

Conseil International pour
L'Exploration des Mer



CM 1991/D: 29
Statistics committee

**APPLICATION D'UNE TYPOLOGIE DES TACTIQUES DE PECHE A L'ELABORATION
D'UN PLAN D'ECHANTILLONNAGE PERMETTANT L'EVALUATION DES REJETS
D'ESPECES COMMERCIALES : THEORIE ET APPLICATION AUX PECHERIES
MULTISPECIFIQUES DE LA MER CELTIQUE ET DU GOLFE DE GASCOGNE.**

I. PERONNET*

L'évaluation des rejets d'espèces commerciales par les flottilles du golfe de Gascogne et de mer Celtique a débuté en janvier 91.

La stratégie d'échantillonnage repose sur les résultats des études de typologie des tactiques de pêche des flottilles concernées, qui permet une partition des navires en groupes ou "métiers". Chaque "métier" correspondra alors à une strate. Bien que le but de l'étude soit d'obtenir la production et les compositions en tailles et en âge des rejets, nous nous attarderons plus particulièrement sur les aspects méthodologiques. Les méthodes de récolte des échantillons sont décrites en détail ainsi que les méthodes de calcul d'estimation du nombre des poissons rejetés par classe de taille et par classe d'âge et des variances correspondantes, permettant ainsi de présenter un outil adaptable à la plupart de pêcheries.

**APPLYING FISHING STRATEGIES TYPOLOGY TO SAMPLING DISCARDS OF
COMMERCIALS SPECIES : THEORY AND APPLYING TO THE MIXED FISHERIES OF THE
CELTIC SEA AND THE BAY OF BISCAY.**

Estimate of fish discarded by the Bay of Biscay and the Celtic sea fleets has been initiated in January 1991.

The sampling project is based on the results of fishing strategies typology which are a partition of the fleets of each area into classes or "métiers". Although the aim of the study is to obtain , length and age compositions of discards. This paper essentially deals with the methodology applied. Methods of collecting samples and estimating total numbers of discards with their variances are described in details, suggesting an adaptable "sampling tool" for most of fisheries.

*IFREMER
8 rue François Toullec
56100 LORIENT

INTRODUCTION

Du point de vue de la gestion des stocks halieutiques l'estimation des rejets des captures commerciales apparaît comme un maillon indispensable pour une connaissance sans biais du diagramme d'exploitation d'une flottille et parce qu'une estimation des rejets dispense de connaître les prérecrues.

Une estimation périodique de ces rejets s'impose, d'autant que la quantité d'individus rejetée dépend non seulement du maillage utilisé, de la taille marchande en vigueur, de la zone fréquentée par les navires (les juvéniles, donc les rejets, peuvent être très abondants en zone côtière, sur les nourriceries), mais surtout du niveau de recrutement, probablement très variable d'une année à l'autre. L'estimation des rejets de jeunes individus doit absolument être pris en compte dans toutes les mesures de gestion (changements de maillage, de taille marchande...). Parfois, la quantité d'individus de taille supérieure à la taille marchande, rejetée peut devenir importante, pour certaines espèces, lorsque les quota sont atteints ou dépassés. Ces individus doivent être comptabilisés, dans les estimations de captures, au même titre que les individus effectivement commercialisés.

Parmi toutes les stratégies d'échantillonnage envisageables les plus intéressantes semblent être celles qui se réfèrent aux analyses typologiques, devenues classiques, des flottilles concernées et qui permettent de définir une stratification fine de la population à étudier.

2. PRINCIPES DE LA METHODE D'ECHANTILLONNAGE

2.1 PROCEDURES GENERALES.

Pour mener à bien ce type d'étude 3 procédures sont possibles :

- par campagne à la mer avec un navire scientifique opérant dans les mêmes conditions que les chalutiers professionnels.
- par embarquement d'un observateur à bord des chalutiers professionnels.

Cette méthode, très fiable, comporte une contrainte technique importante : le nombre de personnes susceptibles d'embarquer est un facteur limitant du nombre de bateaux sur lesquels l'expérience peut être faite. Pour des marées supérieures à deux jours de mer, la démarche n'est plus réaliste.

- par échantillon prélevé par les professionnels eux-mêmes.

Cette technique ayant déjà fait ses preuves, nous en retiendrons les principes de base, et n'y apporterons que quelques modifications. Le principal avantage de cette méthode est d'échantillonner toutes les flottilles (strates) et d'augmenter le nombre de bateaux pris en compte à l'intérieur d'une strate. BISEAU et AL ont montré que la variabilité la plus grande était la variabilité bateau-marée, cette stratégie d'échantillonnage permet d'accroître le nombre de marées échantillonnées, donc d'augmenter la précision de nos estimations.

Aucune de ces méthodes ne peut être considérée comme parfaite sur les plans théorique et pratique, la possibilité de les utiliser de façon concurrente peut être envisagée.

2.1.1. Stratification

Compte-tenu, de la complexité des flottilles et des superficies à traiter, il est nécessaire, de procéder à une stratification de la population. Une stratification indépendante, mais calquée suivant le même schéma, est appliquée à la mer Celtique et au golfe de Gascogne.

2.1.1.1. Stratification selon le type d'exploitation :

Elle respecte les unités de pêcheries définies par les groupes de travail internationaux du CIEM. Ces unités de pêche ayant été déterminées par une analyse typologique des flottilles en utilisant les techniques d'analyses multivariées. Cette méthode a largement été décrite par Biseau et Charuau (1985) et Biseau et Gondeaux. Les "métiers" ainsi définis peuvent être, éventuellement, subdivisés en plusieurs sous-unités constituant des strates indépendantes, lorsque divers comportements coexistent à l'intérieur d'une même pêche, (cas des pêcheries benthiques de mer celtique).

Au sein de chaque strate, un ou plusieurs bateaux sont sélectionnés à partir desquels les prélèvements sont effectués. Ces navires sont détenteurs d'autorisations de conserver à bord des poissons hors taille ou appartenant à des espèces pour qui les quotas sont atteints.

Les critères de sélection des unités dans chaque flottille répondent au moins à deux exigences : d'une part que chaque navire soit bien "l'unité-type" de la flottille, d'autre part que le patron et l'équipage acceptent les contraintes supplémentaires qu'implique l'échantillonnage des rejets. Les navires sont sélectionnés à partir de la liste de classification des bateaux en groupes distincts, issue de l'analyse typologique faite en 1989 sur les 2383 bateaux opérant sur ces zones.

2.1.1.2. Une stratification temporelle.

Le trimestre est retenu comme unité de base. Une stratification géographique ne semble pas nécessaire dans la mesure où les unités de pêcheries préalablement définies tiennent compte des sondes et des secteurs CIEM.

Le choix du "bateau-type" étant admis, le processus de prélèvement de l'échantillon à bord est relativement simple

2.1.2. Echantillonnage

2.1.2.1. - Le nombre de traits échantillonnés par jour.

Il est dépendant de la durée de la marée du bateau concerné :

- Si les marées ne durent qu'une journée plusieurs traits sont échantillonnés au cours de la dite marée, en les répartissant judicieusement dans le temps. (Cas de la flottille langoustinière de la vasière des Glénans)

- Si les marées durent une semaine ou plus, 1 seul trait par jour est pris en compte, et en appliquant le principe des traits décalés chaque jour, le cycle nycthéral peut être couvert plusieurs fois pendant la marée. Le numéro du trait échantillonné le premier jour est tiré au hasard, puis incrémenté de 1 chaque jour suivant. (Cas de toutes les pêcheries de mer celtique).

2.1.2.2. - Le recueil de l'échantillon proprement dit.

Il se fait de différentes façons suivant les circonstances :

- Si le volume global des rejets est faible, le total est prélevé et mis dans un sac contenant de l'acide borique, agent bactéricide puissant.
- Si, le volume des rejets est important, seule une fraction des rejets totaux est prélevée ; 1 pelletée par exemple est prélevée, comme précédemment, puis le volume total des rejets est évalué.

Cette méthode, si elle est la plus simple à mettre en oeuvre à bord, n'est pas pour autant la plus précise, les sources de biais peuvent être multiples : - d'une part la représentativité de l'échantillon est liée à l'homogénéité ou non du tas de rejets dont il provient. Pour minimiser ce biais il serait préférable de prélever deux pelletées à des endroits différents du tas de rejets ; ceci permettrait à la fois de faire une moyenne et de calculer la variabilité inter-sacs. Les professionnels effectuant eux-mêmes les prélèvements le volume des rejets devient un facteur limitant important au retour des rejets ; les sacs arrivant rapidement à encombrer la cale à poissons. - D'autre part l'estimation du volume total de rejets est très subjective, elle se fait au jugé et est donnée en nombre de paniers. La solution idéale serait d'obtenir l'élimination du benthos au moment de la mise en sac, ce qui permettrait dans la plupart des cas un prélèvement exhaustif des rejets, ce qui supprimerait de faite l'estimation du facteur d'élévation pour le calcul du nombre d'individus par classe de taille. Cette procédure suppose un tel surcroît de travail pour l'équipage qu'elle n'a malheureusement pas pu être mise en place.

En résumé, on se retrouve dans le cas d'un échantillonnage stratifié à 2 ou 3 niveaux:

- les strates flottilles, les strates trimestrielles.
- le niveau primaire, représenté par le nombre de bateaux/marées.
- le niveau 2 représenté par l'ensemble des traits échantillonnés, les traits d'une marée constituant une grappe.
- le niveau 3 représenté éventuellement par les sacs, si plusieurs sacs sont prélevés pour un même trait. Les niveaux 2 et 3 se trouvent confondus si un seul sac est prélevé par trait échantillonné.

1.3. *Echantillonnage des captures commerciales.*

Les captures commerciales des espèces retenues pour l'étude de rejet font l'objet, pour la plupart, d'un échantillonnage régulier en criée afin de disposer des compositions en taille et en âge des débarquements. Les résultats de cet échantillonnage seront repris pour l'étude de rejet. Toutefois, dans le golfe de Gascogne le plan d'échantillonnage mensuel a dû être renforcé afin de couvrir correctement les débarquements de certaines flottilles peu échantillonnées

jusqu'alors. De surcroît le merlu commercial vendu dans les criées bigoudènes n'est pas échantillonné en raison de sa haute valeur marchande. La manipulation du poisson par les échantillonneurs déclenche immédiatement la réprobation du personnel des criées et surtout des mareyeurs, interdisant, de facto, la réalisation de cette opération. Il a donc été nécessaire de prévoir un échantillonnage des captures commerciales du merlu des bateaux sur lesquels les rejets ont été prélevés, et ce, avant que la pêche ne soit étalée sous la criée, c'est à dire directement à bord du bateau échantillonné.

1.4 Dépouillement des sacs

Les sacs sont dépouillés dans les criées, le jour ou le lendemain de l'arrivée du bateau. Chaque sac est pesé, les espèces sont triées et font l'objet de mensurations individuelles, afin d'obtenir les compositions en taille des rejets. Les pièces dures otolithes ou rayons de nageoires sont systématiquement prélevées sur les espèces dont les compositions en âges des captures commerciales sont classiquement obtenues. (cardine, baudroie, merlan, morue, lieu noir). L'établissement des clefs taille-âge pour les rejets, par trimestre, par flotille et par espèces sont en cours de réalisation.

2.2. PROCEDURE SPECIFIQUE A LA MER CELTIQUE.

2.2.1 stratification.

L'analyse typologique des flottilles de mer celtique réalisée depuis plusieurs années fait apparaître classiquement quatre grandes unités de pêcheries, chacune d'elles correspondra à un strate particulière :

- la flottille des chalutiers non langoustiniers ciblant les espèces benthiques pour la quelle deux navires ont été sélectionnés, l'un purement benthique et l'autre pouvant avoir une tendance plus démersale (1 navire de Concarneau choisi et 1 du Guilvinec).
- La flottille des chalutiers non langoustiniers ciblant sur les espèces démersales pêchant en eau profonde (1 chalutier semi-industriel du port de Lorient)
- la flottille très réduite des chalutiers non langoustiniers fréquentant quasi exclusivement les accores du plateau celtique (1 chalutier semi-industriel de Concarneau).
- La flottille des chalutiers langoustiniers pêchant dans des eaux comprises entre 100 et 200m ; soit un chalutier artisan de Douarnenez

2. 2. 2. Echantillonnage.

2. 2. 2. 1. Méthode de l'échantillon prélevé par les professionnels eux-mêmes

La procédure d'échantillonnage est la même quelle que soit la strate considérée dans la mesure ou la durée des marées effectuées par les différentes flottilles de mer celtique est toujours de 10 à 12 jours. Il s'agit là encore d'un échantillonnage stratifié à deux niveaux.

Au sein de chaque strate les navires sélectionnés restent les mêmes tout au long de l'étude afin de ne pas multiplier le nombre d'autorisations à détenir à bord du poissons hors-taille. Le niveau primaire sera donc représenté par ces 5 bateaux-types, représentatifs de chaque strate.

Le niveau deux est constitué par l'échantillonnage des traits et le prélèvement d'un sac.

- Le recueil de l'échantillon proprement dit se fera par la méthode de prélèvement à la mer à raison de un par trait échantillonné, la totalité des rejets étant évaluée par un ou deux observateurs. Au total 10 à 12 sacs par mois sont prélevés par strate échantillonnée.
- Un trait sera échantillonné chaque jour pendant toute la durée de la marée, soit un dizaine de sacs prélevés par marée. Les sacs d'une marée correspondent à une grappe, chaque sac à un sous-échantillon.
- Le principe des traits décalés chaque jour est appliqué, ce qui permet à raison de 6 à 8 traits effectués par 24 heures de couvrir 4 fois le cycle nycthéral. Le "numéro" du premier trait échantillonné le premier jour est tiré au hasard et incrémenté de un chaque jour suivant, ceci permettant de rester en accord avec les règles de E.A.S. (échantillonnage aléatoire simple).

- L2.2.2.2. Méthode de l'observateur embarqué

La méthode de l'observateur embarqué, bien que difficilement applicable systématiquement pour échantillonner des strates où la durée des marées est supérieure à deux jours, a été mise en place à titre de comparaison. Pour chaque que strate une marée a été échantillonnée par cette méthode permettant ainsi de déterminer la variabilité inter-sacs.

Le tableau 4 permet de synthétiser l'échantillonnage déjà réalisé au cours du 1er trimestre 1991 en mer celtique;

2.2.3 Tableau synoptique de la stratégie d'échantillonnage en mer Celtique.

Strates	Nbr marées échanti.	Nbr traits échanti.		Nbr traits tot par marée		Nbr marées tot de la strate
		marée 1	marée 2	marée 1	marée 2	
Benthique 1 bat Guilvinec 1 bat Concarneau	2(dont 1 observ) 2 (dont 1 obsrv)	12 9	12 12	51 69	55 75	389
Démersale	1	11	-	78		276
Langoustine	2 (dont 1 observ)	10	11	57	58	264
Accores	2 (dont 1 observ)	43	12	82	85	

TABLEAU 4 : Echantillonnage réalisé en mer celtique au cours du 1er trimestre 1991.

2.3. PROCEDURE D'ECHANTILLONNAGE SPECIFIQUE DU GOLFE DE GASCOGNE.

2.3.1. Stratification.

La typologie du golfe de Gascogne fait apparaître 3 unités de pêcheries selon la nomenclature adoptée pour le groupe de travail VII et VIII du CIEM:

- Les langoustiniers pêchant en eau moyennement et/ou peu profonde. Cette flottille est composée de 330 navires d'une puissance moyenne de 203 kw.
- Les chalutiers opérant en eau profonde. Cette unité est constituée par 67 bateaux recherchant plus spécifiquement les baudroies, leur puissance moyenne est de 233 kw.
- Les chalutiers travaillant dans des eaux peu ou moyennement profondes. Ce sont essentiellement des navires du sud du golfe, cette unité de pêche est très hétérogène, au comportement opportuniste sans métier bien ciblé ; elle comprend à la fois des bateaux de petite pêche et pêche côtière du quartier de Saint-Nazaire, des bateaux de pêche hauturière de l'île d'Yeu et des Sables ainsi que des pélagiques Lorientais. Il ne nous paraît pas indispensable, dans un premier temps, d'estimer leurs rejets alors que l'on a de nombreuses difficultés à évaluer leurs débarquements qui ne passent, pour la plupart pas, par les criées.

Nous ne conserverons pour l'étude de rejets dans le golfe que

- la flottille langoustiniers
- La flottille non langoustiniers pêchant en profonde dont l'espèce cible est la baudroie.

2.3.1.1. Les langoustiniers.

Cette flottille, de loin la plus importante numériquement, regroupe tous les langoustiniers bigoudens (LESCQNIL, LOCTUDY, SAINT GUENOLE et du GUILVINEC) les langoustiniers de CONCARNEAU ainsi que ceux de LORIENT. La disparité de cette flottille, nous conduit à la subdiviser en plusieurs sous-unités, chacune d'elle constituant une strate. En réalité, chaque port possède un modèle particulier, adapté à la pêche qu'il exploite. Plusieurs ports voisins pouvant exploiter en commun la même vasière. Nous distinguerons :

- Les langoustiniers du quartier de Guilvinec.

Le bateau-type mesure entre 13 et 15 mètres et a un jauge brute de 29 tonnes. Ces navires font en général une seule journée de mer et débarquent de la langoustine vivante. Leur port d'attache sont Saint-Guénolé (24 bateaux dont certains peuvent s'orienter momentanément vers le poisson.), Guilvinec (51 navires), Lescqnil (31 bateaux), Loctudy (45 navires). Cette flottille exploitant la vasière des Glénans constituera une première strate.

- Lorient

Les navires langoustiniers de Lorient peuvent être séparés en deux strates en fonction des vasières qu'ils exploitent.

- Les uns travaillent sur la vasière de Groix, la plus proche du port d'attache, faisant des rotations journalières et débarquent de la langoustine vivante.
- Les autres se consacrent à la vasière de Belle-Ile, les sorties sont beaucoup plus longues (4 à 5 jours de mer) la langoustine est vendue glacée. Ces bateaux peuvent avoir des débarquements de poissons importants, soit en tant qu'espèce accessoire soit en tant qu'espèce cible.

Au total la flottille de langoustiniers a été subdivisée en trois strates distinctes.

Remarque :

les navires classés dans la flottille des langoustiniers peuvent pratiquer le métier de la langoustine le jour donc seront soumis à l'échantillonnage décrit ci-dessus mais peuvent également se mettre à la recherche du poisson pendant la nuit. Cette activité nocturne représente un changement de métier et les traits effectués de nuit devront faire l'objet d'un échantillonnage indépendant et appartiendront de ce fait à une autre strate flottille.

2.3.1.2. Les chalutiers non-langoustiniers

Cette flottille comprend 67 navires d'une puissance moyenne de 233kw, leur activité est essentiellement axée sur la capture des baudroies, la cardine représente leurs prises accessoires majeures. Cette unité est suffisamment homogène pour ne constituer qu'une seule strate.

La grande majorité des ces navires est basée au Guilvinec, la durée de leur marée est comprise entre 4 et 8 jours de mer.

2.3.2. *Echantillonnage dans le golfe de Gascogne.*

2.3.2.1 Echantillonnage des strates occupées par les flottilles de langoustiniers

Etant donnée la courte durée des marées de cette flottille de langoustiniers du golfe, il est nécessaire d'échantillonner un plus grand nombre de bateaux par trimestre si l'on veut conserver un nombre suffisant de traits échantillonnés. au cours de cette étude seule la strate des langoustiniers bigoudens a pu être échantillonnée.

- Le Guilvinec (strate 1 : vasière des îles de Glénan).

Cette strate est le cas type où l'échantillonnage est pratiqué par la méthode de l'observateur embarqué ; ce qui permet de procéder simultanément à l'échantillonnage des rejets et des captures commerciales, résolvant, ainsi, le problème des mensurations de merlu commercial.

Le recueil des échantillons.

Cette flottille fait exception à la règle du bateau choisi systématiquement au sein d'une flottille. En effet, n'effectuant que des sorties journalières ces navires ne quittent pas les

eaux territoriales françaises, plus la présence de l'observateur à bord font que ces particularités constituent une dérogation à la nécessité de posséder une autorisation d'avoir du poisson non réglementaire à bord. Cette caractéristique va permettre de respecter les règles de l'échantillonnage aléatoire simple.

Deux fois par trimestres, un port est tiré au sort parmi les quatre ports bigoudens :

- Au sein de ce port, 3 navires appartenant à cette flottille sont également pris au hasard et sont échantillonnés. Le niveau primaire est donc représenté par 3 bateaux-marées par mois et demi (soit 6 par trimestre).
- Au cours d'une marée 4 ou 5 traits sont réalisés. Parmi ceux-ci 2 ou 3 sont échantillonnés, nous choisirons par exemple le 1er et le dernier afin de mieux couvrir les changements de secteur effectués pendant la journée, ainsi que les variations de capture liées au rythme jour/nuit. Le niveau 2 est représenté par l'échantillonnage de 6 à 9 traits par marées (soit 12 à 18 par trimestre).
- Pour chaque trait échantillonné, une fraction du trait est prélevée puis un membre de l'équipage est désigné au hasard. Cette personne doit trier cette portion de trait en langoustine "à rejeter", langoustines "petites" et "grosses". Cette même opération de tri est répétée pour le merlu, en "merlu rejeté" et "merlu commercial". L'observateur effectuera l'intégralité des mensurations sur ces sous-échantillons. Cette procédure permet d'obtenir l'échantillonnage simultané de la fraction commerciale et de la fraction rejetée.

- 2.3.2.3. SYNOPSIS DE LA STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE POUR LE GOLFE DE GASCogne.

Strates	Langoustiniers				Non langoust.	
Strates	Le Guilvinec Les Glénans		Lorient Groix	Lorient Belle-IleN		
Nbr bat 1er trim	fev91 3	mars 2	0	0	fev 1	mars 1
Nbr traits échanti.	8	6			8	11
Port	Loctudy	Lesconil				

TABLEAU 5 : Echantillonnage des rejets réalisé au cours du 1er trimestre 1991

3. ESTIMATION DES REJETS ET DES VARIANCES CORRESPONDANTES.

3.1. Choix de l'estimateur.

A l'intérieur de chaque strate, le problème est assimilé à celui d'un échantillonnage à deux ou trois niveaux. Les traits correspondant à une marée/bateau donnée forment une grappe. Toutefois, il faut faire remarquer que ces unités primaires ne sont pas extraites selon une procédure aléatoire respectant les règles d'équiprobabilité et d'indépendance. Le choix ayant été guidé en fonction des contraintes opérationnelles. Le risque majeur pourrait être un décalage

entre population cible et population échantillonnée. Ce risque peut-être considéré comme écarté dans la mesure où les navires "échantillonneurs" sont pris comme unité- type de la strate à la quelle ils appartiennent.

A l'intérieur de cette grappe les sacs échantillonnés forment un sous-échantillon. Il s'agit d'une deuxième approximation du fait, une fois encore, que les traits ne sont pas tirés au hasard mais proviennent d'une procédure systématique, procédure qui a l'avantage d'éviter les inconvénients de choix subjectif, au jugé des traits retenus. Nous nous en tiendrons cependant aux formules relatives aux EAS. Cette approximation conduit en générale à surestimer les variances vraies des estimateurs. La procédure suivie est donc de nature pessimiste ce qui est préférable à une sous estimation des variances. Dans les calculs de variance, il n'est toutefois pas possible d'isoler la responsabilité de la variabilité entre sacs d'un même trait. Il eût fallu pour cela disposer d'au moins deux sacs pour un même trait, cela n'a été réalisable que lorsqu'une marée a pu être échantillonnée par la méthode de l'observateur embarqué qui, alors, a pu effectuer les mensurations en divisant le volume des rejets en deux lots distincts sans pour autant encombrer la cale à poissons. Cette variabilité pourra être estimée, ultérieurement, à titre d'exemple dans ces rares cas.

3.2. Procédure de calcul.

La quantité que l'on cherche à estimer correspond au total des rejets des poissons d'un type donné dans une strate. Il s'agit donc de l'estimation d'un total.

La population échantillonnée étant constituée de grappes, il existe plusieurs procédures pour parvenir à un estimateur du total recherché.

Une méthode simple consisterait à estimer le total des rejets (pour une espèce) pour chaque grappe (marée-bateau) puis qu'une inférence soit faite de la moyenne des totaux par grappe dans l'échantillon au total dans la population en multipliant la moyenne empirique évoquée par le nombre de grappes (nombre de marée/ bateaux de la strate). Cette méthode conduisant à des estimateurs non biaisés est loin d'être optimale en terme d'erreur quadratique moyenne. Elle est d'autant moins précise que les totaux par grappe sont variables.

Une autre voie consiste à choisir un estimateur rapport qui utilise le poids de chaque sacs comme variable auxiliaire du nombre de poissons d'une espèce donnée contenu dans une unité d'échantillonnage (sac). A partir des couples poids/nombre on peut calculer un nombre moyen de poissons par kilo et la variance correspondante. Pour obtenir une estimation du nombre total de poissons réjetés dans la strate il suffit de multiplier le nombre moyen de sacs par marée par le nombre total de marées de la strate. L'utilisation des clefs taille- âge par espèces des rejets permet également de calculer une estimation des proportions $P(i)$ de poissons par groupe d'âge et leur variance, ainsi qu'une estimation du nombre total de poissons par groupe d'âge et leur variances

- 1 - L'estimateur rapport R sera :

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n n c_i}{\sum_{i=1}^n P d s_i}$$

notations :

Soit i indice des sacs ; $i = 1, \dots, n$

nbc : nombre de sacs échantillonnés

nc_i : le nombre de poissons dans le sac i

pds_i : le poids du sac i

PT : poids total rejets

p_m : poids moyens des sacs

ET : nombre total de poissons échantillonné

NL : nombre de classe de taille

$E(j)$: nombre de poissons par classe de taille j variant de 1 à NL

2 - Estimation des proportions $p(i)$:

Le nombre de poissons âgés par classe de taille $N(j)$ est proportionnelle au nombre de poissons dans chaque classe de taille.

$N(j) = S * E(j)$ avec $S = NS/ET$ où S est le taux d'échantillonnage

$$Var(P) = \sum_{j=1}^{NL} [L(j) \frac{Q(I,j)(1-Q(I,j))}{NS} + \frac{Q(I,j)^2}{ET}] \cdot \frac{P(I)^2}{ET}$$

- 3 Estimation du nombre total de poissons rejetés par groupe d'âge:

$NA(I) = NT * P(I)$ nombre de poissons d'âge I

$$Var(NA(I)) = NT^2 * Var(P(I)) + Var(NT) * P(I)^2 + Var(P(I)) * Var(NT)$$

La variance est composée de trois termes :

- variance de l'estimation de $P(I)$ (1er terme)
- variance de l'estimation de NT (2ème terme)
- résidu (dernier terme)

Ce type de calcul est réalisé par le programme ANALEC écrit en fortran par J.L. Durand (com.pers)

Un exemple de calcul effectué par ce programme est fourni en annexe il concerne les rejets de merlan de la pêcherie démersale au cours du premier trimestre 1991, ainsi que pour les rejets de cardine de la pêcherie benthique au cours de ce même trimestre.

Merlan, pêcherie démersale(gadidés) de mer celtique

1er trimestre 1991

VALEUR DE R CALCULEE : 1.41313
 VARIANCE DE R : 0.37919287E-01
 ESTIMATION DU NOMBRE TOTAL : 2385143.
 VARIANCE DE NT : 0.36E+12

ECART-TYPE : 0.60E+06 CV : 20.9%

Taille	Nbre	Fréquence	Clé taille-âge (nbre)				Clé taille-âge (fréquence)				
20.5	4	.034	4	0	0	0	4	1.000	0.000	0.000	0.000
21.5	10	.085	10	0	0	0	10	1.000	0.000	0.000	0.000
22.5	6	.051	4	2	1	0	7	0.571	0.286	0.143	0.000
23.5	9	.076	3	1	0	0	9	0.889	0.111	0.000	0.000
24.5	9	.076	4	5	0	0	9	0.444	0.556	0.000	0.000
25.5	13	.110	1	11	0	0	12	0.083	0.917	0.000	0.000
26.5	16	.136	1	13	2	0	16	0.062	0.812	0.125	0.000
27.5	11	.093	0	8	2	1	11	0.000	0.727	0.132	0.091
28.5	13	.110	0	12	0	1	13	0.000	0.923	0.000	0.077
29.5	12	.102	0	3	6	3	12	0.000	0.250	0.500	0.250
30.5	3	.025	0	1	0	2	3	0.000	0.333	0.000	0.667
31.5	4	.034	0	0	2	2	4	0.000	0.000	0.500	0.500
32.5	4	.034	0	0	2	2	4	0.000	0.000	0.500	0.500
33.5	1	.008	0	0	0	1	1	0.000	0.000	0.000	1.000
34.5	2	.017	0	0	0	2	2	0.000	0.000	0.000	1.000
35.5	1	.008	0	0	0	1	1	0.000	0.000	0.000	1.000

ET = 113 NS = 113

AGE : 1 2 3 4
 PI : 0.267 0.480 0.126 0.127
 VAR PI : .001651 .002111 .000923 .000944

AGE 1 ESTIMATION : 770473. VARIANCE : 0.402914E+11
 DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :
 0.137405E+11 + 0.259502E+11 + 0.500653E+09
 ECART-TYPE : 200727.09 CV : 26.1%

AGE 2 ESTIMATION : 1384648. VARIANCE : 0.102153E+12
 DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :
 0.175737E+11 + 0.838106E+11 + 0.768218E+09

ECART-TYPE : 319613.12 CV : 23.1%

AGE 3 ESTIMATION : 363263. VARIANCE : 0.138304E+11
 DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :
 0.772422E+10 + 0.576848E+10 + 0.337656E+09
 ECART-TYPE : 117602.56 CV : 32.4%

AGE 4 ESTIMATION : 366756. VARIANCE : 0.140306E+11
 DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :
 0.785715E+10 + 0.587995E+10 + 0.343467E+09
 ECART-TYPE : 118661.56 CV : 32.4%

Cardine mâle pêcherie poissons benthiques de mer celtique

1er trimestre 1991 ,

VALEUR DE R CALCULEE : 0.31579

VARIANCE DE R : 0.26939505E-02

ESTIMATION DU NOMBRE TOTAL : 704008.

VARIANCE DE NT : 0.13E+11

ECART-TYPE : 0.12E+06

CV : 16.5%

Taille	Nbre échant	Fréquence	Clé taille-âge (nbre)							Clé taille-âge (fréquence)					
21.5	1	.011	3	3	0	0	0	0	6	0.500	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000
22.5	6	.067	1	3	1	0	0	0	5	0.200	0.600	0.200	0.000	0.000	0.000
23.5	5	.056	0	9	0	0	0	0	9	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24.5	9	.100	0	1	3	1	0	0	5	0.000	0.200	0.600	0.200	0.000	0.000
25.5	5	.056	0	2	3	3	0	0	13	0.000	0.154	0.231	0.615	0.000	0.000
26.5	13	.144	0	2	5	3	1	0	16	0.000	0.125	0.312	0.500	0.062	0.000
27.5	15	.173	0	0	0	11	7	0	13	0.000	0.000	0.000	0.511	0.389	0.000
28.5	18	.200	0	0	0	2	5	0	7	0.000	0.000	0.000	0.236	0.714	0.000
29.5	7	.073	0	0	0	1	4	0	5	0.000	0.000	0.000	0.200	0.800	0.000
30.5	5	.056	0	0	0	1	2	0	3	0.000	0.000	0.000	0.333	0.667	0.000
31.5	3	.033	0	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
33.5	2	.022	0	0	0	0	0	2	2	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

ET = 90

NS = 89

AGE : 3 4 5 6 7 8

PI : 0.019 0.143 0.131 0.326 0.320 0.022

VAR PI : .000205 .001471 .001375 .003234 .003214 .000241

AGE 3 ESTIMATION : 13293. VARIANCE : 0.109046E+09
DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :

0.101512E+09 + 0.478595E+07 + 0.274738E+07

ECART-TYPE : 10442.49 CV : 78.5%

AGE 4 ESTIMATION : 103992. VARIANCE : 0.104173E+10
DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :

0.729302E+09 + 0.292683E+09 + 0.197382E+08

ECART-TYPE : 32275.72 CV : 31.1%

AGE 5 ESTIMATION : 92432. VARIANCE : 0.931463E+09
DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :

0.631785E+09 + 0.231226E+09 + 0.184522E+08

ECART-TYPE : 30519.37 CV : 33.1%

AGE 6 ESTIMATION : 229697. VARIANCE : 0.307424E+10
DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :

0.160293E+10 + 0.142794E+10 + 0.433823E+08

ECART-TYPE : 55445.77 CV : 24.2%

AGE 7 ESTIMATION : 225480. VARIANCE : 0.301223E+10
DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :

0.159313E+10 + 0.137599E+10 + 0.431171E+08

ECART-TYPE : 54883.77 CV : 24.4%

AGE 8 ESTIMATION : 15645. VARIANCE : 0.129521E+09
DECOMPOSEE EN AGE, NOMBRE, RESIDU :

0.119558E+09 + 0.562415E+07 + 0.323848E+07

ECART-TYPE : 11380.70 CV : 72.6%

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYMES 1988 Report of the working group fisheries units in subareas VIII and VIII. ICES CM. 1988: Access 25.
- BISEAU A. et CHARUAU A.; 1989 Etude d'une gestion optimale des pêcheries de langoustines et de poissons démersaux en mer celtique. Rap. Int. D.R.V. IFREMER DRV 89 009-010-011.
- COCHRAN W.G. ; 1977 Sampling technics 3rd édition Wiley and Sons, New-York.
- GONDEAU E. ; 1986 Analyse typologique de la flottille du Mor- Braz RAP IFREMER 1986
- KIMURA D.K., 1977 Statistical assessment of age length key. Jour. Fish. Resear. Board of Canada vol 34 n°3
- SAILA S.B. , 1983 Importance and assessment of discards in commercial fisheries. F.A.O. Fisheries Circular n° 765 Rome