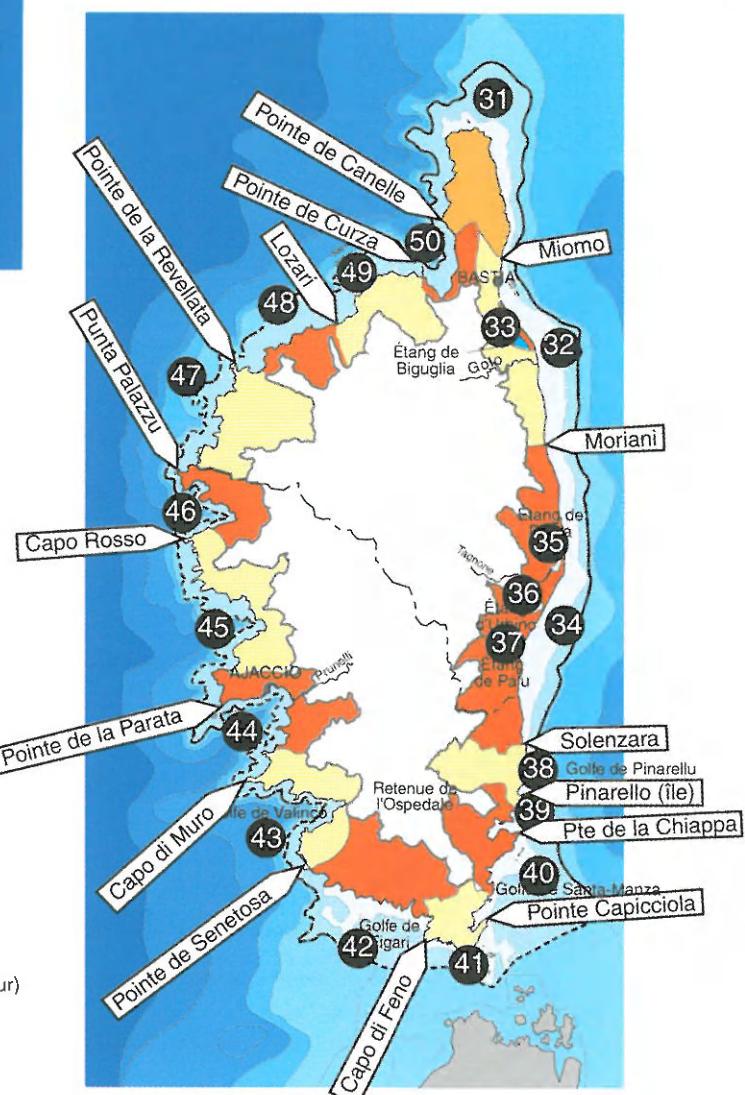
DIRECTIONS REGIONALES DE  
L'ENVIRONNEMENT  
RHÔNE MÉDITERRANÉE CORSE



2 - Cet espace littoral est découpé en 50 zones homogènes qui sont des unités cohérentes de gestion : à l'image des bassins versants des rivières, chacune de ces zones homogènes constitue une échelle géographique de travail optimal pour une approche intégrée de la gestion, de la restauration et de l'exploitation de la frange littorale.



Ces particuliers des étangs littoraux : la zone homogène comprend l'étang et son bassin versant.



Réalisation, mise en page : XLC (02 98 30 50 07)

Achevé d'imprimer sur les presses de Cloître Imprimeurs

ISSN 1279-8339

ISBN 2-84433-012-6 / Dépôt légal 2<sup>e</sup> trimestre 1999

© 1999, Ifremer. Tous droits de reproduction, même partielle,  
par quelque procédé que ce soit, sont réservés pour tous pays.