

Direction des Ressources Vivantes  
Département Ressources Halieutiques

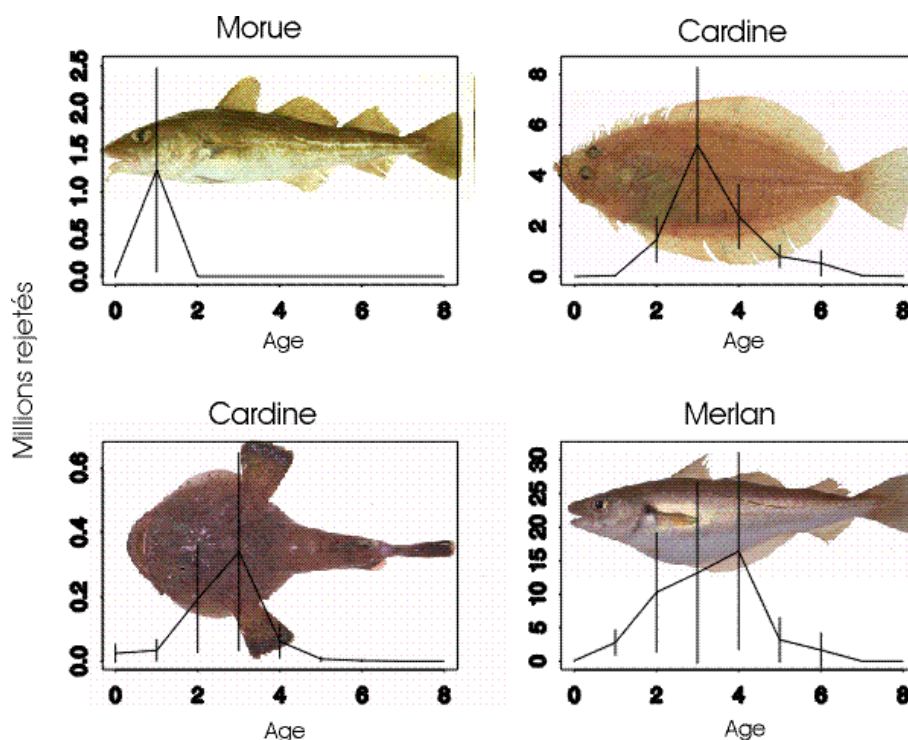
**M.J. Rochet<sup>(1)</sup>, V. Trenkel<sup>(2)</sup> & I. Peronnet<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Laboratoire RH/MAERHA Nantes

<sup>(2)</sup> Laboratoire RH Lorient

Juillet 2001 - DRV/RST/RH-2001-07

## Estimation des rejets de pêche des chalutiers français en mer Celtique



<b>Numéro d'identification du rapport :</b> DRV/RH/MAERHA/RST/01/01  <b>Diffusion :</b> libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/>  <b>Validé par :</b> Alain Biseau, Benoît Mesnil, Eric Foucher, Jean-Pierre Minet et Yvon Morizur <b>Version du document :</b>		<b>date de publication</b>  <b>nombre de pages</b>  <b>bibliographie (Oui)</b>  <b>illustration(s) (Oui)</b>  <b>langue du rapport Français</b>
<b>Titre et sous-titre du rapport :</b> Estimation des rejets de la pêche en mer Celtique  <b>Titre traduit :</b> Estimates of discards from the French trawlers operating in the Celtic Sea		
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> Rochet Marie-Joëlle Trenkel Verena Péronnet Isabelle	<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> IFREMER /DRV /MAERHA IFREMER /DRV /MAERHA IFREMER /DRV /RH/LORIENT	
<b>Collaborateur(s) :</b> Robert Bellail Olivier Gaudou Daniel Nédelec	<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> IFREMER /DRV /RH/LORIENT IFREMER /DRV /RH/LORIENT IFREMER /DRV /RH/LORIENT	
<b>Travaux universitaires :</b> diplôme : _____ discipline : _____ établissement de soutenance : _____ année de soutenance : _____		
<b>Titre du contrat de recherche :</b> PCP/BIOECO/95/094		<b>n° de contrat IFREMER</b>
<b>Organisme commanditaire :</b> Commission des Communautés Européennes <b>Organisme(s) réalisateur(s) :</b>  <b>Responsable scientifique :</b>		
<b>Cadre de la recherche :</b> Programme : _____		<b>Convention :</b>
Projet : _____		<b>Autres (préciser) :</b>

**Résumé :**

Dans le but d'évaluer la quantité de poissons rejetés par la flottille française de chalutiers de Mer Celtique, les rejets des trois métiers de cette flottille (benthiques, démersaux, langoustiniers) ont été échantillonnés en 1997. 26 marées, soit 0,8% de l'effort de pêche total, ont été analysées, au cours desquelles 14 tonnes de poisson ont été mesurées. L'élévation à la flottille se fait au moyen d'un estimateur simple en raison de l'absence de lien systématique des quantités rejetées avec le temps de pêche ou les débarquements.

Les rejets de la flottille sont estimés à 30 000 tonnes de poissons et céphalopodes en 1997, et les débarquements à 63 000 tonnes. La composition en espèces des rejets varie beaucoup selon les métiers, alors que les quantités totales rejetées ne diffèrent pas significativement. Les quantités rejetées varient selon les espèces. Pour la plupart des espèces, la plus grande part de la variance s'explique par les différences entre marées (et non entre traits d'une même marée).

La  $L_{50}$  des rejets (longueur à laquelle 50% des poissons sont rejetés, 50% gardés) est supérieure à la taille minimum légale pour toutes les espèces réglementées, sauf la morue. Pour les espèces faisant l'objet d'une évaluation par VPA, l'effort d'échantillonnage consenti est insuffisant pour estimer les quantités rejetées par groupe d'âge et par métier (les coefficients de variation associés étant supérieurs à 50%). En revanche elles peuvent raisonnablement être estimées pour l'ensemble de la flottille, à l'exception du merlan qui présente une variabilité élevée.

La taille minimum des captures d'une espèce donnée est la seule variable permettant de prédire systématiquement les quantités de cette espèce rejetées par marée (ce qui n'est pas le cas des quantités débarquées, des conditions de pêche, ou des prix moyens au débarquement).

L'ensemble des résultats a été utilisé pour élaborer des plans d'échantillonnage adaptés à différents objectifs possibles pour d'éventuels prochains projets d'estimation de rejets.

**Abstract :**

Discards of the French trawler fleet operating in the Celtic Sea in 1997 were studied. Twenty-six trips, representing 0.8% of the total fishing effort, were sampled. This fleet consists of three métiers, benthic trawlers, demersal trawlers and *Nephrops* trawlers. The fleet discarded an estimated 30,000 tons of animals in 1997, while landing 63,000 tons. The total quantity discarded did not differ among métiers, but the species composition of discards did. Benthic trawlers discarded mainly by-catch species, whereas demersal and *Nephrops* trawlers discarded primarily their target species. Whiting, megrim, *Nephrops* and hake were discarded in larger numbers than landed. Hence discards should probably be taken into account in catch-based assessments. However, discards were found to be highly variable between trips and between years. In addition, no reliable auxiliary variable could be found when various factors were investigated to explain the quantities of commercial species discarded. The only explanatory factor valid for any species was the smallest size of that species in the catch. Hence there is a need for regular sampling of discards.

**Mots-clés :**

Echantillonnage des rejets, Mer celtique, gadidés, poissons plats, baudroies, langoustines, espèces non commerciales

**Keywords :**

Discard sampling; Celtic Sea; trawlers; gadoids; flatfish; anglerfish; *Nephrops*; non-commercial species

## Résumé grand public

Les pêcheurs ne débarquent pas toutes leurs captures. Quand ils capturent des poissons trop petits ou sans valeur commerciale, ils les rejettent à la mer. Il est nécessaire de connaître cette partie de la capture car la plupart de ces rejets meurent avant ou juste après leur remise à l'eau : leur prise équivaut à une mortalité par pêche, mais ils n'apparaissent jamais dans les statistiques de pêche. Pour estimer les quantités rejetées, on utilise des méthodes d'échantillonnage : lors de sorties de pêche choisies au hasard, une fraction des rejets est prélevée (soit par un observateur embarqué sur le navire, soit par les pêcheurs eux-mêmes). Tous les animaux présents dans l'échantillon sont ensuite identifiés et mesurés. Par des calculs appropriés, on peut alors estimer ce qui a été rejeté par l'ensemble de la flottille de pêche. Ce rapport présente les résultats d'une opération conduite en 1997 pour estimer les quantités rejetées par les chalutiers français en mer Celtique.

Vingt-six sorties de pêche (chacune durant environ deux semaines) ont été analysées, ce qui représente 0,8% de l'effort de pêche total de cette flottille. Au cours de cette opération, 14 tonnes de poisson ont été mesurées.

Les rejets de la flottille sont estimés à 30 000 tonnes de poissons et céphalopodes en 1997, alors que les débarquements s'élevaient à 63 000 tonnes : ce qui signifie que cette flottille a rejeté environ un tiers de sa capture totale. Pour mieux comprendre pourquoi une part aussi importante des captures est ainsi négligée, on étudie plus en détail la composition de ces rejets.

En général, ce sont les poissons les plus petits de la prise qui sont rejetés. Pour la plupart des espèces, la taille minimum à partir de laquelle les pêcheurs gardent les poissons est supérieure à la taille minimum légale de débarquement. Dans cette pêcherie, cette taille minimum légale ne semble donc pas une méthode de gestion très utile.

Selon les espèces recherchées en priorité, on classe les sorties de pêche de cette flottille en trois "métiers" : le métier benthique, qui cible les baudroies, la cardine et les raies ; le métier dit démersal qui recherche les gadidés : morue, merlan et merlu ; et les langoustiniers, qui ciblent la langoustine mais capturent également merlu, baudroies et gadidés. Le métier benthique rejette environ un quart de sa capture totale, constituée essentiellement d'espèces sans valeur commerciale. En revanche, les deux autres métiers rejettent essentiellement leurs espèces cibles, à hauteur d'un quart de la capture totale pour le métier démersal, et de plus de la moitié pour les langoustiniers. Au total, la flottille rejette plus de merlans, langoustines et cardines qu'elle n'en débarque. Il semble donc nécessaire de bien estimer les quantités rejetées afin d'en tenir compte lorsqu'on estime l'effectif total de ces populations à des fins de gestion.

Cependant, cette estimation est difficile parce que les quantités rejetées sont très variables d'une sortie de pêche à l'autre, et qu'il n'y a pas de facteur évident pour expliquer les différences. Plus une quantité est variable et plus il faut prélever d'échantillons pour l'estimer sans trop d'erreur. Pour une espèce (le merlan), les rejets étaient si variables que le nombre d'échantillons prélevés était insuffisant pour connaître les quantités rejetées par classe d'âge avec une précision minimum. Pour la plupart des espèces commerciales, ces quantités ont pu être estimées avec une précision raisonnable pour l'ensemble de la flottille, mais pas pour chaque métier. Parmi les informations disponibles, on a recherché quels facteurs seraient susceptibles d'expliquer les différences de rejets entre les sorties de pêche. Ni la méthode de pêche (engin déployé, temps de pêche...), ni les caractéristiques des captures ou des débarquements (quantité totale, quantité d'espèces-cibles) ne permettent de comprendre les quantités rejetées. La seule grandeur statistiquement liée aux quantités rejetées est la taille minimum des captures : plus les poissons capturés sont petits, plus les pêcheurs en rejettent.

La principale conclusion de cette étude est que de grandes quantités d'animaux marins sont rejetés dans cette pêcherie et que ces quantités sont très variables. Actuellement la seule méthode pour estimer ces quantités reste l'échantillonnage régulier des rejets.

<b>1. Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Matériel et méthodes</b> .....	<b>2</b>
2.1. Protocole d'échantillonnage .....	2
2.2. Taux d'échantillonnage réalisé .....	4
2.2.1. Marées échantillonnées .....	4
2.2.2. Traits et rejets échantillonnés.....	5
2.3. Méthode d'élévation .....	6
2.3.1. Estimation de taux de rejet.....	7
2.3.2. Estimation de taux de rejet par unité d'effort.....	8
2.3.3. Utilisation d'estimateurs-rapports .....	10
2.3.4. Utilisation d'estimateurs simples .....	10
2.4. Estimateurs et variances .....	10
<b>3. Analyse des résultats</b> .....	<b>12</b>
3.1. Les différences entre métiers .....	12
3.1.1. Quantités totales rejetées .....	12
3.1.2. Composition spécifique des rejets .....	13
3.2. Biomasse totale rejetée .....	14
3.3. Biomasse rejetée par espèce.....	14
3.4. Structure en longueur des rejets .....	16
3.5. Structure en âge des rejets .....	18
3.6. Recherche de facteurs expliquant les quantités rejetées .....	24
3.6.1. Métiers et espèces rejetées .....	24
3.6.2. Variabilité de la DL <sub>50</sub> de rejet.....	27
<b>4. Modélisation des rejets</b> .....	<b>31</b>
4.1. Prédiction des poids rejetés .....	31
4.1.1. Méthodes.....	31
4.1.2. Prédiction utilisant toutes les variables disponibles .....	32
4.1.3. En utilisant uniquement les caractéristiques des débarquements.....	35
4.1.4. Conclusion.....	35
4.2. Prédiction de la structure en longueur et en âge des rejets.....	36
<b>5. Plan d'échantillonnage pour la prochaine campagne d'évaluation des rejets</b> .....	<b>40</b>
5.1. Plan d'échantillonnage en continu des rejets d'espèces commerciales évaluées analytiquement.....	39
5.1.1. Stratification.....	39
5.1.2. Niveau échantillon .....	40
5.1.3. Niveaux traits et marées .....	41
5.1.4. Résumé du plan d'échantillonnage simplifié.....	42

## Sommaire

5.2. Plan d'échantillonnage pour l'élaboration d'un modèle .....	42
5.2.1. Facteurs liés à la composition de la pêche .....	42
5.2.2. Facteurs liés aux comportements des pêcheurs .....	43
5.3. Plans d'échantillonnage dans une perspective d'écosystème .....	43
5.4. Autres recommandations .....	45
<b>6. Références .....</b>	<b>46</b>
<b>7. Annexes.....</b>	<b>47</b>
7.1. Liste des espèces identifiées .....	46
7.2. Estimations des quantités rejetées par espèce en 1997 .....	48
7.3. Estimation des rejets de 1997 par groupe d'âge ou de longueur pour les espèces évaluées en groupe de travail (en nombres) .....	50
7.4. Proportions rejetées (rejets/débarquements en nombre) par groupe d'âge ou de longueur pour les espèces évaluées en groupe de travail .....	52
7.5. Caractéristiques des rejets par espèce, par marée .....	53
7.6. Tailles d'échantillon par espèce .....	56
7.7. Synthèse bibliographique non exhaustive des méthodes utilisées pour estimer, expliquer ou prédire les rejets de la pêche .....	58
7.7.1. Estimation des rejets.....	58
7.7.2. Explication / prédiction .....	62
7.7.3. Articles méthodologiques ou plus poussés .....	65
7.7.4. Synthèses & manuels .....	66
7.7.5. Références .....	67

## 1. Introduction

Dans le but d'évaluer la quantité de poissons rejetés par la flottille française des chalutiers en Mer Celtique, les rejets de 26 sorties de pêche ont été échantillonnés tout au long de l'année 1997, représentant au total 14 tonnes de poissons. Le présent rapport présente les données et les premiers résultats obtenus. Les questions examinées sont les suivantes :

- Quelle est la biomasse totale rejetée en 1997 ?
- Quelle est la biomasse de chaque espèce rejetée en 1997 ?
- Pour les espèces faisant l'objet d'une évaluation par VPA dans des groupes de travail internationaux : quelle est la structure en âge (longueur pour langoustine et merlu) des rejets en 1997 ?
- Quelle est la précision de chacune de ces estimations ?
- Quels sont les facteurs influençant la composition des rejets, en espèces et en longueur ?
- L'importance de l'effort nécessaire pour échantillonner les rejets interdit de procéder à cet échantillonnage en continu. Est-il possible d'élaborer une méthode pour prédire les rejets des espèces commerciales, et leur structure en longueur (ou en âge), les années où les rejets ne sont pas échantillonnés ?
- A la lumière de l'analyse des données, quelles améliorations peut-on proposer pour le plan d'échantillonnage des rejets ? Quel plan "allégé" pourrait-on envisager en continu pour les espèces d'importance commerciale ?

## 2. Matériel et méthodes

### 2.1. Protocole d'échantillonnage

Pour les besoins de l'analyse des dynamiques de populations, la flottille de pêche de mer Celtique est subdivisée en métiers, sur la base d'une analyse *a posteriori* de la composition des débarquements des séquences de pêche de chaque marée. Une séquence de pêche est constituée de la portion de marée effectuée par un bateau dans un rectangle statistique et avec un engin donné. Il est possible de déterminer des espèces cibles et de classer les séquences de pêche selon que le pêcheur recherche ou non ces espèces. Chaque « métier » est défini par des seuils (pourcentages) de capture d'espèces ou de groupes d'espèces cibles. Chaque séquence de pêche est dédiée à un métier et un seul, mais une marée peut être constituée de plusieurs séquences de pêche relevant de métiers différents. De ce fait, il est difficile de comptabiliser le nombre effectif de marées d'un métier, seul le temps de pêche affecté à un métier est connu exactement (Biseau, 1998).

L'analyse révèle la pratique de trois métiers principaux :

- Le métier dit benthique cible les baudroies, la cardine et les raies
- Le métier dit démersal recherche les gadidés : morue, merlan ainsi que le merlu
- Les langoustiniers ciblent la langoustine mais capturent également merlu, baudroies et gadidés

Cette classification en « métiers » est couramment utilisée pour l'échantillonnage des débarquements des espèces qui font l'objet d'un suivi et d'une évaluation annuelle dans les groupes de travail du CIEM. Cette notion rend bien compte de l'activité d'un navire car elle tient compte de la zone de pêche fréquentée, du type d'engin utilisé et des espèces recherchées. C'est pourquoi cette classification a été conservée pour l'échantillonnage des rejets de cette flottille de mer Celtique, afin de bien rendre compte des différents profils d'exploitation.

Pour chaque métier, nous utilisons un protocole d'échantillonnage stratifié à trois niveaux. Le premier niveau est constitué par les bateaux. Le tirage des navires se fait de façon aléatoire à partir d'une liste préétablie des navires qui ont pratiqué le métier choisi, l'année précédente, pendant 90% de leur temps ; ce qui peut conduire à des réallocations des navires dans les métiers à l'issue de l'analyse sur l'année en cours (Tableau 1). Une marée de chaque navire ainsi sélectionné est échantillonnée. La durée des marées est comprise entre 9 et 14 jours.

Le deuxième niveau est constitué par les traits de chalut, à raison d'au moins un trait par jour, en décalant chaque jour le rang du trait échantillonné, de façon à couvrir l'ensemble du cycle de 24 heures.

Les rejets de chaque trait ne sont en général pas échantillonnés en totalité, seule une fraction (un panier, soit environ 40 kg) est prélevée et analysée, sans répétition. Ceci constitue le troisième niveau.

Idéalement il faudrait aussi stratifier par saison, car la composition des captures varie au cours de l'année. Mais il n'est pas possible de fournir un effort d'échantillonnage suffisant pour couvrir 12 strates. Un compromis est trouvé en répartissant les marées échantillonnées tout au long de l'année (l'échantillonnage n'est pas parfaitement aléatoire dans chacune des strates). Par la suite, l'échantillonnage à chaque niveau est considéré comme aléatoire. Le biais



potentiellement induit par cette méthode est probablement faible car les taux d'échantillonnage réalisés sont homogènes et faibles dans toutes les strates (Tableau 1). Cependant pour l'avenir il vaudrait mieux ne pas stratifier si l'effort d'échantillonnage correspondant ne peut pas être fourni.

Métier	Répartition initialement prévue				Répartition réalisée				Taux d'échantillonnage réalisé			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Trimestre												
Benthiques	2	2	2	2	2	3	4	2	0,011	0,019	0,024	0,009
Démersaux	2	2	2	2	2	1	1	2	0,005	0,003	0,004	0,008
Langoustiniers	3	3	3	3	2	3	2	2	0,014	0,005	0,007	0,013

**Tableau 1** : Répartition des marées échantillonnées au cours de l'année, telle que prévue initialement et telle que réalisée après post-stratification en métiers.

Tous les navires initialement classés benthiques ont effectué ce métier, ainsi que deux démersaux et un langoustinier ; en outre, les conditions météorologiques ont limité l'échantillonnage des langoustiniers. Le taux d'échantillonnage correspondant est obtenu en estimant le nombre de marées effectuées par chaque métier, chaque trimestre sur la base des temps de pêche (Cf § 2.2.1).

Les rejets sont échantillonnés soit par les professionnels eux-mêmes qui prélèvent chaque jour une fraction des rejets d'un trait de chalut (un panier), soit par un observateur embarqué qui a alors la possibilité d'échantillonner un plus grand nombre de traits. La quantité totale de rejets du trait est évaluée en nombre entier de paniers avant d'être remise à l'eau.

Tous les animaux sont déterminés, dénombrés, mesurés individuellement, et pesés par espèce. Pour chaque marée, des prélèvements d'otolithes sont effectués sur les espèces d'intérêt commercial à raison de cinq otolithes par classe de taille d'un centimètre et par sexe (le prélèvement d'otolithes est arrêté dès que cet effectif est atteint, quel que soit le nombre de traits nécessaires).

Pour une marée (n° 17), il n'a pas été possible de déterminer le sexe des cardines, ainsi que l'espèce de baudroie (blanche ou noire) dans certains traits. La répartition des cardines par sexe a été faite au prorata du sex-ratio moyen observé dans les rejets de toutes les autres marées du même métier. La répartition des baudroies par espèce a été faite au prorata du pourcentage observé dans les traits de cette marée pour lesquels la détermination était disponible.

Si l'échantillonnage des rejets est fait à l'échelle du trait de chalut, celui des débarquements se fait à l'échelle de la marée en raison des contraintes pratiques. Les débarquements sont analysés à la criée dès le retour du navire. Dans la mesure du possible, toutes les espèces présentes sont prises en compte. Les espèces sont mesurées et pesées par catégorie commerciale ; les quantités totales pêchées par espèce sont notées et les statistiques de débarquements concernant le navire sont retirées auprès des services de la criée.

## 2.2. Taux d'échantillonnage réalisé

L'effort d'échantillonnage consenti est résumé au tableau 2.

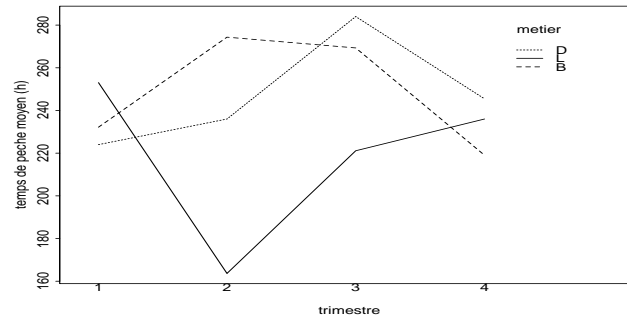
	Métier benthique	Métier démersal	Métier langoustinier	Flottille
Nombre de marées échantillonnées	11	6	9	26
Nombre de traits échantillonnés	141	92	229	462
Nombre d'heures de pêche échantillonnées	596	405	972	1973
Quantité de poissons mesurés (kg)	3 465	2 588	8 232	14285

**Tableau 2** : Effort d'échantillonnage réalisé.

### 2.2.1. Marées échantillonnées

Les métiers considérés ont des cibles, des comportements, et probablement des rejets différents et cela justifie *a priori* la stratification de l'échantillonnage à ce niveau. Cependant, cette stratification pose un problème du fait que ce sont des "séquences de pêche" qui sont catégorisées en métiers sur la base d'une analyse multivariée des captures. Une marée peut donc regrouper des séquences de pêche de plusieurs métiers : les marées sont le plus souvent mixtes. Idéalement, il faudrait estimer les rejets pour les segments de marée utilisés lors de l'attribution des débarquements aux différents métiers. L'information requise pour cette méthode n'est pas disponible, car les détails sur les traits appartenant aux différents segments de marée sont perdus lors de la construction des statistiques de pêche. Cette méthode ne pourra pas être utilisée tant que les statistiques de pêche seront agrégées. Nous estimons donc les rejets par marée. Cette méthode semble la plus pertinente car 1) l'unité d'échantillonnage retenue dans le protocole, la marée, présente beaucoup d'avantages pratiques (il est plus simple de choisir au hasard et d'échantillonner des marées que des heures de pêche ou des traits isolés) ; 2) une hypothèse raisonnable *a priori* semble que le processus de rejet s'élabore à mesure que la marée avance, en fonction des captures et du remplissage de la cale. Chaque marée échantillonnée est attribuée à un métier pur (correspondant à la majorité des opérations de pêche effectuées). 100% des marées échantillonnées benthiques sont pures ; 60% des marées démersales sont pures, pour les 40% restant elles consacrent de 70 à 90% de leurs séquences de pêche à ce métier. Seulement 10% des marées des langoustiniers échantillonnées sont pures, mais lors de marées mixtes, de 55% à 70% des séquences de pêches sont attribuées au métier langoustinier.

Par conséquent, si le nombre de marées échantillonnées (26) est connu sans erreur, il n'en va pas de même pour le nombre total de marées effectuées dans l'année par chaque métier. Il est toutefois possible d'estimer le nombre de marées fictif d'un métier à partir des temps de pêche totaux de chaque métier (les temps de pêche des séquences de pêche sont disponibles dans les statistiques de pêche) et des temps de pêche moyens par marée estimés à partir des 26 marées échantillonnées. Une analyse de variance à deux facteurs montre que la durée moyenne des marées varie selon les trimestres, de façon différente pour les langoustiniers et les chalutiers démersaux et benthiques (Figure 1). Le temps de pêche moyen est donc estimé en tenant compte de ces deux facteurs. Les estimations qui en résultent figurent dans le tableau 3.



**Figure 1 :** temps de pêche moyen des marées en heures, par trimestre et par métier (B : benthiques, D : démersaux, L : langoustiniers).

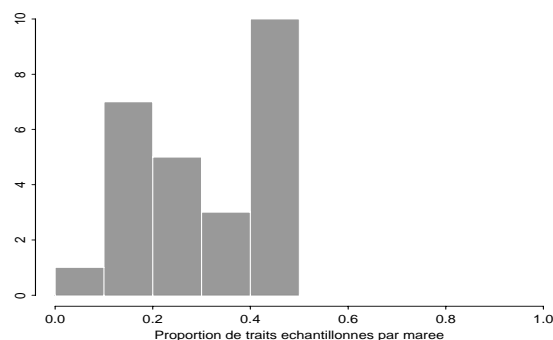
Métier	Nombre total de marées en 1997 (N)	Nombre de marées échantillonnées (n)	Fraction échantillonnée
Benthiques	717	11	1,5%
Démersaux	1243	6	0,5%
Langoustiniers	1119	9	0,8 %
Total	3080	26	0,8 %

**Tableau 3 :** Estimation du nombre total de marées par métier, et fraction échantillonnée.

### 2.2.2. Traits et rejets échantillonnés

La fraction des traits dont les rejets ont été échantillonnés dans chaque marée est connue sans erreur, elle est toujours inférieure à  $1/2$ , et supérieure à  $1/3$  pour la moitié des marées (Figure 2).

La fraction des rejets échantillonnée dans chaque trait est variable (Figure 3). Pour 62 des 462 traits (13%), les rejets ont été échantillonnés exhaustivement, mais dans 27% des traits la fraction échantillonnée est inférieure à 0,2. Le taux moyen d'échantillonnage à ce niveau est de 0,4. La fraction des rejets échantillonnée est estimée par l'équipage en mesurant le nombre total de paniers rejetés (un seul panier est gardé). Cette estimation est probablement assez imprécise pour les grandes fractions (supérieures à  $1/3$ ), ce qui explique la distribution irrégulière de la fraction échantillonnée (Figure 3). Cette imprécision a une faible incidence sur les estimations totales car elle correspond à de faibles volumes de rejets. En revanche, pour ce qui concerne les petites fractions, on peut craindre un manque d'homogénéité des rejets ; une faible quantité échantillonnée pourrait avoir une composition spécifique très différente de l'ensemble des rejets. A l'avenir il paraît souhaitable d'échantillonner un panier tous les  $n$  paniers rejetés, plutôt qu'un seul panier par trait (Cf § 5.1.2).



**Figure 2 :** distribution de la proportion des traits échantillonnés dans chaque marée.

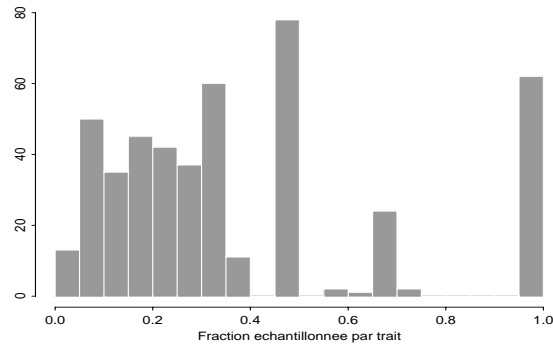


Figure 3 : distribution de la fraction échantillonnée dans chaque trait.

### 2.3. Méthode d'élévation

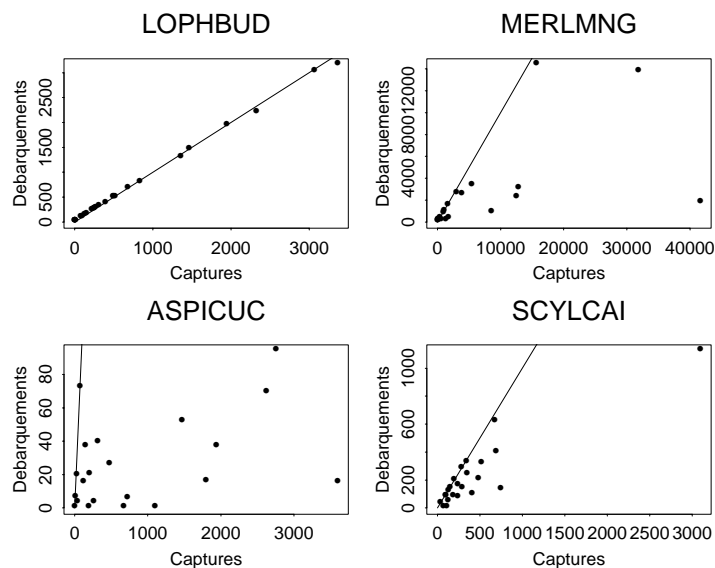
La méthode d'élévation a ici été choisie *a posteriori*, après analyse des caractéristiques des données. Un tel choix est guidé par trois questions non indépendantes :

- 1) Que veut-on estimer ? Un poids ou un nombre d'animaux rejetés, ou leur proportion par rapport aux débarquements, de la même espèce, de l'espèce cible, ou aux débarquements totaux ?
- 2) Comment peut-on l'estimer ? Par un estimateur simple, ou un estimateur-rapport en utilisant une corrélation avec une autre variable facilement observable ?
- 3) Comment utiliser cette estimation, en particulier comment la reporter à une situation non échantillonnée ?

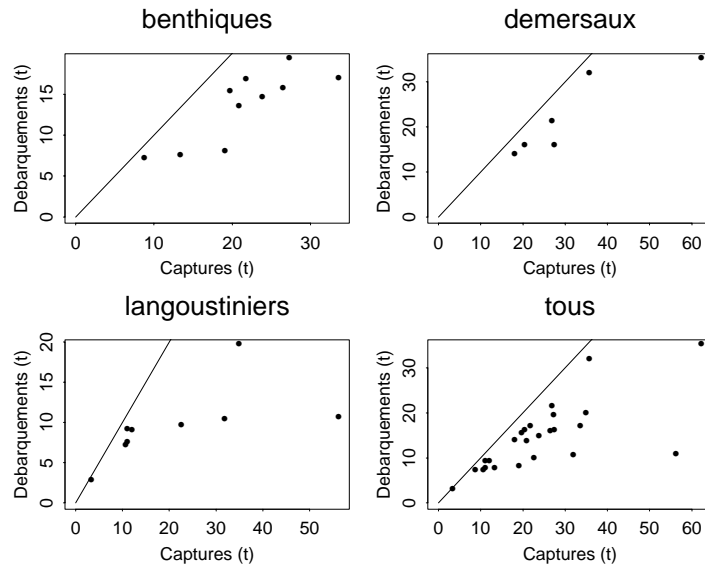
Souvent c'est bien une quantité de rejets qui est nécessaire, par exemple pour l'inclure dans l'estimation des captures lors d'une évaluation analytique. Mais souvent aussi la nécessité de prédire les rejets pour une année sans échantillonnage conduit à privilégier un rapport, soit aux débarquements, soit à l'effort de pêche, souvent mesuré en temps de pêche (Cf annexe 7). En effet ces quantités sont en général accessibles et l'extrapolation semble alors simple. Cette pratique comporte un risque d'interprétation abusive : si le rapport rejets/débarquements (souvent appelé taux de rejet) existe toujours et peut toujours être estimé pour chaque unité échantillonnée, il n'est en général pas démontré qu'on peut l'extrapoler à une autre échelle ou une autre situation. Nous avons examiné successivement les hypothèses associées à chacune des estimations courantes.

### 2.3.1. Estimation de taux de rejet

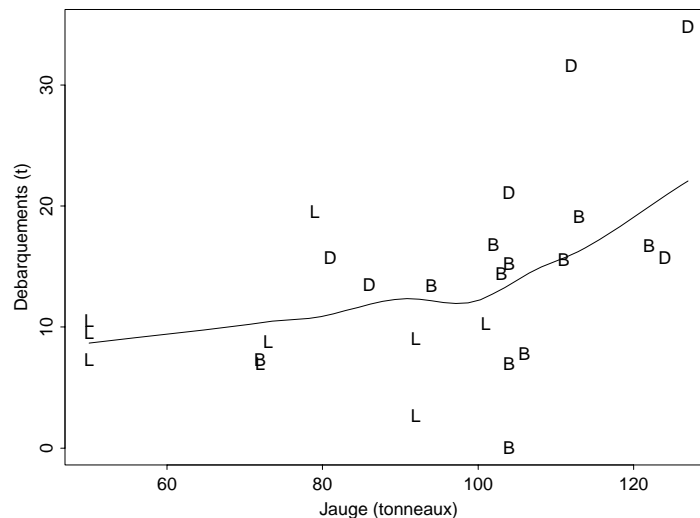
L'hypothèse associée est que les rejets sont proportionnels aux captures. Si c'est le cas, alors les rejets sont aussi proportionnels aux débarquements, et ces derniers aux captures. L'examen de la relation entre ces deux quantités à l'échelle de la marée ne semble valider cette hypothèse ni pour une espèce donnée (Figure 4), ni pour l'ensemble des captures (Figure 5). Autrement dit, la proportion des captures rejetée varie entre les marées, il n'y a donc pas de raison de penser qu'elle pourrait être constante d'une année à l'autre. La figure 5 suggère plutôt une relation de saturation entre captures et débarquements : les rejets augmentent plus vite que les débarquements quand la capture grandit. On peut faire l'hypothèse que, pour chaque marée, la quantité totale débarquée est limitée par la capacité de la cale. Dans ce cas on s'attend à ce que le poids débarqué ait une relation positive avec la jauge du navire, ce qui est le cas (Figure 6).



**Figure 4** : Poids débarqués en fonction des captures de chaque marée, pour la baudroie, le merlan, le grondin rouge et la roussette. La ligne est la première bissectrice, où la capture totale est débarquée (pas de rejets).



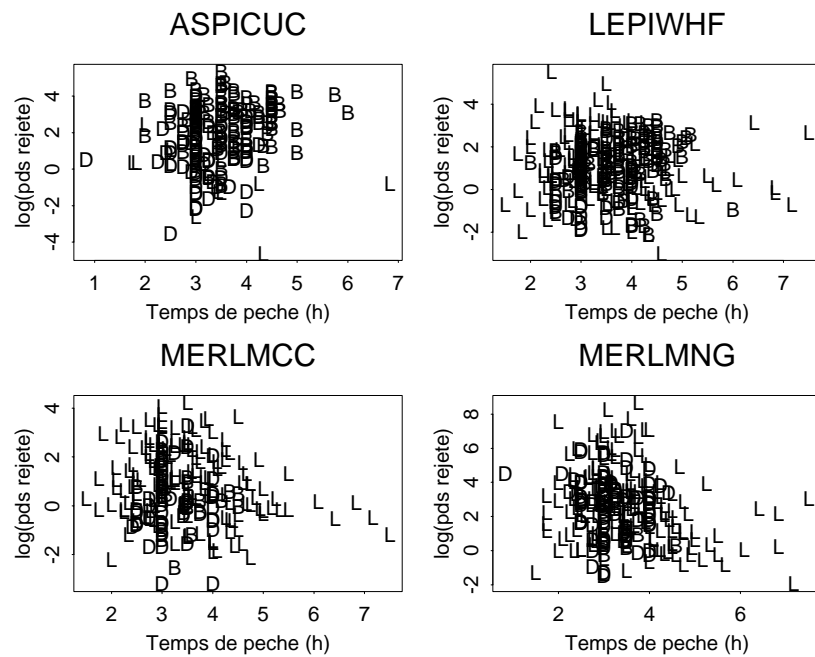
**Figure 5** : Poids débarqués en fonction des captures de chaque marée, par métier. La ligne est la première bissectrice, où la capture totale est débarquée (pas de rejets).



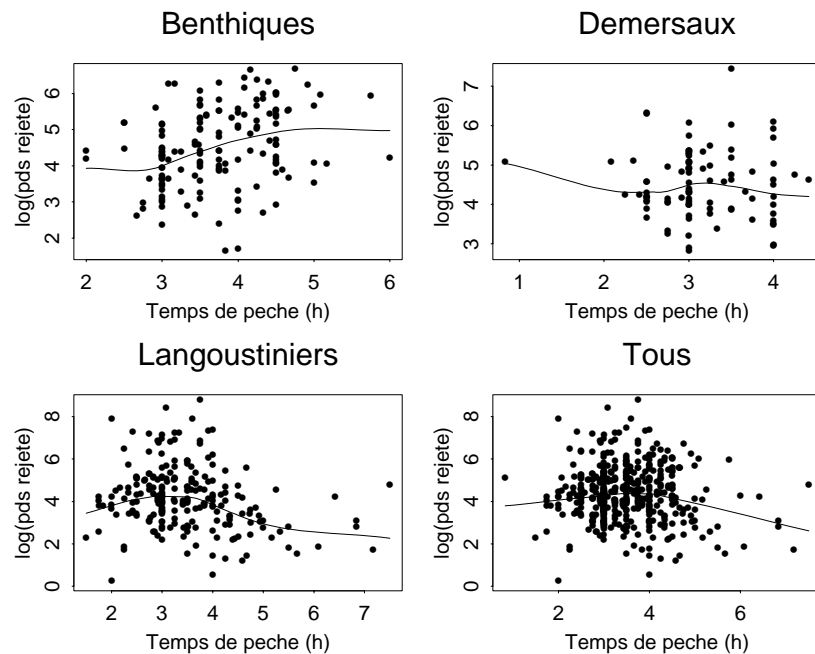
**Figure 6** : Poids débarqué par marée, en fonction de la jauge du navire. B : benthiques, D : démersaux, L : langoustiniers. La ligne représente une régression locale (loess) destinée à visualiser la tendance.

### 2.3.2. Estimation de taux de rejet par unité d'effort

Dans certaines circonstances, il peut être utile d'estimer les rejets en référence à l'unité d'effort, par exemple si on veut établir des CPUE en tenant compte de la capture totale et pas seulement des débarquements, ou bien pour rapporter les rejets à des débarquements exprimés en termes de CPUE, ou encore pour l'évaluation si les données d'effort sont exprimées en temps de pêche plutôt qu'en nombres de marées. Pour que ce calcul ait un sens il faut qu'il existe une relation entre temps de pêche et quantités rejetées : l'hypothèse est ici que les rejets sont proportionnels à l'effort de pêche. Nous avons examiné cette relation à l'échelle des traits (Figures 7 et 8) : il est clair qu'il n'y a pas de relation simple entre la durée des traits et les poids rejetés. Pour cette flottille, il est donc préférable d'éviter de calculer des "RPUE" (rejets par unité d'effort).



**Figure 7 :** Relation entre la durée du trait et le logarithme du poids rejeté par trait pour les 4 espèces les plus rejetées en poids (grondin rouge, cardine femelle, merlu et merlan). *Les lettres indiquent le métier pratiqué sur l'ensemble de la marée (B : benthiques, D : démersaux, L : langoustiniers).*



**Figure 8 :** Relation entre la durée des traits et le logarithme du poids total rejeté par trait, toutes espèces confondues, pour chaque métier. *Les lignes représentent une régression locale (loess) destinée à visualiser les tendances.*

### 2.3.3. Utilisation d'estimateurs-rapports

Que l'on souhaite estimer des quantités rejetées ou des taux de rejet, on peut utiliser le fait que les rejets sont corrélés à une autre variable qu'on a aussi observée et dont on connaît le total dans la strate, par exemple le temps de pêche ou le poids des débarquements. Cet estimateur, basé sur une information auxiliaire, s'appelle un estimateur-rapport. Sa variance n'est inférieure à celle de l'estimateur basé sur l'observation des rejets que si la corrélation  $\rho$  entre les deux variables est supérieure au rapport des coefficients de variation :  $\rho > \frac{1}{2} \frac{CV(\text{var. auxiliaire})}{CV(\text{rejets})}$  (Cochran, 1977). Cette condition n'est pas satisfaite pour les deux variables auxiliaires disponibles ici (*NB* le calcul est effectué au niveau marée car l'information sur les variables auxiliaires n'est pas disponible aux niveaux inférieurs) :

Variable auxiliaire	$\rho(\text{VA}, \text{rejets})$	$\frac{1}{2} \frac{CV(\text{VA})}{CV(\text{rejets})}$
Débarquements	0,23	0,27
Temps de pêche	-0,09	0,10

De plus, dans le cas d'un estimateur-rapport, la variance estimée est biaisée pour les petits échantillons. Donc, en l'absence d'une variable auxiliaire fortement corrélée avec les observations de rejets, l'estimateur-rapport n'offre pas d'avantage.

### 2.3.4. Utilisation d'estimateurs simples

En l'absence de corrélation forte avec le temps de pêche ou les quantités débarquées, les quantités rejetées sont donc estimées au moyen d'un estimateur simple. La question de l'extrapolation des quantités rejetées aux années suivantes fera l'objet d'une analyse ultérieure (*Cf* chapitre 4).

## 2.4. Estimateurs et variances

Nous utilisons les notations suivantes :

- indices : nous indiquons par  $i$  les marées, par  $j$  les traits, par  $k$  les espèces et par  $l$  les classes de longueur ou d'âge.
- nous notons  $y_{ijkl}$  le nombre d'animaux d'espèce  $k$  et de longueur  $l$  présents dans la fraction échantillonnée  $f_{ij}$  des rejets du trait  $j$  de la marée  $i$ .
- $\bar{y}_{ijkl}$  est le nombre estimé d'animaux d'espèce  $k$  et de longueur  $l$  rejetés lors du trait  $j$  de la marée  $i$ .
- $\bar{y}_{kl}$  est le nombre estimé d'animaux d'espèce  $k$  et de longueur  $l$  rejetés lors de la marée  $i$ .
- $\bar{y}_k$  est le nombre estimé d'animaux d'espèce  $k$  et de longueur  $l$  rejetés par la flottille au cours de l'année.
- $w_{ijk}$  est le poids d'animaux de l'espèce  $k$  présents dans la fraction échantillonnée  $f_{ij}$  des rejets du trait  $j$  de la marée  $i$ .  $\hat{w}_{ijk}$ ,  $\hat{w}_{ik}$  et  $\hat{w}_k$  sont les poids estimés respectivement par trait, par marée et pour la flottille pendant une année.



Les estimateurs et leur variance sont présentés au tableau 4. Les estimateurs sont de simples sommes pondérées par les fractions échantillonnées. Les estimateurs des variances ont été élaborés sur la base de formules classiques (Cochran, 1977) pour la variance du total de la population quand les sous-unités d'échantillonnage sont de taille inégale, mais choisies avec une probabilité égale (éqn 11.24 p. 303), et pour la variance de la moyenne de la population dans le cas d'échantillonnage à trois niveaux (éqn 10.36 p. 287).

Comme il n'y a qu'un échantillon (panier) prélevé par trait, la variance du niveau inférieur est estimée en faisant l'hypothèse que l'effectif total de l'échantillon est fixe, c'est la composition en espèces et en taille qui est variable. La variance de la quantité observée de chaque catégorie est estimée sur la base d'une distribution hypergéométrique (Cochran, 1977). Dans le cas des calculs en nombre, la taille de l'échantillon est donnée par le nombre total des individus mesurés et le nombre total rejeté est obtenu en multipliant par  $\frac{1}{f_{ij}}$ . Pour les calculs

en poids, en l'absence d'information directe sur la quantité rejetée, nous considérons chaque échantillon comme une unité (effectif de l'échantillon = 1) et nous en déduisons le poids total des rejets du trait par  $\frac{1}{f_{ij}}$ .

Niveau	Effectif total	Effectif de l'échantillon	Fraction échantillonnée	Estimateur	Variance de l'estimateur
Echantillon	$\frac{1}{f_{ij}}$	$l$	$f_{ij}$	$y_{ijkl}$	$Var(y_{ijkl})$
Trait	$H_i$	$h_i$	$\pi_i = \frac{h_i}{H_i}$	$\hat{Y}_{ijkl} = \frac{y_{ijkl}}{f_{ij}}$	$\hat{s}_{ijkl}^2 = \frac{Var(y_{ijkl})}{f_{ij}^2}$
Marée	$N$	$n$	$f = \frac{n}{N}$	$\bar{Y}_{ikl} = \sum_{j=1}^{h_i} \bar{Y}_{ijkl} \frac{H_i}{h_i}$	$Var(\bar{Y}_{ikl})$
Métier				$\bar{Y}_{kl} = \sum_{i=1}^n \bar{Y}_{ikl} \frac{N}{n}$	$Var(\bar{Y}_{kl})$

**Tableau 4** : Estimateurs et variances des quantités rejetées.

Avec :  $Var(y_{ijkl}) = (\sum_k \sum_l \hat{Y}_{ijkl} - \sum_k \sum_l y_{ijkl}) \sum_k \sum_l y_{ijkl} \hat{p}_{ijkl} (1 - \hat{p}_{ijkl}) / (\sum_k \sum_l \hat{Y}_{ijkl} - 1)$ , où  $\hat{p}_{ijkl} = \frac{y_{ijkl}}{\sum_k \sum_l y_{ijkl}}$

$$Var(\hat{Y}_{ikl}) = \frac{H_i^2}{h_i} (1 - \pi_i) s_{ikl}^2 + \frac{H_i}{h_i} \sum_{j=1}^{h_i} \frac{1 - f_{ij}}{f_{ij}^2} \hat{s}_{ijkl}^2, \quad \text{où } s_{ikl}^2 = \frac{\sum_{j=1}^{h_i} \left( \hat{y}_{ijkl} - \frac{\hat{Y}_{ikl}}{H_i} \right)^2}{h_i - 1},$$

$$\begin{aligned} Var(\hat{Y}_{kl}) &= \frac{N^2(1-f)}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \left( \hat{Y}_{ikl} - \frac{\hat{Y}_{kl}}{N} \right)^2}{n-1} + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n \frac{H_i^2(1-\pi_i)}{h_i} s_{ikl}^2 + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{h_i} \sum_{j=1}^{h_i} \frac{1-f_{ij}}{f_{ij}^2} \hat{s}_{ijkl}^2 \\ &= \frac{N^2(1-f)}{n} \frac{\sum_{i=1}^n \left( \hat{Y}_{ikl} - \frac{\hat{Y}_{kl}}{N} \right)^2}{n-1} + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n Var(\hat{Y}_{ikl}) \end{aligned}$$

Pour l'estimation des poids rejetés par espèce, les estimateurs sont similaires en supprimant les indices  $l$  des classes de longueur ou d'âge. Pour l'estimation des poids totaux rejetés, la variance au niveau échantillon est nulle.

### 3. Analyse des résultats

#### 3.1. Les différences entre métiers

##### 3.1.1. Quantités totales rejetées

L'hypothèse de travail au moment de la planification de l'étude était qu'il existe une différence entre les trois métiers échantillonnés (benthiques, démersaux et langoustiniers), due à l'utilisation d'engins et de stratégies de pêche différents. En général, les métiers opèrent dans des zones différentes. La zone (rectangle CIEM) pourrait donc remplacer le facteur métier, avec éventuellement une différenciation par trimestre.

Pour tester les hypothèses 1) il existe une différence entre les métiers et 2) la différence entre les métiers peut aussi s'expliquer par les facteurs zone et trimestre, une analyse de variance a été effectuée pour les marées.

L'analyse de variance a été appliquée au logarithme des rejets en poids, pour respecter l'hypothèse de normalité des résidus. Comme il s'agit d'un plan incomplet (le nombre d'observations pour chaque combinaison métier  $\times$  zone est variable), l'ordre des facteurs dans le modèle est important. Les résultats sont présentés dans les tableaux 5 et 6.

Source	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(F)
Métier	2	0,144	0,072	0,077	0,926
Résidus	23	21,537	0,936		

**Tableau 5** : Analyse de variance à un facteur de ln(rejets)

Source	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F	P(F)
Zone	4	3,843	0,961	1,033	0,417
Trimestre	3	1,105	0,368	0,396	0,757
Résidus	18	16,732	0,930		

**Tableau 6** : Analyse de variance à deux facteurs de ln(rejets)

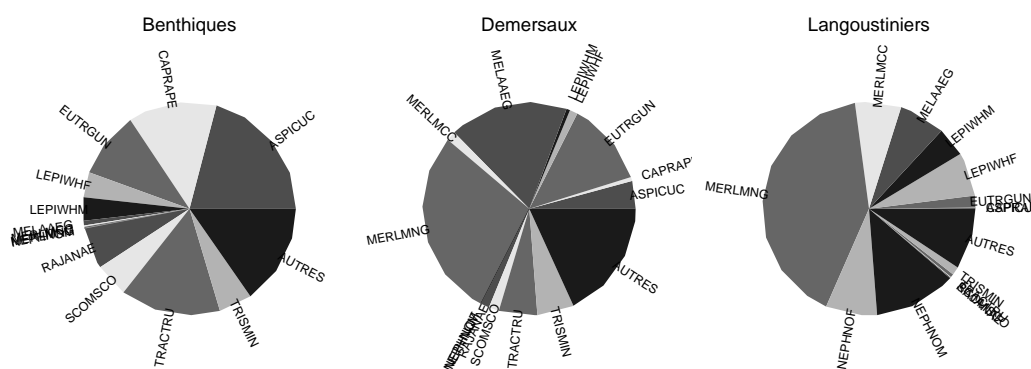
Aucun des facteurs métier, zone ou trimestre n'est significatif. Donc, les différences entre les poids de rejets ne peuvent s'expliquer ni par le métier, ni par la zone, ni par le trimestre. Il n'est pas exclu que ces résultats soient causés par le faible nombre de données.

Pour identifier les facteurs déterminant la quantité de rejets, le meilleur modèle des proportions rejetées par marée, toutes espèces confondues, a été sélectionné par une méthode automatique d'élimination de variables. Les variables explicatives disponibles sont : le poids des débarquements, le métier, la zone, le trimestre et l'engin de pêche (lié avec le facteur métier). Le poids des débarquements est la seule variable significative. On note également l'existence de quelques marées aberrantes.

### 3.1.2. Composition spécifique des rejets

La composition spécifique des rejets en poids par marée a été examinée par analyse de variance multivariée (MANOVA) pour tester d'éventuelles différences entre métiers. Il n'est pas possible d'inclure toutes les espèces dans l'analyse, le nombre de variables étant alors supérieur au nombre d'individus. L'analyse a été répétée pour les 20 (18, 16) espèces les plus rejetées en moyenne par les trois métiers, en poids des rejets ou en proportions. Dans tous les cas la conclusion est que la composition spécifique diffère selon les métiers (Figure 9).

Si la stratification en métiers apporte peu pour l'estimation des quantités totales rejetées, en revanche elle semble importante pour une approche par espèce. En conséquence, les résultats par espèce ci-dessous sont basés sur des estimations tenant compte de la stratification en métiers.



**Figure 9** : Compositions spécifiques moyennes des marées, en poids des rejets, pour chaque métier.

Les 14 espèces les plus rejetées en moyenne par les trois métiers sont représentées, dans le même ordre pour les trois graphiques. Les noms latins complets des espèces correspondant aux codes à sept lettres, ainsi que les noms vernaculaires, sont donnés en annexe 1.

### 3.2. Biomasse totale rejetée

La masse totale rejetée, toutes espèces confondues par la flottille pour l'année 1997 est estimée à 30 000 tonnes (de 5 470 à 13 600 tonnes par métier). Benthiques et démersaux rejettent au total environ un quart de leurs captures, alors que cette proportion est de plus de la moitié pour les langoustiniers (Tableau 7). La variance de l'estimation est plus faible pour les benthiques en raison du taux d'échantillonnage plus élevé des marées de cette flottille et de comportements plus homogènes ; la variance élevée des rejets des langoustiniers est due à un comportement plus hétérogène dans ce métier que dans le métier benthique.

La biomasse rejetée par l'ensemble de la flottille estimée sans stratification (sous l'hypothèse que les marées avaient une probabilité égale d'être échantillonnées, quelle que soit leur flottille d'appartenance) est inférieure de 4% à la somme des rejets des trois métiers, car les facteurs d'élévation sont différents. La variance de cette estimation est relativement plus faible que celles des métiers : la différence entre métiers n'est pas très élevée par rapport à la variance dans chaque métier, et la stratification n'apporte pas un gain important en termes de précision des estimations. Ceci conforte les résultats de l'analyse de variance présentée au § 3.1.1.

Métier	Rejets totaux (t)	Variance	CV (%)	Débarquements (t)	Proportion de rejets dans les captures
Benthiques	5 469	872 608	17	16 930	0,24
Démersaux	12 083	21 425 508	38	35 191	0,26
Langoustiniers	13 566	29 117 218	40	11 089	0,55
Somme	31 119	51 415 335	23	63 210	0,33
Tous	29 773	34 646 639	20	63 210	0,32

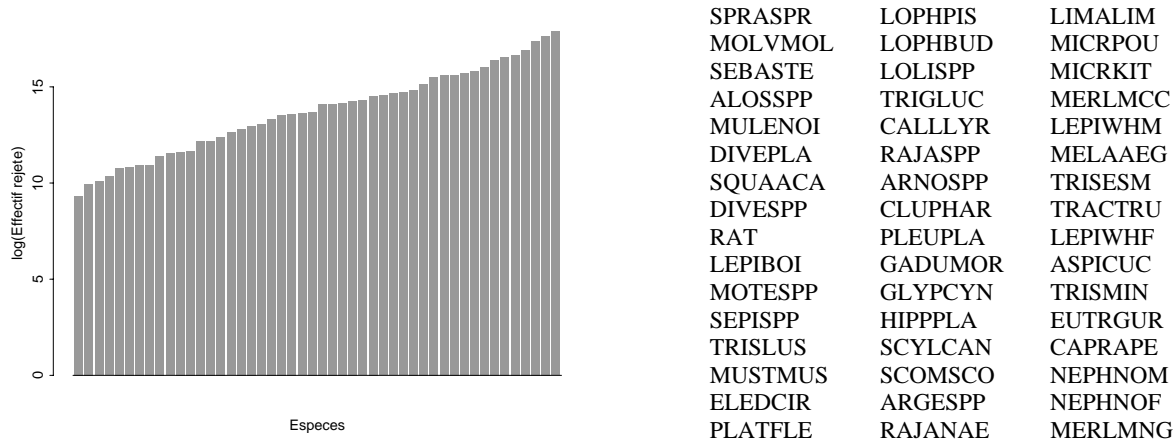
**Tableau 7** : Estimation des rejets totaux par métier.

Il y a une grande variabilité entre les marées. Une analyse de la variance du poids rejeté par trait à un facteur, la marée, montre que ce facteur est hautement significatif pour expliquer les différences entre marées ( $F_{(25,433)}=3,8$ ,  $P=6,10^{-9}$ ). Les poids totaux rejetés par marée sont estimés avec une assez bonne précision (CV variant de 3,5 à 33%, avec une moyenne de 18%).

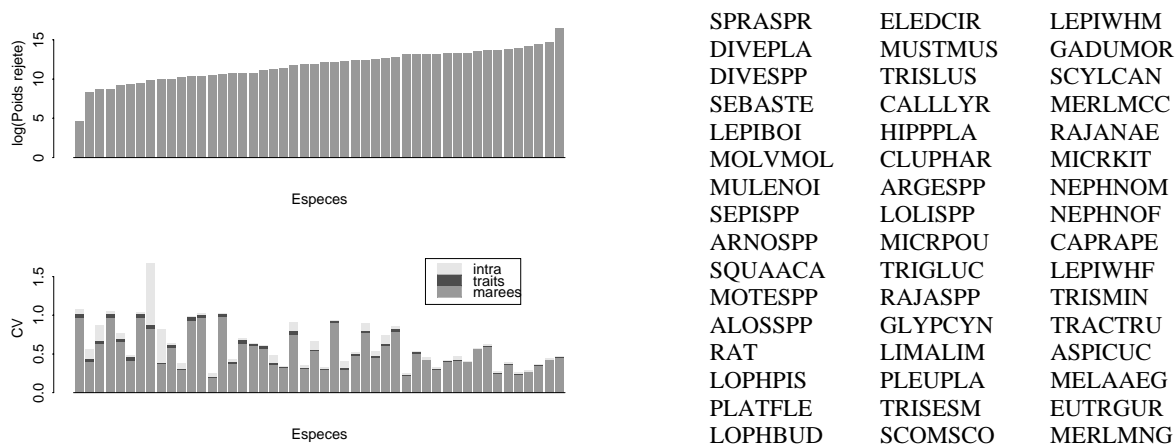
### 3.3. Biomasse rejetée par espèce

Les biomasses rejetées par espèce étant d'un ordre de grandeur inférieur à la biomasse totale, les estimations en sont moins précises. Leurs coefficients de variation varient de 20% à 146%, avec une moyenne de 63% pour l'élévation aux métiers (respectivement: 20 – 115 – 55% pour l'élévation à la flottille totale). Les coefficients de variation sont du même ordre de grandeur pour les effectifs. Merlan, langoustines, cardines, merlu et églefin sont les espèces commerciales les plus rejetées en nombre (Figure 10), alors qu'en biomasse c'est le merlan qui domine nettement parmi les espèces d'importance commerciale (Figure 11). La décomposition de la variance selon les niveaux d'échantillonnage montre que la part la plus importante de la variance est due à la différence de quantité en poids rejetée entre les marées (Figure 11). En moyenne le niveau trait contribue à la variance totale pour 0,2% (de 0,02 à 0,8%). La part de variance due au niveau "échantillon" est très variable selon les espèces (de  $3.10^{-4}$  à 57%, 3,5% en moyenne), elle est en général plus élevée pour les espèces dont les quantités rejetées sont les plus faibles. Ceci s'explique par le fait que les espèces faiblement représentées dans les échantillons de rejets ont une plus grande variance d'estimation (la probabilité que l'échantillon contienne une proportion représentative de ces espèces est faible). Les différences entre marées expliquent en général la plus grande part de la variance (de 43 à 99,98%,

96% en moyenne). Les causes de cette variabilité sont multiples : les différences entre marées peuvent s'expliquer par des différences spatiales ou temporelles, par des différences entre équipages, mais aussi par le fait que les marées ne sont pas consacrées exclusivement à un métier. Ce dernier point est particulièrement vrai pour le métier langoustinier, qui effectue rarement des marées "pures", ce qui explique probablement la plus grande variance associée aux estimations pour ce métier. Les poids et nombres rejetés par espèce par métier sont donnés en annexe 2.



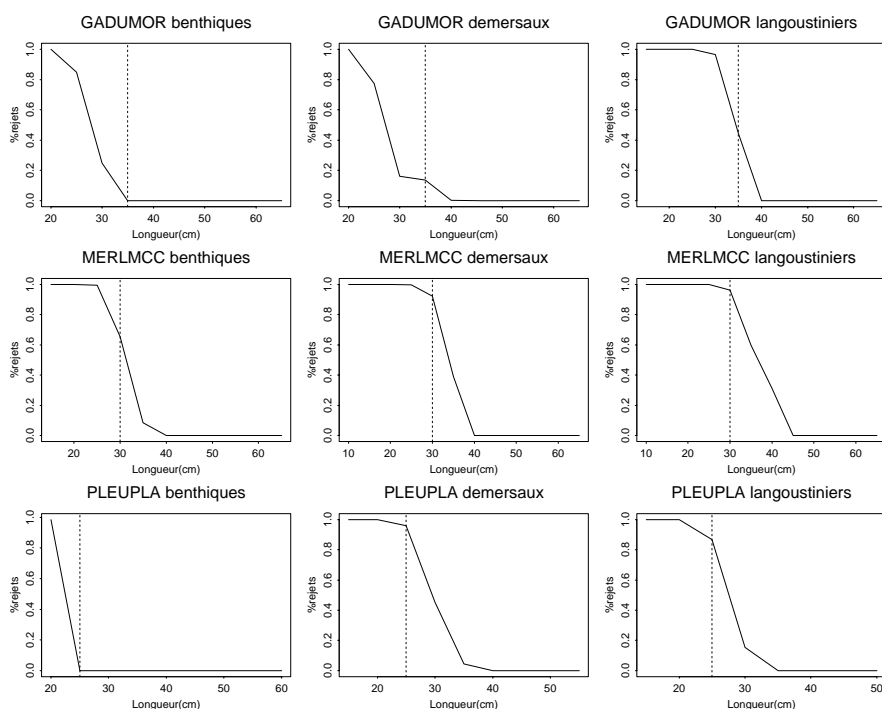
**Figure 10 :** Estimations des effectifs rejetés par espèce par la flottille en 1997. *Les espèces sont classées par ordre d'effectif rejeté croissant (par colonne) :*



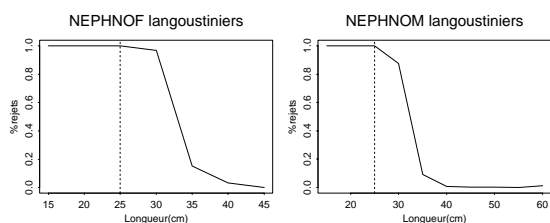
**Figure 11 :** Estimation du poids rejeté par espèce par l'ensemble de la flottille, et décomposition de son coefficient de variation selon les niveaux d'échantillonnage, pour l'ensemble de la flottille en 1997. *Les espèces sont classées par ordre de poids rejeté croissant :*

### 3.4. Structure en longueur des rejets

La proportion rejetée en fonction de la longueur ne semble directement déterminée par la taille légale que pour la morue (Figure 12). Pour les autres espèces, il y a dans l'ensemble une taille minimum de débarquement assez homogène dans chaque métier et elle est en général supérieure à la taille légale (Figure 12, tableau 8). C'est particulièrement vrai pour les langoustines qui sont rejetées à des tailles deux fois supérieures à la taille légale. En effet, à cause de la mauvaise conservation des langoustines de petite taille, même supérieures à la taille légale, les organisations professionnelles de la pêche ont instauré une taille de mise sur le marché pour la langoustine de mer Celtique égale à 35 mm.



**Figure 12** : Proportion rejetée selon la longueur, pour l'ensemble des captures de chaque métier : morue, merlu, plie. La ligne pointillée représente la taille minimum légale de mise sur le marché.



**Figure 12** (suite) : langoustines femelle et mâle.

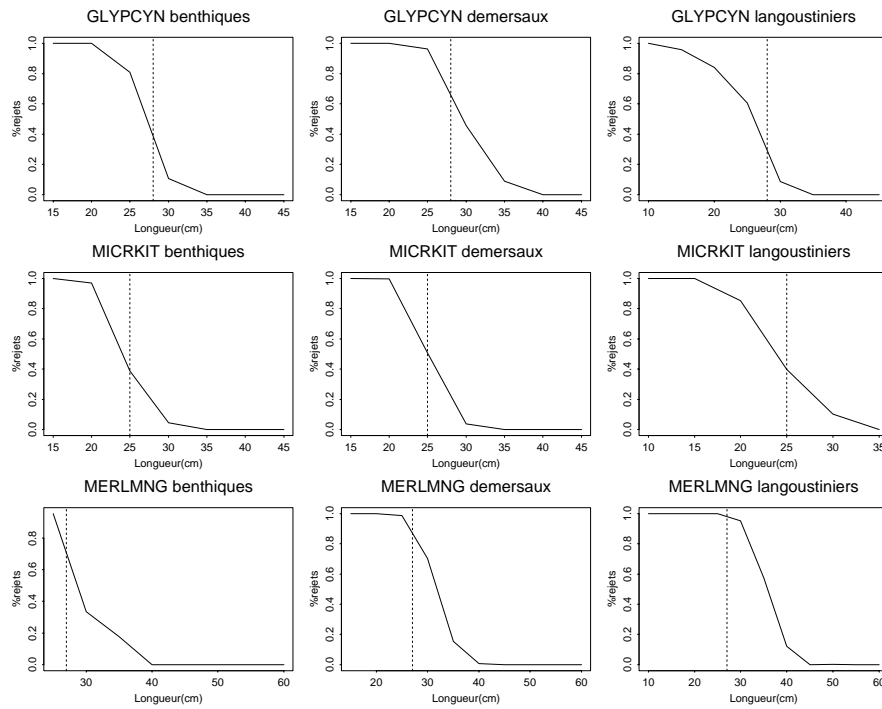


Figure 12 (suite) : plie cynoglosse, limande-sole, merlan

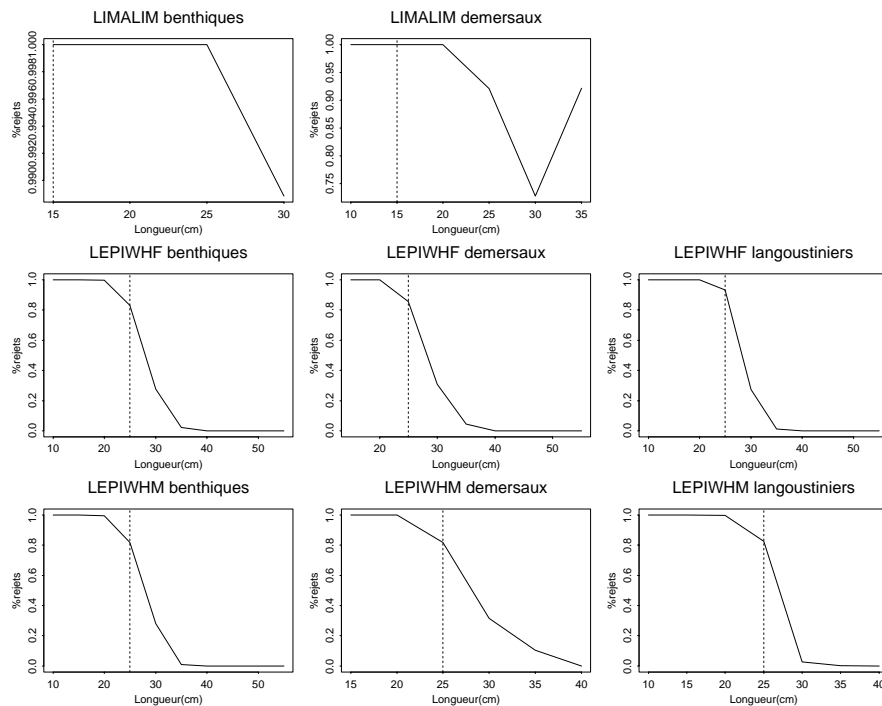


Figure 12 (suite) : limande, cardines femelle et mâle

Espèces	DL <sub>50</sub>			Taille minimale légale
	Benthiques	Démersaux	Langoustiniers	
Morue	28	27	35	35
Merlu	31	34	37	30
Plie	22	30	28	25
Flet	27	30	25	28
Limande sole	25	25	24	25
Merlan	30	32	36	27
Cardine fem.	28	29	29	25
Cardine mâle	28	28	27	25
Langoustine femelle	ND	ND	35	25
Langoustine mâle	ND	ND	35	25

**Tableau 8** : Comparaison entre la taille à laquelle 50% des poissons sont rejetés par chaque métier (DL<sub>50</sub>) et la taille légale minimale de débarquement, en cm (langoustine mm). ND: DL<sub>50</sub> non estimée car les chalutiers benthiques et démersaux capturent très peu de langoustines.

### 3.5. Structure en âge des rejets

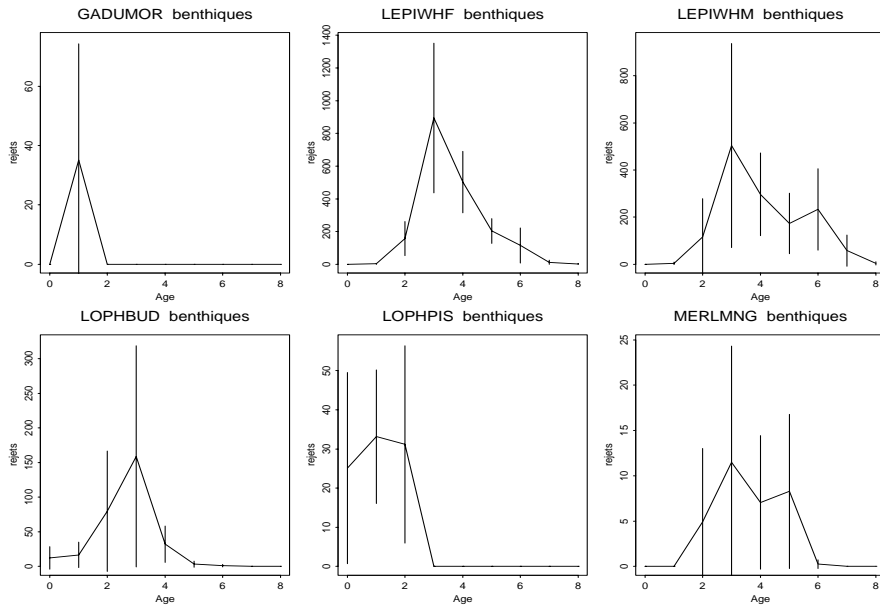
La structure en âge des rejets pour les espèces faisant l'objet d'une évaluation analytique (par VPA) est illustrée pour chaque métier par les figures 13 et 15 (structure en longueur pour les espèces dont la clé taille-âge n'est pas disponible (les valeurs figurent en annexe 3). Les intervalles de confiance (95%) portés sur ces figures sont sous-estimés, car ils ne tiennent pas compte de la variance d'échantillonnage supplémentaire associée à l'établissement des clés taille-âge. La précision des estimations est faible et dans beaucoup de cas l'intervalle de confiance contient la valeur zéro, ce qui signifie qu'on ne connaît même pas l'ordre de grandeur de l'objet recherché. Le problème est moins grave mais persiste quand on fait l'estimation pour l'ensemble de la flottille (Figures 14 et 15). L'effort d'échantillonnage est insuffisant pour estimer la structure en âge des rejets pour chaque métier, alors qu'il peut être considéré comme correct pour l'ensemble de la flottille, sauf pour le merlan. Pour cette dernière espèce les rejets sont très variables ; un effort d'échantillonnage accru serait nécessaire pour atteindre une précision satisfaisante. Cela semble *a priori* d'autant plus nécessaire que pour cette espèce, les rejets sont du même ordre de grandeur que les débarquements en poids, et deux fois supérieurs en nombre (Tableau 9). Cependant, deux précautions semblent nécessaires avant de recommander cet effort accru. Il faudrait contrôler que la variance des débarquements n'est pas trop grande – il est inutile d'améliorer la précision sur l'estimation des rejets si les débarquements ne sont connus qu'avec une grande incertitude. A titre d'illustration, les coefficients de variation des effectifs de merlan débarqués par groupe d'âge au deuxième trimestre 1992 varient entre 0,15 (âges 2 et 3) à 0,5 (âge 6) (estimation de R. Bellail, communication personnelle). Il faudrait aussi analyser la sensibilité des résultats de la VPA à la prise en compte des rejets. Dans le cas où cette prise en compte double l'estimation des captures, on peut parier que l'évaluation sera sensiblement différente, il serait intéressant d'examiner à quel point.



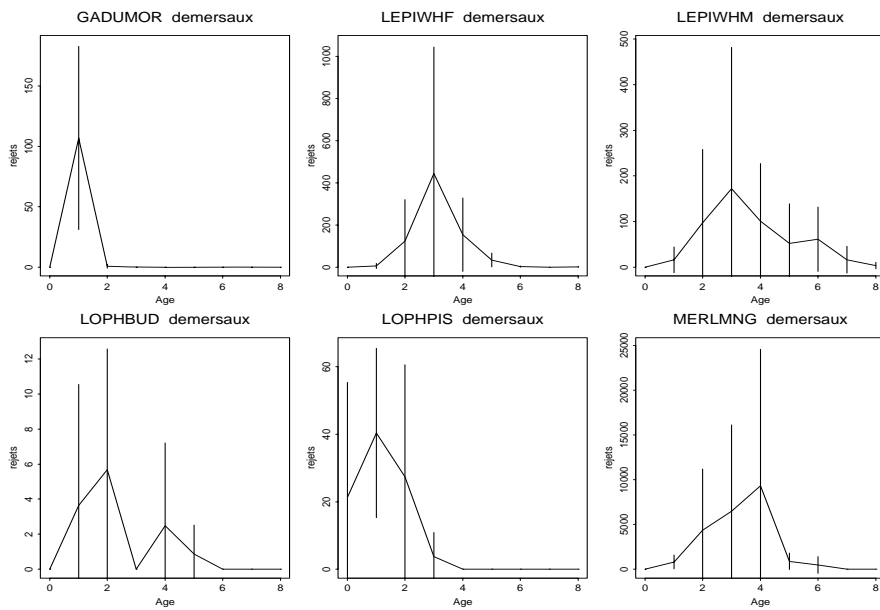
A l'exception du merlan, les estimations des nombres rejetés par groupe d'âge peuvent donc être prises en compte dans les captures aux âges lors des analyses de population virtuelle (VPA). Du tableau 9, il ressort que la prise en compte des rejets dans les analyses de population est probablement essentielle pour merlan, cardine et langoustine, importante pour morue et merlu, et de moindre importance pour les baudroies. En revanche, on ne peut pas utiliser ces estimations pour calibrer la VPA par des CPUE *par métier* ; lors de cette calibration il ne faut pas prendre en compte les classes d'âges les plus jeunes, pour lesquelles les rejets sont significatifs, mais ne peuvent être estimés avec une précision suffisante.

Espèce	Poids rejeté (t)	CV	Poids débarqué (t)	Nombre rejeté ( $\times 10^3$ )	CV	Nombre débarqué ( $\times 10^3$ )
Morue	0,5	0,46	7,3	1,4	0,45	1,9
Cardine	1,4	0,19	2,9	15,1	0,20	8,1
Baudroie ( <i>budegassa</i> )	0,05	0,31	3,6	0,4	0,34	1,4
Baudroie ( <i>piscatorius</i> )	0,04	0,23	5,8	0,4	0,22	2,3
Merlu	0,5	0,27	0,9	5,4	0,24	Non disponible
Merlan	13,7	0,43	10,4	58,7	0,46	26
Langoustines	1,4	0,33	2,6	81,8	0,32	51,1
Plie	0,3	0,44	0,3	1,4	0,49	Non disponible
<b>Benthique</b>						
Morue	8,0	0,60	515,0	35	0,57	Non disponible
Cardine	340,8	0,16	1755,0	3428	0,19	3972
Baudroie ( <i>budegassa</i> )	35,8	0,40	2416,0	304	0,46	885
Baudroie ( <i>piscatorius</i> )	7,7	0,32	2947,0	98	0,36	1040
Merlu	11,3	0,28	323,0	89	0,31	
Merlan	9,7	0,57	375,0	32	0,49	Non disponible
Langoustines	0,4	1,46	0,0	15	0,96	0
<b>Démersaux</b>						
Morue	37,7	0,32	5398,0	108	0,36	Non disponible
Cardine	186,4	0,51	371,0	1288	0,50	1918
Baudroie ( <i>budegassa</i> )	2,1	0,40	614,0	23	0,38	249
Baudroie ( <i>piscatorius</i> )	13,0	0,47	2021,0	83	0,33	884
Merlu	157,9	0,58	338,0	1134	0,56	
Merlan	4854,9	0,73	8650,0	22362	0,77	Non disponible
Langoustines	0,2	0,83	0,0	10	0,72	0
<b>Langoustiniers</b>						
Morue	468,0	0,51	1413,0	1222	0,50	Non disponible
Cardine	845,6	0,28	698,0	10395	0,28	2221
Baudroie ( <i>budegassa</i> )	8,7	0,45	593,0	107	0,47	245
Baudroie ( <i>piscatorius</i> )	17,2	0,34	845,0	186	0,35	353
Merlu	378,6	0,30	172,0	4219	0,28	
Merlan	8803,6	0,54	1416,0	36292	0,57	Non disponible
Langoustines	1378,8	0,33	2588,7	81762	0,32	51080

**Tableau 9** : Quantités rejetées et débarquées en 1997 par la flottille de pêche française opérant en mer Celtique, et par métier. Les rejets sont estimés d'après la présente étude. Les débarquements sont ceux utilisés par les groupes de travail du CIEM lors de l'évaluation des stocks (Anonyme, 1999; Anonyme, 2000).



**Figure 13** : Structure en âge des rejets de morue, cardine femelle et mâle, baudroies et merlan par la flottille benthique (en milliers d'individus). *Les barres verticales représentent l'intervalle de confiance (95%) de l'estimation.*



**Figure 13 (suite)** : chalutiers démersaux

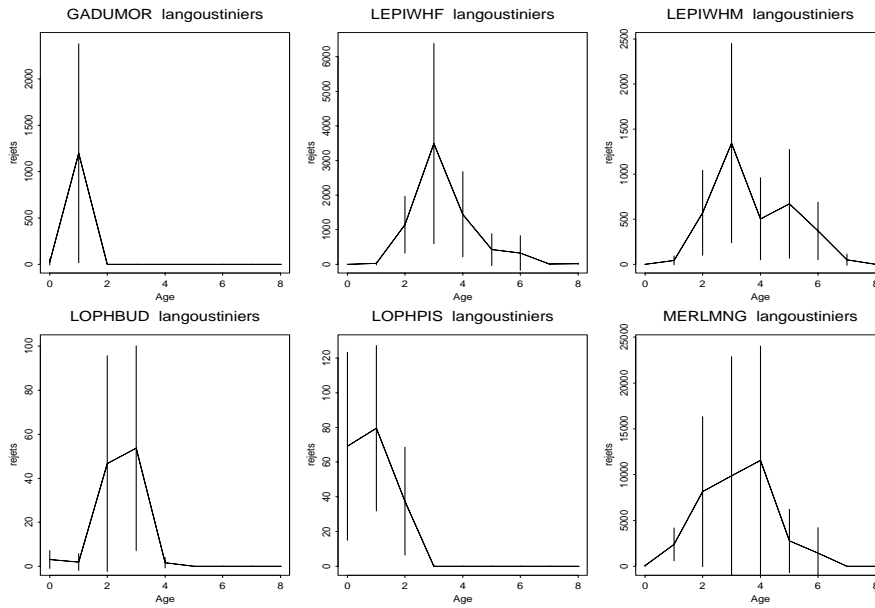


Figure 13 (suite) : chalutiers langoustiniers.

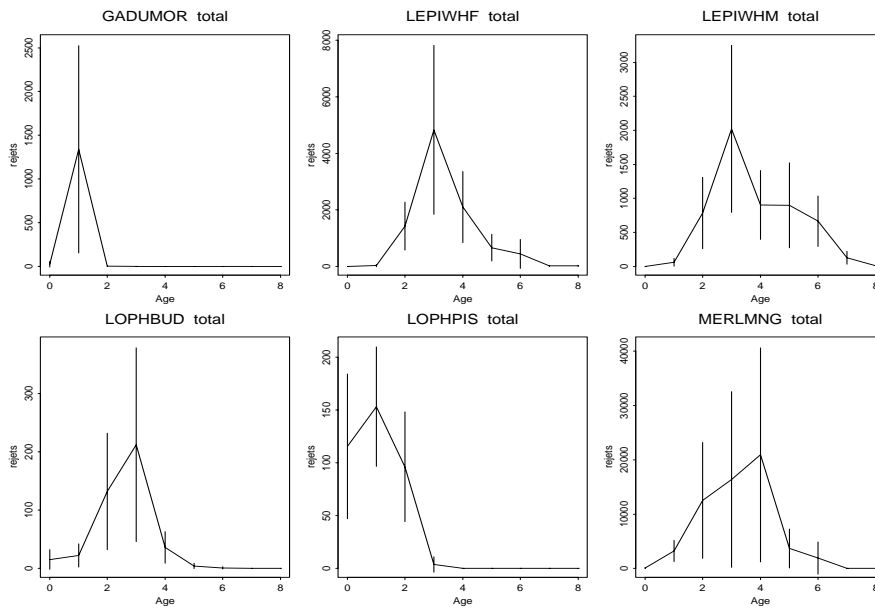
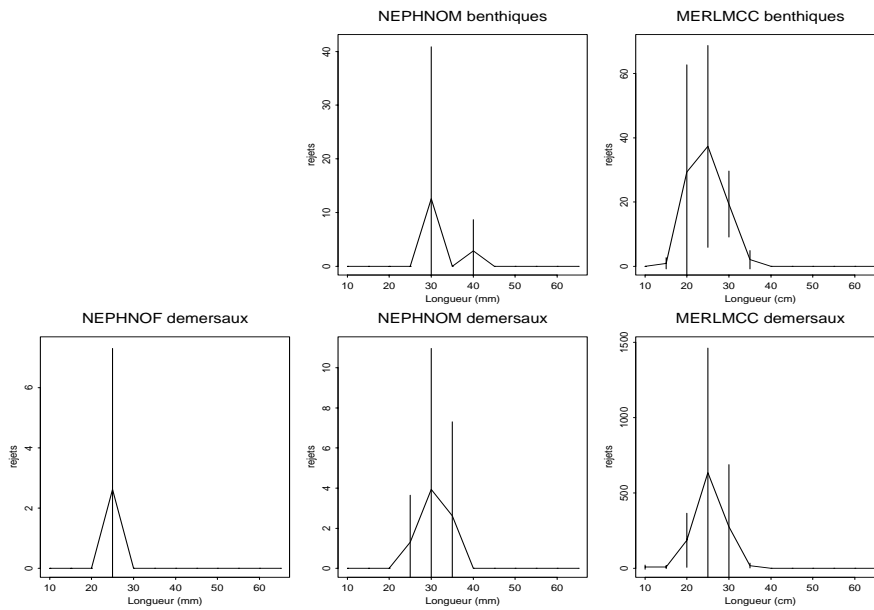
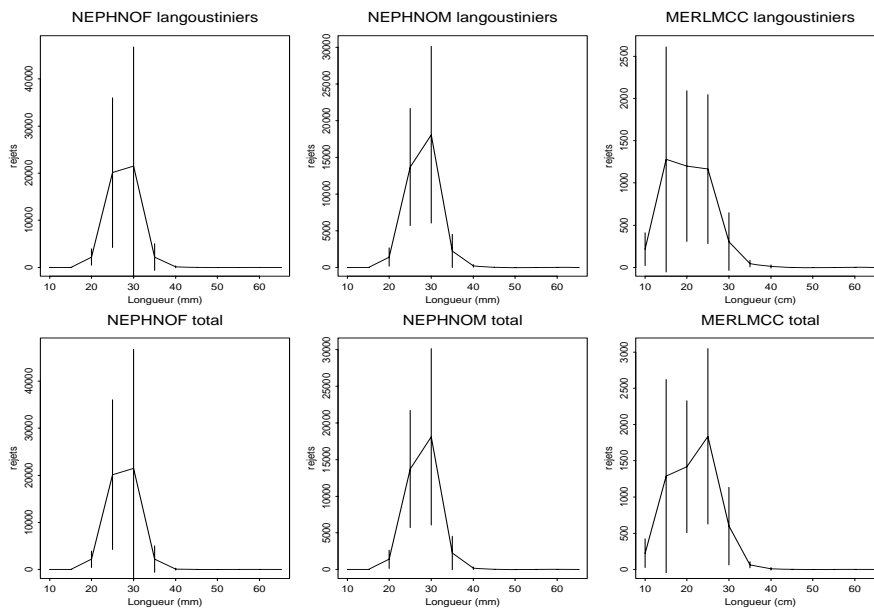


Figure 14 : Structure en âge des rejets de morue, cardine femelle et mâle, baudroies et merlan par l'ensemble de la flottille française opérant en mer Celtique (en milliers d'individus).



**Figure 15 :** Structure en longueur des rejets de langoustines femelle et mâle et merlu par les chalutiers benthiques et démersaux (en milliers d'individus).

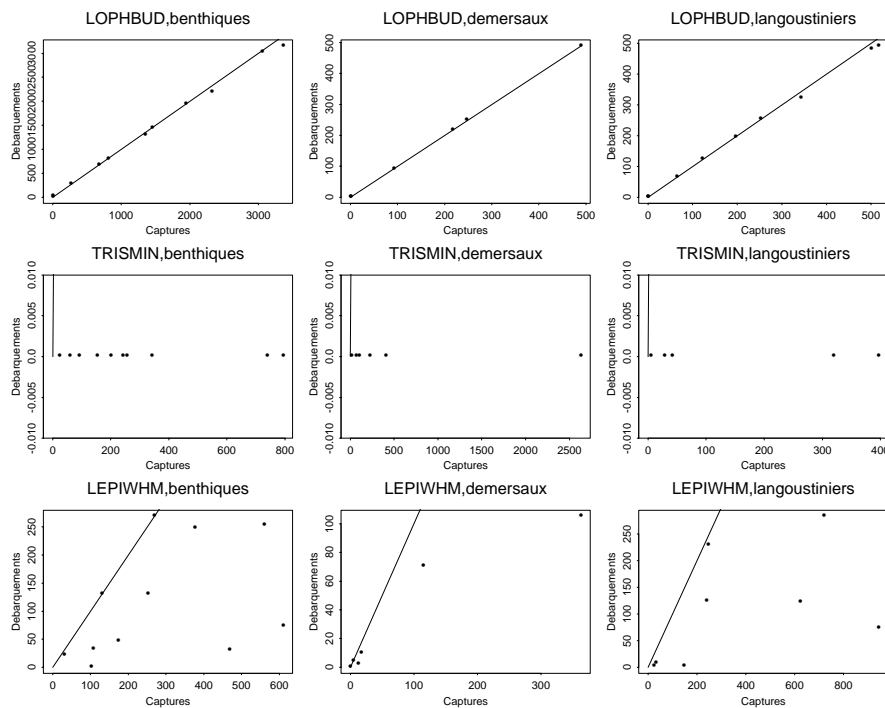


**Figure 15 (suite) :** chalutiers langoustiniers, et l'ensemble de la flottille française opérant en mer Celtique.

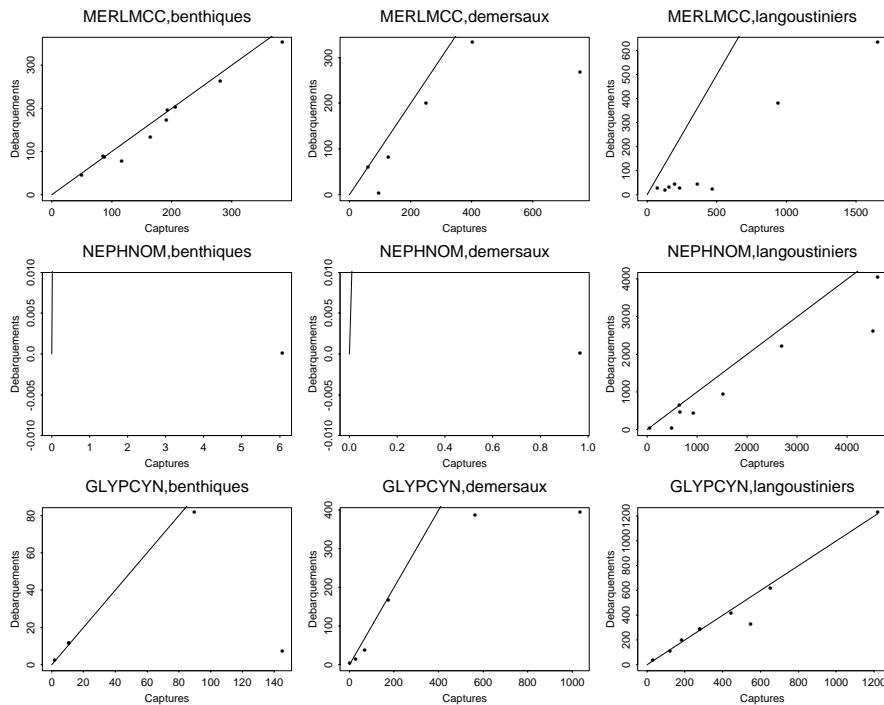
### 3.6. Recherche de facteurs expliquant les quantités rejetées

#### 3.6.1. Métiers et espèces rejetées

Il a trois types d'espèces : les espèces qui ne sont pratiquement pas rejetées, celles qui sont systématiquement rejetées, et celles pour lesquelles les rejets varient sans rapport évident avec les captures (Figure 16). Cette typologie varie selon les métiers (Figure 16, tableau 10). Elle s'explique en partie par la valeur des espèces : les espèces rejetées en totalité sont toutes de faible valeur, mais il peut y avoir des rejets importants, selon les métiers, d'espèces à forte valeur (Tableau 10, figure 17). Il n'y a pas de relation simple entre les quantités (ou proportions) rejetées et la valeur moyenne des espèces (Figure 18).



**Figure 16 :** Trois espèces-types de relation entre les captures et les débarquements par marée (baudroie, petit tacaud, cardine). La ligne représente la première bissectrice (absence de rejets).

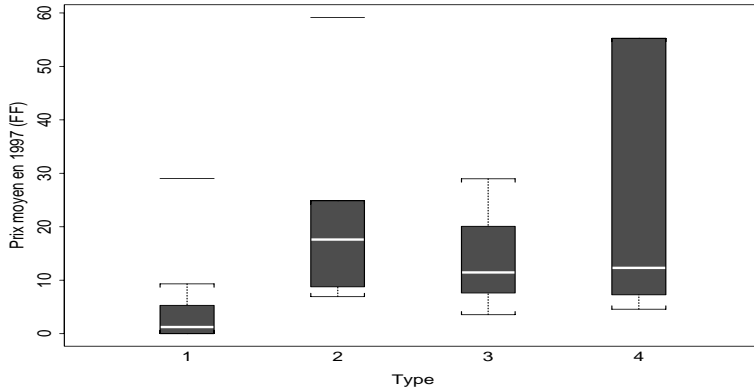


**Figure 16 (suite) :** Les relations entre captures et débarquements varient selon les métiers (merlu, langoustine mâle, cynoglosse). La ligne représente la première bissectrice (absence de rejets).

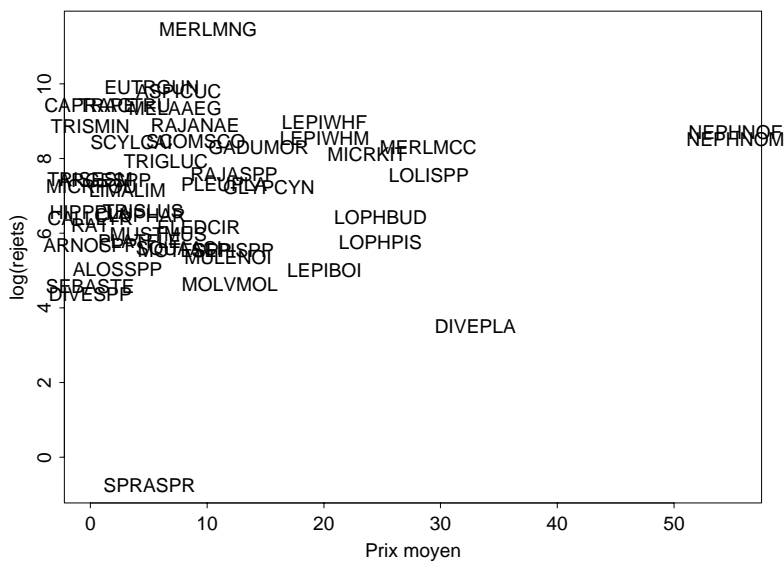
Types	Rejetés en totalité	Débarqués en totalité	Rejetés en partie
Espèces	Argentine Merlan bleu Sanglier Limande Dragonet Grondin gris Hareng Chinchard Arnoglosse Balai Maquereau Tacaud norvégien Poulpe Petit tacaud Encornet	Baudroie noire Congre Lingue franche Lieu jaune Lieu noir Sole Aiguillat Baudroie blanche	Raie fleurie Merlu Limande sole Cardine (femelle) Cardine (mâle) Plie Grondin rouge Petite rousette Grondin perlou Merlan Plie cynoglosse
	Langoustine (femelle) (D) Langoustine (mâle) (D) Tacaud commun (B&N)	Morue (B&D) Eglefin (B) Phycis (N)  Raies (D&N)	Morue (N) Eglefin (D&N) Phycis (B&D) Langoustine (femelle) (N) Langoustine (mâle) (B&N) Tacaud commun (D) Raies (B)
Prix/kg	4,29 F (7,6)	21,06 F (17,2)	14,21 F (8,0)

**Tableau 10 :** Typologie d'espèces selon les comportements de rejet.

Les catégories 1 et 2 ne sont pas absolues mais signifient que les débarquements (ou les rejets) sont négligeables par rapport à leur contrepartie. La section du bas du tableau correspond aux espèces qui sont triées différemment selon le métier pratiqué. Par exemple la morue n'est pas rejetée par les métiers benthique et démersal (B&D) mais est rejetée en partie par les langoustiniers. Le prix/kg est le prix de vente moyen en Francs (et son écart-type) de l'ensemble des espèces du type, toutes catégories commerciales confondues, pour l'année 1997, sous les criées de vente des navires concernés (Concarneau, Le Guilvinec, Loctudy, Lorient, Saint-Guénolé). Pour les 11 espèces qui n'ont jamais été commercialisées, le prix est fixé à zéro.

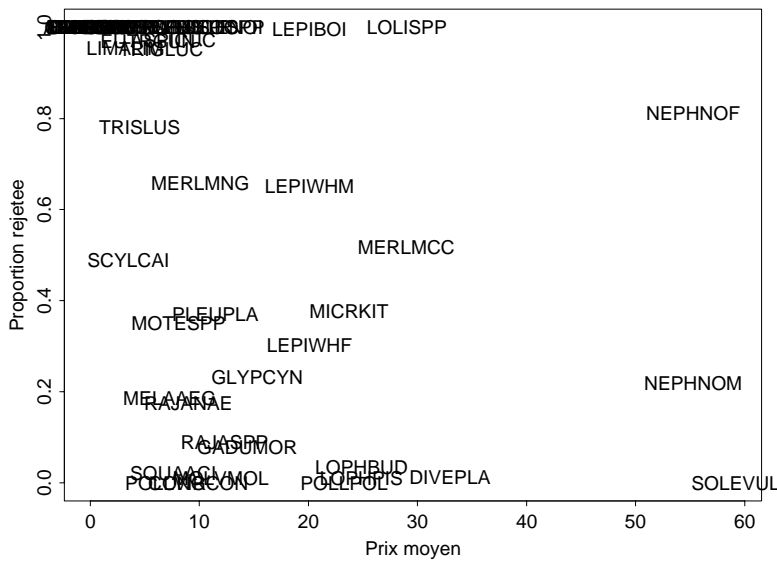


**Figure 17 :** Distribution des prix moyens par kg pour chaque type d'espèces (voir tableau 10). Chaque boîte montre l'étendue interquartile, la ligne blanche est la médiane, les crochets sont les extrêmes, les valeurs exceptionnelles sont figurées par des lignes à l'extérieur des crochets.



**Figure 18 :** Relation entre le prix de vente par kg de chaque espèce, pour l'année 1997 sous les criées de vente des navires concernés, et les quantités rejetées lors des marées échantillonnées (en logarithme).



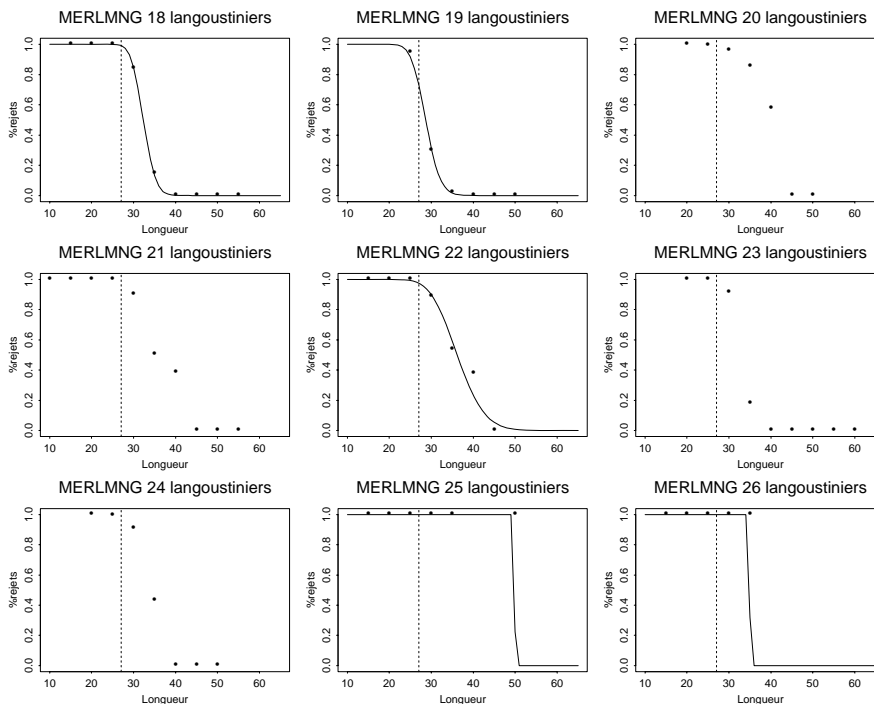


**Figure 18** (suite) : Idem, avec la proportion de la capture rejetée

### 3.6.2. Variabilité de la $DL_{50}$ de rejet

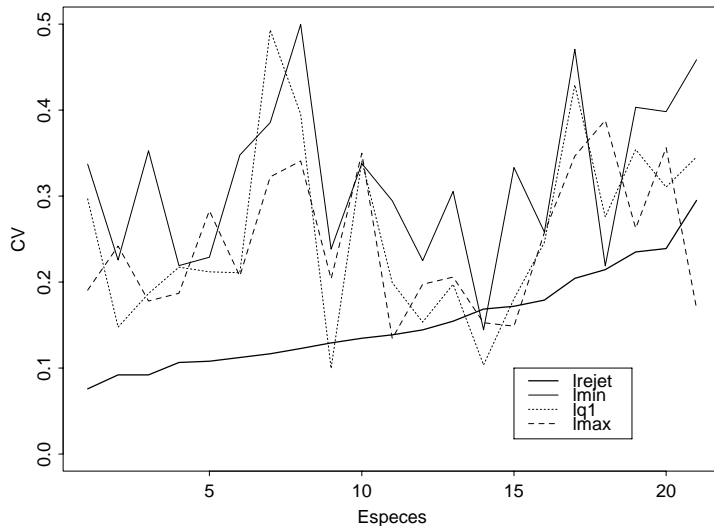
#### 3.6.2.1. Définition

Pour les espèces qui sont partiellement rejetées, le critère de choix entre individus gardés et individus rejetés est souvent la taille. Le tri peut être résumé au moyen d'une ogive de tri (proportion rejetée en fonction de la longueur), à laquelle on ajuste une fonction sigmoïde dont les paramètres représentent la  $DL_{50}$  (taille à laquelle 50% des poissons sont rejetés) et l'amplitude de l'ogive (gamme de tailles pour lesquelles il y a variation). Cette fonction peut être par exemple une distribution gamma (Figure 19).



**Figure 19** : Ogives de tri du merlan pour les marées du métier langoustinier : proportion rejetée en fonction de la longueur. Les points sont les observations, la courbe montre l'ajustement d'une distribution gamma, la ligne pointillée représente la taille légale. Pour les marées 20, 21, 23 et 24, l'algorithme qui estime les paramètres de la distribution n'a pas convergé. Quand toute la capture est rejetée, la  $DL_{50}$  de rejet est leur taille maximale. Quand toute la capture est débarquée, la  $DL_{50}$  est la taille minimum des débarquements

On pourrait s'attendre à ce que la  $DL_{50}$  de rejet ne varie pas ou peu. Sa variabilité est en effet inférieure à celle des quartiles de la taille des captures, mais elle n'est pas nulle, en particulier pour certaines espèces importantes commercialement : morue, merlu, lingue, baudroie noire et merlan (Figure 20, Annexe 3).



**Figure 20** : Coefficients de variation de la  $DL_{50}$  de rejet ( $I_{rejet}$ ), de la taille minimum ( $l_{min}$ ), du premier quartile ( $l_{q1}$ ) et de la taille maximum ( $l_{max}$ ) des captures, par espèce, par marée. Les espèces sont dans l'ordre de  $DL_{50}$  croissante : RAJANAE, MICRKIT, LEPIWHM, PLEUPLA, MELAAEG, GLYPCYN, LOPHPIS, SCYLCAN, NEPHNOM, RAJASPP, LEPIWHF, EUTRGUR, ASPICUC, NEPHNOF, MERLMNG, TRIGLUC, LOPHBUD, MOLVMOL, MERLMCC, SQUAACA, GADUMOR

### 3.6.2.2. Variabilité entre équipages

Dans le but de détecter si certains professionnels rejettent systématiquement des poissons plus petits (ou plus gros) que la moyenne, la  $DL_{50}$  de rejet a été analysée au moyen d'une analyse de variance à deux facteurs croisés : l'espèce et la marée (qui se confond ici avec l'équipage). On s'attend à ce que l'effet espèce soit significatif ; de plus, s'il existe des différences systématiques de comportement entre équipages, l'effet marée devrait être significatif. L'analyse effectuée simultanément sur toutes les marées conclut que l'effet marée est significatif (Tableau 11) : il existe des différences systématiques de tri entre pêcheurs. Cependant, cet effet pourrait être dû aux différences de comportement entre métiers, l'analyse a donc été répétée séparément pour chaque métier (Tableau 12) : seul le métier langoustinier montre une variation systématique de la  $DL_{50}$  de rejet entre marées, ce qui pourrait s'expliquer par le caractère moins homogène des marées de ce métier.

Les rejets d'un seul navire pratiquant le métier benthique ont été échantillonnés lors de deux marées, au premier et troisième trimestres. Ce navire pourrait fournir l'occasion de comparer la variabilité de la taille moyenne de rejet entre trimestres (d'un même navire) à celle entre équipages (du même métier, le même trimestre) et de détecter ainsi de possibles "effets équipage". Pour cela il faudrait disposer d'une espèce qui ait été à la fois débarquée et rejetée pour chaque marée à comparer : il n'y en a pas dans notre échantillon. Pour mieux comprendre la variabilité entre les marées, il serait souhaitable, lors de la prochaine campagne, d'échantillonner systématiquement plusieurs marées du même navire.

Facteur	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F	P-valeur
Espèce	20	27210,9	1360,5	40,3	0,000
Marée	25	1621,5	64,9	1,9	0,006
Résidus	335	11309,9	33,8		

**Tableau 11** : Analyse de la variance de la DL<sub>50</sub> de rejet à deux facteurs croisés : espèce et marée, pour toute la flottille.

Facteur	Ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F	P-valeur
<b>Métier benthique</b>					
Espèce	19	17 823,2	938,1	27,3	0,00
Marée	10	576,5	57,6	12,7	0,0092
Résidus	139	4782,4	34,4		
<b>Métier démersal</b>					
Espèce	20	6742,2	337,1	16,0	0,000
Marée	5	114,2	22,8	1,1	0,3777
Résidus	78	1646,4	21,1		
<b>Métier langoustinier</b>					
Espèce	20	5267,5	263,4	10,00	0,000
Marée	8	542,8	67,8	2,6	0,015
Résidus	79	2079,7	26,3		

**Tableau 12** : Analyse de la variance de la DL<sub>50</sub> de rejet à deux facteurs croisés : espèce et marée, pour chaque métier. Pour les démersaux l'analyse est effectuée en considérant seulement les 17 espèces pour lesquelles la DL<sub>50</sub> des rejets peut être estimée dans la moitié au moins des marées (trois sur six).

### 3.6.2.3. Autres facteurs de variabilité

Peut-on identifier des facteurs de cette variabilité ? On peut faire l'hypothèse que la  $DL_{50}$  de rejet est ajustée en fonction de la taille et de l'abondance des captures. Elle pourrait aussi être influencée par les conditions de pêche, ou encore par les perspectives de vente. Des modèles linéaires ont été construits par sélection automatique (addition de variables) : il n'y a pas de réponse générale à ces questions (tableau 13). Les quartiles des longueurs des captures sont utiles pour 12 modèles sur 19, mais pas toujours avec le même signe. Les prix moyens du port de vente, le mois considéré contribuent à l'explication pour six espèces, mais pas toujours avec le même signe. Le métier et les conditions de pêche (maillage, corde de dos, temps de pêche) semblent également jouer un rôle, alors que la quantité capturée ne joue aucun rôle.

Espèce	O.O.	R <sup>2</sup>	Longueurs capture				Maille	Temps		Prix		Autres Facteurs
			Min.	1 <sup>er</sup> q	Méd.	Max		Pêche	Petits	Gros		
ASPICUC	32,98	0,68	-0,47		-	-	0,26			0,69	métier	
EUTRGUR	27,79	0,67	-	-	-	-	-	-	-	1,01		
GADUMOR	15,79	0,77	0,68	-	-	-	-	-	-	-	-	
GLYPCYN	37,68	0,60	0,24	-	-	-	-	-0,06	-	-		
LEPIWHF	26,06	0,49	-	-0,54	-	-	-	0,03	0,39	-		
LEPIWHM	27,73	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-		
LOPHBUD	16,34	0,55	-	0,31	-	-	-	-	-	-		
LOPHPIS	28,54	0,69	0,33	-0,10	-	-	-	-	-0,22	-	métier	
MELAAEG	24,71	0,61	-	0,20	-	-	-	-	-	-	zone	
MERLMCC	41,37	0,21	-0,47	-	-	-	-	-	-	-		
MERLMNG	34,80	0,63	-	-	-	-	-	-	-	-	engin	
MICRKIT	35,18	0,34	-	-	-	-	-0,11	-	-	-	métier	
MOLVMOL	8,91	0,70	0,87	-	-	-	-	-	-	-		
PLEUPLA	36,46	0,33	-	-	-	-0,18	-	-	-	-		
RAJANAE	40,01	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-		
RAJASPP	-0,44	0,40	-	-	-	-	-	0,06	-	-	j. de mer (+)	
SCYLCAN	10,91	0,46	-	-	-	-	0,32	-	-	2,85		
SQUAACA	14,23	0,77	-	-	0,62	-	-	-	-	-		
TRIGLUC	31,53	0,80	-	0,48	-	-	-	-	-	-0,83	corde dos (-)	

**Tableau 13** : Modèles linéaires de prédiction de la  $DL_{50}$  de rejet par espèce par marée.

Les variables sont sélectionnées par addition de variables choisies dans la liste suivante : tailles minimum, médiane, maximum et premier quartile de la taille des captures ; poids de la capture ; prix moyen de la plus petite (resp. grande) catégorie commerciale existante (resp. vendue), le mois de la marée dans le port de rattachement du navire (quand la plus petite catégorie n'a pas été vendue, son prix est fixé à zéro (42 occurrences), ainsi que celui de la plus grande quand l'espèce n'a pas été commercialisée (16 occurrences)) ; durée de la marée en jours ou en heures, métier, engin, trimestre, zone de pêche. O.O. donne l'ordonnée à l'origine, R<sup>2</sup>, le coefficient de corrélation multiple, les autres colonnes, les coefficients des facteurs retenus. Les langoustines sont exclues de l'analyse car le nombre de marées disponibles est insuffisant.

## 4. Modélisation des rejets

L'effort nécessaire pour échantillonner les rejets est trop important pour pouvoir être fourni chaque année. Cependant, chaque année une estimation des quantités rejetées doit être incluse dans les captures des espèces évaluées analytiquement. Il est donc souhaitable d'élaborer et de valider des modèles pour prédire les rejets, utilisant des variables observées en routine ou faciles à observer pour les années où il n'y a pas de mesures.

Nous avons ici fait le choix de procéder en deux étapes : d'abord prédire les quantités rejetées sur la base d'informations disponibles concernant les opérations de pêche. Ensuite examiner s'il est possible de prédire la répartition en longueur ou en âge de ces quantités en utilisant les données des campagnes de pêche scientifique (campagne EVHOE 1997).

### 4.1. Prédiction des poids rejetés

#### 4.1.1. Méthodes

Pour prédire la biomasse rejetée pour les principales espèces, nous faisons l'hypothèse que la quantité rejetée est déterminée par la longueur et l'abondance des captures. On peut aussi s'attendre à un lien négatif entre la quantité de rejets et la  $DL_{50}$  de rejet. Ces hypothèses ont été explorées par la construction automatique de modèles linéaires expliquant le poids rejeté par espèce, en prenant comme variables explicatives possibles :

- Des caractéristiques des rejets : la  $DL_{50}$  de rejet et l'amplitude de l'ogive de tri estimés par un modèle gamma (Figure 19).
- Des caractéristiques des captures : leur taille minimale et taille maximale. Le poids des captures, bien que disponible pour l'année 97, n'a pas été retenu car nous cherchons des variables pour prédire les rejets en l'absence d'échantillonnage ou avec un plan d'échantillonnage allégé.
- Des caractéristiques des débarquements : le poids débarqué pour l'espèce considérée.
- Des grandeurs qui tiennent compte du caractère multispécifique de l'opération de pêche : le poids total débarqué, le poids des espèces cibles débarqué, l'engin utilisé et son maillage, le temps et la zone de pêche, la jauge du navire.

L'unité statistique est ici la marée puisque c'est à ce niveau que les rejets ont la plus grande variance.

La méthode de sélection automatique de modèle retenue procède par addition de variables, car elle produit toujours des modèles plus parcimonieux que les méthodes d'élimination de variables, parce que certaines variables explicatives sont corrélées. Les résultats les plus cohérents et respectant le mieux les hypothèses du modèle linéaire sont obtenus en construisant un modèle expliquant le logarithme du poids rejeté (en revanche le fait de transformer en logarithmes les variables explicatives n'apporte pas d'amélioration significative). Comme il y a des marées sans rejets pour certaines espèces et que celles-ci ne peuvent être considérées comme un cas à part méritant un traitement différent, la variable à expliquer par le modèle est  $\log(\hat{W}_{ik} + \alpha)$ . Les résultats ne sont pas sensibles à la valeur de  $\alpha$  (choisie parmi 0,1, 1, 10). L'utilisation du modèle linéaire généralisé avec lien logarithmique et distribution Gamma n'a pas été retenue car la distribution des résidus n'est alors pas conforme aux hypothèses du modèle.

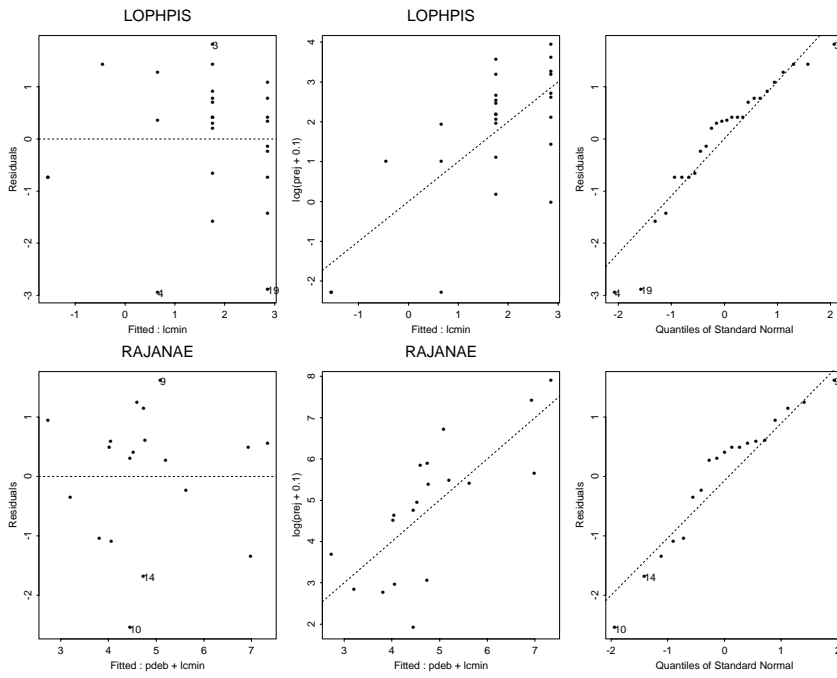
#### 4.1.2. Prédications utilisant toutes les variables disponibles

Différentes combinaisons de variables explicatives possibles ont été testées dans le but d'éliminer les variables redondantes ou qui ne sont utiles que pour une espèce (puisque c'est une méthode générale qui est recherchée). Les résultats les plus cohérents sont obtenus avec la combinaison suivante de variables explicatives : taille minimum et taille maximum des captures, poids de l'espèce débarqué, poids total débarqué (toutes espèces confondues), longueur de la corde de dos et maillage du chalut. L'analyse est possible pour 21 espèces qui ont été rejetées ou débarquées dans suffisamment de marées (au moins cinq). Elle permet une assez bonne prédiction dans 17 cas (coefficients de corrélation multiples de 0,5 à 0,8). Les coefficients associés à la taille minimale des captures sont cohérents pour tous les modèles retenus : la quantité rejetée y est liée négativement dans 19 cas sur 21 (coefficients de  $-0,07$  à  $-0,61$ ) (Tableau 14). La seule espèce pour laquelle cette relation n'est pas valide est la langoustine (mâle ou femelle), qui est rejetée en quantités reliées positivement avec la taille maximale des captures : les grandes langoustines sont plus lourdes et contribuent à augmenter le poids rejeté. La qualité de l'ajustement est variable selon les espèces ; dans l'ensemble les hypothèses de normalité sont respectées (Figure 21). La figure 22 montre la distribution des tailles minimales de capture pour chaque espèce ; leur CV moyen est de 32% (Annexe 2). Ce facteur présente une certaine variabilité entre marées, donc son pouvoir explicatif n'est pas un artefact.

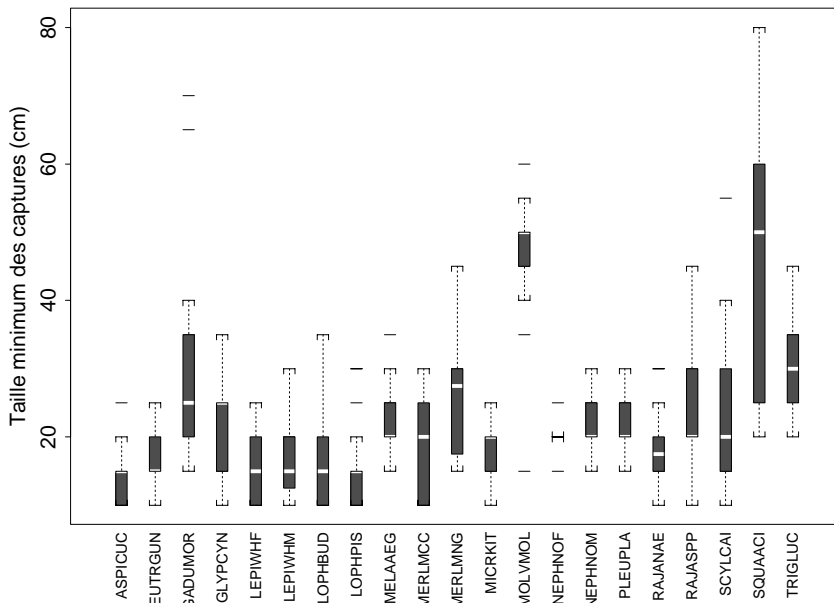
Espèce	R <sup>2</sup>	Intercept	Taille min. captures	Poids débarqué	Taille max. captures	Poids total débarqué	Corde de dos	Maillage
ASPICUC	0,66	10,88	-0,51	4,9E-02	-	-	-	-
EUTRGUR	0,46	2,42	-0,19	-	0,17	-	-	-
GADUMOR	0,50	6,99	-0,17	-	-	-	-	-
GLYPCYN	0,56	8,72	-0,30	-	-	-	-	-
LEPIWHF	0,55	6,73	-0,26	-1,5E-03	-	-	0,09	-
LEPIWHM	0,69	6,03	-0,26	-	-	-	0,07	-
LOPHBUD	0,70	2,72	-0,14	1,4E-03	-	-	-	-
LOPHPIS	0,52	5,06	-0,22	-	-	-	-	-
MELAAEG	0,65	10,45	-0,35	6,6E-04	-	-	-	-
MERLMCC	0,59	7,63	-0,22	-	-	-	-	-
MERLMNG	0,61	13,36	-0,36	-	-	-	-	-
MICRKIT	0,44	5,67	-0,22	-	-	0,14	-	-
MOLVMOL	0,13	3,42	-0,09	-	-	-	-	-
NEPHNOF	0,61	-9,06	-	-	0,35	-	-	-
NEPHNOM	0,79	4,61	-	-	0,18	-	-	-0,10
PLEUPLA	0,69	15,14	-0,61	-	-	-	-	-
RAJA-E	0,55	6,37	-0,13	4,7E-04	-	-	-	-
RAJASPP	0,42	-6,55	-0,08	-	-	-	-	0,12
SCYLCAN	0,57	5,80	-0,14	-	-	0,12	-	-
SQUAACA	0,25	4,52	-0,07	-	-	-	-	-
TRIGLUC	0,50	9,75	-0,30	-	-	-	-	-

**Tableau 14** : Modèles linéaires de prédiction du logarithme du poids rejeté par espèce par marée.

Les variables sont sélectionnées par addition de variables choisies dans la liste suivante : taille minimum et taille maximum des captures, poids de l'espèce débarqué, poids total débarqué, longueur de la corde de dos et maillage du chalut.



**Figure 21 :** Exemple de qualité de l'ajustement du modèle linéaire pour la baudroie blanche et la raie fleurie. Les variables explicatives sont la taille minimum des captures, plus le poids total débarqué pour la raie. A gauche : résidus en fonction de la valeur estimée. Au centre : observations en fonction de la valeur estimée. A droite : distribution empirique des résidus / distribution normale.



**Figure 22 :** Distribution de la taille minimum des captures, par marée, par espèce (Cf figure 17).

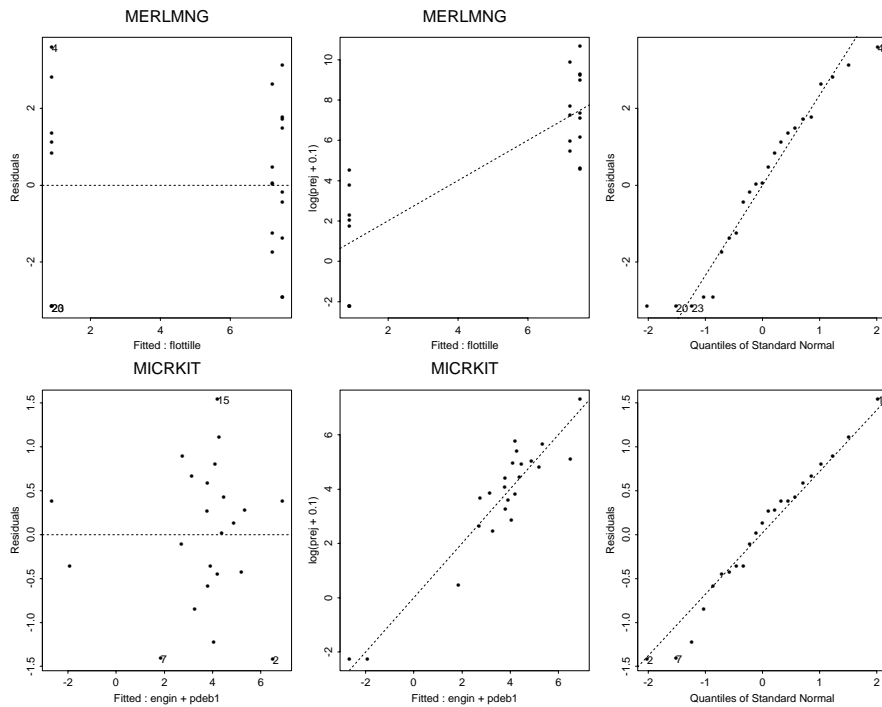
#### 4.1.3. En utilisant uniquement les caractéristiques des débarquements

L'analyse précédente est comparée avec la prédiction obtenue en n'utilisant que des variables ne dépendant pas de la campagne d'échantillonnage des rejets : variables décrivant les débarquements ou les opérations de pêche (Tableau 15). Dans cette analyse, la marée 26 qui n'a duré que trois jours est supprimée car trop différente des autres pour l'ensemble des facteurs disponibles. Le pourcentage de variance expliqué ( $R^2$ ) est à peine inférieur au cas précédent. La différence principale réside dans les variables explicatives : elles varient selon les stocks. Contrairement à l'analyse précédente, il n'y a pas de modèle général. Les variables le plus souvent impliquées dans le modèle sélectionné sont : le métier (cinq espèces) ; le nombre de poissons de la plus petite classe de taille de 10 cm débarquée (influence positive pour cinq stocks) et la taille minimum des débarquements (deux espèces) ; le poids débarqué (influence positive pour trois espèces, négative pour les cardines femelles) et le poids total ou de cible débarqué (quatre espèces, lien positif). Pour ce qui concerne la durée de la marée on distingue les espèces les plus périssables (grondin, merlu, raies) pour lesquelles les rejets augmentent avec le nombre de jours de mer. A l'inverse, les rejets de cardines et langoustines diminuent quand la marée est plus longue. D'autres facteurs (zone, trimestre, engin) interviennent pour une ou deux espèces mais étant donné le grand nombre de modèles testés, il faut garder à l'esprit que le risque d'erreur de type I augmente et peut conduire à accepter comme significatifs des facteurs qui ne le sont pas.

Espèce	O.O.	R <sup>2</sup>	Métier B	Métier D	Nb petits déb.	Poids déb.	Poids total déb.	Jours de mer	Pds cible déb.	Taille min déb.	Autres facteurs
ASPICUC	-5,83	0,24	-	-	-	-	-	0,84	-	-	
EUTRGUR	2,84	0,76	-	-	6,8E-3	-	0,15	-	-	-	trimestre
GADUMOR	-1,35	0,43	0,50	1,51	-	-	0,21	-	-	-	
GLYPCYN	3,01	0,65	-	-	-	1,4E-2	-	-	-	-0,13	
LEPIWHF	8,58	0,57	-	-	3,1E-3	-1,5E-3	-	-0,34	-	-	
LEPIWHM	10,03	0,81	-	-	-	-	-	-0,54	-	-	zone
LOPHBUD	0,24	0,47	-	-	-	1,6E-3	-	-	-	-	
LOPHPIS	1,05	0,43	-	-	-	-	-	-	-	-	zone
MELAAEG	3,04	0,50	1,35	0,46	-	5,7E-4	-	-	-	-	
MERLMCC	-6,26	0,71	1,05	1,77	-	-	-	0,81	-	-	
MERLMNG	5,32	0,71	3,15	1,27	-	-	-	-	-	-	
MICRKIT	1,11	0,89	-	-	-	-	0,11	-	-	-	engin
MOLVMOL	-0,56	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
NEPHNOF	23,00	0,66	-	-	-	-	-	-1,70	7,0E-4	-	
NEPHNOM	17,18	0,72	-	-	-	-	-	-1,10	-	-	
PLEUPLA	2,36	0,77	3,06	0,66	-	-	-	-	-	-	
RAJANAE	-1,46	0,44	-	-	1,0E-3	-	-	0,43	-	-	
RAJASPP	2,81	0,15	-	-	1,6E-2	-	-	-	-	-	
SCYLCAN	3,78	0,14	-	-	5,7E-3	-	-	-	-	-	
SQUAACA	1,08	0,00	-	-	-	-	-	-	-	-	
TRIGLUC	3,51	0,57	-	-	-	-	-	-	-	-0,14	

**Tableau 15** : Modèles linéaires de prédiction du logarithme des quantités en poids rejetées par espèce et par marée. Les variables sont sélectionnées par addition de variables décrivant exclusivement les débarquements et les opérations de pêche (accessibles sans échantillonnage des rejets) choisies dans la liste suivante : taille minimum des débarquements, nombre débarqué dans la plus petite classe de taille (de 10 cm), poids de l'espèce débarquée, poids des espèces-cibles débarquées (Cf § 1.1), poids total débarqué, durée de la marée en jours, métier, engin, trimestre, zone de pêche (NB pour les langoustines, le métier n'est pas inclus dans la liste des facteurs possibles car les captures de cette espèce par les benthiques et démersaux sont presque toujours nulles). O.O. donne l'ordonnée à l'origine,  $R^2$ , le coefficient de corrélation multiple, les autres colonnes, les coefficients des facteurs retenus.





**Figure 23** : Exemple de qualité de l'ajustement du modèle linéaire pour le merlan (variable explicative : le métier) et la limande-sole (variables explicatives : engin et poids total débarqué) (Cf figure 21).

#### 4.1.4. Conclusion

La taille minimum des captures semble la variable la plus pertinente pour prédire les quantités de rejets par marée. Le poids débarqué apporte dans certains cas une information supplémentaire. Plus les captures sont de petite taille, plus les pêcheurs en rejettent. Plus ils débarquent d'une espèce, plus ils en ont rejeté. Plus le tri est sélectif (rejets de plus grande taille), plus les rejets sont importants.

Utiliser cette information pour prédire les rejets des années pour lesquelles il n'y a pas eu d'échantillonnage ne semble pas facile. Une idée serait d'utiliser un indice de taille ou de croissance des recrues de chaque espèce, disponible par échantillonnage lors des campagnes de pêche scientifique. Mais le petit nombre d'années où les rejets ont été échantillonnés rend délicate la validation d'un tel modèle. L'élaboration et surtout la validation d'un modèle nécessitent des campagnes répétées d'échantillonnage des rejets.

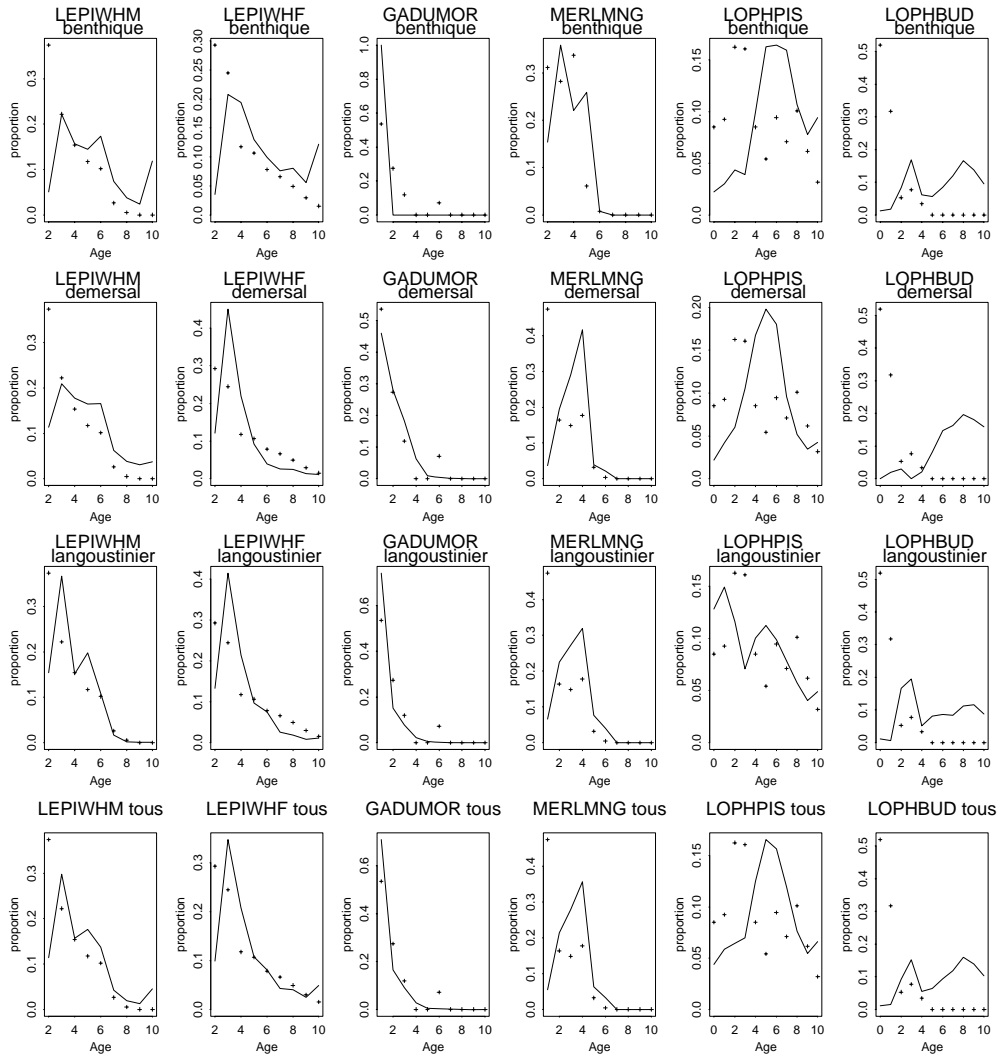
## 4.2. Prédiction de la structure en longueur et en âge des rejets

Dans un premier temps, nous procédons à une comparaison graphique des distributions en âge ou en longueur des captures totales en nombre, d'une part, et des indices d'abondance obtenus en Mer Celtique lors des campagnes EVHOE organisées par IFREMER, d'autre part. Les campagnes EVHOE ont débuté en 1987 ; toute la mer Celtique est couverte depuis 1997 par environ 75 traits. La campagne se déroule en général en automne (octobre - novembre). Il existe une différence de sélectivité entre l'engin de pêche utilisé pour EVHOE et les engins employés par les pêcheurs professionnels. Aussi pour chaque espèce, pour chaque métier, la comparaison n'est effectuée qu'au dessus d'une catégorie d'âge (longueur pour le merlu) pour laquelle la sélectivité des engins est supposée identique (Tableau 16). On observe cependant une différence des proportions entre captures professionnelles et scientifiques pour le premier groupe d'âge pris en compte dans la comparaison (Figures 24 et 25). Plusieurs explications semblent plausibles. Tout d'abord, les captures totales sont une estimation globale pour toute l'année, alors que les observations d'EVHOE sont restreintes à l'automne, saison du recrutement pour la plupart des espèces concernées. Deuxièmement, l'échantillonnage scientifique couvre la zone de façon homogène, ce qui n'est pas le cas pour les pêcheurs. Les professionnels pêchent proportionnellement moins de jeunes, à l'exception des benthiques et langoustiniers pour la morue, et de tous les métiers pour le merlu. La différence des proportions est la plus prononcée pour la baudroie noire, ce qui pourrait s'expliquer par la répartition spatiale très hétérogène de cette espèce : les effectifs échantillonnés lors des campagnes EVHOE sont très faibles, la précision des proportions aux âges est en conséquence faible aussi.

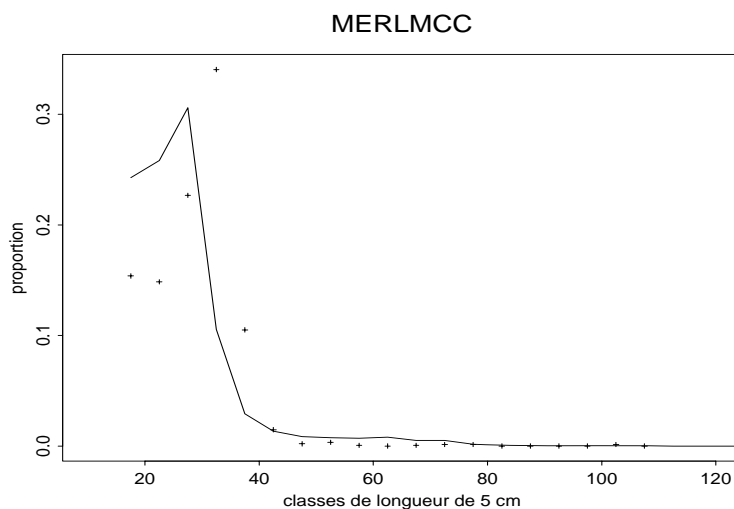
Métier	Espèce					
	LEPIWHM	LEPIWHF	GADUMOR	MERLMNG	LOPHPIS	LOPHBUD
benthique	2	2	1	2	0	0
démersal	2	2	1	1	0	0
langoustinier	2	2	1	1	0	0

**Tableau 16** : Age minimal pris en compte dans la comparaison des structures en âge.

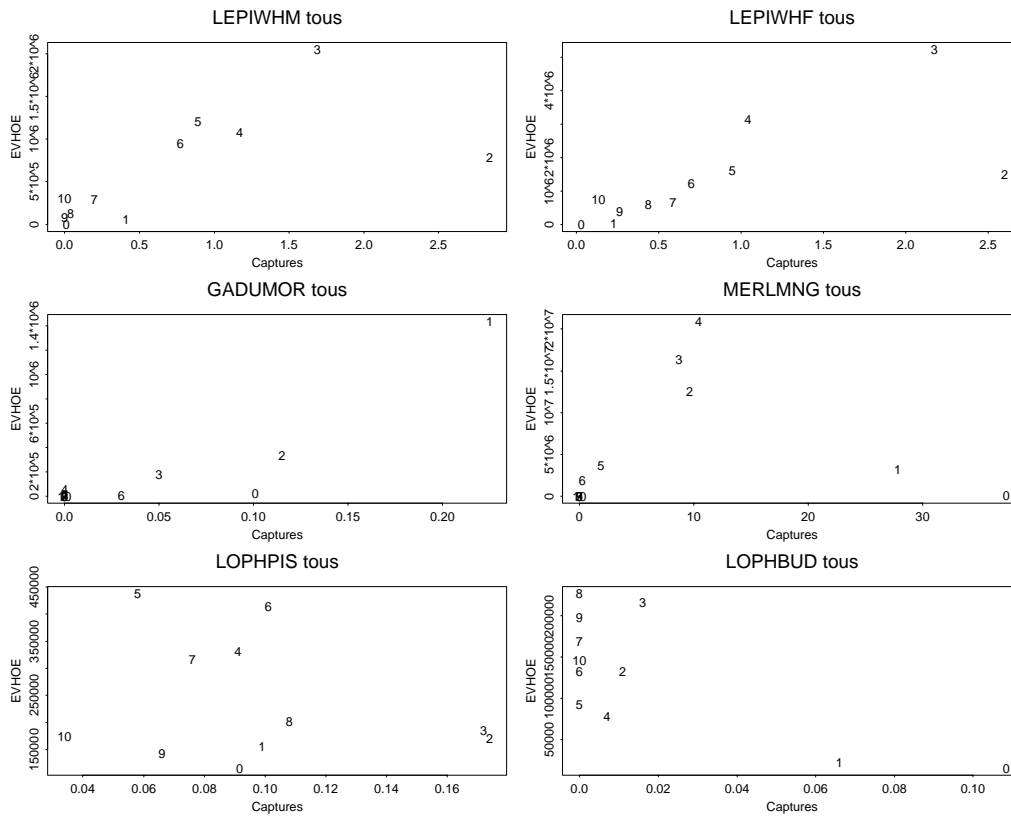
Pour étudier la possibilité d'utilisation des indices d'abondance issus des campagnes scientifiques EVHOE comme prédicteurs des captures du groupe d'âge le plus jeune (défini dans le tableau ci-dessus), les nombres par groupe d'âge obtenus avec EVHOE et les captures par unité d'effort estimées sont montrés sur les figures 26 et 27. Si ces deux grandeurs sont des indices d'abondance, elles devraient présenter une relation linéaire. La proportionnalité est assez bonne pour les cardines et le merlan, à l'exception de certains groupes d'âge (0 et 1 pour le merlan, 2 pour les cardines) qui sont précisément ceux concernés par les rejets. Il faudrait examiner cette proportionnalité sur une série temporelle car ce qui est important pour la prédiction, c'est que la proportionnalité pour un groupe d'âge donné soit constante dans le temps. Ce premier résultat n'est cependant guère encourageant.



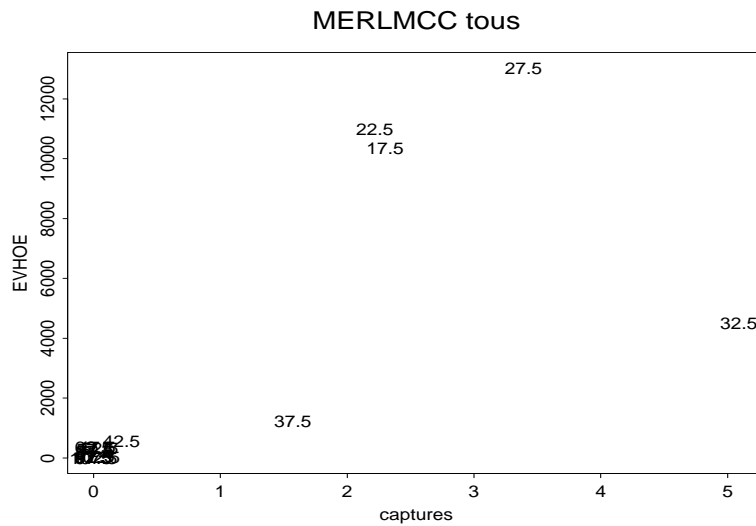
**Figure 24 :** Répartition des groupes d'âge dans les captures totales par métier et pour toute la flottille (traits) et les indices d'abondance EVHOE (points) pour les cardines, morue, merlan et baudroies.



**Figure 25 :** Répartition en classes de longueur dans les captures totales (traits) et les indices d'abondance EVHOE (points) pour le merlu



**Figure 26** : Relation entre les indices d'abondance EVHOE et les captures par unité d'effort de l'ensemble de la flottille, pour les espèces évaluées analytiquement (VPA). Chaque point représente un groupe d'âge, indiqué par un chiffre.



**Figure 27** : Relation entre les indices d'abondance EVHOE et les captures par unité d'effort des différents métiers et de l'ensemble de la flottille, pour le merlu. Chaque point représente une classe de longueur, dont le centre est indiqué par un chiffre

## 5. Recommandations

Un effort tel que celui qui a été consenti en 1997 n'est pas envisageable chaque année. Cependant, chaque année il est nécessaire d'estimer les rejets afin d'évaluer le plus précisément possible les espèces faisant l'objet d'évaluation internationale. Pour certaines espèces comme le merlan, la cardine et la langoustine, il est probable que la prise en compte des rejets est cruciale puisqu'ils sont plus nombreux que les débarquements. De plus ces stocks sont essentiellement exploités par les flottilles françaises. Pour la morue et le merlu, débarquements et rejets sont du même ordre de grandeur mais la part capturées par les flottilles françaises n'est pas prépondérante par rapport aux autres flottilles. Il semble moins essentiel d'estimer les rejets de baudroies, plus faibles par rapport aux captures. Dans l'état actuel des connaissances, il ne semble pas possible de proposer une méthode fiable pour estimer les rejets en l'absence d'échantillonnage. Deux stratégies semblent possibles : consentir pendant quelques années un effort plus important afin d'élaborer une telle méthode. Ou élaborer un plan allégé à effectuer chaque année en routine. Finalement nous donnons quelques pistes pour l'échantillonnage des espèces non commerciales.

### 5.1. Plan d'échantillonnage en continu des rejets d'espèces commerciales évaluées analytiquement

#### 5.1.1. Stratification

La stratification en métiers n'est peut-être pas la plus pertinente, étant donné les problèmes de post-stratification. Si l'on maintenait cette stratification, il ne serait peut-être plus nécessaire d'échantillonner le métier benthique, qui contribue pour une faible part aux rejets d'espèces commerciales, sauf pour les baudroies (Tableau 17). Une stratification temporelle pourrait être adoptée. Par exemple, le tableau 18 suggère que deux strates seraient utiles pour les démersaux (premier trimestre et reste de l'année), alors que les langoustiniers devraient être échantillonnés toute l'année. Une autre campagne d'échantillonnage répartie sur toute l'année est nécessaire pour vérifier que cette répartition se reproduit d'année en année. Ensuite le plan d'échantillonnage pourrait être modifié en conséquence.

	Benthiques	Démersaux	Langoustiniers
GADUMOR	0,03	0,08	0,90
LEPIWHF	0,18	0,08	0,73
LEPIWHM	0,29	0,09	0,62
LOPHBUD	0,70	0,05	0,25
LOPHPIS	0,27	0,23	0,51
MERLMCC	0,02	0,21	0,78
MERLMNG	0,00	0,38	0,62
NEPHNOF	0,00	0,00	1,00
NEPHNOM	0,00	0,00	1,00

**Tableau 17** : Proportion des rejets de chaque espèce dus à chaque métier, en nombre.

Trimestre\Métier	Benthiques	Démersaux	Langoustiniers
1	800,0	10 672,8	8 242,1
2	1 381,3	394,5	26 839,4
3	1 473,4	2 315,6	22 052,2
4	2 090,2	1 207,7	6 824,1

**Tableau 18** : Nombre moyen de poissons des cinq espèces commerciales rejetés par marée, par trimestre et par métier (cardines, morue, langoustines, merlan, merlu).

### 5.1.2. Niveau échantillon

Les espèces prises en compte sont le merlan, le merlu, la morue, la cardine et la langoustine.

Le premier niveau d'échantillonnage concerne la proportion du trait conservé pour dénombrement, identification des espèces et mensuration. Le volume qu'il faut échantillonner à chaque trait de chalut pour avoir une bonne estimation des nombres rejetés par espèce est mesuré par le volume nécessaire pour estimer la proportion en poids de chaque espèce. Les espèces faiblement représentées nécessiteront donc un plus grand échantillon pour une bonne estimation. De la même manière, les espèces dont la proportion montre une forte variabilité d'un trait à l'autre demandent un échantillon plus grand. D'un point de vue pratique, on se place dans le cas où l'unité d'échantillonnage serait un panier de 10 kg et on examine combien il faudrait en prélever. Le nombre minimal est de quatre paniers de façon à pouvoir estimer la variance. Ces échantillons devront être pris de façon aléatoire dans le tas de rejets sauf bien sûr si le total est inférieur au nombre de paniers demandé.

La cardine est la seule espèce commerciale rejetée en quantités importantes par les **benthiques** (Tableau 9). Les rejets des autres espèces sont faibles. On considère qu'une précision de  $d=0,05$  (différence absolue) est suffisante pour estimer la proportion de cardines dans les rejets des benthiques (Tableau 19). En conséquence, quatre paniers de 10 kg devraient être prélevés lors de chaque trait sélectionné.

Espèce	Observé dans échantillon des traits		Taille d'échantillon nécessaire en paniers de 10kg	
	$\bar{p}$	$\bar{V}[p]$	$d=0,05$	$d=0,02$
LEPIWHF	0,105	0,238	2	6
LEPIWHM	0,076	0,168	2	4

**Tableau 19** : Taille d'échantillon [paniers de 10kg] nécessaire pour estimer la proportion de cardine pour le métier benthique.

( $\bar{p}$  est la moyenne des proportions en poids de l'espèce dans les traits échantillonnés,  $\bar{V}[p]$  est la moyenne des variances des proportions par traits (variances binomiales). On impose que la différence absolue entre la vraie proportion et son estimation ne soit pas plus grande que  $d$  avec une probabilité de 10%, c'est-à-dire que pour une vraie proportion  $x$ , la proportion estimée sera dans l'intervalle  $x \pm d$  dans 9 cas sur 10).

La morue est l'espèce rejetée en plus faible proportion dans le métier **démersal**, et la variance de la proportion du merlan est la plus grande (Tableau 20). Pour obtenir une bonne estimation des rejets de ces deux espèces par le métier démersal, il serait nécessaire d'échantillonner environ 50 kg de rejets lors de chaque trait (une précision de  $d=0,02$  semble nécessaire pour la proportion de morue qui est faible, mais  $d=0,05$  suffit pour le merlan qui représente un tiers

des rejets de ce métier). Avec ce schéma, même les rejets de morue par groupe d'âge peuvent être bien estimés, car un seul groupe d'âge (âge 1) est présent dans les rejets.

Espèce	Observé dans échantillon des traits		Taille d'échantillon nécessaire [paniers de 10kg]	
	$\bar{p}$	$\bar{V}[p]$	d=0,05	d=0,02
MERLMNG	0,33			
NEPHNOM	0,278	0,132	2	3
NEPHNOF	0,086	0,057	1	2
MERLMCC	0,078	0,058	1	3
LEPIWHF	0,066	0,172	2	3
LEPIWHM	0,052	0,245	1	3
GADUMOR	0,038	0,071	2	5

**Tableau 20** : Taille d'échantillon [paniers de 10 kg] nécessaire pour estimer la proportion de chaque espèce pour le métier démersal (Cf tableau 19).

La morue est également l'espèce rejetée dans la plus faible proportion par le métier **langoustinier** (Tableau 21). La variance de la proportion des cardines femelles dans les rejets est la plus grande. Pour obtenir une bonne estimation des rejets de ces espèces par les langoustiniers, il serait nécessaire d'échantillonner environ 50 kg de rejets de chaque trait.

Espèce	Observé dans échantillon des traits		Taille d'échantillon nécessaire (panier de 10kg)	
	$\bar{p}$	$\bar{V}[p]$	d= 0,05	d=0,02
MERLMNG	0,319	0,301	4	6
MERLMCC	0,186	0,176	2	4
NEPHNOM	0,171	0,338	3	6
LEPIWHM	0,112	0,27	2	4
LEPIWHF	0,102	0,58	2	5
NEPHNOF	0,102	0,182	2	5
GADUMOR	0,031	0,057	1	4

**Tableau 21** : Taille d'échantillon [en paniers de 10kg] nécessaire pour estimer la proportion de chaque espèce pour le métier langoustinier (Cf tableau 19).

En résumé, il faudrait échantillonner 4 paniers de 10 kg par trait des benthiques, et 5 paniers de 10 kg par trait des démersaux et langoustiniers.

### 5.1.3. Niveaux traits et marées

Au deuxième niveau d'échantillonnage, il faut choisir le nombre de traits de chalut à échantillonner pour chaque marée. Comme c'est un niveau de faible variabilité (Cf § 3.3), il suffit de s'assurer que le nombre de traits de chalut échantillonnés permet un calcul de variance des estimations. Environ cinq traits par marée, répartis sur 24 heures, devraient être adéquats.

Le troisième niveau d'échantillonnage concerne le nombre de marées à échantillonner. La variabilité à ce niveau est très importante dans le cas analysé ici. Pour simplifier on considère que la quantité d'intérêt est le poids des rejets par marée, par métier. Nous avons calculé le nombre de marées à échantillonner en ne considérant que la variabilité à cette échelle

(Tableau 22). Ce nombre est estimé avec l'objectif que la différence entre le poids réel et le poids estimé soit inférieure à 20, 30 ou 40% avec une probabilité de 0,9.

Métier	rejets moyens	V[rejets moyens]	Nombre total de marées	Nombre de marées à échantillonner pour d=		
				20%	30%	40%
Benthique	7,63	4,35	700	13	6	3
Démersal	9,72	9,14	1200	35	16	10
Langoustinier	12,12	14,51	1200	56	26	15

**Tableau 22** : Nombre de marées à échantillonner par métier.

*Rejets moyens en tonnes pour les marées du métier, et variance de cette moyenne (ignorant les niveaux inter et intra traits). Le nombre de marées à échantillonner est calculé sous l'hypothèse que la différence absolue entre le poids recherché et le poids estimé est inférieure à d avec une probabilité de 0,9.*

Une amélioration pourrait être apportée à la sélection des marées. Actuellement ce sont des navires qui sont choisis au hasard et ensuite des marées de ces navires. L'unité d'échantillonnage est la marée. Il vaudrait donc mieux tirer au hasard des dates, et échantillonner la première marée qui embarquera après cette date. Le choix des navires n'est pas parfaitement aléatoire, puisque certains patrons refusent de coopérer ou ne peuvent pas mener à bien toutes les opérations. Il est nécessaire de comparer les débarquements des navires "échantillonnables" avec ceux des navires qui refusent de coopérer, afin d'établir si les résultats obtenus sont valides pour une partie de la flottille seulement, ou s'ils peuvent être extrapolés à l'ensemble des navires.

#### 5.1.4. Résumé du plan d'échantillonnage simplifié

Métier	Nombre de marées pour		Nombre de traits/marée	Nombre de paniers de 10 kg/trait
	Précision 20%	Précision 40%		
Benthique	13	3	5	4
Démersaux	35	10	5	5
Langoustinier	56	15	5	5

**Tableau 23** : Plan d'échantillonnage annuel proposé pour estimer les rejets totaux du merlan, de la morue, de la cardine et de la langoustine par les différents métiers.

## 5.2. Plan d'échantillonnage pour l'élaboration d'un modèle

Pour mieux comprendre et élaborer un modèle de prédiction des rejets, il est nécessaire d'échantillonner simultanément les débarquements. C'est l'un des éléments qui rend l'opération si lourde même en incluant les marées échantillonnées pour les rejets dans le plan d'échantillonnage des débarquements effectué en routine pour l'estimation des compositions en taille des débarquements.

Pour progresser dans l'élaboration d'un modèle, on pourrait explorer deux catégories de facteurs de la variabilité des rejets : ceux qui décrivent la composition de la pêche, et ceux qui concernent les comportements de tri.

### 5.2.1. Facteurs liés à la composition de la pêche

La composition de la pêche dépend de la composition du peuplement marin. C'est la catégorie d'hypothèses qui tend à expliquer les rejets d'une espèce par les bons recrutements, ou par un



indice de taille des recrues. Pour affiner et tester ce type d'hypothèses, il faut disposer de séries temporelles de rejets, et de séries d'indices d'abondance. Autrement dit, pour développer des modèles qui tiennent compte de la variabilité naturelle, il faut échantillonner pendant plusieurs années selon le plan décrit au paragraphe précédent, et poursuivre en parallèle l'acquisition d'information directe par campagnes de chalutages scientifiques. Pour cette dernière, il serait souhaitable d'améliorer la capturabilité des espèces benthiques comme baudroie et cardine, au moyen d'un racasseur par exemple.

La composition de la pêche est aussi influencée par la stratégie de pêche : le métier. C'est la composante qui n'a pas pu être décrite avec précision ici, parce que l'information sur les débarquements n'est disponible qu'au niveau de la marée, où se mêlent plusieurs métiers. Pour améliorer notre compréhension des rejets, il est indispensable d'obtenir l'information sur les rejets et les débarquements correspondant à un métier et un seul. Pour cela, on pourrait échantillonner pour chaque trait sélectionné, d'une part les rejets, d'autre part les débarquements ; cette méthode serait très coûteuse car elle nécessite d'embarquer un observateur pour chaque marée échantillonnée. A défaut, il serait possible de demander aux pêcheurs professionnels de noter la composition des débarquements de chaque trait pour lequel ils prélèvent un échantillon de rejets ; il serait alors possible d'attribuer les traits aux séquences de pêche correspondantes *a posteriori*. Les relations entre captures et rejets pourraient ainsi être analysées par séquence de pêche, c'est-à-dire avec une stratégie de pêche homogène. Cette méthode permettrait probablement d'améliorer la précision des résultats, en particulier pour ce qui concerne les langoustiniers. On pourrait facilement calculer le nombre de marées à échantillonner pour obtenir un nombre donné de traits correspondant à ce métier. Ajoutons que les stratégies de pêche sont définies en partie par l'engin choisi, qui n'a pas été décrit avec précision dans le protocole de 1997. Il conviendrait de mieux noter les détails du gréement, compte- tenu de leur influence sur les captures.

### 5.2.2. Facteurs liés aux comportements des pêcheurs

Dans le plan d'échantillonnage réalisé en 1997, l'effet marée est confondu avec l'effet équipage, car chaque navire n'a été échantillonné que pour une seule marée. Pour améliorer notre connaissance de la variabilité des comportements de tri, il faudrait réaliser ponctuellement une analyse de la variabilité individuelle, en analysant les rejets de plusieurs marées de chaque navire d'un échantillon fixé. Cette opération nécessite l'emploi d'un observateur embarqué, de façon à disposer de l'information exhaustive sur captures et débarquements pour chaque trait échantillonné. Une telle opération permettrait de mesurer la variabilité individuelle, et de tenter de l'expliquer par une liste de facteurs comme le degré d'endettement, l'éducation, les fluctuations des prix, les taxes portuaires... Ce type d'analyse nécessite une collaboration avec des économistes. Il faudrait également noter d'autres facteurs, comme par exemple le fait que les poissons étaient endommagés ou trop maigres. La fraction des rejets la plus facile à prédire pourrait être celle d'animaux abîmés, qui devrait être proportionnelle à l'effort de pêche ou à la capture.

### 5.3. Plans d'échantillonnage dans une perspective d'écosystème

De tels plans d'échantillonnage seraient nécessairement différents des précédents. Ils pourraient être stratifiés ou non selon que l'on veut estimer l'impact sur les populations non cibles d'un métier, ou de la pêche en général.

Estimer la quantité globale de rejets ne nécessite pas un effort important. Il suffit de sélectionner un échantillon de marées pour lesquelles on demande aux pêcheurs de compter le nombre de paniers rejetés sur un certain nombre de traits. Il est probable que ce type d'opération serait plus efficace s'il est ponctuel que si la déclaration des rejets est imposée en

routine. Dans ce dernier cas on pourrait craindre que le dénombrement soit effectué avec moins d'attention. Dans certains pays où cette déclaration est obligatoire, il est nécessaire de faire embarquer des observateurs pour estimer le coefficient de correction des déclarations (Cramer *et al.*, 1995).

Pour estimer les rejets d'une espèce donnée, l'effort d'échantillonnage nécessaire dépend de l'abondance de cette espèce dans les rejets. La taille d'échantillon nécessaire pour estimer la composition en espèces des rejets, c'est-à-dire les nombres de paniers à mesurer, a été calculée pour différentes hypothèses de précision d'estimation (Cf annexe 4). Les calculs sont faits sous l'hypothèse qu'on désire estimer la proportion de chaque espèce sous condition que la différence entre la vraie proportion et la proportion estimée soit inférieure à  $d$  avec une probabilité  $alpha$ . Plus la proportion à estimer est petite, plus un grand échantillon est nécessaire.

Si l'on s'intéresse à la diversité des rejets, l'effort devra être réparti de façon à accroître le nombre d'espèces échantillonnées. Le nombre d'échantillons par trait sera d'autant plus grand que l'on s'intéresse aux espèces les plus rares (dans les rejets).

#### 5.4. Autres recommandations

A l'issue de cette étude, il paraît utile de donner quelques recommandations concernant la façon de conduire de prochaines opérations d'estimation des rejets de pêche.

- 1 Le plan d'échantillonnage doit être choisi en fonction de l'objectif de l'analyse.
- 2 Les rejets seraient mieux estimés si les statistiques appropriées étaient disponibles (au niveau trait, et non agrégées par séquence de pêche).
- 3 On utilise en général des CPUE par métier pour calibrer les analyses de population séquentielle (VPA par exemple). Bien qu'il semble raisonnable *a priori* d'y inclure les estimations de rejets, il vaut mieux l'éviter car ces estimations ne sont pas assez précises. Lors de cette calibration il est préférable de ne pas tenir compte des groupes d'âges les plus jeunes, pour lesquels les rejets sont importants, mais ne peuvent être estimés avec une précision suffisante.
- 4 Il est nécessaire d'analyser la sensibilité du diagnostic à la prise en compte des rejets : à partir de quel rapport entre nombres débarqués et nombres rejetés le diagnostic change-t-il significativement ?
- 5 Il faut rechercher une précision des estimations des rejets qui soit en accord avec la précision des données de débarquement, ce qui nécessite d'estimer la variance des débarquements.
- 6 Il est souhaitable d'améliorer la capturabilité des espèces benthiques et des individus de grandes tailles lors des campagnes scientifiques.

## 6. Références

- Anonyme. 1999. Report of the working group on *Nephrops* stocks. ICES CM 1999/ ACFM: 13, 504 pp.
- Anonyme. 2000. Report of the working group on the assessment of Southern Shelf demersal stocks. ICES C.M. 2000 / ACFM: 4, 745 pp.
- Biseau, A. 1998. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living. Resour.*, 11: 119-136.
- Cochran, W. G. 1977. Sampling techniques. Wiley series in probability and mathematical statistics, John Wiley & Sons, New York. 428 pp.
- Cramer, J., Bertolino, A. R., and Scott, G. P. 1995. Estimates of swordfish discarded dead by U.S. longline vessels since 1991. *ICCAT Rec. Doc. Sci.*, 44: 149-155.

## 7. Annexe

### 7.1. Liste des espèces identifiées

Code	Nom latin	Code groupé	Nom vernaculaire	Nom anglais
ALOSSPP	<i>Alosa spp</i>	ALOSSPP	Aloses	Shad
ARGESPH	<i>Argentina spp.</i>	ARGESPP	Argentine	Argentine
ARNOIMP	<i>Arnoglossus imperialis</i>	ARNOSPP		Imperial sald fish
ASPICUC	<i>Aspitrigla cuculus</i>	ASPICUC	Grondin rouge	Red gurnard
CALLLYR	<i>Callionymus lyra</i>	CALLLYR	Callionyme	Dragonet
CAPRAPE	<i>Capros aper</i>	CAPRAPE	Sanglier	Boar fish
CEPHIND		CEPHIND	Céphalopodes indéterminés	
CLUPHAR	<i>Clupea harengus</i>	CLUPHAR	Hareng	Atlantic herring
ELEDCIR	<i>Eledone cirrosa</i>	ELEDCIR	Poulpe	Octopus
EUTRGUR	<i>Eutrigla gurnardus</i>	EUTRGUR	Grondin gris	Grey gurnard
GADUMOR	<i>Gadus morhua</i>	GADUMOR	Morue	Atlantic cod
GAIDVUL	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	DIVESPP	Motelle commune	Three-beard rockling
GLYPCYN	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	GLYPCYN	Plie cynoglosse	Witch flounder
HIPPPLA	<i>Hippoglossus platessoides</i>	HIPPPLA	Balai	Long rough dab
LEPIBOI	<i>Lepidorhombus boscii</i>	LEPIBOI	Cardine à quatre taches	Four-spotted megrim
LEPIWHF	<i>Lepidorhombus wiffiagonis</i>	LEPIWHF	Cardine femelle	Megrim
LEPIWHI	<i>Lepidorhombus wiffiagonis</i>	LEPIWHI	Cardine indéterminée	Megrim
LEPIWHM	<i>Lepidorhombus wiffiagonis</i>	LEPIWHM	Cardine mâle	Megrim
LIMALIM	<i>Limanda limanda</i>	LIMALIM	Limande commune	Common dab
LOLISPP	<i>Loligo sp.</i>	LOLISPP	Encornet	Squid
LOPHBUD	<i>Lophius budegassa</i>	LOPHBUD	Baudroie noire	Black angler
LOPHPIS	<i>Lophius piscatorius</i>	LOPHPIS	Baudroie blanche	Monk
MERLMNG	<i>Merlangius merlangus</i>	MERLMNG	Merlan	Whiting
MELAAEG	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	MELAAEG	Eglefin	Haddock
MERLMNG	<i>Merluccius merluccius</i>	MERLMCC	Merlu	Hake
MICRKIT	<i>Microstomus kitt</i>	MICRKIT	Limande sole	Lemon sole
MICRPOU	<i>Micromesistius poutassou</i>	MICRPOU	Merlan bleu	Blue whiting
MICRVAR	<i>Microchirus variegata</i>	DIVEPLA	Sole perdrix	Thickback sole
MOLVMOL	<i>Molva molva</i>	MOLVMOL	Lingue franche	Ling
MUSTMUS	<i>Mustelus mustelus</i>	DIVESPP	Emissole	Smoothhound
NEPHNOF	<i>Nephrops norvegicus</i>	NEPHNOF	Langoustine femelle	Norway lobster
NEPHNOM	<i>Nephrops norvegicus</i>	NEPHNOM	langoustine mâle	Norway lobster
PECTMAX	<i>Pecten maximus</i>	PECTMAX	Coquille St Jacques	Common scallop
PHYCBLE	<i>Phycis blenoides</i>	DIVESPP	Phycis de fond	Greater forkbeard
PLATFLE	<i>Platichthys flesus</i>	PLATFLE	Flet	European flounder
PLEULPA	<i>Pleuronectes platessa</i>	PLEUPLA	Plie	Plaice
RAJABAF	<i>Raja batis</i>	RAJASPP	Pocheteau gris femelle	Blue skate
RAJABAI	<i>Raja batis</i>	RAJASPP	Pocheteau gris indéterminé	Blue skate
RAJABAM	<i>Raja batis</i>	RAJASPP	Pocheteau gris mâle	Blue skate
RAJABRA	<i>Raja brachyura</i>	RAJASPP	Raie blanche	White skate
RAJACLA	<i>Raja clavata</i>	RAJASPP	Raie bouclée	Biscuit ray
RAJAFUI	<i>Raja fullonica</i>	RAJASPP	Raie chardon	Shagreen ray

RAJAMICR	<i>Raja microocellata</i>	RAJASPP	Raie mêlée	Small-eyed ray
RAJAMON	<i>Raja montagui</i>	RAJASPP	Raie douce	Spotted ray
RAJANAE	<i>Raja naevus</i>	RAJANAE	Raie fleurie	Cukoo ray
RAJAUND	<i>Raja undulata</i>	RAJASPP	Raie brunette	Undulate Ray
SARDPIL	<i>Sardina pilchardius</i>	DIVESPP	Sardine	European pilchard
SCOMCSO	<i>Scomber scombrus</i>	SCOMCSO	Maquereau	Mackerel
SCYLCAN	<i>Scyliorhinus canicula</i>	SCYLCAN	Petite roussette	Smallspotted catshark
SEPIIND	<i>Sepia officinalis</i>	SEPIISP	Seiche	Common cuttelfish
SEPIOFF	<i>Sepia officinalis</i>	SEPIISP	Seiche	Common cuttelfish
SOLEVUL	<i>Solea vulgaris</i>	SOLEVUL	Sole	Sole
SPRASPR	<i>Sprattus sprattus</i>	SPRASPR	Sprat	Sprat
SQUAACA	<i>Squalus acanthias</i>	SQUAACA	Aiguillat	Spiny dogfish
TORPNOB	<i>Torpedo nobiliana</i>	DIVESPP	Torpille noire	Electric ray
TRACTRU	<i>Trachurus trachurus</i>	TRACTRU	Chinchard	Horse mackerel
TRIGLUC	<i>Trigla Lucerna</i>	TRIGLUC	Grondin perlon	Tub gurnard
TRISESM	<i>Trisopterus esmarki</i>	TRISESM	Tacaud norvégien	Norway pout
TRISLUS	<i>Trisopterus luscus</i>	TRISLUS	Tacaud commun	Pouting bib
TRISMIN	<i>Trisopterus minutus</i>	TRISMIN	Petit tacaud	Poor-cod
ZEUGPUN	<i>Zeugopterus punctatus</i>	DIVESPP	Targeur	Topknot
ZEUSFAB	<i>Zeus faber</i>	ZEUSFAB	Saint Pierre	John Dory

## 7.2. Estimations des quantités rejetées par espèce en 1997

A) Poids rejetés en kilogrammes

	Benthiques	Démersaux	Langoustiniers
ALOSSPP	0	31 199	113
ARGESPP	91 837	52 376	0
ARNOSPP	17 946	2 916	0
ASPICUC	1 048 979	347 816	23 790
CALLLYR	22 501	50 134	2 441
CAPRAPE	801 341	34 732	38
CLUPHAR	131	131 911	1 962
DIVEPLA	989	2 980	482
DIVESPP	4 505	1 649	139
ELEDCIR	22 556	26 367	0
EUTRGUR	742 329	1 652 725	104 607
GADUMOR	7 976	37 664	468 036
GLYPCYN	9 585	183 829	41 543
HIPPPLA	9 924	36 067	46 790
LEPIBOI	9 846	0	0
LEPIWHF	174 154	119 741	565 535
LEPIWHM	166 636	66 687	280 107
LIMALIM	4 599	253 219	0
LOLISPP	112 951	34 714	0
LOPHBUD	35 797	2 122	8 687
LOPHPIS	7 705	13 019	17 244
MELAAEG	32 060	1 267 520	606 624
MERLMCC	11 276	157 890	378 600
MERLMNG	9 744	4 854 858	8 803 588
MICRKIT	23 452	444 472	106 243
MICRPOU	32 196	94 391	59 883
MOLVMOL	3 910	7 521	688
MOTESPP	10 245	20 002	0
MULENOI	13 962	0	0
MUSTMUS	0	0	49 085
NEPHNOF	0	22	759 857
NEPHNOM	396	200	618 940
PLATFLE	0	0	40 716
PLEUPLA	692	235 146	43 668
RAJA-NAE	425 487	120 191	17 728
RAJASPP	81 155	93 333	33 874
RAT	32 682	0	0
SCOMSCO	274 742	87 760	12 221
SCYLCAN	117 525	145 940	267 369
SEBASTE	6 295	0	0
SEPISPP	15 494	3 120	0
SPRASPR	0	100	0
SQUAACA	15 285	5 506	1 424
TRACTRU	648 056	452 329	28 200
TRIGLUC	167 647	34 957	702
TRISESM	713	229 019	73 639
TRISLUS	36 604	30 030	3 495
TRISMIN	189 465	716 993	98 551

## B) Nombres rejetés en milliers

	Benthiques	Démersaux	Langoustiniers
ALOSSPP	0	30	1
ARGESPP	1 104	978	0
ARNOSPP	729	90	0
ASPICUC	10 246	2 978	126
CALLLYR	180	556	27
CAPRAPE	20 923	970	2
CLUPHAR	0	848	35
DIVEPLA	24	21	5
DIVESPP	30	24	2
ELEDCIR	56	183	0
EUTRGUR	2 942	13 231	866
GADUMOR	35	108	1 222
GLYPCYN	59	1 031	299
HIPPPLA	103	394	1 050
LEPIBOI	103	0	0
LEPIWHF	1 668	768	6 654
LEPIWHM	1 760	520	3 740
LIMALIM	28	2 405	0
LOLISPP	206	257	0
LOPHBUD	304	23	107
LOPHPIS	98	83	186
MELAAEG	133	3 828	2 161
MERLMCC	89	1 134	4 219
MERLMNG	32	22 362	36 292
MICRKIT	145	2 900	773
MICRPOU	421	1 592	744
MOLVMOL	8	9	4
MOTESPP	57	52	0
MULENOI	48	0	0
MUSTMUS	0	0	198
NEPHNOF	0	3	46 106
NEPHNOM	15	8	35 656
PLATFLE	0	0	302
PLEUPLA	6	1 119	233
RAJA-NAE	1 696	486	120
RAJASPP	296	268	225
RAT	91	0	0
SCOMSCO	1 373	599	58
SCYLCAN	503	434	664
SEBASTE	24	0	0
SEPISTP	81	38	0
SPRASPR	0	11	0
SQUAACA	37	12	8
TRACTRU	3 901	3 398	161
TRIGLUC	502	107	4
TRISESM	8	4 910	1 890
TRISLUS	83	103	9
TRISMIN	2 779	10 677	1 910

### 7.3. Estimation des rejets de 1997 par groupe d'âge ou de longueur et par métier pour les espèces évaluées en groupe de travail (en nombres)

<b>Estimations :</b>		Groupes d'âge								
Métier	Espèce	0	1	2	3	4	5	6	7	8
B	GADUMOR	0	35 169	0	0	0	0	0	0	0
B	LEPIWHF	0	2 572	156 739	894 526	502 732	203 442	114 951	12 207	1 887
B	LEPIWHM	0	3 474	116 124	503 633	296 812	173 099	232 890	57 889	3 660
B	LOPHBUD	12 083	16 531	79 631	158 799	32 075	3 358	943	0	0
B	LOPHPIS	25 107	33 143	31 173	0	0	0	0	0	0
B	MERLMNG	0	0	4 917	11 477	7 052	8 276	249	0	0
D	GADUMOR	0	106 979	829	0	0	0	0	0	0
D	LEPIWHF	0	5 924	124 013	443 859	154 474	33 591	2 149	0	1 658
D	LEPIWHM	0	16 129	97 179	172 207	100 971	51 994	61 143	16 339	3 642
D	LOPHBUD	0	3 642	5 680	0	2 487	873	0	0	0
D	LOPHPIS	21 266	40 402	27 418	3 730	0	0	0	0	0
D	MERLMNG	0	819 232	4 366 906	6 492 450	9 332 367	886 779	479 979	0	0
L	GADUMOR	25 060	1 196 446	580	0	0	0	0	0	0
L	LEPIWHF	0	21 885	1 144 720	3 489 553	1 442 974	422 871	321 930	4 444	13 924
L	LEPIWHM	0	40 551	571 105	1 344 700	504 979	671 395	370 127	50 974	290
L	LOPHBUD	3 118	1 944	46 681	53 654	1 600	0	0	0	0
L	LOPHPIS	69 126	79 615	37 567	0	0	0	0	0	0
L	MERLMNG	71 819	2 402 059	8 159 427	9 877 427	11 568 791	2 775 455	1 436 195	290	0
<b>Ecart-types:</b>										
Métier	Espèce	1	2	3	4	5	6	7	8	
B	GADUMOR	0	19 955	0	0	0	0	0	0	0
B	LEPIWHF	0	1 781	53 043	233 614	95 616	38 833	54 972	6 532	1 353
B	LEPIWHM	0	2 708	82 688	220 944	89 789	65 464	88 335	33 898	3 641
B	LOPHBUD	8 316	9 330	44 340	81 536	13 466	2 267	948	0	0
B	LOPHPIS	12 472	8 710	12 868	0	0	0	0	0	0
B	MERLMNG	0	0	4 131	6 551	3 759	4 344	246	0	0
D	GADUMOR	0	38 741	814	0	0	0	0	0	0
D	LEPIWHF	0	5 929	99 913	306 131	88 790	16 775	1 529	0	1 655
D	LEPIWHM	0	14 307	82 255	158 115	64 418	44 259	35 904	14 825	3 583
D	LOPHBUD	0	3 521	3 512	0	2 403	843	0	0	0
D	LOPHPIS	17 399	12 795	16 947	3 662	0	0	0	0	0
D	MERLMNG	0	387 110	3 485 163	4 912 456	7 770 943	465 604	474 542	0	0
L	GADUMOR	16 601	602 591	575	0	0	0	0	0	0
L	LEPIWHF	0	19 929	416 873	1 476 180	630 353	236 800	255 159	3 774	9 837
L	LEPIWHM	0	25 529	240 714	564 280	233 343	308 796	163 501	31 470	290
L	LOPHBUD	2 074	1 913	24 967	23 733	1 187	0	0	0	0
L	LOPHPIS	27 587	24 290	15 870	0	0	0	0	0	0
L	MERLMNG	47 370	909 338	4 173 938	6 632 753	6 362 009	1 768 531	1 429 597	290	0



longueur	Benthiques		Démersaux			Langoustiniers		
	MERLMCC	NEPHNOM	MERLMCC	NEPHNOF	NEPHNOM	MERLMCC	NEPHNOF	NEPHNOM
<b>Estimations :</b>								
10	0	0	8 306	0	0	216 803	0	0
15	910	0	8 779	0	0	1 278 674	1 451	580
20	29 398	0	187 441	0	0	1 199 135	2 189 059	1 401 178
25	37 323	0	634 999	2 619	1 309	1 164 689	20 118 929	13 700 291
30	19 343	12 574	275 802	0	3 928	304 767	21 491 307	18 088 365
35	2 072	0	18 661	0	2 619	44 394	2 193 782	2 249 834
40	0	2 882	0	0	0	10 448	110 199	196 906
45	0	0	0	0	0	0	1 194	12 006
50	0	0	0	0	0	0	0	3 626
55	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	3 046
<b>Ecart-types:</b>								
10	0	0	7 434	0	0	99 971	0	0
15	904	0	5 613	0	0	679 655	1 449	579
20	16 999	0	91 591	0	0	454 842	883 540	635 412
25	16 019	0	421 777	2 390	1 195	450 633	8 105 612	4 075 417
30	5 236	14 452	210 496	0	3 585	174 185	12 885 313	6 138 204
35	1 463	0	7 867	0	2 390	19 900	1 435 270	1 161 464
40	0	2 968	0	0	0	9 217	100 753	87 924
45	0	0	0	0	0	0	1 210	7 506
50	0	0	0	0	0	0	0	3 618
55	0	0	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0	0	3 041

#### 7.4. Rapport rejets/débarquements en nombre par groupe d'âge ou de longueur pour les espèces évaluées en groupe de travail

Rapports des rejets de 1997 aux débarquements de 1997 par métier.

ND: pas de débarquements dans ce groupe (NB aucun débarquement d'âge 0 ou de longueur inférieure à 25 cm).

##### Benthiques

Espèce	âge							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LOPHPIS	49	1,73	0	0	0	0	0	0
LOPHBUD	ND	686,47	51,37	1,18	0,07	0,01	0	0
LEPIWHM	ND	ND	69,42	4,57	1,08	1,4	0,51	0,04
LEPIWHF	ND	6,42	5,23	1,02	0,44	0,29	0,03	0

##### Démersaux

Espèce	âge							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LOPHPIS	62,16	0,87	0,04	0	0	0	0	0
LOPHBUD	ND	ND	0	1,61	0,06	0	0	0
LEPIWHM	ND	ND	23,49	1,97	0,58	0,75	0,44	0,12
LEPIWHF	ND	18,47	10,85	1,88	0,51	0,05	0	0,07
GADUMOR	6,15	0,01	0	0	0	0	0	0
MERLMNG	ND	18,94	5,29	3,18	0,94	1,75	0	0

##### Langoustiniers

Espèce	âge							
	1	2	3	4	5	6	7	8
LOPHPIS	106,72	1,51	0	0	0	0	0	0
LOPHBUD	ND	933,61	51,94	0,12	0	0	0	0
LEPIWHM	ND	ND	103,37	9,07	10,97	11,76	4,21	0,04
LEPIWHF	ND	28,38	17,87	3,12	0,97	0,94	0,02	0,09
GADUMOR	14,88	0	0	0	0	0	0	0
MERLMNG	ND	63,87	15,26	6,31	4,12	7,67	0,01	0

Rapports des rejets échantillonnés aux débarquements correspondants par métier.

longueur	Benthiques	Démersaux	Langoustiniers		
	MERLMCC	MERLMCC	MERLMCC	NEPHNOF	NEPHNOM
	176,23	334,49	1560,69	ND	ND
30	1,90	11,78	26,31	123,82	28,13
35	0,09	0,64	1,48	0,72	0,40
40	0	0	0,45	0,14	0,03
45	0	0	0	0,01	0
50	0	0	0	ND	0
55	0	0	0	ND	0
60	0	0	0	ND	0,05

## 7.5. Caractéristiques (taille/ poids) des rejets par espèce, par marée

Moyennes :

Espèce	DL <sub>50</sub>	Longueur des captures					Poids		
		minimum	1 <sup>er</sup> quartile	médiane	3 <sup>e</sup> quartile	maximum	débarqué	rejeté	capturé
ASPICUC	32,4	13,4	19,7	21,3	23,9	38,2	13,4	671,8	685,2
EUTRGUR	31,5	16,3	20,3	23,2	25,3	35,3	29,3	808,3	837,6
GADUMOR	36,2	30,0	39,0	47,7	59,4	98,1	1969,3	169,5	2138,8
GLYPCYN	27,9	21,4	25,5	28,2	31,6	39,6	128,8	94,6	223,3
LEPIWHF	27,7	16,5	24,0	27,0	32,5	49,3	669,3	190,4	859,7
LEPIWHM	27,7	16,8	22,0	24,0	26,5	36,0	83,9	107,2	191,1
LOPHBUD	25,3	17,3	29,2	37,3	46,5	64,4	682,0	24,2	706,2
LOPHPIS	25,5	15,4	30,2	44,1	55,7	97,0	994,2	12,4	1006,7
MELAAEG	30,8	22,5	30,3	34,4	39,4	58,1	1902,4	441,7	2344,2
MERLMCC	32,6	18,5	24,8	30,4	35,4	79,6	147,0	137,8	284,8
MERLMNG	34,1	25,6	31,6	33,8	37,3	50,9	579,4	330,3	909,7
MICRKIT	24,6	17,7	21,4	23,6	26,6	35,2	146,5	87,7	234,1
MOLVMOL	48,8	45,9	61,0	68,4	78,6	106,5	468,6	6,0	474,6
NEPHNOF	34,7	20,0	23,6	26,4	27,9	36,4	13,3	266,8	280,0
NEPHNOM	40,3	21,7	27,5	30,8	32,5	48,3	139,9	217,5	357,4
PLEUPLA	27,5	21,2	25,9	30,0	33,3	50,0	168,2	115,1	283,3
RAJANAE	40,0	18,3	30,3	38,5	47,2	61,7	1367,8	256,3	1624,2
RAJASPP	41,4	23,9	35,5	43,9	55,5	94,2	671,2	94,3	765,5
SCYLCAN	54,5	23,9	37,7	43,7	50,3	74,2	165,1	202,4	367,5
SQUAACA	54,1	45,9	58,2	64,1	68,6	76,4	985,8	24,8	1010,6
TRIGLUC	33,1	29,3	30,7	32,5	34,5	38,9	9,7	196,3	205,9

## Coefficients de variation :

Espèce	DL <sub>50</sub>	Longueur des captures					Poids		
		minimum	1 <sup>er</sup> quartile	médiane	3 <sup>e</sup> quartile	maximum	débarqué	rejeté	capturé
ASPICUC	0,15	0,31	0,20	0,19	0,20	0,21	1,06	1,39	1,37
EUTRGUR	0,14	0,22	0,15	0,16	0,17	0,20	2,45	2,26	2,24
GADUMOR	0,29	0,46	0,35	0,32	0,25	0,17	1,41	2,56	1,32
GLYPCYN	0,11	0,35	0,21	0,19	0,19	0,21	1,31	1,85	1,39
LEPIWHF	0,14	0,29	0,20	0,21	0,21	0,13	1,12	0,88	0,92
LEPIWHM	0,09	0,35	0,19	0,13	0,14	0,18	1,15	0,89	0,88
LOPHBUD	0,20	0,47	0,43	0,40	0,33	0,35	1,36	2,01	1,37
LOPHPIS	0,12	0,39	0,49	0,34	0,29	0,32	0,92	1,06	0,90
MELAAEG	0,11	0,23	0,21	0,19	0,23	0,28	1,31	1,83	1,31
MERLMCC	0,24	0,40	0,35	0,37	0,37	0,26	1,06	1,74	1,25
MERLMNG	0,17	0,33	0,18	0,18	0,17	0,15	1,48	1,53	1,24
MICRKIT	0,09	0,23	0,15	0,17	0,19	0,24	1,37	1,02	1,08
MOLVMOL	0,21	0,22	0,28	0,31	0,34	0,39	1,02	1,81	1,02
NEPHNOF	0,17	0,14	0,10	0,09	0,10	0,15	1,90	1,86	1,76
NEPHNOM	0,13	0,24	0,10	0,07	0,08	0,20	1,52	1,11	1,11
PLEUPLA	0,11	0,22	0,22	0,17	0,17	0,19	0,90	1,64	1,05
RAJANAE	0,08	0,34	0,30	0,27	0,24	0,19	1,16	1,54	1,10
RAJASPP	0,13	0,34	0,34	0,33	0,35	0,35	1,26	1,44	1,12
SCYLCAN	0,12	0,50	0,40	0,33	0,27	0,34	1,68	2,18	1,86
SQUAACA	0,24	0,40	0,31	0,29	0,31	0,36	1,75	1,90	1,71
TRIGLUC	0,18	0,26	0,25	0,22	0,21	0,26	2,00	3,47	3,29

## 7.6. Effort d'échantillonnage nécessaire pour l'estimation des rejets par espèce

Taille d'échantillon [kg] nécessaire pour estimer la proportion d'une espèce par métier.  $\bar{p}$  est la moyenne des proportions en poids de l'espèce dans les traits échantillonnés,  $\bar{V}[p]$  est la moyenne des variances des proportions par traits (variances binomiales). On impose que la différence absolue entre la vraie proportion et son estimation ne soit pas plus grande que d, avec une probabilité de 10%.

### a) Métier benthique

Espèce	Observé dans échantillon des traits		Taille d'échantillon nécessaire [kg]		
	$\bar{p}$	$\bar{V}[p]$	d=0,05	d=0,01	d=,001
MERLMNG	0,31	0,456	40,6	168	301,2
ASPICUC	0,241	0,76	37,7	90,8	107,8
NEPHNOM	0,179	0,266	28,5	123,2	294
NEPHNOF	0,157	0,361	35,3	140,1	274,7
TRACTRU	0,151	0,472	30,4	88,6	132,7
EUTRGUR	0,135	0,433	31,8	96,1	123,4
CAPRAPE	0,129	0,686	25,1	79,7	118,4
TRISLUS	0,119	0,186	17,6	90,9	145,1
LEPIWHF	0,105	0,238	23,5	88,3	132,8
TRISMIN	0,095	0,332	25,7	98,6	144
RAJANAE	0,088	0,534	25,2	78,8	107,3
LEPIWHM	0,076	0,168	18,1	64,6	86,2
SQUAACA	0,065	0,037	12,1	45,6	57
GADUMOR	0,064	0,254	24,8	176,4	394,5
MERLMCC	0,063	0,12	17,2	70,4	129,3
LOLISPP	0,061	0,199	18,1	73	100,8
MELAAEG	0,06	0,13	17,6	72	163,2
MUSTMUS	0,05	0,098	17,5	105,2	168,9
SCYLCAN	0,048	0,173	15,2	59,6	97,1
MICRPOU	0,042	0,098	12,6	72	153
SCOMSCO	0,042	0,147	13,7	65,4	103,3
TRIGLUC	0,039	0,039	17,4	52,7	57,4
GLYPCYN	0,036	0,075	15,2	81,8	175,3
MICRKIT	0,036	0,078	13,1	74,7	125,1
LEPIBOI	0,031	0,328	16,5	112,1	176
TRISESM	0,029	0,098	14,3	104,4	201,2
ARGESPP	0,027	0,147	11,8	62,6	112,7
RAJASPP	0,023	0,071	9,7	57,5	99,9
MOTESPP	0,022	0,045	8,5	50	103,8
HIPPPLA	0,02	0,038	8,8	67,5	187,6
PLEUPLA	0,019	0,098	10,4	72,3	108,8
LOPHPIS	0,018	0,032	6,3	37,4	68,6
LOPHBUD	0,017	0,103	8,6	56,1	90,4
ELEDCIR	0,016	0,067	9,7	83,9	130,1
MOLVMOL	0,015	0,095	9,1	75,4	113,1
LIMALIM	0,015	0,077	8,4	73,9	147,6
CLUPHAR	0,012	0,036	6,9	76	242,7
DIVESPP	0,011	0,088	7,1	88,1	176
CALLLYR	0,01	0,05	5,9	56,1	113,4
ALOSSPP	0,009	0,025	5,5	67,6	125,7
ARNOSPP	0,006	0,072	3,9	42	140,8
SEPISTP	0,006	0,044	3,9	49,4	140
DIVEPLA	0,001	0,016	0,7	16,3	243,2

## b) Métier démersal

Espèce	Observé dans échantillon des traits		Taille d'échantillon nécessaire [kg]		
	$\bar{p}$	$\bar{V}[p]$	d=0,05	d=0,01	d= ,001
MERLMNG	0,33	0,626	42,7	143,9	181,3
NEPHNOM	0,278	0,132	19,4	43,7	59,3
SCOMSCO	0,222	1,212	34,2	98,6	121,6
MELAAEG	0,211	0,222	35,6	107,3	144,7
ASPICUC	0,199	1,365	28,9	95,4	193,2
PLATFLE	0,159	0,142	45	217,3	885,4
SCYLCAN	0,137	0,307	33,2	122,9	176,8
TRACTRU	0,13	0,995	28	94,4	182,3
EUTRGUR	0,087	0,646	27,1	143,5	277,1
NEPHNOF	0,086	0,057	12,8	30,1	54,4
PLEUPLA	0,083	0,209	19,7	123	356,4
MERLMCC	0,078	0,058	10,6	43,5	108,7
RAJASPP	0,068	0,648	22,6	97,4	213,9
LEPIWHF	0,066	0,172	12,5	47,4	91,8
RAJANAE	0,058	0,149	16,7	69,4	156,7
HIPPPLA	0,055	0,073	17,2	67,5	94,7
LEPIWHM	0,052	0,245	11,1	43,3	80,2
LOLISPP	0,049	1,031	22,3	113	150,8
TRISMIN	0,048	0,384	14,6	81,4	225,6
ELEDCIR	0,046	0,288	18,1	84,4	158,3
SQUAACA	0,045	0,206	20,9	97,1	121,3
MICRKIT	0,042	0,246	17,3	102,9	234,5
CLUPHAR	0,04	0,628	20,5	147,1	457,4
GADUMOR	0,038	0,071	15,5	96,1	161,8
LIMALIM	0,036	0,572	18,8	163,9	383
MOTESPP	0,033	0,269	12,5	59,2	83,4
DIVESPP	0,033	0,356	12,2	46,4	57,4
TRISLUS	0,031	0,025	12,5	80,3	234,3
SEPISTP	0,026	0,877	12,1	62,7	141,7
GLYPCYN	0,023	0,245	12,2	93,8	274,1
ARGESPP	0,023	0,162	10,4	72,4	167,9
MUSTMUS	0,023	0,027	10,4	87,4	187,6
TRISESM	0,022	0,468	13,2	161,1	360,4
CALLLYR	0,022	0,271	10,6	75,9	163,4
CAPRAPE	0,018	0,585	8,2	59,9	143,6
LOPHPIS	0,017	0,032	5,8	31,2	69
TRIGLUC	0,017	0,107	7,2	82,8	287,9
ARNOSPP	0,017	0,534	8	54,8	126
ALOSSPP	0,012	0,006	6,3	28,8	33,8
LOPHBUD	0,01	0,04	5,1	41,2	84,6
MICRPOU	0,008	0,031	4,5	44,6	128,3
MOLVMOL	0,007	0,003	4	39,5	61,9
DIVEPLA	0,003	0,001	1,5	12	260,2

## c) Métier langoustinier

Espèce	Observé dans échantillon des traits		Taille d'échantillon nécessaire [kg]		
	$\bar{p}$	$\bar{V}[p]$	d=0,05	d=0,01	d= ,001
MERLMNG	0,319	0,301	37,7	72,5	80,5
MELAAEG	0,305	0,331	39,4	74,9	85,5
CAPRAPE	0,295	0,492	37,7	142,2	207,8
RAT	0,241	1,055	61	218	251,7
MERLMCC	0,186	0,176	20,3	51,5	67,8
NEPHNOM	0,171	0,338	33,4	70,5	75,7
TRACTRU	0,169	3,5	30,2	100	128,9
ASPICUC	0,157	1,668	22,7	75,6	97,7
ALOSSPP	0,151	0,343	33,2	65,2	68,5
SEBASTE	0,15	0,625	33,7	125,8	177,2
EUTRGUR	0,141	0,446	34,7	119,7	147,3
LEPIWHM	0,112	0,27	18,6	73	128,9
TRIGLUC	0,111	0,437	32,6	145,8	188,1
RAJANAE	0,111	1,762	29,1	130,1	174,3
NEPHNOF	0,102	0,182	22,9	64,8	75,7
LEPIWHF	0,102	0,58	18,2	75,1	126,6
ARGESPP	0,078	0,314	14,8	37,7	53,7
MULENOI	0,064	0,399	29,6	191,2	341,4
RAJASPP	0,059	1,919	17	59,4	74,9
MUSTMUS	0,055	0,056	19,1	70,3	82,6
MICRPOU	0,055	0,167	15,4	71,5	98,4
SCYLCAN	0,053	0,196	16	76	127,1
TRISMIN	0,052	0,42	13,6	42,5	62,2
SCOMSCO	0,046	0,116	15,6	64,9	92,2
SQUAACA	0,045	0,045	11,3	27,2	32,3
LIMALIM	0,044	0,1	12,3	47,7	60,4
CLUPHAR	0,044	0,088	16,4	58,9	77,4
MICRKIT	0,043	0,078	14,7	56,9	74,6
GLYPCYN	0,041	0,104	15,6	76,7	120,4
DIVESPP	0,04	0,177	12,9	51,9	78,2
MOLVMOL	0,038	0,05	15,6	53,5	61,5
HIPPPLA	0,032	0,045	12,8	59,7	103,1
GADUMOR	0,031	0,057	13,2	50,5	60,1
PLEUPLA	0,028	0,059	13,2	62,3	86,2
TRISLUS	0,026	0,058	11,3	49,2	63,7
MOTESPP	0,025	0,094	12,3	73,4	134
ELEDCIR	0,025	0,063	12	50,8	62,5
TRISESM	0,023	0,039	11,1	60,8	84
LEPIBOI	0,019	0,105	6	53,6	167,4
LOPHPIS	0,019	0,038	7,3	41,2	83,9
CALLLYR	0,019	0,074	7,6	28,3	43,6
LOPHBUD	0,017	0,074	6,7	58,9	179,5
DIVEPLA	0,011	0,048	5,1	25,7	48,2
LOLISPP	0,01	0,026	6	47,4	73,7
ARNOSPP	0,006	0,03	3,1	25,4	102,6
SPRASPR	0,001	0,001	0,6	13	81,9