

Cette étude ne reflète pas nécessairement l'opinion de la Commission Européenne et en aucun cas, n'anticipe de l'attitude de la Commission dans ce domaine.

Puissances de pêche et relations avec les caractéristiques techniques des navires.

Exemple de flottilles pratiquant les arts traînants en Manche Ouest, Atlantique et Méditerranée.

Contrat C.E. (DG XIV) N° 97/0027

Rapport final

Alain BISEAU¹, Stéphanie MAHEVAS², J.-Bernard PERODOU³, Patrick BERTHOU⁴

¹ Ifremer, laboratoire RH côtier de Lorient, 8 rue F. Toullec, 56100 Lorient

² Ifremer, laboratoire MAERHA, Centre de Nantes, BP 21105, 44311 Nantes Cedex 03

³ Ifremer, laboratoire RH côtier de Sète, BP 171, 34303 Sète Cedex

⁴ Ifremer, laboratoire RH côtier de Brest, Centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané

avril 1999

Recherche menée dans le cadre d'un Programme de Recherche Communautaire avec une contribution financière de la Commission.

Copie ou reproduction du contenu de ce rapport autorisées sous réserve de citation des sources.

Avant-Propos

Ce document ne contient pas de solution définitive aux problèmes des puissances de pêche, de leur estimation et de leur « dérives », mais une contribution à la connaissance des relations complexes entre effort de pêche et mortalité par pêche.

Compte tenu du temps imparti, le travail réalisé n'est pas aussi 'révolutionnaire' que les auteurs auraient souhaité qu'il soit. Il fait néanmoins le point sur les méthodes statistiques utilisables, sur la limite des données disponibles, et confirme la nécessaire bonne connaissance des pêcheries pour toute interprétation correcte des résultats.

Si elle ne résout pas les problèmes liés à la 'sur-capacité' de pêche, cette étude constitue une base sérieuse pour de nouveaux travaux, et notamment dans le cadre du programme de recherche identifié par l'Ifremer et consacré à l'analyse des relations entre effort et mortalité par pêche.

Nos remerciements vont à :

Stéphanie Mahévas sans qui cette étude ne serait pas ce qu'elle est,

Jean-Bernard Perodou et Patrick Berthou, ainsi qu'Isabelle Peronnet pour leurs précieuses contributions à ce rapport,

Dominique Pelletier pour ses conseils avisés et son soutien méthodologique,

Ysabelle Chéret, Michèle Jézequel, Gildas Le Corre, Fabrice Guégan, Cédric Maguer pour leur appui informatique,

L'équipe d'assistance de Sigma-plus sans laquelle de nombreux problèmes techniques du logiciel S+ n'auraient pu être résolus,

Nicole Guyomar pour la mise en page finale de ce rapport,

Les membres du laboratoire RH de Lorient, qui ont assuré la relecture, apporté des corrections et supporté la mauvaise humeur du coordinateur...

Enfin, tous ceux grâce à qui les statistiques de pêche ont été rendus disponibles : enquêteurs, l'OFIMER, les CRTS, le BCS, avec une mention spéciale pour Claude Merrien, responsable des Statistiques de Pêche à l'Ifremer.

Lorient, le 30 avril 1999
Alain Biseau

SOMMAIRE

Résumé.....	1
Abstract	2
Résumé pour non-spécialiste	3
Introduction	6
I. Présentation succincte des pêcheries étudiées.....	11
I.1. Panorama de l'exploitation des ressources du golfe du Lion.....	12
I.1.1. Présentation de la région halieutique	12
I.1.2. Présentation des différentes pratiques de pêche et situation actuelle de la flottille des chalutiers.....	12
I.1.3. Les captures des principales espèces et l'état des ressources	13
I.2. Pêcheries et Flottilles de Bretagne sud.....	14
I.2.1. Les pêcheries 'bretonnes'	14
I.2.2. Structure et évolution des flottilles de chalutiers de Bretagne – Sud.....	15
I.2.3. Les métiers pratiqués	16
I.2.4. Etat des stocks pour les principales espèces cibles	18
I.3. Les flottilles de dragage.....	21
I.3.1.Principaux métiers	21
I.3.2. Evolution de quelques flottilles de dragueurs.....	22
II. Acquisition, traitement et validation des données	25
II.1. Origines des données.....	26
II.2. Définition de l'observation et filtres	27
II.3. Définition des Variables.....	27
II.4. Contrôle des données	28
II.5. Exploration des données	28
II.6. Examen et suppression des outsiders	29
II.7. Création du fichier navire	29

III. Traitement statistique	30
III.1. Transformation des données.....	31
III.2. Choix du modèle	32
III.3. Pondération des observations	32
III.4. Interactions entre variables	32
III.5. Sélection des variables les plus pertinentes.	33
III.6. Choix d'un bateau de référence.....	33
IV. Résultats et Interprétations.....	34
IV.1. Chalutage en Méditerranée 1984-1997	36
IV.1.1. Analyse des données de cpue.....	37
IV.1.2. Recherche de facteurs explicatifs des variations observées de puissance de pêche entre les navires	47
IV.1.3. Conclusion	51
IV.2. Chalutage en Bretagne sud en 1997	53
IV.2.1. Lieu noir - 1997	53
IV.2.2. Morue mer celtique 1997.....	68
IV.2.3. Merlan de mer Celtique - 1997	82
IV.2.4. Merlu – 1997.....	96
IV.2.5. Baudroies de mer Celtique et golfe de Gascogne - 1997:.....	109
IV.2.6. Langoustine de mer Celtique (dite ‘du nord’) - 1997	123
IV.2.7. Langoustine du golfe de Gascogne – 1997	135
IV.2.8. Conclusion	146
IV.3. Dragage à praires en Baie de Granville 1978-1996.....	147
IV.3.1. Etude de l'année 1978.....	147
IV.3.2. Etude de l'année 1989.....	159
IV.3.3. Etude de l'année 1995.....	171
IV.3.4. Etude pluriannuelle 1979-1996.....	182
IV.3.5. Conclusion	189
IV.4. Chalutage Lieu noir Ouest de l'Ecosse 1983-1997	191
IV.4.1. Description.....	191
IV.4.2. Une approche par analyse de la variance	201
IV.4.3. Choix du modèle.....	205
IV.4.4. Explication de la puissance de pêche par des caractéristiques techniques.....	215
IV.4.5. Conclusion	224
V. Discussion	226
V.1. Sur les données.....	227
V.2. Sur les hypothèses, sur les modèles	228
V.3. Sur la méthode	229
Conclusion	231

Résumé

L'étude porte sur les navires de trois grandes composantes de la pêche française, dragueurs de Manche ouest, chalutiers de Bretagne sud, chalutiers de Méditerranée, pour lesquelles des séries de données de capture et d'effort sont disponibles. Chaque observation est constituée des débarquements et du temps de pêche de chaque navire, espèce, et séquence de pêche. Le rapport des deux, capture par unité d'effort (CPUE), est analysé par un modèle multiplicatif à deux ou trois facteurs. Les principaux résultats obtenus sont l'évaluation des puissances de pêche des navires pour quelques années choisies, ainsi que les variations relatives d'abondance des principales espèces commerciales entre strates spatio-saisonniers. L'explication par des caractéristiques physiques des navires des efficacités estimées précédemment est également entreprise. En plus de l'étude sur les chalutiers méditerranéens qui incorpore l'année dans les facteurs explicatifs, deux séries pluri-annuelles sont analysées, et quelques conclusions sur les évolutions des efficacités sont dégagées.

Selon les pêcheries et les stocks étudiés, la part de la variance totale des cpue qui est extraite par le modèle varie énormément. Les facteurs Bateau, Mois, Rectangle expliquent entre 50 et 80% de la variance totale pour les stocks de la pêcherie chalutière de Bretagne sud. En Méditerranée, un modèle à trois facteurs (Bateau, Mois et An), permet d'expliquer entre 15 et 48% de la variance totale. Mais, quelque soit le modèle utilisé, le pouvoir explicatif des facteurs est grandement dépendant de la qualité des données. Des données de production et/ou d'effort imprécises conduisent à des parts de variance expliquée très faibles. De la même façon, la qualité des ajustements semble de dégrader lorsque l'abondance des stocks diminue.

Si les puissances de pêche (effet Bateau) représentent presque toujours le principal facteur explicatif de la variabilité des rendements, la puissance motrice n'apparaît pas systématiquement comme le facteur explicatif majeur des différences constatées de puissance de pêche entre bateaux.

L'étude pluri-annuelle des cpue de praires montre que beaucoup des brusques évolutions d'efficacité individuelles semblent coïncider avec des changements de patron (capitaine) et des re-motorisations.

La série historique de lieu noir a été scindée en deux périodes, plus homogènes en terme d'abondance, afin de s'abstraire de possibles interactions annuelles liées à d'importantes modification de l'état du stock. Les deux principales flottilles impliquées dans cette pêcherie ont évolué différemment, les navires les moins puissants se sont en effet rapprochés des moyennement puissants et les plus puissants ont un peu perdu de leur efficacité relative. Il est clairement apparu que l'efficacité relative des bateaux était bien expliquée par un modèle linéaire prenant en compte la puissance motrice du bateau et son âge. Cependant, il est intéressant de noter que, d'une part, les modèles ajustés ne font pas apparaître l'évolution de l'écart entre les deux flottilles et, d'autre part, au sein même de chaque flottille - regroupant des bateaux relativement homogènes en termes de caractéristiques techniques - il existe des variations de puissance de pêche locale.

Une bonne connaissance des modifications technologiques et humaines survenues au cours de l'histoire du bateau est indispensable à toute étude ultérieure.

Abstract

Three fleets of the French fishery are investigated : the dredge fleet of the Western part of the Channel, the bottom-trawl fishery of South-Brittany harbours, and the Mediterranean trawl fishery. Landing and effort data by species, vessel and trip lead to yields (catch per unit of effort) which are analysed by a multiplicative model with two or three factors. Individual fishing powers are then quantified for some given years, together with variation in relative abundance of the stock within area and/or period strata. Attempts to explain these fishing powers by vessels characteristics are made.

After the study of the Mediterranean trawl-fleet, which takes Year into account in the model, two multi-annual series are analysed, and some conclusions on fishing power variations along time are obtained.

The amount of total variance explained by the model depends on fisheries and stocks. The three factors retained for the South-Brittany study (Vessel, Month and Areas) account for 50 to 80% of the total variance. For the Mediterranean data, 15 to 50% of the total variability of yields are explained by a three-factor (Vessel, Month, Year) model. Whatever the model retained, the quality of the model mostly depends on data quality. Biased data of landings or effort usually leads to bad fits. It is also noted that the quality of the fit decreases when the stock abundance decreases.

If the fishing powers (Vessel effect) mostly stand for the main explicative factor of the yield variability, the engine power of vessels does not appear as the main source of variability of vessel efficiencies.

A multi-annual study of the yields of warty venus shows that sudden increases of individual efficiency seem to be explained by changes of skippers or changes of engines.

For Saithe off the West Coast of Scotland, the 1983-1997 period has been divided in two in order to take into account the dramatic decrease of this stock abundance since 1990. The two main fleets involved in this fishery show different ways of variations : the most powerful vessels have lost part of their efficiencies, while the less powerful have increased their fishing powers. Engine powers seem to explain rather well the individual values of fishing powers. However, it is important to note that fitted models do not show any variation in the differences between fleets. Furthermore, differences in fishing power still exists between vessels within a fleet, despite the fact that they are quite similar in terms of technical characteristics.

Any further study requires a good knowledge of any technological and human changes which have occurred during each vessel life.

Résumé pour non-spécialiste

La relation entre l'activité des navires et la mortalité par pêche constitue la clef de la compréhension de l'exploitation des ressources marines mais également de toute appréhension des mesures de gestion d'une pêcherie. L'étude de l'efficacité des navires (puissances de pêche) participe à l'analyse de cette relation ; c'est également un préalable indispensable à toute modélisation d'une pêcherie. Les éventuelles corrélations entre ces puissances de pêche et les principales caractéristiques techniques des navires (puissance, jauge ...) doivent être analysées avant toute réglementation de la capacité des flottilles (en termes de jauge et/ou puissance). Enfin, l'évolution dans le temps des puissances de pêche, c'est à dire les gains d'efficacité des navires (y compris engins et équipage), devrait pouvoir être quantifiée et analysée à la lumière d'une modification des caractéristiques physiques et/ou de l'amélioration de l'équipement (électronique ou informatique embarquées par exemple).

L'étude porte sur les navires de trois grandes composantes de la pêche française, dragueurs de Manche ouest, chalutiers de Bretagne sud, chalutiers de Méditerranée, pour lesquelles des séries de données de capture et d'effort sont disponibles. Chaque observation est constituée des débarquements et du temps de pêche de chaque navire, espèce, et séquence de pêche. Le rapport des deux, capture par unité d'effort (CPUE), est analysé par un modèle qui permet de quantifier les efficacités des navires (puissances de pêche), voire d'estimer l'évolution de cette efficacité au cours du temps, ainsi que les variations relatives d'abondance des principales espèces commerciales entre strates spatio-saisonniers.

Chaque séquence de pêche est identifiée par le Bateau considéré et ses caractéristiques techniques (Puissance, Jauge, Longueur, Age). Sont également indiqués le secteur fréquenté, la date de vente, le temps de pêche, et, dans le cas de l'étude sur la Bretagne sud, l'engin utilisé avec la distinction 'chaluts jumeaux' ou non. S'ajoutent, à titre d'information, le port de débarquement et la part du débarquement total de la marée attribuée à la séquence de pêche, en poids et en valeur.

Après identification et suppression des observations aberrantes, puis suspectes, l'analyse des rendements est conduite stock par stock. Cette analyse peut être entreprise pour une année donnée ou sur une série pluri-annuelle. La première analyse présente l'immense avantage que l'on raisonne pour une abondance du stock donnée. La deuxième doit pouvoir identifier d'une part les modifications d'abondance des stocks et, d'autre part quantifier ce que l'on a coutume d'appeler des 'gains d'efficacité' au cours du temps, ou des 'dérives de puissance de pêche'.

L'analyse annuelle se déroule en deux temps : un effet Bateau (efficacité) est dégagé de la variabilité des rendements, puis une explication par des caractéristiques physiques des navires les efficacités estimées précédemment est entreprise.

L'analyse pluri-annuelle pose quelques problèmes méthodologiques. Des tentatives ont été effectuées sur les exemples des praires de Granville et du lieu noir de l'Ouest de l'Ecosse, en ne considérant que les navires présents sur toute la période. Cette façon de procéder présente l'avantage de réduire et d'homogénéiser considérablement la population de bateaux étudiés. Elle conduit cependant à négliger les gains d'efficacité consécutifs à l'entrée dans la pêcherie de navires plus modernes et mieux équipés.

La formulation selon laquelle le rendement d'un navire dépend d'un effet Bateau, d'un effet spatial et d'un effet temporel constitue la base de notre étude. L'analyse de variance permet d'apprécier l'effet de chacune de ces variables qualitatives retenues (Bateau, Zone, Période) sur la variable numérique qu'est la capture par unité d'effort.

Les interactions entre les variables n'ont pu être étudiées que dans de très rares cas du fait de l'incapacité du logiciel et/ou des machines à traiter les nombres élevés d'observations, et surtout de facteurs. L'interprétation des effets Bateau ou An n'est pas pertinente que si les interactions Bateau*AN ne sont pas significatives. Dans le cas contraire, la seule interprétation possible consiste à comparer le même bateau d'une année sur l'autre, ou tous les bateaux au cours de la même année.

Pour les données provenant du chalutage méditerranéen, la part de la variance totale des cpue qui est extraite par le modèle varie selon les stocks entre 48 et 15 %. Parmi les trois facteurs explicatifs choisis a priori (Bateau, Mois et An), tous se révèlent hautement significatifs. Les puissances de pêche représentent le principal facteur explicatif, suivi par les abondances mensuelles et enfin les abondances annuelles. La puissance motrice n'apparaît pas comme étant un facteur explicatif majeur des différences constatées de puissance de pêche entre bateaux. Elle explique, dans les meilleurs des cas, 23 % de la variance du bar, 16 % du merlu, 14 % des poulpes. Deux autres variables explicatives, par ailleurs fortement corrélées entre elles, sont mises en évidence, ce sont le port de débarquement d'une part et le type de chalut d'autre part, chalut de fond classique ou chalut à grande ouverture verticale.

Pour le chalutage de fond en Bretagne sud, le modèle présenté permet de rendre compte entre 50 et 83% de la variabilité des cpue observées en 1997. Pour certains des stocks étudiés (lieu noir, morue, merlu), cette part de variance expliquée est plus faible que celle estimée avec les données de 1986. Pour les baudroies, le modèle explique 83% de la variabilité des cpue en 1997 contre 74% en 1986. La variabilité des efficacités individuelles dépend également des stocks et des années étudiées. Les navires ciblant le merlu et les langoustines présentent une plus faible hétérogénéité que ceux ciblant les baudroies ou les gadidés. Les différences entre stocks et entre les années étudiées sont beaucoup plus importantes lors de la tentative d'explication des efficacités individuelles par les caractéristiques techniques des navires. Comme lors de l'estimation des efficacités individuelles, les ajustements sont meilleurs avec les données de 1986 qu'avec celles de 1997 pour le lieu noir, la morue, et le merlu. Ils sont moins bons pour baudroies et merlan. Il est ainsi possible de distinguer trois groupes parmi les stocks étudiés :

- ceux pour lesquels les efficacités individuelles sont à peu près bien expliquées par les caractéristiques techniques des navires : lieu noir, morue, merlan, avec plus de 50% de la variance totale expliquée,
- ceux pour lesquels l'explication est extrêmement médiocre : baudroies, merlu et langoustine du golfe de Gascogne : entre 20 et 40% de variance expliquée,
- enfin la langoustine de mer Celtique pour laquelle les caractéristiques techniques des navires n'expliquent absolument pas la variabilité des efficacités individuelles.

La puissance motrice n'est, dans aucun des cas étudiés, la variable explicative dominante, même si les caractéristiques techniques sont en général fortement corrélées entre elles. Jauge, Longueur ou Age peuvent en effet être retenues par une procédure de sélection automatique. Il faut noter enfin que, en général, la puissance locale s'explique légèrement mieux par les caractéristiques retenues que la puissance globale. Ce n'est pas le cas pour le lieu noir en 1997.

Pour la praire, si la puissance semblait un élément déterminant dans l'efficacité des navires en 1978 ou en 1989, lorsque le stock était abondant, il n'en est plus de même en 1995. L'étude pluri-annuelle montre que beaucoup des brusques évolutions d'efficacité individuelles semblent coïncider avec des changements de capitaine et des re-motorisations. Il convient d'ajouter que si, dans le cas de plusieurs pêcheries coquillières, le renforcement des limitations d'accès permet de maîtriser les effets de la surcapacité de capture des dragueurs, celle-ci s'exprime pleinement sur les métiers complémentaires au dragage, en particulier le chalutage côtier et à un degré moindre le fileyage et le caseyage, métiers pour lesquels il n'y a globalement aucun encadrement de l'effort de pêche. La polyvalence est en effet une réponse à la variabilité naturelle des ressources, mais aussi à la surcapacité de capture qui oblige les armements à opérer sur un nombre croissant de stocks. Mais cette polyvalence contribue secondairement à la surcapacité de capture qui, elle-même, accroît la variabilité des stocks.

Une première analyse visuelle des rendements de lieu noir au cours de la période 1983-1997, montre clairement que cette période doit être divisée en deux, l'année 1990 constituant la charnière. L'état du stock de lieu noir confirme cette dichotomie, la biomasse de ce stock chutant à partir de 1990. Cette année marque également le début de la pêche des espèces profondes, témoignage de la reconversion d'une partie de la flottille face à la raréfaction du lieu noir. Dans un premier temps, les flottilles concarnoise et lorientaise ciblant le lieu noir entre 1983 et 1997 sont étudiées séparément. Pour ces deux flottilles, on a constaté une diminution, au cours du temps, de l'intervalle de variation de l'efficacité relative des bateaux. Ce qui signifie que les moins puissants se sont rapprochés des moyennement puissants et les plus puissants ont un peu perdu de leur efficacité relative. Dans un second temps nous avons regroupé les flottilles pour faire une analyse comparative des puissances de pêche locales sur les deux période 1983-1990 et 1991-1997 et les expliquer par des caractéristiques techniques. La flottille lorientaise apparaît plus efficace que la flottille concarnoise, mais on a pu aussi mettre évidence une réduction de l'écart entre les puissances de pêche locales de les deux flottilles. Il est clairement apparu que l'efficacité relative des bateaux était bien expliquée par un modèle linéaire prenant en compte la puissance motrice du bateau et son âge. Il faut noter que les modèles ajustés ne font pas apparaître l'évolution de l'écart entre les deux flottilles. Cependant, il est intéressant de noter qu'au sein même de chaque flottille où les bateaux présentent des caractéristiques techniques très semblables (puissance motrice, longueur, jauge, âge) on distingue des variations de puissance de pêche locale.

La tentative d'explication des efficacités individuelles (locales ou globales) se heurte le plus souvent à la méconnaissance des modifications technologiques survenues au cours de l'histoire du bateau. Une enquête a été initiée par cette étude pour répertorier tout équipement supplémentaire (sondeur, ordinateur, GPS ...), toute modification des caractéristiques du navire (re-motorisation par exemple), voire tout changement d'engins (adoption de chaluts jumeaux notamment). Les résultats de cette enquête devrait permettre d'expliquer les sauts d'efficacité identifiés simplement en comparant les cpue moyennes individuelles à la cpue moyenne de la flottille année après année.

Introduction

Le niveau de mortalité par pêche auquel un stock est soumis constitue, en général, un des principaux résultats des évaluations de stock. Ce coefficient traduit l'impact sur un stock donné d'une activité de pêche. Le gestionnaire doit ensuite se préoccuper d'une bonne adéquation entre l'activité et les potentialités du stock. Hormis les considérations liées aux potentialités (augmentation du nombre de jours de mer, reports d'effort...), l'activité se mesure en terme d'effort de pêche, qu'il est théoriquement possible de réguler directement et non plus par l'intermédiaire des effets qu'il engendre sur les stocks (régulation des captures).

Les considérations entre effort nominal et effort effectif font ressortir l'importance de ce que l'on appelle la standardisation de l'effort de pêche.

L'évolution des ressources halieutiques résulte des effets conjoints de facteurs naturels et de facteurs liés à l'exploitation. Une des fonctions de la recherche halieutique est d'élucider le rôle respectif de chacun de ces deux facteurs dans les variations observées, en particulier pour déterminer dans quelle mesure et selon quelles modalités il convient de réguler l'intensité de pêche.

L'analyse des rendements ou Capture Par Unité d'Effort (cpue) constitue souvent une première approche dans l'établissement d'un diagnostic sur l'état d'un stock. Par ailleurs, les séries de captures aux âges et d'effort de pêche sont, dans le cas d'évaluation de stock à l'aide de modèles structurels, utilisées lors de la calibration de l'analyse de cohortes. Enfin, et parallèlement au contingentement des captures, la gestion des pêches évolue, de plus en plus, vers la mise en place d'un système de régulation et de contrôle de la capacité de capture et/ou de l'effort de pêche, en cherchant à agir sur les caractéristiques et/ou les activités des navires de pêche.

L'hypothèse fréquemment admise est que les cpue sont supposées être proportionnelles à la biomasse exploitée. Or, elles dépendent, en plus de l'abondance des poissons, de l'efficacité des navires, de la saison et de l'endroit où ils pêchent. Pour s'affranchir de cette variabilité, il est nécessaire, à l'aide d'un modèle mathématique, d'extraire de la cpue la variabilité due à chacun de ces termes, pour ne retenir que celle dépendant strictement de l'abondance des poissons.

La relation entre l'activité et la mortalité par pêche constitue la clef de la compréhension de l'exploitation des ressources marines mais également de toute appréhension des mesures de gestion. L'étude des puissances de pêche participe à l'analyse des problèmes de cette relation, qu'elles soient incluses dans la capturabilité ou dans l'effort effectif. La quantification de l'efficacité technique d'un navire pratiquant un métier et capturant une espèce est également un préalable indispensable à toute modélisation. Les éventuelles corrélations entre ces puissances de pêche et les principales caractéristiques techniques des navires (puissance, jauge ...) doivent être analysées avant toute réglementation de la capacité des flottilles (en termes de jauge et/ou puissance). Enfin, l'évolution dans le temps des puissances de pêche, c'est à dire les gains d'efficacité des navires (y compris engins et équipage), devrait pouvoir être quantifiée et analysée à la lumière d'une modification des caractéristiques physiques et/ou de l'amélioration de l'équipement (électronique ou informatique embarquées par exemple).

Bien que cela soit Gulland (1956) qui introduit le premier un modèle multiplicatif pour étudier les facteurs influant sur les rendements de navires de pêche, c'est à Robson (1966) que revient la paternité de la méthode. Depuis de nombreux auteurs ont contribué à diffuser cette méthode d'analyse des statistiques de pêche commerciale : Laurec (1977), Gavaris (1980), Kimura (1981), Large (1992), Hilborn et Walters (1992), etc.

L'étude porte sur les navires de trois grandes composantes de la pêche française, dragueurs de Manche ouest, chalutiers de Bretagne sud, chalutiers de Méditerranée, pour lesquelles des séries de données de capture et d'effort sont disponibles. Chaque observation est constituée des débarquements et du temps de pêche de chaque navire, espèce, et séquence de pêche. Le rapport des deux, capture par unité d'effort (CPUE), est analysé par un modèle multiplicatif à deux ou trois facteurs. Les principaux résultats obtenus sont l'évaluation, voire l'évolution, des puissances de pêche des navires au cours du temps, ainsi que les variations relatives d'abondance des principales espèces commerciales entre strates spatio-saisonniers.

Afin de clarifier le propos, trois définitions fondamentales sont données ci-dessous ; elles sont empruntées à Laurec (1977). Le lecteur pourra se référer à l'annexe II pour une formalisation mathématique plus complète. D'autre part, des notes bibliographiques sont présentées dans l'annexe VII.

Puissance de pêche locale / stock : C'est la mesure de l'efficacité 'technique' relative, sur un stock donné, de bateaux pêchant côte à côte, c'est à dire une fois effectué le choix de la zone et/ou du métier-cible. Les estimations sont, en général, effectuées à l'aide d'un modèle à trois facteurs (Bateau, Zone, Période), à partir de CPUE / bateau / période / zone .

Puissance de pêche globale : Ce coefficient quantifie conjointement l'efficacité de chaque navire dans sa recherche des meilleurs lieux et dans sa capacité à capturer le poisson une fois trouvé le bon secteur. Du modèle précédent à 3 facteurs, on passe à un modèle à 2 facteurs en ignorant l'aspect zone de pêche et en ne gardant que les variables Bateau et Période.

Capacité stratégique : Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donne l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche au bon moment. L'obtention d'un tel indice pour chaque stock étudié ne constitue pas un résultat facilement interprétable. L'aspect stratégique devrait être appréhendé d'un point de vue plus large, c'est à dire en considérant toutes les espèces confondues et en raisonnant en valeur. Cependant, même dans un cadre monospécifique, l'éclairage apporté par cet indice est souvent très utile.

Comme mentionné plus haut, l'étude des puissances de pêche comporte plusieurs volets, selon que l'on étudie une année isolément ou une série temporelle :

1. Pour une année donnée (ou successivement pour plusieurs années)

Deux analyses successives doivent être entreprises. La première cherche à dégager un effet Bateau (efficacité) de la variabilité des cpues, la deuxième tente d'expliquer par des caractéristiques physiques des navires les efficacités estimées précédemment.

a) Estimation des puissances de pêche individuelles locales ou globales (Effet Bateau) :

$CPUE = \text{Effet Bateau} + \text{Effet SecteurPériode} + \text{résidus}$

b) Explication de ces efficacités individuelles par les caractéristiques des navires :

$\text{Effet Bateau} = f_n(\text{longueur, jauge, puissance})$.

En toute rigueur, dans l'effet 'Bateau', il y a les caractéristiques techniques (longueur, jauge, puissance), les équipements (quand on dispose d'informations), les renseignements sur les engins (idem), plus tout ce qui n'est pas quantifiable (expérience, qualité du patron, plus équipements et engins lorsque ces informations manquent).

Pour une simple standardisation de l'effort de pêche pour une année donnée, un coefficient d'efficacité par bateau pour l'année considérée suffit. Cette puissance de pêche annuelle peut être facilement régressée contre les informations techniques, technologiques et humaines dont on dispose et qui semblent pertinentes.

L'estimation directe des effets des caractéristiques du navire et de l'engin est théoriquement possible :

$CPUE = \text{effet SecteurPériode} + \text{effets des diverses caractéristiques techniques}$.

Si les caractéristiques retenues expliquent parfaitement l'effet Bateau, les résultats finaux seront identiques à ceux que l'on aurait obtenus avec la décomposition de l'analyse en deux étapes. Dans le cas, plus que probable, où les variables disponibles ne peuvent expliquer qu'une partie de l'efficacité individuelle, il est préférable de quantifier l'effet Bateau dans un premier temps. En effet, l'effet éventuel de toute caractéristique du navire ou de l'engin, non identifiée dans le modèle, ne pourra pas être isolé, mais viendra s'ajouter aux résidus, voire polluer l'estimation de l'effet SecteurPériode.

2. Evolution des puissances de pêche : analyse pluri-annuelle.

Le résultat attendu de cette analyse réside dans la quantification de ce que l'on a coutume d'appeler des 'gains d'efficacité' au cours du temps, ou des 'dérives de puissance de pêche'. Ainsi on voudrait pouvoir dire, par exemple: « le bateau i avait une puissance de pêche de 1.0 en 1980, de 1.5 en 1985 (par rapport au même bateau en 1980) et de 2.0 en 1995 (toujours par rapport au même bateau en 1980) ». Puis on souhaiterait pouvoir expliquer cette évolution par des modifications de caractéristiques techniques et/ou la présence de nouveaux matériels (GPS, ordinateurs), voire de nouveaux engins (chaluts jumeaux par exemple).

a) Méthode 'directe':

Cpue = effet année (variation d'abondance interannuelle)
+ effet secteur (voire secteur*année) (variation spatiale de la disponibilité)
+ effet navire (puissance de pêche moyenne du navire sur la période étudiée)
+ effet navire*année.

C'est ce dernier effet qui devrait permettre de mesurer l'évolution de la puissance de pêche du navire d'une année sur l'autre.

Le problème vient de ce qu'il est souvent impossible de distinguer un effet année d'un effet navire, une amélioration technique pouvant être interprétée comme un accroissement d'abondance à puissance de pêche constante, et réciproquement.

Un modèle à 3 facteurs (An, Bateau et Strate spatio-temporelle) (Laurec et Fonteneau, 1979), n'estime en fait d'effet navire, que la puissance de pêche moyenne du navire sur l'ensemble de la période. Les accroissements individuels de puissance de pêche ne sont pas pris en compte explicitement mais viennent polluer les estimations des indices d'abondance (et vraisemblablement les estimations de puissance de pêche en retour). En aucun cas cette analyse ne fournit d'indications sur les variations individuelles d'efficacité au cours de la période (puisque l'hypothèse du modèle suppose la constance de ces efficacités). Avec ce modèle Durand (1991) montre qu'un bateau récent est en moyenne 4 fois plus efficace qu'un vieux, ce qui constitue certes un résultat intéressant, mais ne veut pas dire, obligatoirement, que la puissance de pêche de chaque bateau a été multipliée par 4 sur la période, ce qui, a priori était ce que l'on aurait voulu obtenir.

Pour contourner l'obstacle, il est possible d'envisager quelques pistes :

- Prendre comme référence un bateau qui n'a subi aucune modification au cours de la période, effectuer les estimations de puissance de pêche année après année, pour extraire la part de l'abondance et ne garder que l'effet bateau. Chaque bateau étant ainsi directement comparable à ces voisins non seulement pour chaque année, comme dans un modèle classique, mais aussi, par l'intermédiaire du bateau de référence, comparable à lui-même en d'autres années. Séduisant sur le papier, cette approche ne résiste pas à la réalité, puisqu'il est peu probable de trouver un bateau parfaitement 'stable' et présent sur toute la période étudiée.
- Créer artificiellement un nouveau bateau chaque fois qu'une amélioration technique apparaît (voire travailler directement sur des individus : 'bateau*an') ne résout rien car il faut, en final, relier les bateaux*an les uns aux autres, et l'on est ramené au cas précédent.
- Inclure dans le modèle toutes les variables qui sont susceptibles d'expliquer les modifications d'efficacité (cf Hilborn et Walters, 1992). Ainsi une partie des difficultés mentionnées précédemment disparaissent. Mais l'effet Bateau n'étant pas identifié, il n'y a aucun espoir de parvenir à quantifier ce que l'on a coutume d'appeler l'apprentissage.
- Sans parvenir à la situation parfaite décrite plus haut, il est possible de comparer année après année chaque bateau à un navire pris comme référence. Ce dernier peut certes accroître son efficacité individuelle au cours du temps, le résultat final sera l'estimation d'accroissement relatif de la flottille par rapport au bateau pris comme référence.

b) Méthode 'indirecte':

Gascuel, Fonteneau et Foucher (1993), mais surtout Gascuel (1993), et Millischer, Gascuel et Biseau (1999) ont développé la méthode dite 'indirecte' :

L'observation n'est plus la CPUE mais la capturabilité ($q = F/f$) qui est affranchie, en principe, des variations d'abondance. Cette capturabilité se décompose en 'disponibilité', qui est supposée constante d'une année sur l'autre, et en un terme de puissance de pêche. Cette dernière, en toute rigueur, est une puissance de pêche globale, la seule à rendre compte de la pression réelle à laquelle le stock est soumis. Car selon Poinard et LeGuen (1975), puis Laurec et LeGuen (1981) 'Peu importe de savoir que tel navire, disposant d'une grande puissance locale, aurait causé une forte mortalité en fréquentant une aire riche s'il n'a pas pu, ou pas su, s'y rendre. On ne doit pas mesurer la capacité à prendre plus ou moins de poisson dans une zone de densité donnée, mais bien l'aptitude à prélever une fraction plus ou moins importante d'un stock donné'.

Quelques remarques, à ce stade, sur cette méthode 'indirecte':

- La mortalité par pêche F (même en tenant compte de l'effet dit de 'convergence') n'est pas à l'abri de l'influence des données de captures et d'effort utilisées pour la calibration. De plus seuls des accroissements de la puissance globale sont appréhendés, pas ceux de l'efficacité locale (sauf à faire des F partiels par secteur).
- Une certaine confusion subsiste quant à la nature de l'efficacité estimée. S'agit-il d'une puissance globale par métier (c'est à dire traduisant la capacité à choisir le bon secteur, une fois le métier choisi) ou d'une puissance 'très globale' (incluant la capacité à choisir le bon métier). En d'autres termes, faut-il calculer, pour chaque flottille (voire chaque bateau): $q_{\text{flott}} = F_{\text{flott}} / TP_{\text{flott}}$ (où TP_{flott} est le temps de pêche total de la flottille) ou, pour cette même flottille, ne considérer que la fraction dirigée du temps de pêche et la mortalité par pêche partielle correspondante soit : $q_{\text{flott, cible}} = F_{\text{flott, cible}} / TP_{\text{flott, cible}}$?
- L'aspect saisonnier est totalement ignoré. Sa prise en compte supposerait de disposer de mortalités par pêche par période étudiée, ce qui n'est pas aussi immédiat que de décomposer une mortalité par pêche totale en F partiels par flottille.
- Enfin, cette procédure conduit à une très forte diminution du nombre d'observations puisque, au lieu d'autant de CPUE que de séquences de pêche, nous ne disposons plus que d'une capturabilité par bateau (et / cible), ce qui n'est sans doute pas sans influence sur la qualité de l'ajustement..

Afin de se soustraire à la décomposition des F , et se ramener à un schéma plus classique, il pourrait être possible d'utiliser, dans un modèle type Robson, des CPUE 'corrigées' par l'abondance annuelle, $CPUE / \text{Biomasse exploitable}$ par exemple, comme suggéré par Rothshild (1977). Les variations d'abondance annuelle étant alors supposées déjà prises en compte par ailleurs, il serait possible de travailler directement sur des BateauAn , au même titre que le Bateau d'un modèle annuel, associé à un effet SecteurPériode .

Quoiqu'il en soit, les méthodes indirectes ne sont envisageables que si l'on dispose de mortalités par pêche sur la période étudiée et/ou d'estimation indépendante d'indice d'abondance (campagne à la mer par exemple).

PREMIERE PARTIE

I. PRESENTATION SUCCINCTE DES PECHERIES ETUDIEES

I.1. Panorama de l'exploitation des ressources du golfe du Lion.....	12
I.1.1. Présentation de la région halieutique	12
I.1.2. Présentation des différentes pratiques de pêche et situation actuelle de la flottille des chalutiers.....	12
I.1.3. Les captures des principales espèces et l'état des ressources	13
I.2. Pêcheries et Flottes de Bretagne sud.....	14
I.2.1. Les pêcheries 'bretonnes'	14
I.2.2. Structure et évolution des flottes de chalutiers de Bretagne – Sud.....	15
I.2.3. Les métiers pratiqués	16
I.2.4. Etat des stocks pour les principales espèces cibles	18
I.3. Les flottes de dragage.....	21
I.3.1. Principaux métiers	21
I.3.2. Evolution de quelques flottes de dragueurs	22

I. Présentation succincte des pêcheries étudiées

Les cartes, tableaux et références bibliographiques correspondant à cette description sont présentés dans l'Annexe I.

I.1. Panorama de l'exploitation des ressources du golfe du Lion

I.1.1. Présentation de la région halieutique

Le golfe du Lion est situé à l'ouest de Marseille et représente un vaste plateau continental en forme de croissant qui s'étend jusqu'à la frontière espagnole sur 315 km de côte et dont la largeur maximale est de 45 milles nautiques au niveau de l'isobathe 150 m. Sa superficie totale est d'environ 14 000 km². Ce territoire de pêche fournit, tous produits confondus, de l'ordre de 80 à 85 % des quantités débarquées par les flottilles françaises en Méditerranée et 7 % de la production nationale tant en valeur pondérale que marchande. Autre spécificité du golfe, le littoral est formé d'une côte basse et sableuse où de nombreuses lagunes s'étirent parallèlement à la côte. Au total ces étangs couvrent une superficie de 65 000 ha.

I.1.2. Présentation des différentes pratiques de pêche et situation actuelle de la flottille des chalutiers

Dans la classification des pratiques de pêche il est classique de distinguer le type des « petits métiers » qui regroupe des pratiques nombreuses et diversifiées de celui des « grands métiers » qui rassemblent des pratiques peu nombreuses et dont l'activité est bien organisée tant au niveau de la capture que du circuit de commercialisation.

Dans le golfe du Lion se pratiquent parmi les grands métiers les quatre types suivants : le chalutage de fond, le chalutage pélagique, la pêche au lamparo et la pêche à la senne. Les chalutiers sont spécialisés dans le chalutage de fond ou le chalutage pélagique, ou bien exercer ces deux métiers à la fois. Quant aux senneurs, ils sont spécialisés dans la capture des espèces pélagiques de petite taille (sardine, anchois) ou de grande taille (thon rouge) ou rechercher ces deux groupes d'espèces selon l'opportunité du moment.

Si la pratique du chalutage est une activité ancienne dans le golfe du lion, c'est à partir de la deuxième guerre mondiale que s'effectue un renouvellement important et rapide de cette flottille. En 1958, la flottille se composait de 89 unités (Brun, 1967). Puis une baisse de rentabilité de cette activité a entraîné, à partir de 1959, une reconversion partielle ou totale de ces navires vers la pêche au lamparo. Cette baisse de l'effort de pêche ne fut que momentanée car, trois ans plus tard, en 1962, une population de pêcheurs rapatriés d'Algérie est venue développer cette activité de façon importante puisqu'on estime le nombre d'unités nouvelles à 77. Puis l'effectif de cette population sera en constante croissante jusqu'à ce que la nécessité d'une régulation conduise les professionnels à réclamer auprès des autorités administratives la mise en place d'un système de licences qui entrera en vigueur à partir de 1975 (Meuriot et Dremière, 1987).

Actuellement la flottille française des chalutiers qui exploitent le golfe du Lion est composée de 157 navires répartis de la façon suivante dans les quartiers des Affaires Maritimes : 13 à

Marseille (port principal : Marseille), 32 à Martigues (Port-de-Bouc), 78 à Sète (Sète, Grau-du-Roi, Agde) et 33 à Port-Vendres (Port-la-Nouvelle et Port-Vendres).

Cette flottille peut être divisée en trois sous-ensembles : les navires qui emploient des chaluts classiques et dont la capture est orientée exclusivement vers les poissons de fond (46 unités), les navires équipés de chaluts à quatre faces qui pêchent en alternance poissons de fond et poissons bleus (109 navires), et enfin la flottille qui utilise également des chaluts à quatre faces mais dont l'activité est dirigée uniquement vers le poisson bleu (2 navires).

I.1.3. Les captures des principales espèces et l'état des ressources

Les débarquements de poissons de fond ont augmenté régulièrement de 1960 jusqu'au milieu des années 80, puis se sont maintenus aux environs de 9200 t/an pendant la dernière décennie. Cette tendance globale sur 30 ans peut masquer en fait des variations interannuelles importantes au niveau spécifique. Secondairement on constate une chute sensible des captures entre 1985 et 1990 qui s'explique par un report d'une partie de l'effort de pêche des chalutiers vers la capture de l'anchois suite à une augmentation de la demande de cette espèce sur le marché international.

Les diagnostics disponibles (Campillo, 1992) tendent à indiquer que les stocks de la plupart des espèces sont dans un état de surexploitation, que ce soient les stocks de merlu (Aldebert et al. , 1990, 1996), de sole, de daurade et de bar (Farrugio et Le Corre, 1987), de baudroies et de rougets (Campillo, 1992). Deux facteurs sont à l'origine de cette situation : d'une part l'effort de pêche serait excessif et, d'autre part, la pêche ne protégerait pas suffisamment les fractions des stocks composées d'individus immatures. Il est probable que plusieurs de ces stocks (comme celui de merlu) n'ont pu subsister que grâce à la faible pression de pêche exercée sur les individus adultes localisées en zone profonde.

La sardine est l'espèce méditerranéenne la plus importante dans les captures avec une production dans les années 90 de l'ordre de 12 900 t. Au cours des trente dernières années, deux faits majeurs ont marqué l'exploitation de cette espèce :

au début des années 60, une montée en puissance de la flottille des lamparos s'est traduite par une augmentation des débarquements de sardine jusqu'à un maximum de production de 22 000 t au cours de l'année 1970.

La crise qui a ensuite frappé la flottille des lamparos s'est traduite par une baisse des captures de sardine jusqu'à ce que, vers 1975, les chalutiers commencèrent à leur tour à exploiter cette espèce. Et, dans les années récentes, les débarquements des chalutiers représentent à eux seuls 70 % des captures de sardines pêchées par l'ensemble des flottilles françaises en Méditerranée.

Pour la pêche de l'anchois, comme pour celle de la sardine, la technique de capture a évolué de la pêche au lamparo vers la pêche au chalut. De plus, on assiste depuis quelques années à un attrait plus marqué pour l'anchois au détriment de la sardine de la part des chalutiers.

Pour ces deux espèces de poisson bleu, les fluctuations naturelles sont une cause prépondérante des variations d'abondance. En plus des variations naturelles, la capture est également influencée par l'évolution des techniques (développement, entre autres, du chalutage pélagique) et plus récemment, par l'ouverture du marché, notamment de l'anchois vers l'Espagne et l'Italie.

I.2. Pêcheries et Flottes de Bretagne sud

Une image des flottes de Bretagne-Sud sera donnée par l'analyse de ses diverses composantes de leur structure et leur évolution ainsi que des zones de pêches qu'elles fréquentent. Cette vision sera complétée par une description des métiers pratiqués, ainsi que par un bref aperçu de l'état des principaux stocks exploités par ces flottes..

I.2.1. Les pêcheries 'bretonnes'

Pêcheries de l'Ouest de l'Ecosse : Cette zone géographique correspond à la 'Sous-zone CIEM VI'. Dans ce secteur géographique les flottes hauturières de Bretagne sud recherchent des espèces dites démersales¹ : lieu noir, lingue bleue, morue, églefin, merlan, lingue franche, ou encore le merlu , ainsi que des espèces plus benthiques² comme les baudroies et la cardine. C'est également sur cette zone qu'au cours des années 1990, une pêche d'espèces profondes (grenadiers, empereur, sabre et siki) a pu se développer.

Pêcheries de la Mer Celtique : Le terme « Mer Celtique » correspond à la zone maritime qui s'étend entre trois pays celtes : la Cornouaille britannique, l'Irlande et la Bretagne. Elle comprend les Divisions CIEM VII fghj ; on lui adjoint le secteur de Manche orientale (VIIe) et ceux de l'ouest de l'Irlande (VIIb,c). Par sa situation géographique et ses conditions hydro-climatiques, la Mer Celtique représente sur le plan écologique, un carrefour où se rencontrent des espèces d'affinités différentes. Elle se trouve à la limite sud de l'aire de répartition de nombreuses espèces (Dardignac et Quéro, 1976). Les espèces captures reflètent cette diversité. Ces ressources peuvent être classées en trois groupes écologiques distincts, : les espèces pélagiques³, démersales et benthiques, leur répartition régionale s'expliquant par la nature sédimentologique du fond et les conditions hydrologiques.

Les espèces pélagiques : les espèces les plus fréquentes sont le chinchard, le hareng et le maquereau. Malgré leur potentiel biologique, ces espèces ne sont pas recherchées par les flottes riveraines; seuls quelques navires allemands et hollandais s'intéressent encore à cette pêche

Les espèces démersales : les débarquements provenant de Mer Celtique comptent une dizaine d'espèces de gadidés. Parmi ceux-ci, le merlan, la morue, la lingue franche, le lieu jaune, le lieu noir et l'églefin sont les plus importantes. Exception faite du lieu noir et de l'églefin, les populations des autres espèces semblent constituer des stocks locaux. En Mer Celtique, ces zones à gadidés apparaissent bien individualisées au premier abord mais, dans la réalité, leurs pêcheries sont souvent imbriquées avec celles d'autres espèces (langoustine, baudroies..) avec lesquelles ils sont souvent pêchés en tant que prises accessoires

Les espèces benthiques : Baudroies (commune et rousse) et langoustine constituent la part la plus importante de ce groupe. Les poissons plats et les raies sont également capturés, cardine et raie fleurie étant les deux espèces les plus abondantes. La pêche de poissons benthiques occupe tout le centre et le sud du plateau celtique et se prolonge jusqu'aux accores. Les pêcheries de langoustine sont établies sur les fonds sédimentologiques bien définis de vases sableuses : sur la fosse de Smalls, au pied des bancs centraux (Labadie, Cockbrun, Jones) et dans une moindre mesure sur les vasières côtières du Sud Irlande .

¹ démersales : espèces qui vivent entre deux eaux au voisinage du fond

² benthiques : espèces qui vivent en rapport avec le fond

³ pélagiques ; espèces qui vivent entre deux eaux sans rapport apparent avec le fond

Pêcheries du golfe de Gascogne : Le plateau continental du golfe de Gascogne occupe une vaste étendue avec une largeur d'environ 120 km à l'ouest de l'île de Ouessant (Mer d'Iroise) et 50 km au large de la Gironde et très réduit le long de la côte cantabrique. Dans la nomenclature du CIEM, il couvre la sous zone VIII et donc les Divisions VIII a, b, c, et d. Les flottilles françaises ne fréquentent que les Divisions VIIIa,b et d.

Les fonds vaseux occupent une grande partie de la surface du plateau, mais sont entrecoupés d'innombrables indentations rocheuses et sableuses qui les font ressembler à une véritable mosaïque (Glemarec 1969). Cela explique pourquoi les pêcheries démersales françaises du golfe de Gascogne sont largement dominées par les interactions langoustines–merlu sur les vasières. En effet, la nature sédimentologique du fond est très importante pour l'écologie du merlu et de la langoustine. Les jeunes merlus (moins de deux ans) recherchent des crustacés pélagiques, en particulier des crevettes euphausiacées qui vivent près du fond sur les vasières. Les adultes sont piscivores et recherchent le merlan bleu et les *Trisopterus*. Cette répartition différentielle des proies et, probablement, la recherche d'un préférendum thermique expliquent la présence des immatures sur les vasières et des adultes sur les fonds graveleux ou rocheux. De la même manière, la langoustine du fait de son comportement terricole a des exigences particulières en ce qui concerne son habitat. Elle doit creuser son terrier dans les vases non éboulables et non remises en suspension par les houles et les courants.

Les pêcheries du golfe de Gascogne sont donc particulièrement imbriquées les unes dans les autres en raison de la diversité géologique et sédimentologique du substrat. Cet aspect en "mosaïque" se retrouve également dans la localisation des pêcheries.

les plaines côtières et l'échine rocheuse pré-littorale constituent les zones exploitées par les flottilles de petite pêche et de chalutage côtier recherchant le merlu, la sole et le bar... et les flottilles utilisant les engins dormants..

les vasières, fréquentées par les langoustiniers et les bateaux dont la cible est le merlu. Les pêcheries de langoustines se répartissent autour de l'isobathe de 100 m du nord du golfe de Gascogne (pêcherie des Glénans) jusqu'au 46° (vasière de Rochebonne). Une pêcherie secondaire, sur les vases de la Gironde, occupe une position excentrée sur les fonds de 50 m. Elle est peu fréquentée par les bateaux de Bretagne sud. La limite entre les deux pêcheries est celle séparant les divisions VIIIa et VIIIb.

Enfin, le talus continental est fréquenté par la flottille qui recherche les baudroies, la cardine et les raies

I.2.2. Structure et évolution des flottilles de chalutiers de Bretagne – Sud

Parmi les 1900 navires bretons, un peu plus de la moitié utilisent des engins traînants. Les chalutiers purs représentent la moitié de ces derniers et les trois quarts de la puissance, les dragueurs un tiers, le reste est constitué de navires mixtes chalutier-dragueurs.

En 1997, la flottille chalutière de Bretagne-Sud comptait 425 unités de toutes tailles basées dans huit ports répartis sur un espace littoral d'une centaine de kilomètres qui recouvre les quartiers maritimes de Douarnenez, Le Guilvinec, Concarneau et Lorient. La couverture statistique de cette région est relativement bonne, et hormis quelques petits bateaux, la quasi totalité des chalutiers est prise en compte dans cette étude.

Au cours des dix dernières années l'effectif global de cette flotte s'est abaissé d'un peu plus de 27%, conséquence des plans de réduction de flotte bretonne (plan Mellick puis Puech) et de la crise de la pêche en 1993 et 1994 (cessation d'activité des bateaux les moins rentables). S'il est vrai que les ports bretons abritent des chalutiers de pêche côtière de quelques mètres de long comme des unités de pêche industrielle de 58m, près de la moitié de la flotte (48%) est constituée par des navires de 16 à 25m. Une partition de la flotte en groupe de taille peut faciliter l'analyse de l'évolution de la flottille de chalutiers bretonne au cours du temps (voir le Tableau 1 de l'annexe I)

Les chalutiers de 16 à 24m : Ce groupe de navires correspond aux chalutiers hauturiers artisans dont une large part dépend des quartiers du Guilvinec et de Concarneau. Son effectif a augmenté régulièrement entre 1985 et 1990 (+27%) pour se stabiliser au début des années 90 avant de subir une légère diminution entre 1993 et 1997 (-18%). Toutefois, ce segment de la flottille reste le plus stable sur la période concernée. Les plus importants déficits numériques concernent tous les autres segments de la flottille

Les chalutiers de 12 à 15m et de moins de 12 mètres : Ces unités correspondent aux chalutiers armés à la pêche côtière et de petite pêche, basés essentiellement au pays bigouden mais également à Lorient et Concarneau. Ce sont ces flottilles qui ont grandement contribué à alimenter les plans successifs de sortie de flotte. Ces unités n'étaient pas recensées individuellement par le système national des statistiques de pêche avant 1987. Toutefois on peut considérer que leurs effectifs sont restés relativement stables jusqu'au début des années 90, malgré un certain recul des unités de moins de 12m au cours des années 80. Ce segment de la flottille est constitué de bateaux les plus anciens et n'a connu qu'un très faible taux de renouvellement au cours des années 80. Entre 1991 et 1997 une centaine de petits chalutiers a ainsi disparu ce qui correspond à une réduction de 38% de la flottille côtière.

Les chalutiers de 25 à 37 m : Il s'agit des chalutiers semi-industriels des ports de Lorient, Concarneau et du Guilvinec. Cette flottille a subi également une forte diminution entre 1983 et 1997 (57%). Une première réduction a eu lieu au cours des années 80. Elle correspond à la disparition progressive des unités les plus anciennes plus de 20 ans, qui ne permettaient plus l'exercice de certains métiers. Une seconde récession touche ce segment de flottille à partir de 1993, la crise de la pêche condamnant les navires les moins performants à la cessation d'activité.

En 1997 la flottille ne comprend plus que 34 unités sur les 80 existantes en 1983, mais il s'agit de bateaux récents et performants.

Les chalutiers de plus de 38m : Il s'agit des navires de pêche industriels de Douarnenez, Concarneau et de Lorient. Ces flottilles de grands chalutiers ne cessent de régresser malgré une relative stabilité jusqu'en 1988. Au fil du temps les armements s'éteignent, le port de Lorient ne compte plus que deux armements en 1992 dont l'un disparaîtra en 1995. En 1997 il ne reste que 15 grands chalutiers sur les 35 armés en 1983.

I.2.3. Les métiers pratiqués

L'activité des flottilles de chalutiers de Bretagne – Sud peut être décrite en termes de métiers ; le «métier» étant défini comme la recherche d'une espèce cible, sur une zone et avec un engin donné. L'affectation d'une marée ou d'une séquence de pêche à un métier s'effectue au vu des résultats de chaque marée et des estimations de captures par rectangle statistique. En fonction des pourcentages respectifs des différentes espèces cibles, l'effort et la production du

rectangle de cette marée sont affectés au métier correspondant. Chaque métier est défini par l'attribution d'un seuil de capture pour l'espèce cible et chaque marée est alors dédiée à un métier et un seul.

La notion de métier n'est donc pas reliée directement à un navire de pêche mais à une séquence de pêche. La valeur des seuils varie chaque année en fonction de l'importance relative des diverses espèces ; ils sont, en général, fixés de telle sorte que les marées sélectionnées rendent compte de 75% des débarquements de l'espèces où du groupe d'espèces.

Dans l'Ouest de l'Ecosse : L'activité de la flottille fréquentant l'Ouest de l'Ecosse est affectée à quatre métiers, chacun correspondant à une ou plusieurs espèces cibles : le métier « lieu noir » dirigé sur le lieu noir, le métier « lingue bleue » sur la lingue bleue, le métier « espèces profondes » ciblant les grenadier, sabre et hoplostète. En plus des interactions possibles entre ces cibles, un métier « Autre » rend compte de l'activité non ciblée sur ces espèces, mais principalement sur les espèces benthiques (baudroies, cardine) et sur les autres gadidés (morue principalement).

L'effort de pêche des navires industriels et semi-industriels fréquentant l'Ouest de l'Ecosse dirigé sur le lieu noir représente entre 28% et 15% du temps de pêche total de ce secteur. La part consacrée à ce métier diminue depuis la fin des années 80. Le métier espèces profondes représente depuis le début des années 90 une part relativement stable de l'activité (autour de 25%) tandis que le métier lingue bleue représente 10% de l'activité totale.

La composition de la flottille qui fréquente l'Ouest de l'Ecosse plus de 10% de son temps à très sensiblement évolué depuis 1983. Dans les années 80 l'Ouest de l'Ecosse était la zone de pêche de prédilection de la flottille des chalutiers industriels de Lorient à laquelle venaient s'adjoindre quelques semi-industriels de Douarnenez, Lorient et Concarneau. Le déclin de la flotte industriels lorientaise à partir des années 90 et surtout après 1993 a été compensé par un accroissement très net de la fréquentation par les semi industriels concarnois, délaissant la Mer Celtique au profit du Ouest de l'Ecosse. La flottille lorientaise ne représente plus que 17% du temps de pêche total dévolu au secteur VI alors que ce pourcentage était supérieur à 50% au début des années 80. A l'inverse les semi industriels de Concarneau représentent actuellement 60% de ce temps de pêche total.

Si le nombre global de navires fréquentant cette zone a peu varié, la structure de cette flotte est toutefois fort différente. Les chalutiers sont de plus petite taille et de plus faible puissance du fait du déclin de la flottille industrielle et du renforcement des chalutiers semi industriels.

En Mer Celtique : Les flottilles françaises qui fréquentent pendant plus de 10% de leur temps la Mer Celtique sont constituées de 275 navires de 23m de longueur moyenne pour une puissance moyenne de 443kW qui sont équipés d'un chalut de fond simple et de 32 unités qui sont équipées de chaluts jumeaux. Cette flottille, restée relativement stable jusqu'en 1993 est en légère diminution depuis. L'ensemble de ces navires se répartit au sein de trois métiers principaux. La durée moyenne des marées est comprise entre 11 et 14 jours.

Le chalutage dit "benthique", dont les captures s'orientent vers les baudroies, les raies et la cardine fréquentent le centre du plateau celtique. Les ports d'attache des navires sont Concarneau et le Guilvinec . En 1997, pour qu'une marée soit classée dans ce métier il fallait que la somme des débarquements cardine + baudroies + raie fleurie représente au moins 20% (seuil choisi) des débarquements totaux de la marée. La baudroie est sans conteste la première espèce en poids et en valeur pour cette pêcherie.

Le chalutage dit “démersal” sur le pourtour du plateau celtique et dont les espèces cibles sont le merlan, la morue, et le merlu. Les navires sont basés à Concarneau et à Lorient. En 1997, le seuil d'appartenance à ce métier est de 40% de gadidés : c'est à dire que pour appartenir à cette classe une marée doit comporter au moins 40% de gadidés toutes espèces confondues.

Les chalutiers langoustiniers de Mer Celtique fréquentent les fonds sédimentologiques vaseux. Hormis la langoustine, ces navires appartenant essentiellement aux ports du pays bigouden (le Guilvinec, Audierne, Loctudy), débarquent de la cardine, des baudroies, et des gadidés (merlan et morue). Le seuil de discrimination pour ce métier est une capture composée d'au moins 10% de langoustines.

La part prise par chacun de ces métiers a sensiblement évolué depuis dix ans comme le montre l'Annexe I. Dans les années 1980 le métier « benthique » dominait l'activité exercée en Mer Celtique. Les années 90 ont vu s'équilibrer les marées consacrées à la recherche des espèces démersales et des espèces benthiques. Ces dernières années ont vu de nombreuses unités qui recherchent les espèces benthiques s'équiper de chalut jumeaux mais leur individualisation dans les statistiques de pêche ne se fait que depuis 1996. La part du temps de pêche consacré à la recherche des langoustines est plus stable dans le temps malgré une légère baisse depuis 1995.

Dans le golfe de Gascogne : Alors que le merlu est une ressource partagée par de nombreuses flottilles en raison de ses migrations importantes, la langoustine est toujours exploitée par les flottilles locales avec des interférences entre ports aux extrémités des pêcheries.

La très grande majorité des navires de Bretagne sud pratiquant le chalutage de fond dans le golfe de Gascogne, recherchent la langoustine.

I.2.4. Etat des stocks pour les principales espèces cibles

Le lieu Noir de l'Ouest de l'Ecosse

La part des captures françaises diminue légèrement, actuellement elle représente 60% des captures internationales. Une forte proportion de la capture s'effectuait au cours du premier trimestre ; au moment des concentrations de géniteurs. A partir des années 90 avec le début de la pêche des espèces profondes, seules une partie de l'activité reste dirigée sur le lieu noir. Les captures qui ont culminé entre 20 000 et 25 000t entre 1979 et 1985 se sont effondrées au cours des dix dernières années pour atteindre 9400 t en 1996 et 1997.

La mortalité par pêche a considérablement augmenté entre 1985 et 1989 (+185%) puis diminue et se stabilise jusqu'en 94 ; Depuis elle amorce une nouvelle baisse pour atteindre une valeur légèrement supérieure à la valeur moyenne (1972-1997). Plus des trois quart des poissons capturés sont des immatures.

Le recrutement annuel est très fluctuant mais depuis 1988 on observe une série de recrutements toujours inférieurs aux valeurs moyennes avec une classe 1985 particulièrement faible. La biomasse de géniteurs a considérablement décliné pour atteindre son plus bas niveau en 1993 et semble depuis rester à ce stade.

La morue de Mer Celtique

En 1997, les débarquements français (9500t) représentaient 82% des débarquements totaux (12 600t). L'exploitation a porté surtout sur des individus de 1, 2 et 3 ans en raison de l'abondance moyenne des classes 1994 à 1996. Les études de rejets menées en 1991 et 1997 ont montré que les rejets pondéraux restaient à un niveau très modéré.

La mortalité par pêche diminue constamment depuis le pic de 1991, depuis dix ans elle fluctue autour de la valeur moyenne. La biomasse féconde a atteint un maximum historique de 24 000t en 1989 puis décline assez rapidement à 6500 T en 1992. En 1997, la biomasse féconde de 13 000t est de 34% supérieure à la moyenne (9000t). Au cours des trois dernières années le recrutement a fluctué autour des valeurs proches de la moyenne des dix dernières années.

Le merlan de Mer Celtique

La pêcherie française est généralement concentrée dans la division VIIg. La Division VIIf est fréquentée surtout au premier trimestre en raison d'une concentration de reproducteurs.

Jusqu'en 1992, les débarquements français représentaient de 74 à 86% des débarquements totaux. Depuis 1993, la part française décroît régulièrement et n'atteint plus que 51% des débarquements internationaux en 1996. La flottille lorientaise qui représentait habituellement plus de la moitié de la capture totale française se réduisant, la part des flottilles langoustinières hauturières bigoudènes augmente, passant de 9 % en 1992 à 18 % en 1996. L'exploitation porte essentiellement sur les âges 2, 3 et 4. Les rejets pondéraux des chalutiers pour lesquels le merlan constitue une espèce cible sont estimés entre 20 et 30% de la capture totale. Les rejets des chalutiers langoustiniers furent estimés à 60% mais les débarquements en merlan de cette flottille ne représentaient alors que 5% des débarquements internationaux..

La mortalité par pêche a fortement diminué depuis le maximum historique de 1983 (1.42), mais reste très élevée ($F=1.02$ en 1996). Pour ce stock, de faibles recrutements ont été observés pour de faibles valeurs de la biomasse féconde.

Le merlu

On s'accorde pour de multiples raisons basées surtout sur des observations biologiques comme la distribution des groupes d'âge ou la géographie des nourriceries, pour distinguer deux stocks de merlus européens, nord et sud, séparés par le 44°N, limite correspondant à la pente continentale espagnole.

Après une légère amélioration observée de 1987 à 1989, les débarquements sont en 1997 au plus bas niveau observé depuis 30 ans.

Les analyses effectuées font ressortir que les niveaux d'exploitation sont peu élevés: le coefficient de mortalité par pêche moyen (âges 2 à 6) se situant autour de 0.27, ce qui est faible comparativement à d'autres espèces de gadidés comme le merlan ou la morue. Depuis le début des années 1980, et malgré un recrutement record en 1985 (450 millions), la biomasse de géniteurs a diminué très rapidement pour atteindre en 1994 le plus bas niveau de la série.

Les études de rejets montrent une assez grande variabilité des rejets de cette espèce selon les flottilles. Pour les flottilles hauturières de Mer Celtique le niveau de rejet est relativement modéré: moins de 20% pour la flottille benthique, 40% pour la flottille démersale. En revanche, la flottille langoustinière a des taux de rejet assez élevés qui varient entre 35 et 80%

(au premier trimestre 97). L'essentiel des captures de merlu est à parts égales réalisé par les deux premières flottilles.

Les baudroies de Mer Celtique et Golfe de Gascogne

La baudroie commune (*Lophius piscatorius*) est surtout capturée par des chalutiers, mais une pêcherie au filets maillants s'est développée, notamment sur le plateau celtique, au cours des années 1980. Pêchée le plus souvent en même temps que la baudroie rousse, elle représente environ les deux tiers des débarquements des deux espèces. Elle est principalement capturée par la France et l'Espagne, et pour plus des trois-quarts en mer Celtique. La part de la France dans les débarquements internationaux reste relativement stable au fil des ans et dépasse 50%. La baudroie commune constitue l'espèce cible d'un grand nombre de chalutiers de Bretagne sud et une espèce accessoire importante pour les autres.

Pendant la période 1979-1993 les débarquements montrent une tendance à la baisse, puis une progression jusqu'en 1996. En 1997, cette augmentation cesse, et on constate une légère baisse des débarquements totaux. Bien que la mortalité par pêche ne soit pas très élevée, une très large part des captures s'effectue sur des individus de petites tailles et immatures. Depuis le début des années 1990, une série de recrutements supérieurs à la moyenne, a permis un redressement très net des rendements et de la production. De la même façon, la biomasse des géniteurs se redresse, bénéficiant de l'arrivée des jeunes individus. Les rejets de baudroies sont négligeables pour les flottilles hauturières de Mer Celtique moins de 5% des captures en poids.

Les débarquements de baudroie rousse (*Lophius budegassa*) montrent une tendance irrégulière à la baisse au cours de la période 1979. Tout semble indiquer une faible mortalité par pêche (très proche de la valeur estimée de la mortalité naturelle), ce qui, ajouté à la brièveté de la série historique, conduit à un diagnostic peu précis. Les recrutements semblent relativement stables, 1993 et 1994 étant de bonnes années. Ceux des années récentes, bien que mal estimés, sont vraisemblablement plus faibles que la moyenne. La biomasse des géniteurs a diminué jusqu'en 1993, semble remonter légèrement depuis 1995 par l'effet conjugué d'une baisse de la mortalité par pêche et des bons recrutements 1993 et 1994.

I.3. Les flottilles de dragage

Au sein de la flotte de Manche–Atlantique, 945 navires incorporent un ou plusieurs métiers de dragage dans leur calendrier d’activité annuelle en moyenne durant 6.4 mois. Cela représente 21% du nombre de bateaux totaux de cette façade et environ 23% de l’activité estimée des navires pratiquant les arts traînants.

En raison de l’existence quasi généralisée de période de fermeture estivale de la pêche, la plupart des dragueurs pratique un métier complémentaire : 416 d’entre eux (soit 44 % des dragueurs) sont aussi chalutiers, les autres exerçant un ou plusieurs métiers d’arts dormants.

Soixante dix pour cent des dragueurs français opèrent en Manche (664 navires) ; ils représentent 37 % de la flotte de Manche, alors que seuls 10 % des navires du golfe de Gascogne incorporent les métiers du dragage dans leur activité.

L’activité de dragage est essentiellement cantonnée dans la mer territoriale, mis à part 90 navires de Manche orientale ciblant la coquille Saint-Jacques aussi au delà des 12 milles. L’essentiel de la flottille est constituée principalement de navires de 6 à 12 mètres mais on observe en Manche et plus particulièrement en Manche orientale, mais aussi dans le golfe normand-breton, des unités de 13 à 20 mètres.

I.3.1.Principaux métiers

Les principaux métiers de dragage sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les pêcheurs ont mis au point localement des engins adaptés à l’espèce ciblée et les captures sont en général monospécifiques : mentionnons toutefois les prises accessoires d’amandes de mer ou de buccin à la drague à praires et la possibilité de capturer en mélange amande, palourde rose et spisule à la drague à petits bivalves.

Métiers	Nombre de navires	Nombre de mois d’activité
DRB Coquille St-Jacques	755	3825
DRB Praire	128	704
DRB Petits bivalves	116	673
DRB Pétoncles	109	361
DRB Moule	77	399

Le métier de dragage de la coquille Saint-Jacques est le principal métier de dragage : il concerne 80 % de la flotte de dragueurs, réparti sur le littoral de Boulogne à La Rochelle, et représente 62 % du nombre total de mois d’activité à la drague.

Le métier de dragage de la praire est une spécificité de Manche occidentale, de Granville à Paimpol et en rade de Brest.

Les métiers de dragage des petits bivalves (amande de mer, palourdes rose et japonaise, spisule) concernent essentiellement la Manche occidentale et le sud Bretagne.

La drague à pétoncles (essentiellement *Chlamys varia*) concerne principalement les secteurs de la rade de Brest et des Pertuis charentais.

La drague à moule est mise en œuvre dans le secteur de Barfleur –Saint Vaast la Hougue.

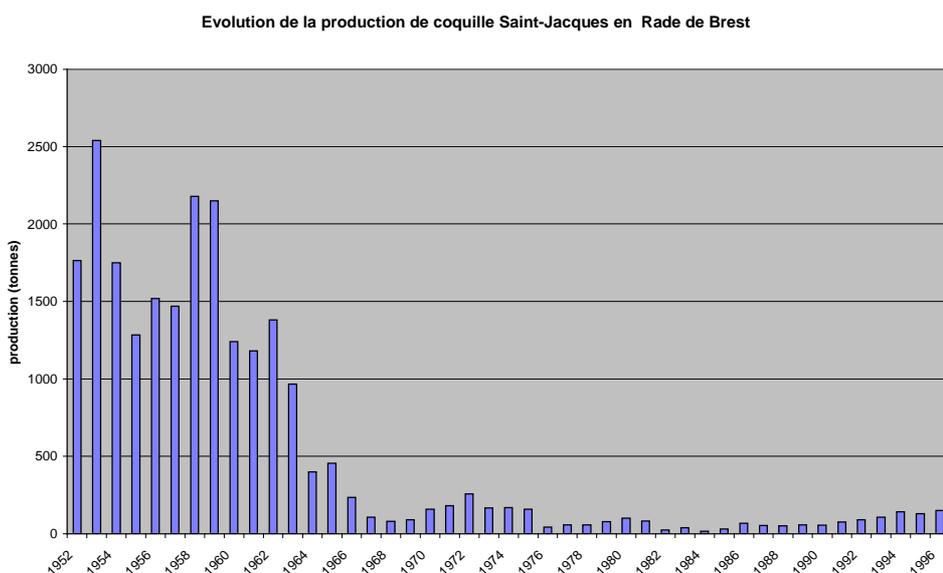
Plus marginalement, il existe une pêche des oursins à la drague dans le sud Bretagne. Il convient enfin de signaler l'existence d'un métier de dragage ciblant les poissons plats et principalement la sole exercé par une quarantaine de navires côtiers en baie de Somme.

La majorité des espèces de coquillages exploitées à la drague est caractérisée par des fluctuations de recrutement très importantes amplifiées par un taux d'exploitation élevé (voir annexe I).

I.3.2. Evolution de quelques flottilles de dragueurs

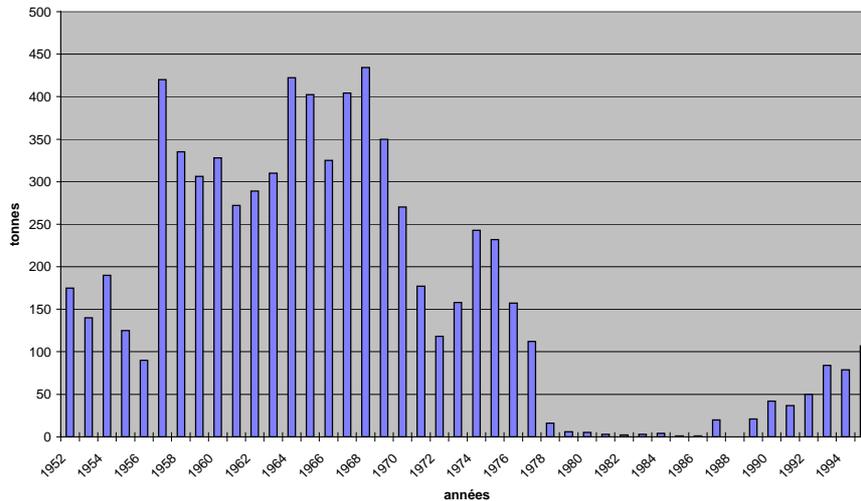
A partir de l'examen de trois pêcheries de Manche occidentale (rade de Brest, baie de Saint-Brieuc, baie de Granville), il est possible de dégager les grands traits de l'évolution des flottilles de dragueurs :

La pêcherie de coquillages de la rade de Brest s'adresse à trois ou quatre espèces de coquillages selon les périodes (coquille Saint-Jacques, praire, Pétoncle noir et pétoncle blanc). C'est la pêcherie la plus ancienne des trois étudiées, puisque la coquille y a été exploitée tout au long de ce siècle. C'est la dernière pêcherie d'importance en Europe ayant connu une exploitation à la voile jusque dans les années 1950. L'adoption du moteur accroît les captures et entraîne des constructions nouvelles. Les flottilles coquillières atteindront 280 unités. Le stock de coquille Saint-Jacques a connu un effondrement consécutif à la surexploitation et à l'hiver particulièrement rigoureux de 1963, et la production annuelle de coquille est passée de 1500 tonnes en moyenne à moins de 100 tonnes en moyenne.

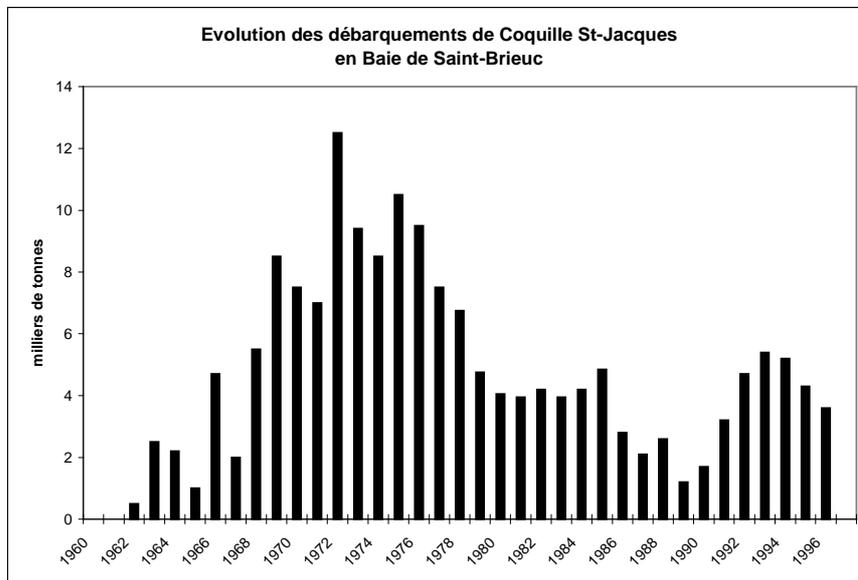


Le stock de praires a connu également un effondrement à la fin des années 1970 qui a entraîné l'abandon de la pêche pendant 10 ans jusqu'au début des années 1990.

Evolution de la production de praires en rade de Brest



Depuis 1973, le nombre de coquilliers de la rade a été divisé par deux, la puissance motrice a quasiment triplé et la puissance motrice embarquée a progressé de près de 30%.

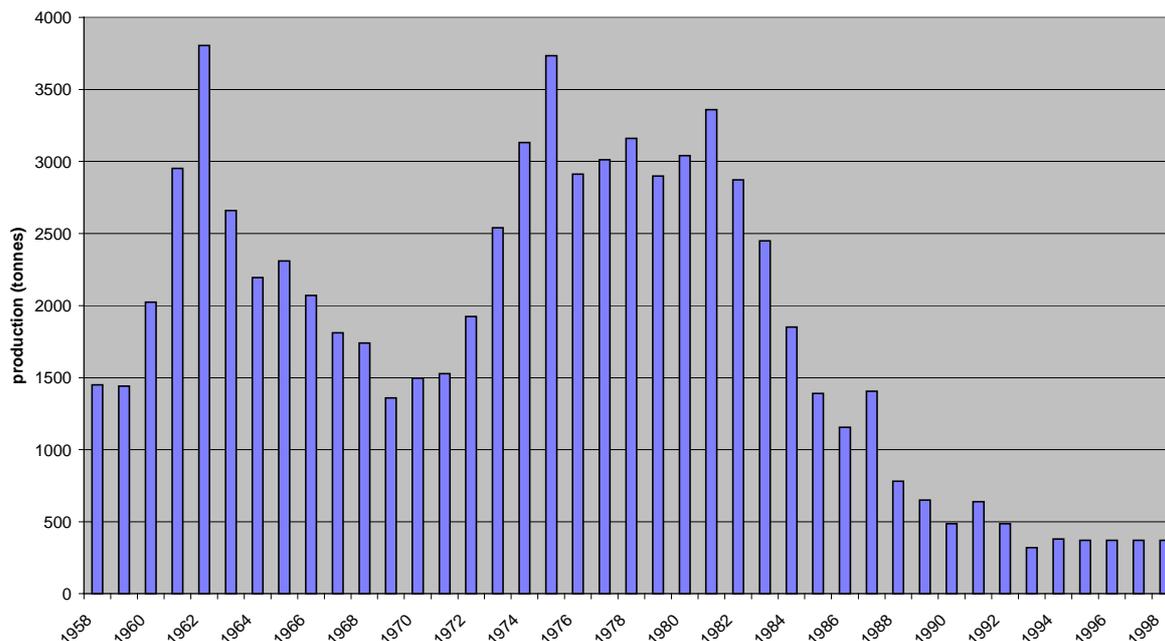


La pêcherie de coquille Saint Jacques de la baie de Saint-Brieuc s'est développée à partir de 1962 et a connu un essor très important puisqu'en 1972 la production dépassait 12000 tonnes et en 1974 on comptait 457 navires titulaires d'un licence de pêche.

Vingt cinq plus tard, le nombre de licences est de 259, soit une réduction de 200. La puissance moyenne qui était en 1974 de 71 kW s'est stabilisée depuis quelques années autour de 125 kW. La puissance totale embarquée observée au cours des années est quasiment identique à celle de 1974 autour de 32500 kW.

La pêcherie de praires de Granville s'est développée à partir de 1958 et a conduit au renouveau du port avec une production qui a culminé à 3500 tonnes en 1962, 1975 et 1982. A partir de 1982, la production a été en constante diminution et depuis 1993 elle reste inférieure à 400 tonnes.

Dragueurs de Praires Granville. Evolution de la production depuis l'origine de la pêche.



La découverte du gisement a permis la constitution d'une flottille spécialisée (cf figures). Les premières années d'exploitation se caractérisent par l'arrivée de 30 à 60 petits dragueurs des Côtes d'Armor (jusqu'en 1963): il s'agit de canots semi-pontés de 7 à 8 mètres, de plus de 3 tonneaux de jauge, et d'une puissance motrice de 18 à 30 kW. Les navires de Granville composée de quelques chalutiers, cordiers et caseyeurs se reconvertissent. De nombreuses unités spécialisées de moins de 5 tjb sont construites sur place, et à partir de 1964 se développe la construction de navires plus forts (supérieurs à 10 tjb). Le déclin des navires de moins de 5 tjb s'amorce en 1969 et en 1974 il n'en reste qu'un. La flottille compte alors 10 à 12 navires par classe de jauge de 5 à 25 tjb. La flottille atteint son apogée en nombre de navires en 1981 avec 74 unités (dont une dizaine hors criée); depuis 1958, la flottille a triplé en nombre, le « dragueur moyen de Granville a vu son tonnage doubler et sa puissance motrice tripler.

On observe ensuite une réduction progressive de la flottille caractérisée par une bipolarisation avec d'une part des navires de petite taille (autour de 10 tjb, 110 kW) et d'autre part des navires de 14-15 mètres d'une jauge de l'ordre de 30 tjb. Ce groupe de navires augmente progressivement à la fin des années 1980 et l'on assiste depuis à une forte diminution des navires plus petits qui se détournent de la praire et ou sont éliminés de la flottille du port. L'innovation technologique consistant à équiper les dragues d'un volet dépresseur sur l'arrière de l'engin, s'est généralisée au début des années 1990: elle a permis d'améliorer temporairement les rendements en permettant d'augmenter la vitesse de traîne pour les navires les plus forts et les plus puissants. Seuls ces navires ont été en mesure d'adopter cette innovation.

DEUXIEME PARTIE

II. ACQUISITION, TRAITEMENT ET VALIDATION DES DONNEES

II.1. Origines des données.....	26
II.2. Définition de l'observation et filtres	27
II.3. Définition des Variables.....	27
II.4. Contrôle des données	28
II.5. Exploration des données	28
II.6. Examen et suppression des outsiders	29
II.7. Création du fichier navire	29

II. Acquisition, traitement et validation des données

II.1. Origines des données

Pour l'ensemble des flottilles, les données de production par espèce et d'effort sont disponibles par bateau avec une précision qui peut varier d'un secteur d'étude à l'autre: jour par jour, marée par marée, par division CIEM ou par rectangle statistique. Les effectifs moyens des flottilles sont indiqués ci-après.

* Flottille chalutière de Bretagne sud : plus de 350 navires chalutiers industriels, semi-industriels et artisans fréquentent l'ouest de l'Ecosse, la mer Celtique, ou le golfe de Gascogne. La 'petite pêche' (bateaux de moins de 16m) doit être étudiée avec précaution car la qualité des données risque de ne pas permettre des analyses fiables des cpue. Les données sont disponibles depuis 1983 pour la plupart, et par rectangle statistique depuis 1985

* Flottille de dragueurs de Manche ouest : Parmi cette flottille a été sélectionnée la pêcherie de 60 dragueurs de praire de Granville entre 1978 et 1996.

* Flottille chalutière du golfe du Lion : près de 160 unités réparties dans 7 ports possédant tous une criée: Marseille, Port de Bouc, Le Grau-du-Roi; Sète, Agde, Port-la-Nouvelle, Port Vendres. Les données sont disponibles pour le port de Sète sur la période 1988-1994, et depuis 1994 pour les autres criées du golfe du Lion.

En Manche-Atlantique, les statistiques de pêche qui servent au calcul des cpue sont rassemblées et organisées dans une base au niveau des Centres Régionaux de Traitement des Statistiques de Pêche (CRTS), à partir de 1983. Elles proviennent de la fusion de deux sources d'information, les quantités débarquées dans les criées d'une part, la répartition spatio-temporelle de l'effort de pêche rapportée dans les journaux de bord par les pêcheurs eux même d'autre part, complétée par des indications de provenance de capture pour certaines espèces. Les données de praires de Granville de 1978 à 1982 sont issues de la criée (production, effort et zone de pêche).

La production débarquée par un navire dans une criée est d'abord triée par espèce et catégorie commerciale locale, puis divisée en lots de vente. Chaque lot est vendu aux enchères par le crieur et donne lieu à une écriture comptable informatisée qui contient le jour et le lieu de vente, l'identifiant du navire, les espèces vendues, leur taille, état sanitaire, présentation, qualité, type de transaction et bien entendu les poids et prix. Un premier examen des informations reçues des criées est effectué et permet de détecter les erreurs de saisie ou de transcodage et d'assurer une standardisation des codes employés par les différentes criées.

En Méditerranée, ce système de collecte de l'information ne s'applique pas exactement, puisque les pêcheurs de cette région n'ont pas l'obligation de remplir de journaux de bord et qu'il n'existe pas de CRTS, l'absence de l'un étant la cause de l'absence de l'autre. Néanmoins à l'aide des seules déclarations de vente en criée, il est possible d'établir des cpue grâce à l'unicité du lieu de capture (le golfe du Lion), du lieu de vente (une seule criée par marée) et du temps de pêche d'une marée (un jour). Dans ces conditions les quantités vendues par les chalutiers du golfe du Lion auprès des six criées sont analysées comme des cpue, le jour de vente d'un chalutier dans une criée équivaut en unité d'effort à un jour de pêche.

II.2. Définition de l'observation et filtres

Une séquence de pêche est constituée de la portion de marée effectuée par le bateau dans un rectangle et pour un engin donné.

Dans tout ce qui suit, une observation (ligne du tableau de données) est constituée par la CPUE d'une séquence de pêche.

Une analyse mono-spécifique ne s'effectuant par principe que sur les séquences de pêche ciblant l'espèce, un simple seuil de capture peut être suffisant et facile à mettre en œuvre. La non prise en compte des observations de CPUE lorsque l'espèce étudiée n'est prise qu'accessoirement a l'immense mérite de régler le 'problème des zéros' (captures nulles). Cette approche est supportée par Kimura (1981), Biseau (1998), et d'autres, et suppose qu'une capture faible ou nulle témoigne de la volonté du pêcheur de ne pas rechercher cette espèce... ce qui conduit vraisemblablement à surestimer son efficacité.

Pour chaque stock étudié, on ne prend en compte que les observations issues de séquences de pêche ayant eu lieu dans la zone géographique correspondant à l'aire de répartition du stock. De plus seules les informations concernant le chalutage de fond ou les dragues dans le cas des praires, sont sélectionnées.

Enfin, ne sont gardées que les bateaux pour lesquels plus de quelques observations sont disponibles (par exemple 5 pour une année), et les rectangles fréquentés à peu près régulièrement (5 observations).

II.3. Définition des Variables

Chaque séquence de pêche est identifiée par le Bateau considéré et ses caractéristiques techniques (Puissance, Jauge, Longueur, Age). L'âge est calculé à partir de la date de lancement du navire par la formule : $Age = (Année\ étudiée - année\ de\ lancement) + 1$. Le fichier qui rassemble les caractéristiques des navires est obtenu auprès des Affaires Maritimes.

Sont également indiqués le secteur fréquenté, la date de vente, le temps de pêche, et, dans le cas de l'étude sur la Bretagne sud, l'engin utilisé avec la distinction 'chaluts jumeaux' ou non. S'ajoutent, à titre d'information, le port de débarquement et la part du débarquement total de la marée attribuée à la séquence de pêche, en poids et en valeur.

Il pourrait également être utile de disposer quelque part d'un indicateur rendant compte de la manière dont les débarquements totaux de la marée ont été ventilés entre les séquences de pêche (selon les indications du log-book par exemple).

L'appartenance de la séquence de pêche dans un métier pourrait être pertinent dans le cas d'une analyse effectuée toutes espèces confondues, en valeur donc.

II.4. Contrôle des données

Identification et suppression des observations aberrantes

Un premier contrôle doit permettre de corriger (ou d'éliminer) les observations pour lesquelles des informations sont manifestement erronées (puissance motrice nulle par exemple).

L'examen des minima et maxima de toutes les variables (en utilisant par exemple la fonction 'summarize data') et un tri sur la ou les variable(s) suspecte(s), permettent d'identifier toutes les observations aberrantes.

Un deuxième contrôle doit porter sur la variable à expliquer. La construction d'un graphe CPUE vs Temps de Pêche, par exemple, permet de détecter des valeurs anormales. Ces valeurs anormales de cpue (a priori cela ne concerne que les très fortes valeurs compte tenu du critère de sélection des séquences de pêche appliqué), peuvent alors être identifiées, validées, corrigées ou éliminées.

II.5. Exploration des données

Identification et suppression des observations suspectes

Pour chaque bateau et pour le jeu de données correspondant au stock étudié, toutes les observations pour lesquelles la cpue s'écarte anormalement de la cpue médiane du bateau sont identifiées et examinées soigneusement. Les plus suspectes d'entre elles sont supprimées.

L'écart sur lequel le test est mis en place est le suivant :

$EMBAT = (\text{cpue de l'observation} - \text{cpue médiane du bateau}) / \text{Ecart Inter-Quartile de la distribution de la cpue du bateau.}$

Toutes les observations telles que $EMBAT > 4$ sont listées et représentées sur un histogramme de fréquence.

Dans tous les cas, la suppression de toutes les observations pour lesquelles cet écart est supérieur à 10 se justifie pleinement. Il s'agit pour la plupart d'erreurs de saisie du temps de pêche, ou de la ventilation des débarquements entre les différentes séquences de pêche qui composent la marée. Cela concerne une dizaine d'observations environ pour chaque analyse et, sauf exception, ces valeurs suspectes seraient apparues comme outsiders si elles avaient été considérées lors de l'analyse. Il nous est apparu plus 'propre' de procéder à l'examen et à l'élimination préalables de ces observations anormales.

Ce critère d'aberration aurait pu être calculé en regard des observations de l'ensemble des bateaux, mais cette façon de procéder aurait pu conduire à éliminer sans raison un ou plusieurs navires pour lesquelles les cpue sont effectivement très différentes du reste de la flotte.

II.6. Examen et suppression des outsiders

A l'issue des premières analyses de variance, les observations pour lesquelles les résidus s'écartent 'anormalement' de la moyenne (résidus réduits $> \pm 2$) sont listées, examinées et supprimées (Tomassone et al, 1992). Dans la plupart des cas, ces outsiders sont la conséquence de séquences de pêche exceptionnelles (très fortes ou très faibles), qui relèvent plus de la chance ou de la malchance que d'une quelconque efficacité générale. Il n'est donc pas anormal de ne pas en tenir compte dans les analyses ultérieures. Le nombre de ces outsiders est variable selon les analyses, mais dépasse rarement quelques pour-cent du nombre initial d'observations analysées. Il faut noter qu'une élimination préliminaire des observations suspectes selon le critère $EMBAT > 4$ aurait diminué le nombre d'observations jugées « outsiders » par l'analyse. Cela nous renforce dans notre conviction que, s'il est nécessaire d'examiner au préalable les données suspectes, seule la suppression des valeurs vraiment aberrantes est nécessaire.

La suppression des 'outsiders' améliore, en général, considérablement la qualité de l'analyse.

II.7. Création du fichier navire

Dans la deuxième phase de l'analyse qui consiste à tenter d'expliquer les effets Bateau, il faut disposer d'un tableau dans lequel les observations ne sont plus les cpue / séquence de pêche, mais les efficacités locale et globale par bateau. Ce tableau, qui compte autant de lignes que de bateaux impliqués dans la pêcherie étudiée, possède, outre les valeurs de puissance de pêche et d'indice de capacité stratégique, autant de colonnes que de variables susceptibles d'être utilisées pour l'explication des effets Bateau. Lorsqu'une modification de l'une d'elles est intervenue au cours de la période étudiée, une moyenne pondérée par le temps de pêche est alors considérée, dans le cas d'une variable quantitative.

Dans l'étude des chalutiers de Bretagne sud, lorsque cela était possible, nous avons créé une nouvelle variable, pchjum, qui rend compte du pourcentage d'utilisation des chaluts jumeaux. Pour chaque bateau, le temps d'utilisation de chacun des deux types de chalut de fond (chalut simple ou chaluts jumeaux) est sommé, puis la part du temps de pêche total du navire consacrée à l'utilisation du chalut jumeau est calculée et arrondie à la dizaine de pour-cent. Cette nouvelle variable est utilisée comme variable quantitative. Une simple factorisation [chaque classe correspondant à une tranche d'utilisation de 10% (0-9.9, 10-19.9 etc...), soit 11 classes], conduirait en effet, dans une analyse de variance, à donner à cette variable un poids artificiellement plus élevé (10 degrés de liberté au lieu de 1). Une telle factorisation n'aurait de raison d'être que si les autres variables étaient elles aussi factorisées. On aurait pu envisager en effet d'établir des classes de longueurs, de puissances, mais il nous a paru préférable de garder l'aspect quantitatif.

III. Traitement statistique

III.1. Transformation des données.....	31
III.2. Choix du modèle	32
III.3. Pondération des observations	32
III.4. Interactions entre variables	32
III.5. Sélection des variables les plus pertinentes.	33
III.6. Choix d'un bateau de référence.....	33

TROISIEME PARTIE

TRAITEMENT STATISTIQUE

III.1. Transformation des données	31
III.2. Choix du modèle	32
III.3. Pondération des observations	32
III.4. Interactions entre variables	32
III.5. Sélection des variables les plus pertinentes.	33
III.6. Choix d'un bateau de référence	33

III. Traitement statistique

Le logiciel utilisé pour l'ensemble des analyses présentées est le logiciel S+, dans sa version Unix ou Windows.

III.1. Transformation des données

La formulation selon laquelle la Cpue d'un navire dépend d'un effet Bateau, d'un effet spatial et d'un effet temporel constitue la base de notre étude.

La transformation logarithmique, largement utilisée dans la littérature, permet de passer d'une distribution asymétrique des observations dans 3^+ à une distribution dans 3 qui se rapproche d'une loi Normale. De plus, la transformation logarithmique permet d'appréhender l'aspect multiplicatif des effets des diverses variables impliquées dans l'analyse.

$\text{Log}(P_n) \sim \text{Bateau} + \text{Zone} + \text{Période}$

L'amélioration de la qualité des ajustements après transformation logarithmiques des cpue semble, dans la plupart des cas, très artificielle et principalement due à un effet de lissage qui peut masquer les éventuelles fortes disparités.

Il ne faut pas oublier que ce que l'on cherche à estimer c'est P_n et non pas $\log(P_n)$. P_n est obtenu par la transformation exponentielle du $\log(P_n)$. Pour être très rigoureux et obtenir une estimation non biaisée de P_n , il faut utiliser une correction du biais comme proposé par Laurent (1963) ou Goldberger (1968). Cette correction n'a cependant été utilisée que dans l'étude des données méditerranéennes, et jugée peu influente pour les autres données..

III.2. Choix du modèle

L'analyse de variance permet d'apprécier l'effet des variables qualitatives (Bateau, Zone, Période) sur la variable numérique Pn. On a donc un modèle du type :

AOV ($\log(P_n) \sim \text{Bateau} + \text{Zone} + \text{Période}$)

Dans la plupart des cas, le plan est très déséquilibré, tous les bateaux ne fréquentant pas tous les rectangles, tous les mois, avec la même fréquence. De ce fait, l'ordre d'introduction des facteurs dans l'aov joue un rôle sur la somme des carrés de chacun des facteurs, même si, évidemment la somme totale reste inchangée.

Dans la plupart des cas, l'utilisation de la variable 'rectangle' apporte un supplément d'explication à l'analyse, par rapport à la 'sous division'. Sans préjuger de l'apport réel de ce surcroît de précision spatial, il y a une amélioration quasi automatique du seul fait de l'accroissement du nombre de degré de liberté (il y a plus de rectangles que de sous-divisions).

A titre d'indication, un test de Kolmogorov-Smirnov est pratiqué pour tester la normalité de la distribution des résidus.

III.3. Pondération des observations

Dans l'étude des Cpue des chalutiers de Bretagne sud, une pondération des observations par le temps de pêche a été effectuée pour atténuer l'effet de gros « coups » ponctuels voire des traits « nuls ».

Même en ayant pris soin de supprimer les observations dans des strates peu fréquentées, il est fortement utile de pondérer les observations pour donner plus de poids aux strates spatio-temporelles les plus fréquentées. Une pondération par le temps de pêche donne les meilleurs résultats.

Cette pondération apparaît également dans l'analyse des Cpue des dragueurs à praire de Granville, puisque les mêmes procédures standard ont été utilisées. Dans ce cas cependant, l'apport de cette pondération est quasi-nulle, car le temps de pêche par séquence de pêche est, sauf exception, identique pour toutes les séquences et égal au maximum autorisé.

III.4. Interactions entre variables

Les interactions entre les variables n'ont pu être étudiées que dans de très rares cas du fait de l'incapacité du logiciel et/ou des machines à traiter les nombres élevés d'observations, et surtout de facteurs. Ce point est cependant très important car, à partir du moment où l'effet croisé est significatif, il est inutile de s'intéresser aux effets simples (Philippeau, 1989).

Ainsi, dans le cas d'un modèle $CPUE = \text{Bateau} + A_n + \text{Zone}$, l'interprétation des effets Bateau ou A_n n'est pas pertinente si $\text{Bateau} * A_n$ est significatif. Ceci doit être vrai même si la valeur du test de Fisher (F value) de l'interaction est beaucoup plus faible que celui des effets simples (en tenant compte du nombre beaucoup plus important de degrés de liberté). Il convient d'ajouter que ce n'est pas parce que l'on ignore une interaction qu'elle n'existe pas !

La seule interprétation possible dans ce cas consiste à comparer le même bateau d'une année sur l'autre, ou tous les bateaux au cours de la même année.

Néanmoins, il peut être judicieux de regarder l'apport d'explication d'une interaction dans le modèle. Si cet apport est relativement faible on pourra alors se contenter d'un modèle sans interaction permettant une interprétation des effets simples. On verra une illustration de ces propos dans l'analyse préliminaire des données de lieu noir de l'ouest de l'Ecosse présentée en Annexe V.

III.5. Sélection des variables les plus pertinentes.

Certaines des informations disponibles sont très fortement corrélées les unes aux autres (exemple: longueur et jauge, voire puissance et jauge). Il est donc possible d'utiliser successivement chacune de ces variables et de ne conserver que celle qui conduit à la meilleure explication de la variabilité. On peut également avoir recours à une procédure de type 'stepwise' ou régression pas à pas qui introduit les régresseurs un par un et sélectionne les plus 'pertinents' en fonction de la statistique C_p . Partant d'un modèle initial -généralement avec la seule constante- la variable pour laquelle la valeur du C_p est plus petite que celle du modèle est ajoutée et ainsi de suite. L'objectif de cette procédure automatique est d'améliorer le modèle en ne gardant qu'un minimum de régresseurs. Il s'agit donc de diminuer la variance résiduelle tout en acceptant une diminution 'raisonnable' de la valeur du coefficient de détermination multiple R^2 .

III.6. Choix d'un bateau de référence

bateau réel ou moyenne.

Les coefficients qui sont estimés par le modèle sont des valeurs relatives, et on peut choisir de présenter les résultats par rapport à un standard (coefficient = 0), choisi arbitrairement ou non, ou par rapport à la moyenne des occurrences de l'effet étudié, la somme des coefficients étant alors égale à 0. Rappelons qu'un coefficient de 0, après transformation exponentielle, et en négligeant les corrections de biais, devient une efficacité/abondance relative de 1.0.

QUATRIEME PARTIE

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

IV.1. Chalutage en Méditerranée 1984-1997	36
IV.1.1. Analyse des données de cpue.....	37
IV.1.2. Recherche de facteurs explicatifs des variations observées de puissance de pêche entre les navires	47
IV.1.3. Conclusion	51
IV.2. Chalutage en Bretagne sud en 1997	53
IV.2.1. Lieu noir - 1997	53
IV.2.1.1. Données et filtrages.....	53
IV.2.1.2. Description de la pêcherie.....	54
IV.2.1.3. Puissances de pêche	57
IV.2.1.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	63
IV.2.1.5. Conclusion	67
IV.2.2. Morue mer celtique 1997	68
IV.2.2.1. Données et filtrages.....	68
IV.2.2.2. Description de la pêcherie.....	69
IV.2.2.3. Puissances de pêche	72
IV.2.2.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	77
IV.2.2.5. Conclusion	81
IV.2.3. Merlan de mer Celtique - 1997	82
IV.2.3.1. Données et filtrages.....	82
IV.2.3.2. Description de la pêcherie.....	83
IV.2.3.3. Puissances de pêche	86
IV.2.3.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	91
IV.2.3.5. Conclusion	95
IV.2.4. Merlu – 1997.....	96
IV.2.4.1. Données et filtrages.....	96
IV.2.4.2. Description de la pêcherie.....	97
IV.2.4.3. Puissances de pêche	100
IV.2.4.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	105
IV.2.4.5. Conclusion	107
IV.2.5. Baudroies de mer Celtique et golfe de Gascogne - 1997:.....	109
IV.2.5.1. Données et filtrages.....	109
IV.2.5.2. Description de la pêcherie.....	110
IV.2.5.3. Puissances de pêche	113
IV.2.5.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	118
IV.2.5.5. Conclusion	122
IV.2.6. Langoustine de mer Celtique (dite ‘du nord’) - 1997	123
IV.2.6.2. Description de la pêcherie.....	124

IV.2.6.3. Puissances de pêche	127
IV.2.6.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	132
IV.2.6.5. Conclusion	134
IV.2.7. Langoustine du golfe de Gascogne – 1997	135
IV.2.7.1. Données et filtrages.....	135
IV.2.7.2. Description de la pêcherie.....	136
IV.2.7.3. Puissances de pêche	139
IV.2.7.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	143
IV.2.7.5. Conclusion	145
IV.2.8. Conclusion	146
IV.3. Drague à praires en Baie de Granville 1978-1996.....	147
IV.3.1. Etude de l'année 1978.....	147
IV.3.1.1. Données et filtrages.....	147
IV.3.1.2. Description de la pêcherie.....	148
IV.3.1.3. Puissances de pêche	150
IV.3.1.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	154
IV.3.2. Etude de l'année 1989.....	159
IV.3.2.1. Données et filtrages.....	159
IV.3.2.2. Description de la pêcherie.....	160
IV.3.2.3. Puissances de pêche	162
IV.3.2.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	166
IV.3.3. Etude de l'année 1995.....	171
IV.3.3.1. Données et filtrages.....	171
IV.3.3.2. Description de la pêcherie.....	172
IV.3.3.3. Puissances de pêche	174
IV.3.3.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux.....	178
IV.3.4. Etude pluriannuelle 1979-1996 de la pêcherie de praire	182
IV.3.4.1. Analyse de la variance – Identification des effets et interactions	182
IV.3.4.2. Régression linéaire.....	182
IV.3.4.3. Modèle sans interaction	183
IV.3.4.4. Puissance de pêche locale ou globale	183
IV.3.4.5. Explication de cette efficacité par les caractéristiques techniques	184
IV.3.4.6. Estimation des dérives des efficacités individuelles.....	188
IV.3.5. Conclusion	189
IV.4. Chalutage Lieu noir Ouest de l'Ecosse 1983-1997.....	191
IV.4.1. Description.....	191
IV.4.2. Une approche par analyse de la variance.....	201
IV.4.3. Choix du modèle.....	205
IV.4.4. Explication de la puissance de pêche par des caractéristiques techniques ..	215
IV.4.5. Conclusion	224

IV. Résultats et Interprétations

IV.1. Chalutage en Méditerranée 1984-1997

Les pêcheurs méditerranéens n'ont pas comme en Atlantique l'obligation de remplir des journaux de bord dans lesquels sont déclarées les distributions spatio-temporelles de leur capture et de leur effort de pêche. Mais la flottille étudiée n'exploite qu'un seul secteur de pêche formant un écosystème bien délimité, le golfe du Lion. D'autre part, la durée d'une marée est constante, elle dure un jour – les navires quittent le port le matin entre 4 et 5h pour rentrer le soir entre 15 et 18 h. Ainsi, les seuls bordereaux de vente des navires auprès des criées permettent de mesurer l'effort de pêche des chalutiers, la vente d'un navire équivalant à l'effort de pêche d'un jour dépensé dans le secteur du golfe du Lion. Cette manière de comptabiliser l'effort de pêche suppose toutefois que la vente de la marée d'un chalutier n'a lieu que dans une criée et non pas dans plusieurs, ce qui est vrai dans la plupart des cas, bien qu'il existe des exceptions.

Actuellement la base de données Méditerranée contient 4 années de données, de 1994 à 1997, qui proviennent des 5 criées du Languedoc-Roussillon ainsi que celle de Port-de-Bouc de la région PACA. Ces 4 années d'information renferment exactement 1 758 359 enregistrements. Après élimination des doublons qui sont au nombre de 2 905, nous obtenons un fichier de 1 755 454 enregistrements. Une fois le contrôle des données initiales effectuées, la base ne contient plus que 1 748 608 enregistrements, ce qui représente un taux de 99.45 % de données a priori fiables.

Préalablement à l'acquisition de cette première base de données qui concerne les quantités vendues dans les 6 criées du golfe entre 1994 et 1997, une autre base de données a été acquise antérieurement par le laboratoire de Sète : elle concerne les ventes à la criée de Sète réalisées par les chalutiers Sétois entre 1988 et 1994. S'agissant d'une première analyse exploratoire de ces données, il est jugé préférable de ne pas les fusionner compte tenu de la disparité des codes utilisés pour décrire le même type d'information dans les deux bases. Les résultats du traitement statistique de ces deux jeux de données sont donc examinés en parallèle.

Les cpue sont analysées à l'aide d'un modèle log-linéaire à trois variables qualitatives externes qui fournit les puissances de pêche des navires, les indices d'abondance apparente des espèces dans les strates spatio-saisonniers -ici les mois- et les années.

Un premier examen des rendements permet de contrôler a priori la qualité des données recueillies. Puis un traitement préliminaire des données par le modèle choisi –modèle log-linéaire simple à trois facteurs - permet de ne retenir dans le fichier de base que les navires qui présentent un nombre suffisant de données pour que les coefficients de variation individuels des estimations des puissances de pêche soient inférieurs à 30 %, valeur seuil choisi un peu arbitrairement et par expérience.

Après la phase de contrôle et de nettoyage des données, les cpue sont analysées à l'aide du modèle log-linéaire à trois facteurs explicatifs. Le traitement statistique conduit à l'estimation des puissances de pêche individuelles et des indices d'abondance, espèce par espèce. Une évolution de ces indices mensuels et annuels est également présentée. Enfin sont recherchés les facteurs explicatifs des différences constatées de puissances de pêche entre navires.

IV.1.1. Analyse des données de cpue

Les résultats espèce par espèce sont présentés dans l'Annexe III. Seule une synthèse est présentée ci-dessous.

Analyse de variance : comparaison entre PUE calculées et observées

Le carré du coefficient de corrélation entre les cpue logarithmiques qui sont observées d'une part et celles qui sont calculées d'autre part, représente la part de la variance extraite du modèle. Cette dernière varie selon les espèces étudiées. Nous allons passer en revue les résultats obtenus.

Jeu de données des criées du golfe du Lion (1994-1997) :

La part de la variance totale extraite du modèle varie entre 48 % pour le poulpe qui est l'espèce qui a la plus grande variance expliquée et 15 % pour la raie bouclée, espèce qui a la plus petite variance expliquée (Figure IV.1.1).

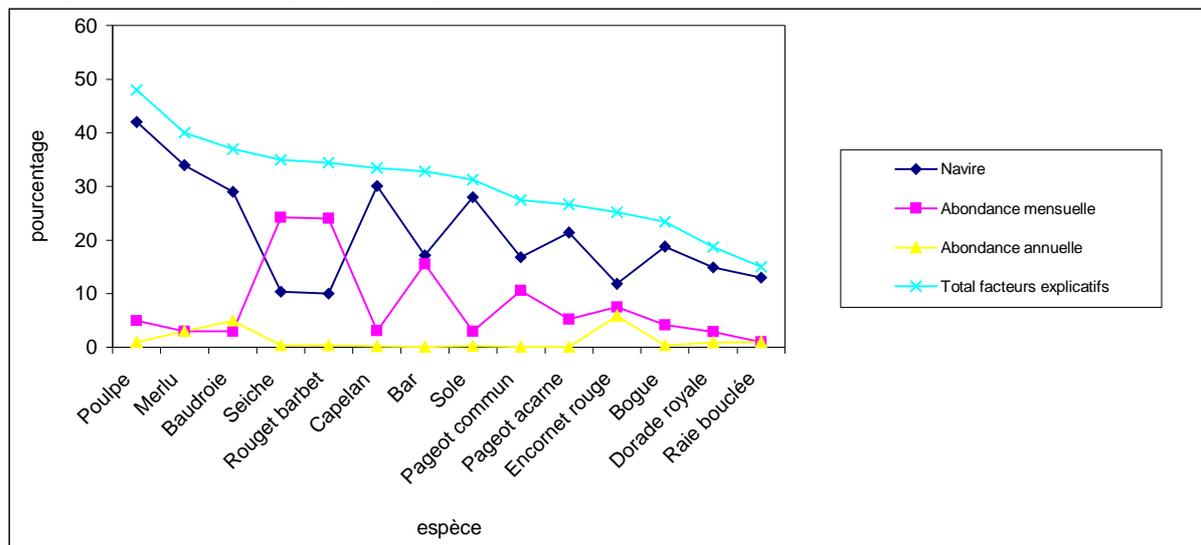


Figure IV.1.1 : pourcentage de variance expliquée par espèce (série golfe du Lion 1994-1997).

Parmi les trois facteurs explicatifs du modèle examiné, les puissances de pêche représentent le principal facteur explicatif (voir l'effet Navire de la Figure IV.1.2): elles représentent 42 % et 34 % de la variance totale dans les cas des poulpes et du merlu contre 13 % et 15 % pour la raie bouclée et la dorade royale, les espèces à plus grande variance résiduelle.

Les abondances mensuelles, deuxième facteur explicatif par ordre d'importance, expliquent entre 1 % de la variance totale de la raie bouclée et 24 % de la variance totale du rouget-barbet.

Enfin, en tant que troisième et dernier facteur explicatif, les abondances annuelles apparaissent stables au cours du temps et expliquent selon les espèces de 0.1 % à 6 % de la variance totale.

Jeu de données de la criée de Sète (1988-1994) :

Le carré du coefficient de corrélation entre les cpue logarithmiques observées et calculées varie selon les espèces entre 27 % pour les espèces benthiques comme la baudroie et 11 % pour les espèces démersales comme le merlu. Un gradient décroissant des espèces benthiques vers les espèces démersales se remarque sur la figure IV.1.2.

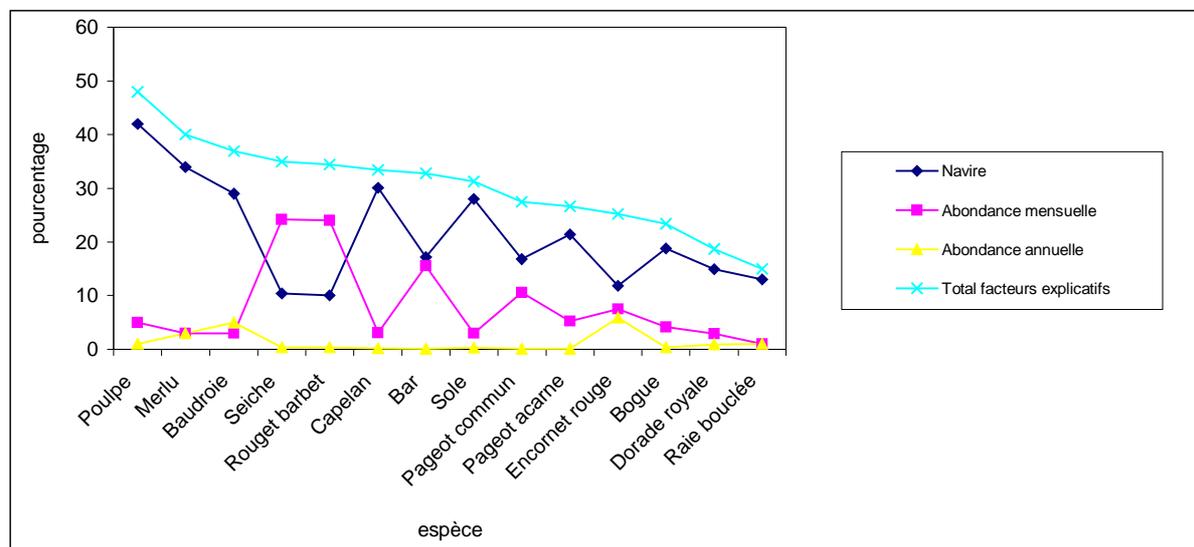


Figure IV.1.2 : pourcentage de variance expliquée par espèce (série Sète 1988-1994).

Le pourcentage élevé de la variance résiduelle s'explique par la faible variabilité des variables explicatives. En effet, les puissances de pêche des navires, principal facteur explicatif, varient peu – elles expliquent seulement entre 21 % pour la sole et 8 % pour le merlu de la variance totale - du fait que les chalutiers sont sensiblement de même taille, originaire du même port d'attache et pêchent ensemble. Les abondances mensuelles, deuxième facteur explicatif par ordre d'importance, expliquent selon les espèces de 1 à 10 % de la variance totale. Enfin, les abondances annuelles apparaissent stables. Elles expliquent seulement selon les espèces de 1 % à 6 % de la variance totale. Cette stabilité s'explique par la structure des stocks qui sont composés de nombreuses cohortes ce qui permet d'amortir la variabilité des fluctuations naturelles du recrutement et de la mortalité.

Indices mensuels d'abondance des principales espèces pêchées

Jeu de données des criées du golfe du Lion 1994-1997:

La figure IV.1.3 montre que sept espèces présentent un indice faible au printemps et en été suivi par un indice élevé en automne et en hiver. Les espèces concernées sont la seiche et le poulpe pour le groupe des céphalopodes, le bar, le rouget-barbet, la dorade royale, le pageot acarne et le pageot commun pour le groupe des poissons.

Six autres espèces présentent des cycles plus diversifiés qui peuvent être sans mode marqué comme la raie bouclée, la baudroie ou le merlu (Figure IV.1.4). Le bogue et l'encornet rouge présentent un cycle bimodal centré sur le mois de mai d'une part et le mois d'octobre d'autre part.

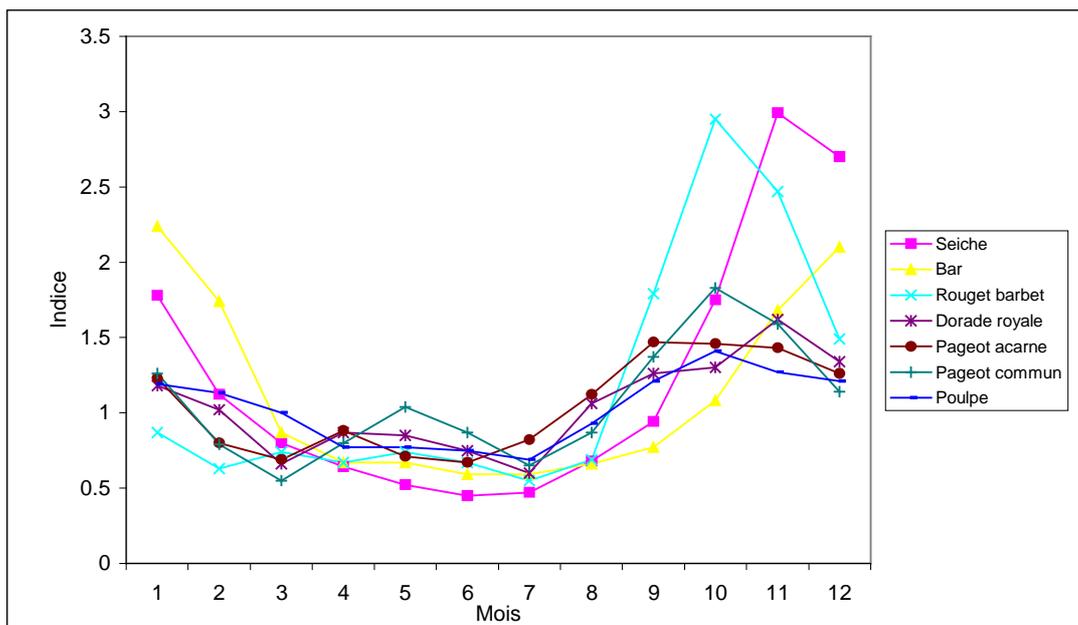


Figure IV.1.3 : séries d'abondances mensuelles par espèce (série golfe du Lion 1994-1997).

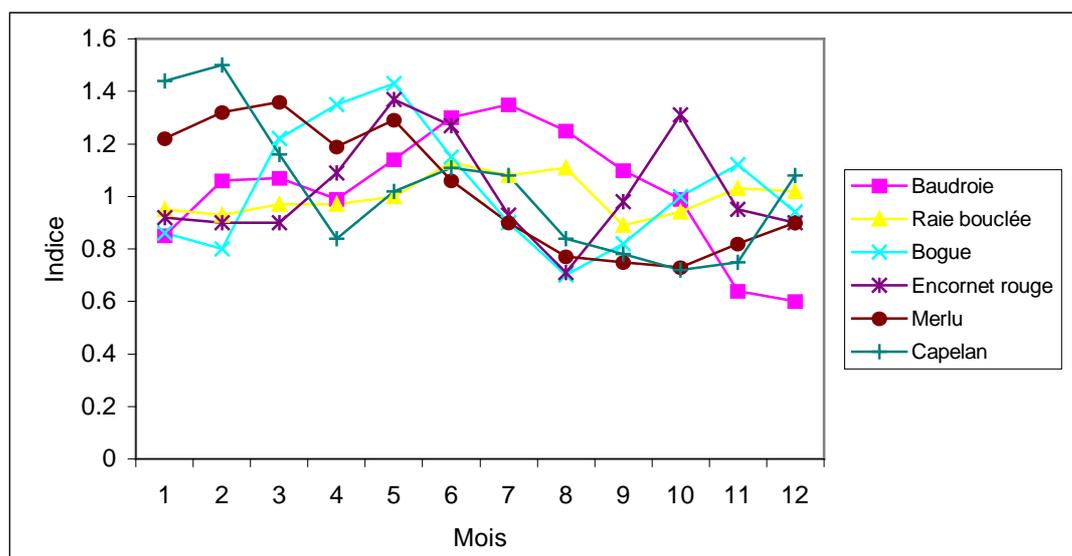


Figure IV.1.4 : séries d'abondances mensuelles par espèce (série golfe du Lion 1994-1997).

Jeu de données de la criée de Sète 1988-1994 :

Sur l'ensemble des espèces étudiées, une majorité présente le même profil mensuel (voir Figure IV.1.5) caractérisé par un faible indice au printemps et en été suivi par un indice élevé en automne et en hiver (sole, saint-pierre, capelan) avec un pic de valeur maximale en octobre pour les espèces suivantes : poulpes, rougets, pageots commun et acarne. Ce pic correspond probablement à l'arrivée des recrues sur les lieux de pêche, comme l'a déjà signalé Aldebert (1998) à propos du rouget.

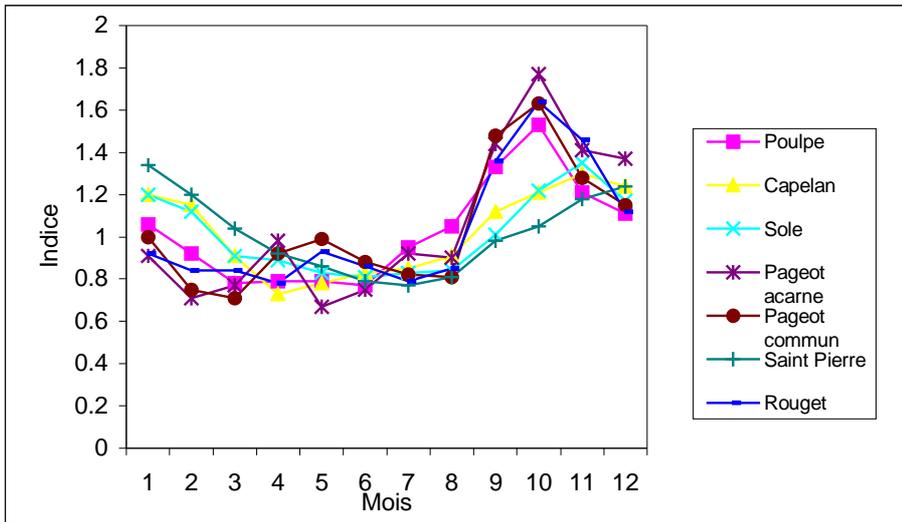


Figure IV.1.5 : séries d'abondances mensuelles par espèce (série créée de Sète 1988-1994).

Quatre espèces (merlu, baudroie, limande et sar) présentent des séries mensuelles relativement monotones tout au long de l'année (Figure IV.1.6). Seule la série correspondant au sar, espèce très secondaire, est plus chaotique avec trois pics de valeur maximale situés en février, mai et octobre.

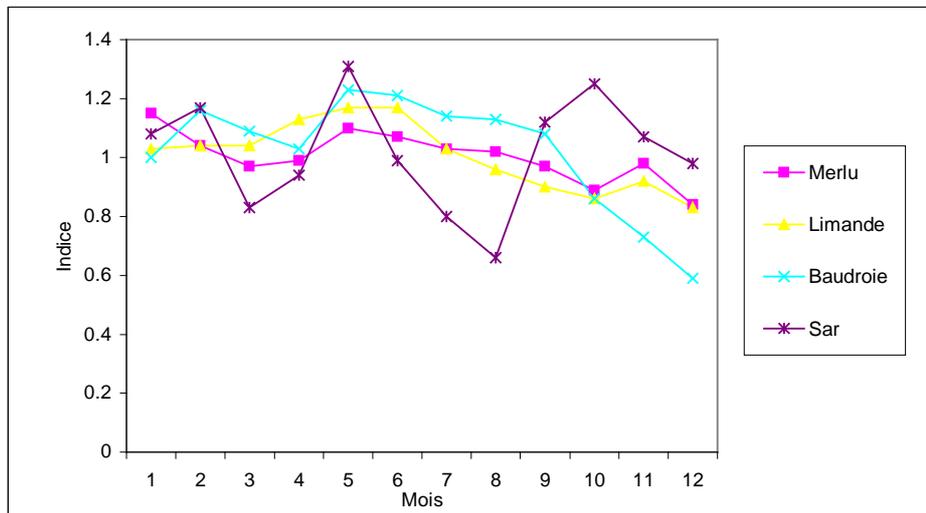


Figure IV.1.6 : séries d'abondances mensuelles par espèce (série créée de Sète 1988-1994)

Dans les deux jeux de données analysés, les variations mensuelles d'abondance s'expliquent par l'apparition successive des phases du cycle de développement des stocks qui présentent des distributions spatio-saisonniers distinctes. Ces « écophases » sont en générale au nombre de quatre : les *recrues*, les *juvéniles*, les *adultes en période de reproduction* et les *adultes en période de repos sexuel*. La méthode a déjà permis de cartographier ces stades chez plusieurs espèces benthodémersales. Une explication complète des variations de densités mensuelles nécessiterait de disposer d'informations complémentaires sur la distribution spatiale des rendements (PUE), informations que les pêcheurs pourraient noter dans leurs journaux de bords, ainsi que d'informations sur la composition en taille et l'état de maturité des gonades dans chaque strate spatio-saisonniers. A ce stade de l'analyse, le manque d'information sur la distribution spatio-saisonniers des rendements et des niveaux de maturité des gonades en fonction de la longueur des poissons devrait être remplacé par des hypothèses de travail qui pourront être ultérieurement validées ou pas par des observations complémentaires.

Indices annuels d'abondance des principales espèces pêchées

Le traitement des statistiques de pêche permet aussi d'obtenir des séries d'indices annuels d'abondance pour les principales espèces débarquées (voir Figure IV.1.7 et 8).

Mais les deux jeux de données intéressent des intervalles de temps trop petits –1988 à 1994 d'une part, 94 à 97 d'autre part - et, dans le cas de la criée de Sète, discontinus - données manquantes en 90 et 91 - pour qu'on ne puisse que constater des variations d'abondance sans tirer de conclusion dans l'immédiat.

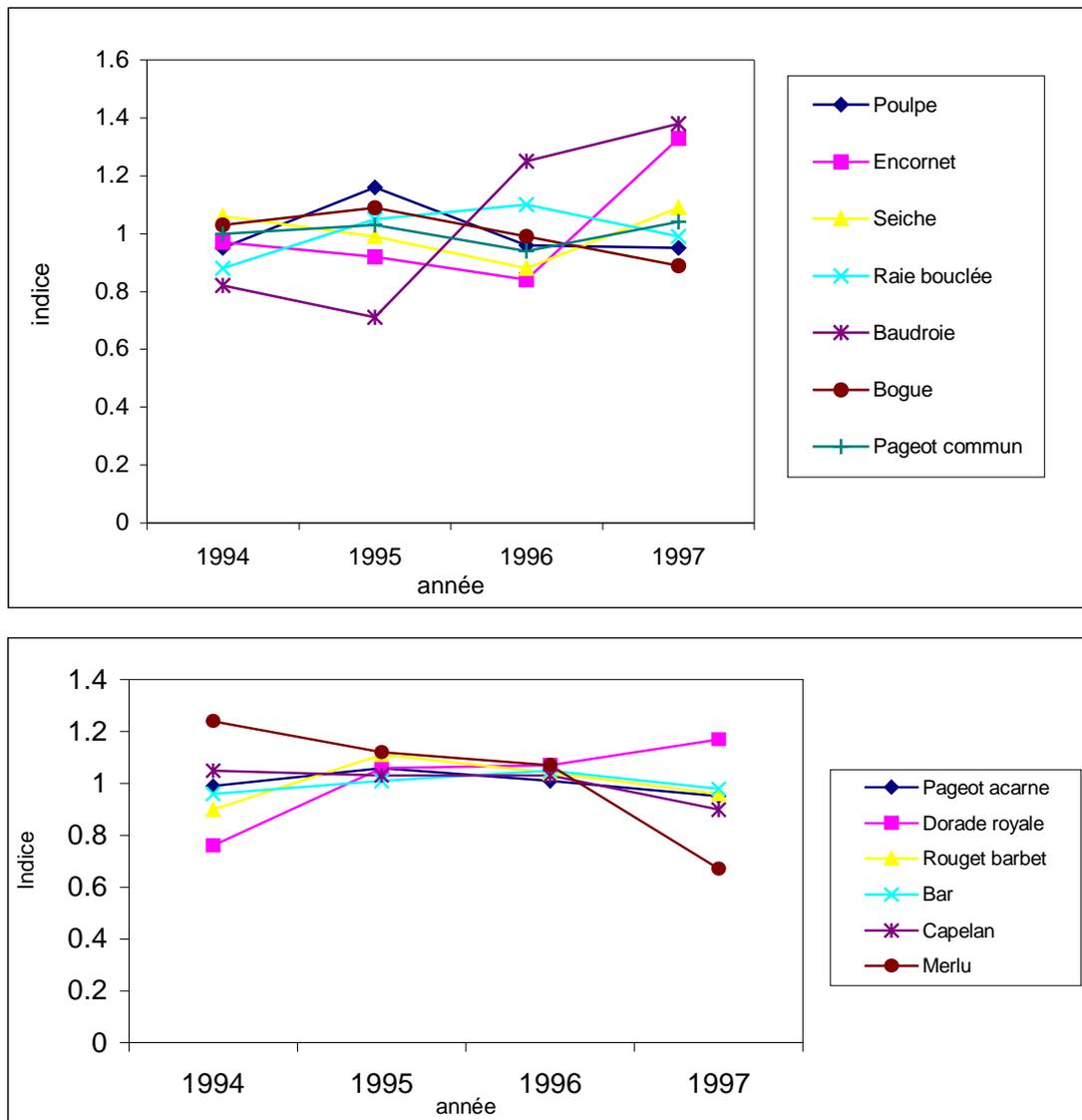


Figure IV.1.7 : séries d'abondances annuelles par espèce (série golfe du Lion 1994-1997)

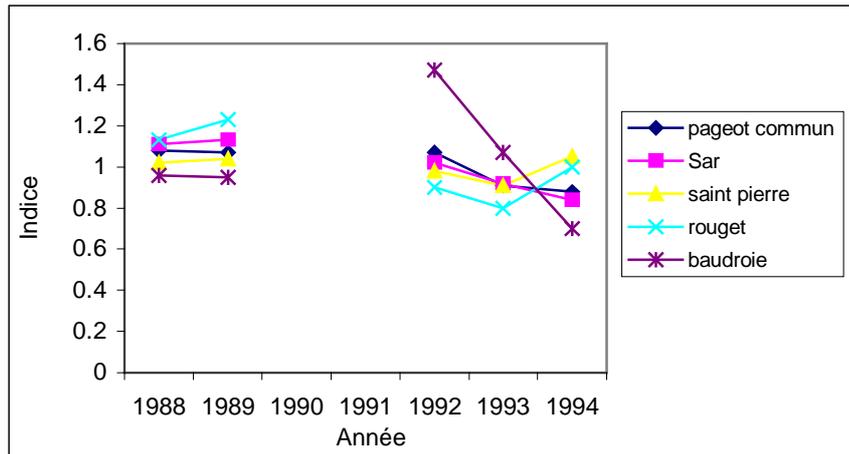
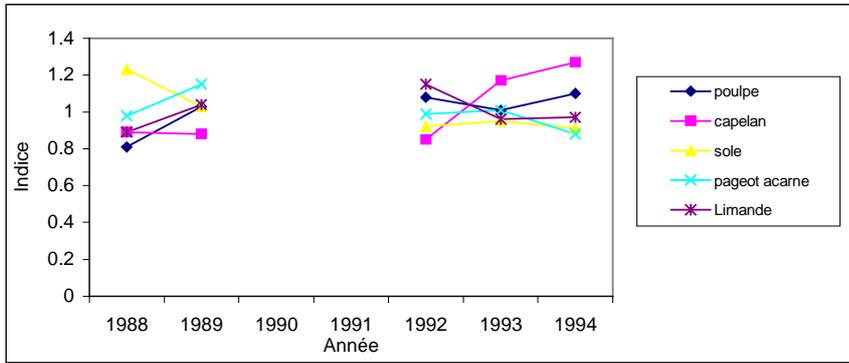


Figure IV.1.8 : séries d'abondances annuelles par espèce (série créée de Sète 1988-1994).

Les puissances de pêche des chalutiers (pdp)

Une fois les puissances de pêche (pdp) des chalutiers calculées (voir Annexe III), une analyse en composantes principales normées permet d'obtenir un résumé descriptif de l'ensemble des bateaux.

Les pdp des chalutiers vis-à-vis des différentes espèces capturées étant hétérogènes en moyenne et en dispersion, elles ont été au préalable centrées et réduites de façon à donner le même poids à toutes les variables. Cela permet de réduire l'effet des variables dispersées comme les pdp de merlu et d'accroître l'effet des variables centralisées comme les pdp de raie.

Jeu de données des criées du golfe du Lion (1994-1997) :

Axe	Valeur propre	%	% cumulé
1	4.56	32.5	32.5
2	2.02	14.4	46.9
3	1.5	10.7	57.7
4	1.16	8.3	65.9
5	0.92	6.6	72.5
6	0.88	6.3	78.8
7	0.65	4.6	83.4
8	0.62	4.4	87.9

Tableau IV.1.1 : tableau des valeurs propres de l'ACP des pdp des navires.

Le tableau IV.1.1 des valeurs propres donne le pourcentage d'inertie absorbé par chaque axe factoriel. Les trois premiers facteurs expliquent 58 % de la variance totale, et signifient que la flottille forme un ensemble bien structuré.

On voit sur la figure IV.1.9 que le nuage des variables est concentré sur une partie du cercle des corrélations, les variables étant corrélées positivement deux à deux, à quelques exceptions près.

Il existe un effet « taille » important : les individus de la partie gauche du nuage graphique (Figure IV.1.10) ont de grandes valeurs pour l'ensemble des espèces benthiques et démersales, les individus de la partie droite ont de petites valeurs pour l'ensemble des espèces benthiques et démersales, et les bateaux situés au centre entre ces deux extrêmes occupent une situation intermédiaire. C'est ce que traduit la première composante principale. Les individus situés dans la partie droite du graphique regroupent les navires les moins performants vis-à-vis des espèces considérées. Dans la partie gauche du graphique des individus, se rencontrent les navires (16 navires) les plus performants vis-à-vis de la baudroie, du rouget, du merlu et du capelan.

Jeu de données de la criée de Sète (1988-1994):

Axe	Valeur propre	%	% cumulé
1	3.87	32.3	32.3
2	1.99	16.6	48.9
3	1.45	12	60.9
4	1.21	10	71
5	0.91	7.6	78.6
6	0.79	6.6	85.2
7	0.51	4.3	89.4
8	0.44	3.6	93.1

Tableau IV.1.2 : tableau des valeurs propres de l'A.C.p. des pdp des navires fréquentant la criée de Sète (1988-1994).

Le tableau IV.1.2 ci-dessus montre que les trois premiers facteurs expliquent 61 % de la variance totale d'un tableau de données constitué de 39 bateaux et 12 variables actives. L'ensemble apparaît donc fortement structuré.

La forme du nuage des variables (Figure IV.1.11) met en évidence une structure commune à l'ensemble des variables, c'est ce que traduit la première composante principale avec un « effet taille » important comme dans le jeu de données précédent : c'est la situation dans laquelle, sur le nuage des individus (Figure IV.1.12), les bateaux situés à une extrémité de l'axe principale ont tous de grandes valeurs pour l'ensemble des variables, et ceux situés à l'autre extrémité ont de petites valeurs pour l'ensemble des variables, les autres enfin occupent une situation intermédiaire entre les deux extrêmes précédents. Ce graphique met en évidence la présence de trois bateaux atypiques, deux à gauche spécialisés dans la capture du merlu et un en bas spécialisé dans la pêche des pageots.

Cet effet « taille » que l'on retrouve dans les deux jeux de données examinés s'explique par la présence d'un ensemble de bateaux ayant une activité bien typée, le chalutage, et qui se caractérise par l'absence d'opposition dans la capture des espèces benthiques et démersales : les navires les moins performants vis-à-vis des espèces considérées (benthiques et démersales) sont probablement ceux qui dépensent une partie de leur effort dans la capture d'autres espèces comme les petits pélagiques, sardine et anchois. Cette opposition n'est pas mise en évidence dans cette première étude par manque de données concernant les rendements en poissons bleus. En effet les débarquements de poissons bleus sont mis en vente par l'intermédiaire des Organisations de Producteurs et échappent à la comptabilité des criées. A l'avenir, pour dégager une description complète de l'activité des chalutiers, il serait nécessaire de compléter la base de données utilisée en rajoutant aux bordereaux de vente des criées ceux des Organisations de Producteurs.

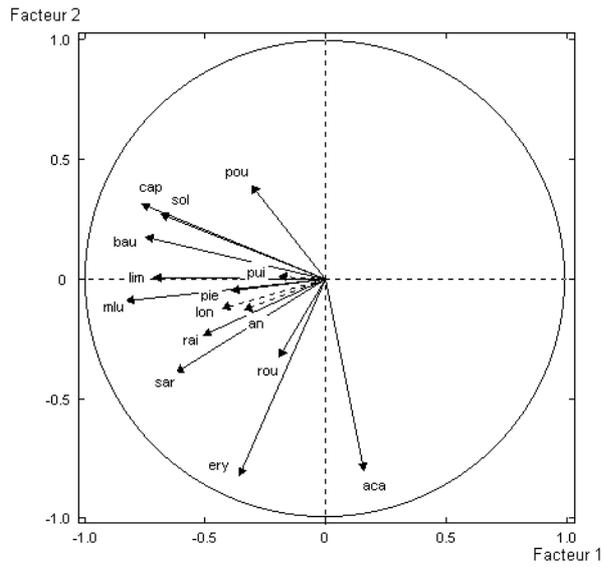


Figure IV.1.11 : graphiques des variables de l'ACP des pdp des bateaux fréquentant la criée de Sète (1988-1994).

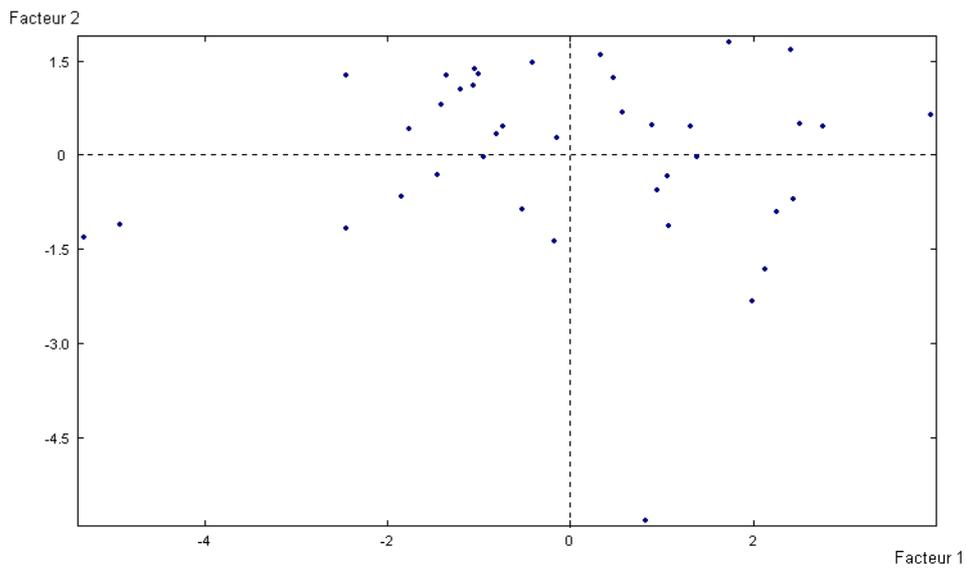


Figure IV.1.12 : graphique des individus de l'ACP des pdp des navires fréquentant la criée de Sète (1988-1994).

IV.1.2. Recherche de facteurs explicatifs des variations observées de puissance de pêche entre les navires

Les caractéristiques des navires (longueur, puissance motrice)

Ces deux caractéristiques physiques des navires que sont la puissance motrice et la longueur sont fortement corrélées entre elles ($r = 0.84$), l'une d'elles est choisie comme variable explicative, c'est la puissance motrice.

La valeur du coefficient de corrélation r entre la puissance motrice et la puissance de pêche des 148 navires fréquentant les 6 criées du golfe du Lion varie selon les espèces capturées comme le montre le tableau IV.1.3 ci-dessous :

Espèces	sole	merlu	capelan	bar	rouget	d. royale	p. acarne
r	0.02	0.4	0.25	0.48	0.1	0.22	0.27
r^2	-	0.16	0.06	0.23	0.01	0.05	0.07
Espèces	p. commun	bogue	baudroie	raie	seiche	encornet	poulpe
r	0.36	0.32	0.25	0.21	0.11	0.12	0.38
r^2	0.13	0.1	0.06	0.04	0.01	0.01	0.14

Tableau IV.1.3 : tableau des coefficients de corrélation entre la puissance motrice et les puissances de pêche des navires du golfe du Lion (1994-1997).

Le coefficient r^2 représente la part de la variance des puissances de pêche des navires qui s'explique par celle des puissances motrices. Dans les meilleurs des cas, la puissance motrice explique 23 % de la variance totale du bar, 16 % de celle du merlu et 14 % de celle des poulpes.

En appliquant le test r de signification d'une corrélation qui consiste à déterminer par rapport à un couple binormale où la corrélation théorique est nulle, si la valeur du coefficient r peut avoir été obtenue par hasard ou pas, la table du test indique pour 100 ddl une valeur de r égale à 0.195 ; à 0.254 et 0.321 au risque de se tromper égal à 5 %, 1 % et 0,1 %.

La corrélation existe (voir tableau IV.1.3) pour les espèces suivantes : merlu, bar, pageot commun, bogue, poulpe, capelan, pageot acarne et baudroie.

Elle existe encore si l'on admet cette fois 5 % de chance de se tromper pour les deux espèces suivantes : dorade royale et raie.

Par contre la corrélation est non-significative à 5 % de chance de se tromper pour la sole, le rouget, la seiche et l'encornet.

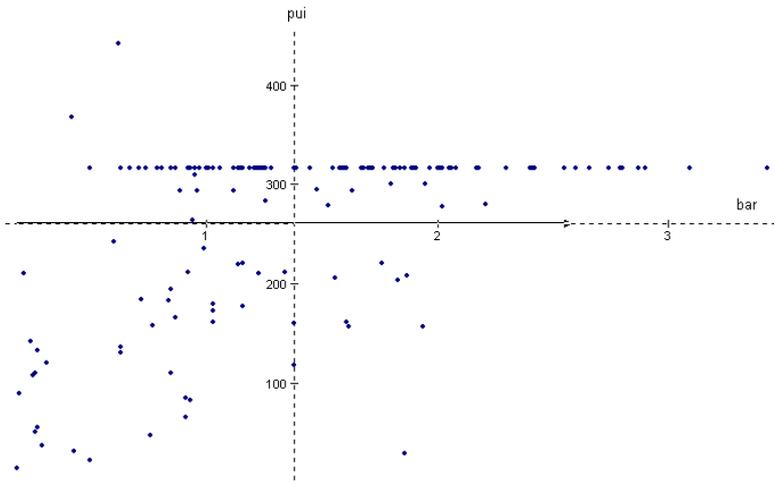


Figure IV.1. 13.a : relations entre la puissance motrice et la pdp des navires vis à vis du bar (série des criées du golfe du Lion 1994-1997).

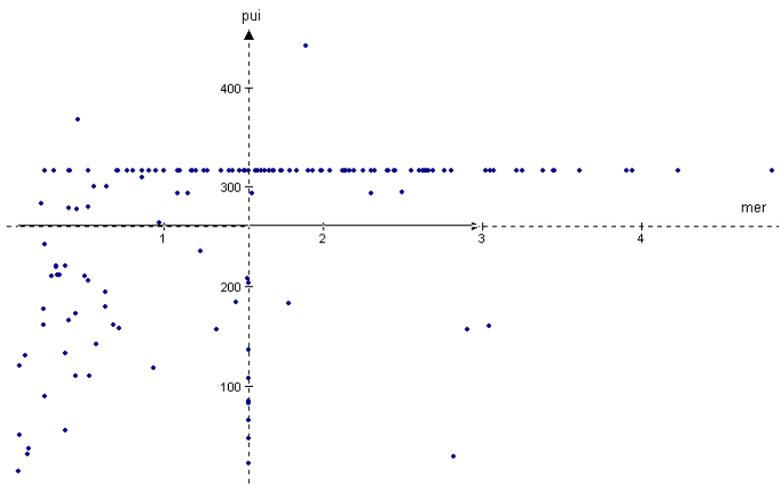


Figure IV.1. 13.b: relations entre la puissance motrice et la pdp des navires vis à vis du merlu (série des criées du golfe du Lion 1994-1997).

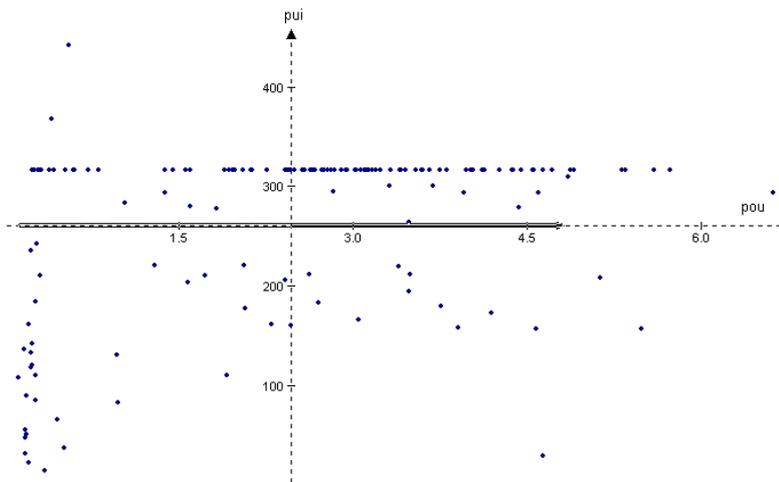


Figure IV.1. 13.c: relations entre la puissance motrice et la pdp des navires vis à vis du des poulpes (série des criées du golfe du Lion 1994-1997).

Les Figures IV.1 13.a, b et c visualisent la relation entre les deux variables puissance motrice et puissance de pêche des trois espèces qui présentent les coefficients de corrélation les plus élevés. On remarque que sur les 148 bateaux, 87 ont la même puissance motrice soit 316 kW, associées à une grande variété de puissance de pêche. Il s'agit là en fait d'un artefact administratif. En effet, au-delà de 316 kW, les navires changent de catégories administratives et sont taxés plus lourdement. Un biais existe probablement entre la puissance motrice déclarée et la puissance motrice effectivement employée. Une enquête de terrain supplémentaire ne serait pas certaine d'arriver à combler cette lacune de la mesure effective des puissances motrices des navires.

Le port de débarquement

Sur la Figure IV.1.14 le choix des criées apparaît nettement comme un facteur discriminant des bateaux fréquentant les criées du golfe du Lion : on voit que la majorité des bateaux de Sète s'étire sur le premier axe factoriel et sont surtout présents sur la partie gauche du graphe du côté des plus grandes valeurs des puissances de pêche.

Les navires du port d'Agde sont regroupés du côté opposé à celui de Sète. Ce sont les navires (28) ayant les plus petites valeurs en puissance motrice et forment un groupe, comme celui de Sète, bien distinct des autres entités.

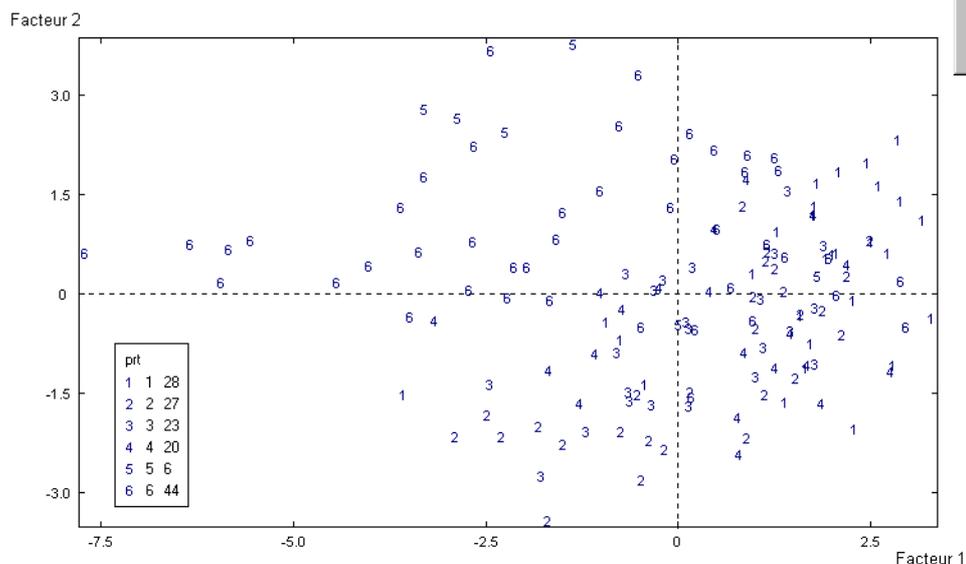


Figure IV.1.14 : Graphique des individus de l'A.C.P. des pdp des navires du golfe du Lion (1994-1997). Classification selon les criées de rattachement : 1 Agde, 2 Grau du Roi, 3 Port de Bouc, 4 Port la Nouvelle, 5 Port Vendres, 6 Sète.

Le type d'engin de pêche

Trois types d'engin ont été identifiés dans le fichier navire. Une majorité de navires (87) utilise un chalut de fond polyvalent à grande ouverture verticale. Sur la figure IV.1 15 on voit qu'ils sont rassemblés sur la partie gauche du graphe et correspondent aux navires aux puissances de pêche élevées. La partie droite du graphe rassemble les navires qui utilisent un chalut de fond classique et qui présentent des pdp faibles vis à vis des différentes espèces calculées. A l'extrême droite du graphe sont rassemblés les navires appartenant au groupe des

« Petits Métiers ». Ce ne sont pas des chalutiers et cet ensemble correspond à la fraction de la flottille des petits métiers qui vend toute ou une partie de sa capture dans les criées. Ce groupe possède les plus faibles valeurs en puissance de pêche spécifique.

Le graphe 14 montre une supériorité des navires qui utilisent l'engin de pêche du type « chalut polyvalent » sur ceux qui utilisent l'engin de type « chalut de fond classique » et sur ceux qui emploient le type « petits pélagiques ».

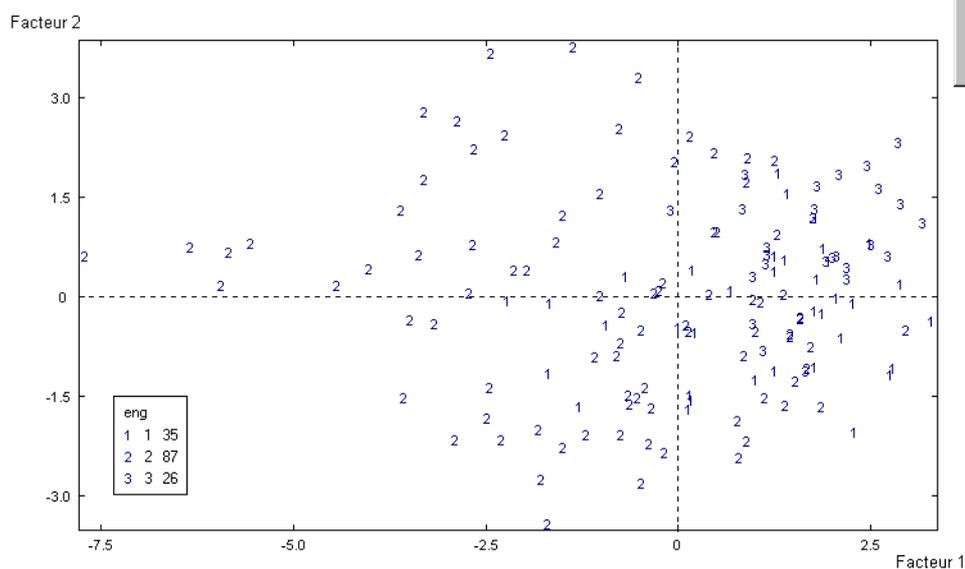


Figure IV.1.15 : Graphique des individus de l'ACP des pdp des navires du golfe du Lion (1994-1997). Classification selon les engins de pêche utilisés : 1 chalut de fond, 2 chalut polyvalent, 3 petits métiers.

La tactique du pêcheur : choix des secteurs de pêche et des espèces cibles

Ces deux facteurs, choix des secteurs de pêche et des espèces cibles, déterminent la tactique du pêcheur et jouent un rôle important dans l'explication des variations de cpue. Ils ne sont pris en compte dans cette étude par manque d'information à leur sujet.

En effet, dans le golfe du Lion, les pêcheurs ne remplissent pas de carnets de pêche pour y indiquer la position géographique des rendements observés. D'autre part, sur un même territoire de pêche, un pêcheur recherche fréquemment différentes espèces-cibles. A partir de la composition spécifique des débarquements de chaque marée, il est possible comme le suggère Biseau (1998), de déterminer des espèces-cibles et de classer les marées sur la base de valeurs seuils pour les différentes espèces cibles. Ce facteur espèce-cible mériterait d'être pris en compte dès que l'on disposera dans la base de données de la totalité des captures des espèces pélagiques (anchois, sardine) et benthodémersales.

Ainsi la mise en place d'un système à la fois de recueil de carnets de pêche et de recueil exhaustif des quantités débarquées de toutes les espèces capturées devraient permettre d'améliorer sensiblement le niveau d'explication des variations observées de rendements de pêche des chalutiers du golfe du Lion.

IV.1.3. Conclusion

Le recueil systématique de données chronologiques de rendements de pêche ne fait que débiter. Dans l'état actuel, les deux jeux de données intéressent un intervalle de temps trop petit – 1988 à 1994 d'une part, 1994 à 1997 d'autre part - et discontinu dans le cas de la criée de Sète – données manquantes en 1990 et 1991 – pour ne faire autre chose que constater des variabilités sans tirer de conclusions hâtives sur leur tendance, en particulier sur le gain au cours du temps de la productivité économique des navires.

L'acquisition d'information sur les quantités vendues par espèce, navire et marée grâce à la consultation des fichiers du réseau inter-criée de l'Ofimer permet, aujourd'hui, d'avoir accès à une grande quantité d'information sur les rendements de pêche des espèces capturées par navire et marée.

Bien que ces données présentent des plans d'expériences non contrôlés, et que surtout des lacunes existent dans la nature de l'information collectée (comme l'absence de lieu de pêche par exemple), elles se prêtent à l'analyse statistique et permettent de standardiser les cpue grâce notamment à l'extraction des puissance de pêches individuelles des navires vis-à-vis des principales espèces exploitées.

On peut constater en regardant les valeurs calculées des pdp des navires que, d'une manière générale, leur coefficient de variation sont faible. Cela découle du fait que le nombre d'observations par navire peut être important, jusqu'à plusieurs centaines voire plusieurs milliers d'observations par navire, ce qui est un avantage statistique évident.

Nous ne retiendrons dans la conclusion que les résultats du jeu de données du golfe du Lion pour deux raisons : le jeu de données de la criée de Sète ne concerne qu'une faible partie de la flottille des chalutiers du golfe, d'autre part la série est interrompue par un manque de donnée en 1990 et 1991.

La part de la variance totale des cpue qui est extraite par le modèle varie entre 48 % pour le poulpe qui est l'espèce à plus grande variance expliquée et 15 % pour la raie bouclée qui est l'espèce à plus petite variance expliquée. Parmi les trois facteurs explicatifs choisis a priori, tous se révèlent comme hautement significatifs et, pour cette raison, le modèle mérite d'être retenu. Ces facteurs sont hiérarchisés de la façon suivante : les pdp représentent le principal facteur explicatif suivi par les abondances mensuelles et enfin les abondances annuelles.

La puissance motrice n'apparaît pas comme étant un facteur explicatif majeur des différences constatées de puissance de pêche entre bateaux. Elle explique, dans les meilleurs des cas, 23 % de la variance du bar, 16 % du merlu, 14 % des poulpes. Pour les autres espèces, cette variable n'explique que quelques %.

Deux autres variables explicatives, par ailleurs fortement corrélées entre elles, sont mises en évidence, ce sont le port de débarquement d'une part et le type de chalut d'autre part, chalut de fond classique ou chalut à grande ouverture verticale.

Les résultats obtenus pourraient être intégrer dans un nouveau modèle qui introduirait l'influence du port d'attache, du type d'engin et de la puissance motrice. On passerait ainsi d'un modèle à trois facteurs explicatifs à un modèle à six facteurs. D'autre part, l'utilisation systématique du GLM comme le suggère de nombreux auteurs à la place du LM permettrait une amélioration sensible de la qualité du modèle utilisée.

Quant à l'hypothèse principale de reproductibilité des structures, elle n'est pas respectée. Les interactions entre bateaux et années sont mises en évidence par l'absence de parallélisme dans les trajectoires des navires. Elles signifient que les puissances de pêche des navires varient d'une année à l'autre et que l'abondance annuelle n'est pas proportionnelle à l'abondance réelle du stock. Ces interactions entre variables externes augmentent la valeur prédictive du modèle mais diminuent sa valeur explicative et opérative : si les effets croisés sont significatifs, les effets simples pris isolément ne sont pas reproductibles et n'ont pas grande signification. De façon à améliorer le plan d'échantillonnage initial, des critères de sélection des données de départ sont à rechercher pour dégager un sous-ensemble de cpue qui présentent peu d'interactions dans les facteurs explicatifs. L'emploi de cpue dirigées sur un métier donné devrait permettre d'éliminer en grande partie la colinéarité d'origine expérimentale.

La base de données acquise pour la réalisation de cette étude et qui concerne les chalutiers du golfe du Lion au cours de la période 1994-1997, doit être développée. Elle pourrait devenir une des principales sources d'informations nécessaires à la compréhension de la pêcherie.

IV.2. Chalutage en Bretagne sud en 1997

L'analyse des rendements des chalutiers de Bretagne sud a été conduite stock par stock. Nous présenterons les principaux résultats obtenus sur les données de lieu noir, morue, merlan, merlu, baudroies, langoustines.

Comme annoncé plus haut, l'analyse annuelle se déroule en deux temps :

1. Estimation des efficacités locale et globale, indice de capacité stratégique, abondances apparentes
2. Tentative d'explication des efficacités individuelles par des caractéristiques techniques des navires

Les résultats obtenus seront systématiquement comparés à ceux issus de l'analyse des données de l'année 1986, présentés en Annexe IV.

IV.2.1. Lieu noir - 1997

L'étude ne porte que sur les chalutiers de Bretagne sud. Aucune sélection préalable des marées en fonction des secteurs de pêche n'a été effectuée.

IV.2.1.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de lieu noir représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.1.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	1257	Suppression	1257	Suppression	1215	Suppression	1145
Bateaux	68	des	68	des bateaux	38	des rectangles	38
Sous-Divisions	31	rectangles non	31	tels que moins de	16	tels que moins de	7
Rectangles	89	renseignés	89	5 observations	76	5 observations	33

Tableau IV.2.1.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Lieu noir 1997'.

On constate ainsi que 30 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont ciblé que très ponctuellement le lieu noir puisque moins de 5 séquences de pêche sont consacrées à la recherche de ce stock. De plus, sur les 89 rectangles fréquentés, seuls 33 le sont plus de 5 fois au cours de l'année.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. 41 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4 ; mais seules les 12 pour lesquelles cet écart est supérieur ou égal à 10 sont éliminées.

L'analyse s'effectue donc sur les 1133 observations de 38 bateaux.

En 1986, la flottille ciblant régulièrement le lieu noir était beaucoup plus nombreuse puisqu'elle comptait 88 navires de Bretagne sud qui fréquentaient 65 rectangles de façon régulière, soit près du double de 1997.

IV.2.1.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.1.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant le lieu noir en 1997.

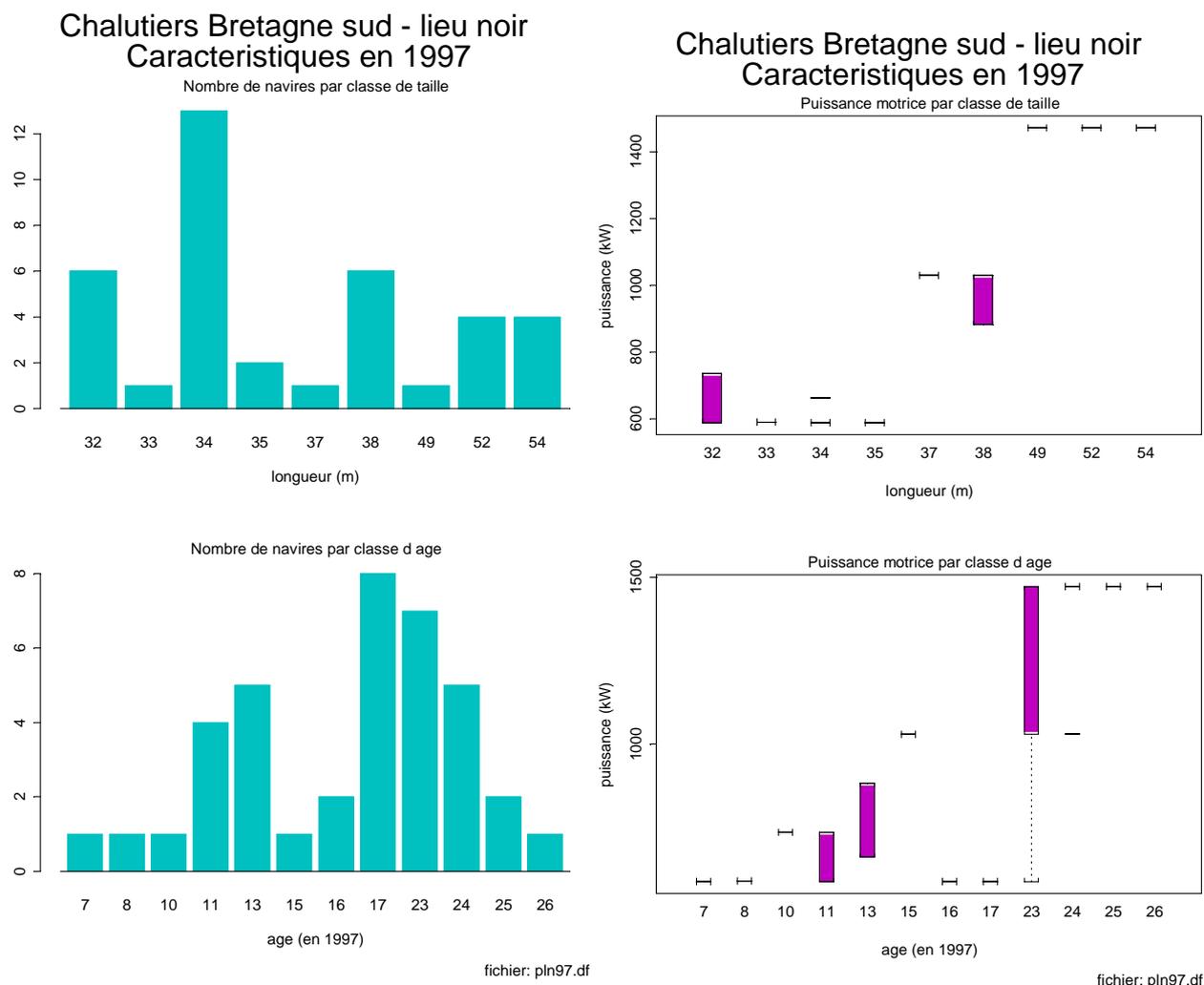
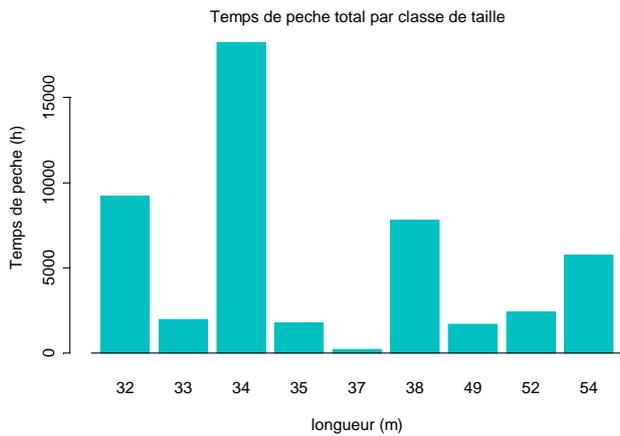
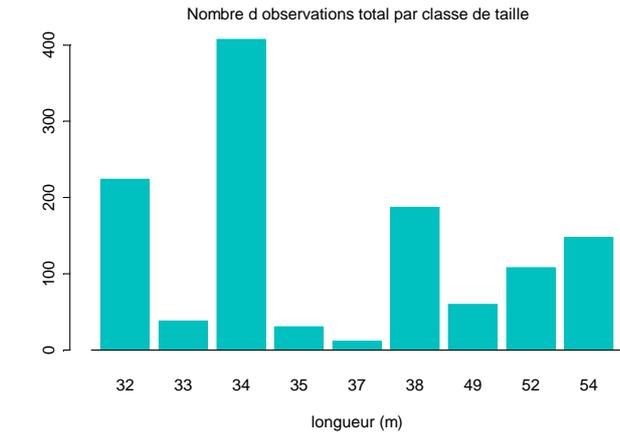


Figure IV.2.1.1a-d. Structure de la flotte ciblant le lieu noir en 1997.

On observe que sur les 38 navires ciblant cette espèce, les bateaux de 32-34 mètres constituent la majeure partie de la flotte. Les plus grands navires (52-54m) réduits à 8 sont également les plus puissants (près de 1500 kW) mais aussi les plus âgés (plus de 23 ans). L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré au lieu noir ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.2.1.2a-d.

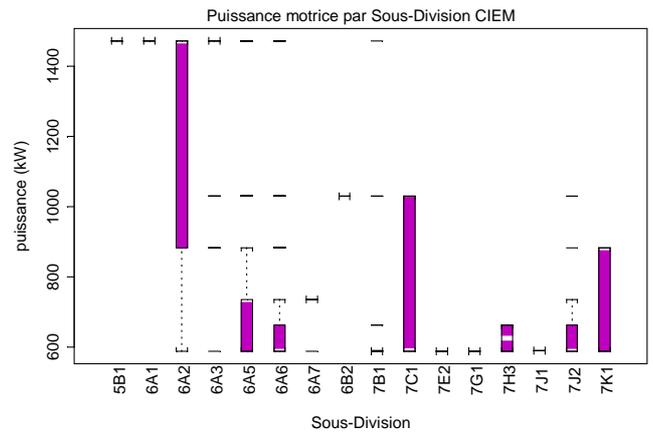
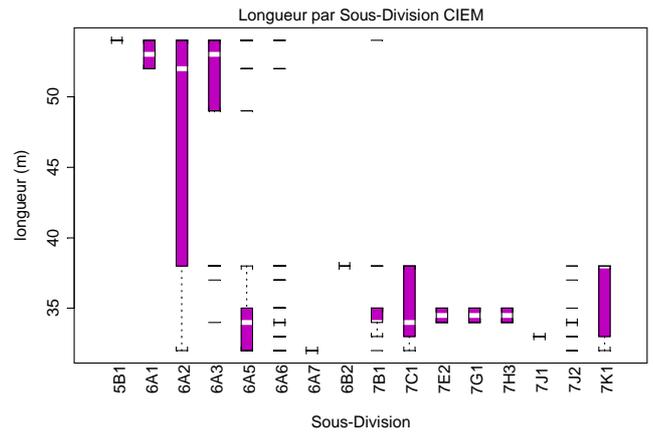
En 1986, la structure de la flottille ciblant le lieu noir était très différente, puisque les gros bateaux étaient beaucoup plus nombreux : 17 chalutiers de plus de 50 mètres en 1986, contre seulement 8 en 1997. Par ailleurs, les 'vieux' 33 mètres, au nombre de 15 en 1986, ont été remplacés par des navires de 34 mètres (13 en 1997). Il faut aussi noter la présence d'un nombre non négligeable de petits bateaux (18-26m). Enfin, la flottille en 1986 était relativement jeune puisque une trentaine de bateaux avaient moins de 10 ans, ce qui n'est plus le cas aujourd'hui.

Chalutiers Bretagne sud - lieu noir Activites en 1997



fichier: pln97.df

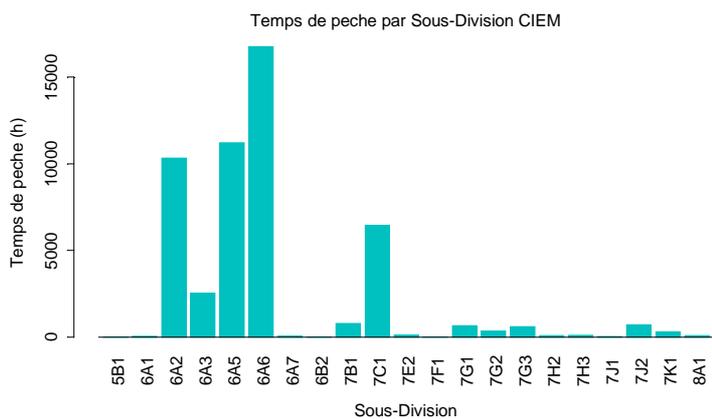
Chalutiers Bretagne sud - lieu noir Activites en 1997



fichier: pln97.df

Figure IV.2.1.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant le lieu noir en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - lieu noir Activites en 1997



fichier: pln977

Figure IV.2.1.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant le lieu noir en 1997

Les secteurs comprenant les accores de la zone située à l'ouest de l'Ecosse (VIa5, VIa2 et VIa6) sont les zones de pêche les plus fréquentées loin devant l'ouest de l'Irlande (VIIc) (Figure IV.2.1.3.). Il est intéressant de noter que les secteurs situés les plus au nord (VIa1,

Vla2 et Vla3) sont fréquentés principalement par les navires les plus gros. A l'inverse, les secteurs du sud de la Division VI et ceux de l'ouest de l'Irlande sont fréquentés principalement par les bateaux de 35-38 mètres. Ceci laisse supposer de possibles interactions entre les facteurs Bateaux et Zone de pêche.

Les zones de pêche situées au nord de l'Ecosse (Vla2 et Vla3) étaient les plus fréquentées, presque exclusivement par les gros chalutiers dits industriels de plus de 50 mètres, les sous-divisions Vla5 et Vla6, situées plus au sud, étant principalement fréquentées par les chalutiers de 38 mètres, ainsi que l'ouest de l'Irlande (VIIc1). La mer Celtique, et plus particulièrement le sud de l'Irlande (VIIg3) est également le lieu de marées ciblées sur le lieu noir en 1986, et ce par les navires les plus petits.

Rendements lieu noir en 1997

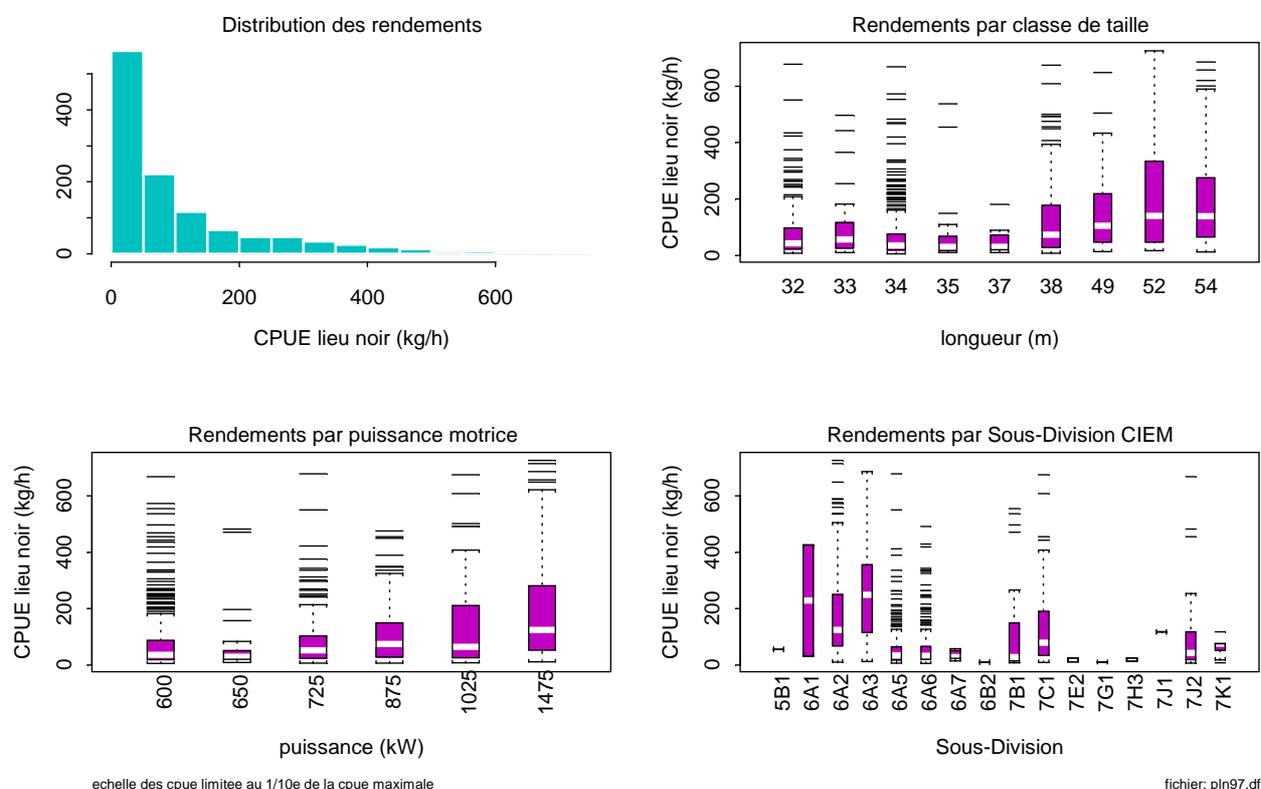


Figure IV.2.1.4. Rendements en lieu noir des bateaux de Bretagne sud ciblant le lieu noir.

L'examen des rendements en lieu noir de cette flottille montre que l'essentiel des Cpue de lieu noir est inférieur à 500 kg/heure de pêche, malgré certaines très fortes valeurs (jusqu'à 7 tonnes / heure). Ces fortes valeurs, acceptables selon notre critère de sélection, masque considérablement les possibles différences de cpue entre les navires et/ou les zones de pêche. De ce fait la médiane est plus informative que la moyenne. Aussi les figures IV.2.1.4a-d ne présentent-elles que les informations concernant les cpue inférieures à 600 kg/h (soit le dixième de la valeur maximale de cpue observée). Parmi les secteurs les plus fréquentés, la zone Vla2 (nord Hébrides) est celle qui présente la plus forte valeur médiane de la cpue de lieu noir en 1997 (130 kg/h), viennent ensuite, loin derrière, les zones Vla5 et Vla6 soit

respectivement (ouest Hébrides et nord-ouest Irlande) avec 34 kg / heure de pêche, et l'ouest de l'Irlande (VIIc1) avec une cpue médiane de 84 kg/h. Compte tenu de ce qui a été dit plus haut sur la répartition des navires sur les zones de pêche en fonction de leur longueur, il n'est pas étonnant de trouver de fortes disparités de rendements entre les flottilles. Ainsi les gros chalutiers (> 50m) ont une cpue médiane qui dépasse 150 kg/h, alors que les bateaux plus petits (32-34m) montrent une cpue médiane entre 35 et 60 kg/h). On notera cependant que le rendement n'est pas une fonction linéaire de la puissance motrice.

En 1986, les cpue maximales de lieu noir ne dépassent pas 4.5 t/h (ce qui est beaucoup, mais inférieur au rendement maximal de 1997). Cependant, la variabilité semble beaucoup moins grande et la cpue moyenne était de 276 kg/h, la médiane de 123 kg/h, pour respectivement 146 et 58 kg/h en 1997. Les secteurs du nord de l'Ecosse (VIa2 et VIa3) montraient des rendements moyens de 290 et 370 kg/h respectivement, contre 103 et 122 pour les sous-Divisions VIa5 et VIa6. Les cpue de lieu noir sur la zone de Porcupine (VIIc1) étaient également très élevées (230 kg/h). Comme en 1997, les rendements médians de lieu noir sont très variables selon les classes de longueur et/ou les secteurs fréquentés : entre 300 et 440 pour les navires de 50-58 mètres, entre 36 et 51 pour les 33-35 mètres, et 104 pour les navires de 38 mètres.

IV.2.1.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.1.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 51% de la variance totale.

a) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :

```
aovln0s_aov(log(cln)~Bateau+Ssdiv+mois,weights=TP,data=pln97.df)
summary(aovln0s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(>F)
Bateau  37  16968.81  458.6166  16.55746 0.000000e+000
Ssdiv    6   4851.50  808.5827  29.19231 0.000000e+000
mois    11   2932.93  266.6301   9.62616 1.110223e-016
Residuals 1078  29858.96  27.6985
rdeux(aovln0s,3) = 0.4532548
```

b) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovln2s_aov(log(cln)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pln97.df)
summary(aovln2s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(>F)
Bateau  37  16968.81  458.6166  18.16599    0
Rect    32   8202.05  256.3141  10.15271    0
mois    11   2882.66  262.0600  10.38031    0
Residuals 1052  26558.68  25.2459
rdeux(aovln2s,3) = 0.513686
```

Tableau IV.2.1.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue lieu noir 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 21 et 36 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.1.3.

```
aovln2sr_aov(log(cln)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovln2sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 37 16900.05  456.7580  21.51788    0
  Rect 32   9013.71  281.6785  13.26988    0
  mois 11   3124.65  284.0594  13.38205    0
Residuals 995  21120.77  21.2269
rdeux(aovln2sr,3) = 0.5789252
```

Tableau IV.2.1.3. Analyse 'finale' des cpue de lieu noir en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 58% de la variance totale du $\log(\text{cln})$, et que l'effet Bateau domine (33% de la variance).

Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont présentés à la figure IV.2.1.5. Ils montrent une grande variabilité et un ajustement médiocre. La distribution des résidus est assez éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.2.1.6b et le tableau IV.2.1.4.

Bateaux - lieu noir - 1997 Resume des diagnostics - PdP locale

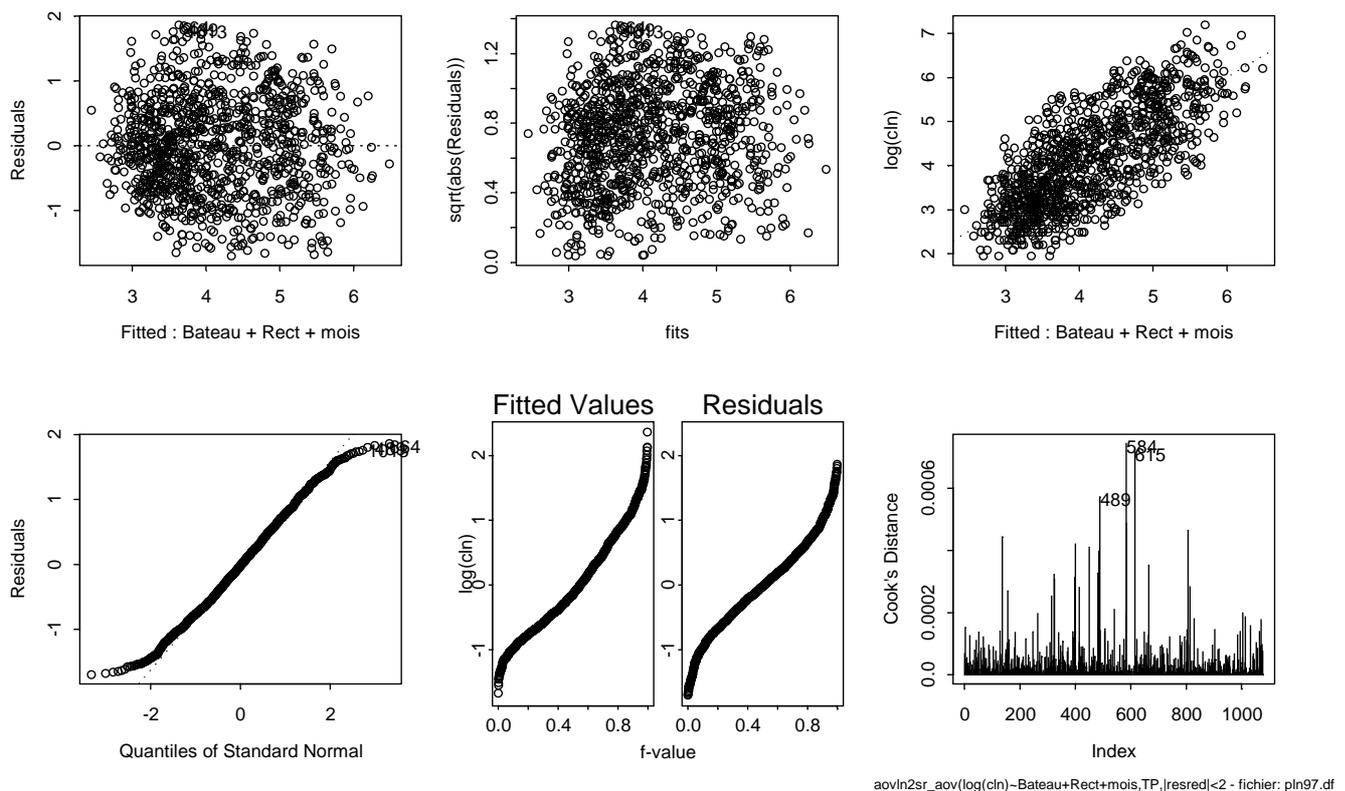


Figure IV.2.1.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de lieu noir en local.

```
ks.gof(resid(aovln972sr),distribution="normal")
```

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

```
data: resid(aovln972sr)
ks = 0.028, p-value = 0.0463
alternative hypothesis:
True cdf is not the normal distn. with estimated parameters
sample estimates:
mean of x standard deviation of x
-0.007099048 0.7435267
```

Tableau IV.2.1.4. Test de Kolmogorov-Smirnov sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue lieu noir 1997.

En 1986, ces mêmes facteurs expliquaient 78% de la variance totale après exclusion des observations suspectes. L'effet Bateau semblait encore plus dominant, puisque à lui seul il explique 62% de la variance. Les écarts d'efficacité locale étaient beaucoup plus importants puisque les coefficients variaient de 0.2 à 4.5.

La figure IV.2.1 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale).

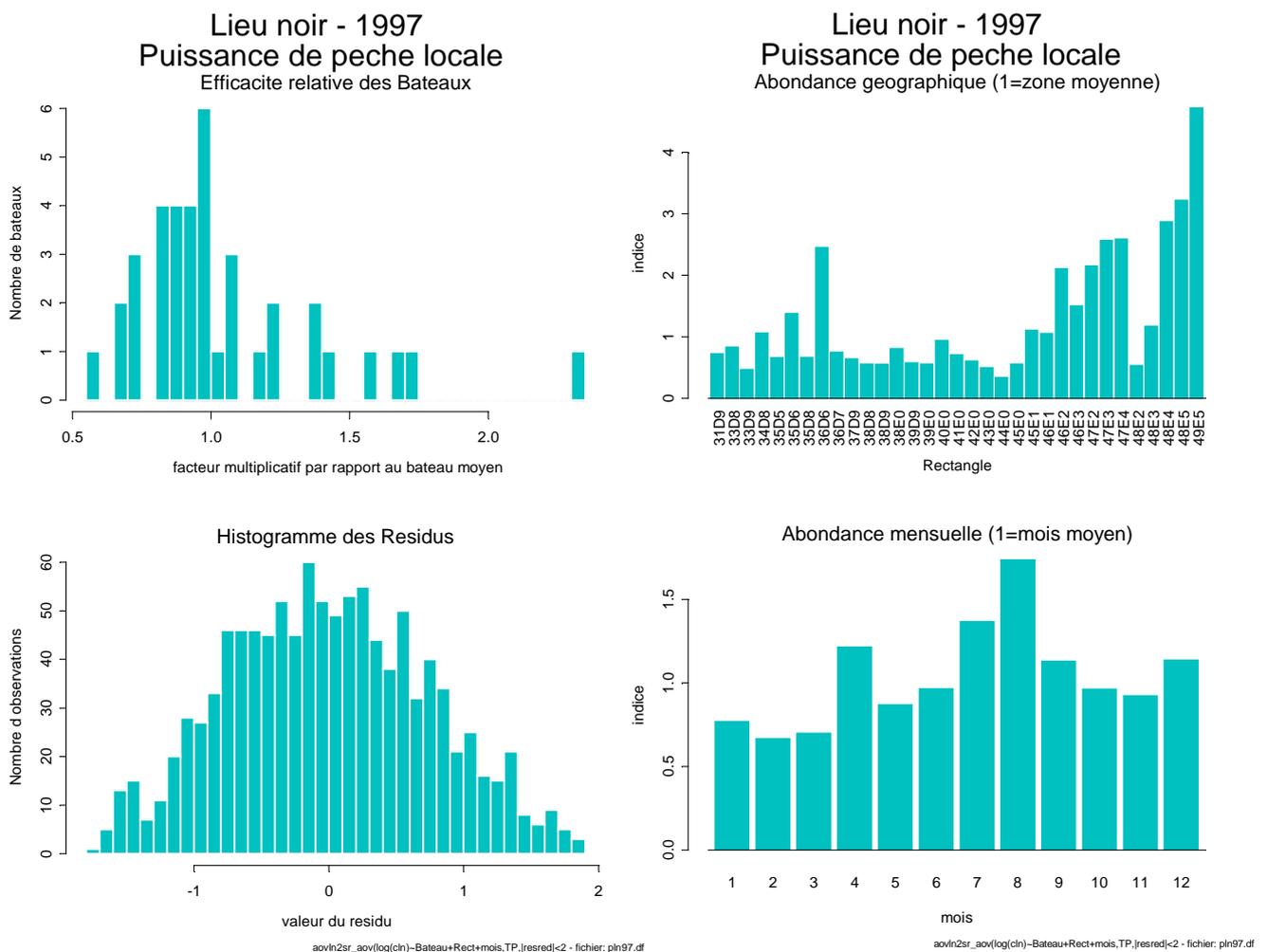


Figure IV.2.1.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de lieu noir.

Les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances, en négligeant la correction du biais. Cette transformation permet de retrouver le du modèle multiplicatif à partir du modèle additif. Par cette transformation, sachant que, dans le modèle additif, l'effet du 'bateau moyen' (moyenne des effets bateaux) est égale à 0, celui associé au modèle multiplicatif sera (à la correction près) égale à 1. Il en est de même pour l'effet moyen de l'abondance par rectangle ou de l'abondance mensuelle. On constate qu'un bateau se singularise et possède une efficacité près de deux fois et demi la moyenne.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre de fortes disparités entre les zones de pêche, certains rectangles étant estimés plus de 4 fois plus riches que la moyenne, comme le montre la carte IV.2.1.1. De plus l'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, montre une plus forte abondance en été (figures IV.2.1.5 c,d).

En 1986, contrairement aux résultats de 1997, l'abondance est 2 fois plus élevée en février-mars que sur le reste de l'année, ce qui correspond aux grosses captures effectuées sur les concentrations de géniteurs (voir aussi l'annexe présentant l'analyse pluri-annuelle sur les données de lieu noir).

Déjà en 1986, l'ouest de l'Irlande (VIIc) semblait également une zone de forte abondance, bien que moins fréquentée que l'ouest de l'Ecosse. Par ailleurs, la carte IV.2.1.2 montre bien la forte réduction du nombre de rectangles attractifs entre 1986 et 1997.

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.1.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovln5sr_aov(log(cln)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovln5sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  37  17375.79  469.6159  17.63242    0
mois    11   4682.57  425.6879  15.98308    0
Residuals 1033  27512.57  26.6337
rdeux(aovln5sr,2) = 0.4449857
```

Tableau IV.2.1.5. Analyse 'finale' des cpue de lieu noir en 1997 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement est évidemment moins bon qu'avec la zone de pêche, puisque l'on enlève une variable ; même après avoir éliminé les outsiders, les deux facteurs n'expliquent que 44% de la variance totale.

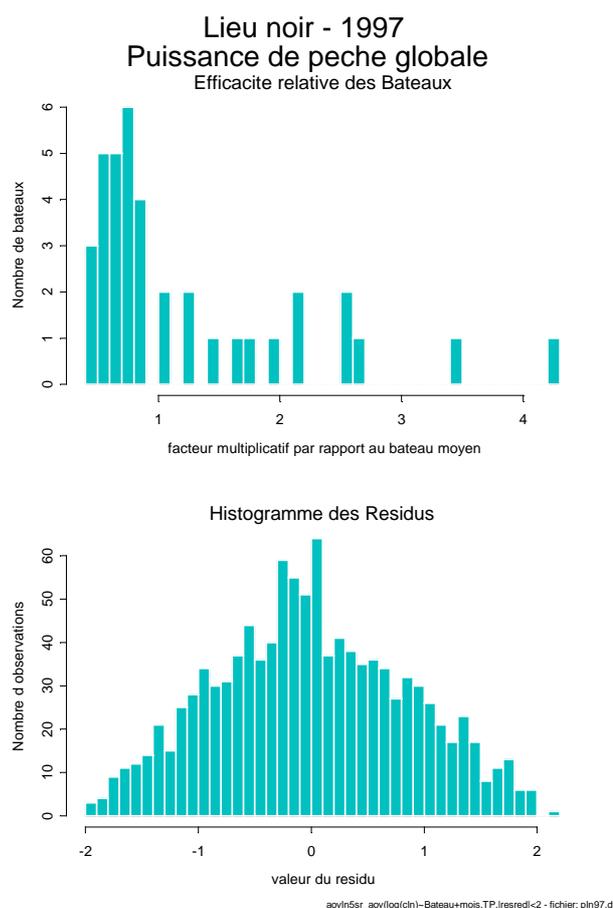


Figure IV.2.1.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant le lieu noir en 1997.

On constate, à la figure IV.2.1.7.a que certains navires présentent une efficacité globale très nettement supérieure à la moyenne, le ‘meilleur’ bateau étant plus de 4 fois plus efficace globalement que la moyenne.

En 1986, la disparité était beaucoup plus importante, puisque les écarts allaient de 0 à 8, ce qui montrait l’importance d’être au bon endroit au bon moment.

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donnant l’indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d’aller pêcher au bon endroit à un moment donné, on constate (figure IV.2.1.8.) que l’essentiel de la flottille a un indice que l’on pourrait qualifier de médiocre, alors qu’un peu plus du quart des bateaux seulement peuvent être considérés comme ayant une bonne capacité stratégique.

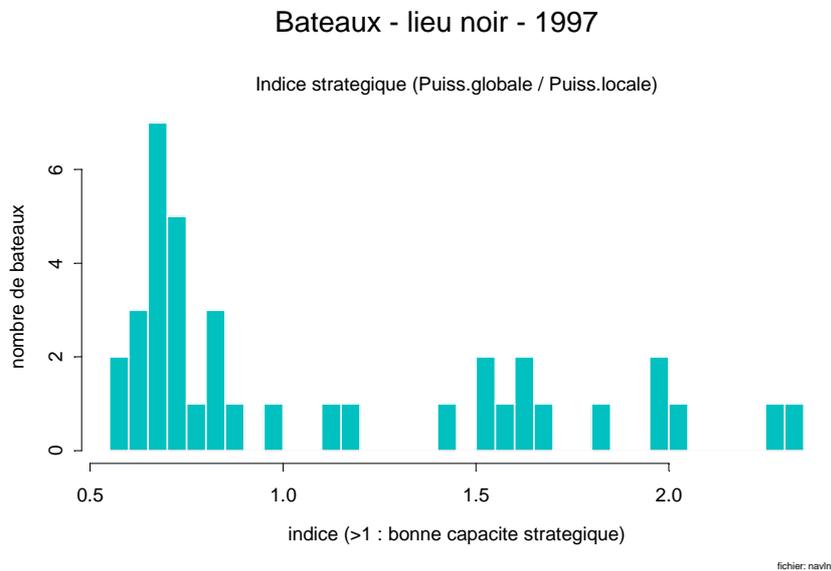


Figure IV.2.1.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant le lieu noir en 1997.

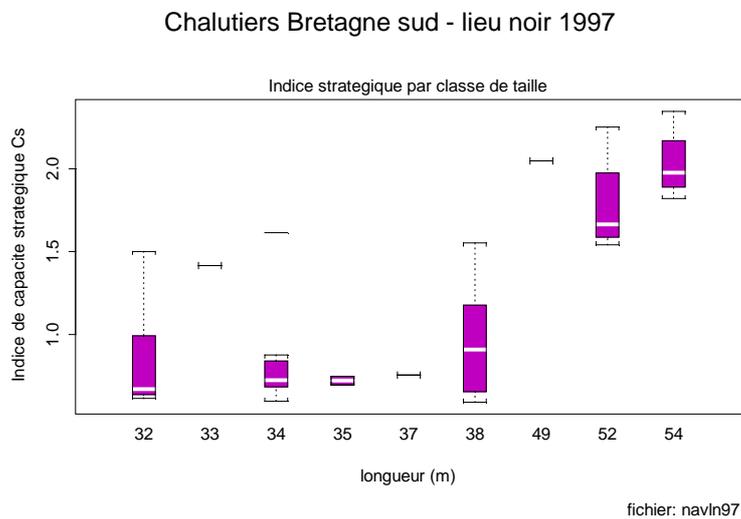


Figure IV.2.1.9. Indice de capacité stratégique des navires ciblant le lieu noir en 1997 par classe de taille

La figure IV.2.1.9. montre à l'évidence que les bateaux les plus gros (52-54m) ont une capacité stratégique très nettement supérieure à celle des autres navires, *ce qui était déjà le cas en 1986.*

IV.2.1.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.1.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant le lieu noir.

```
*** Correlation for data in: navln97 ***
      Jauge      Puiss      Long      age
Jauge 1.0000000 0.9437218 0.9691779 0.6457215
Puiss 0.9437218 1.0000000 0.9573262 0.7082582
Long 0.9691779 0.9573262 1.0000000 0.7457688
age 0.6457215 0.7082582 0.7457688 1.0000000
```

Tableau IV.2.1.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant le lieu noir en 1997.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont très fortement corrélées entre elles, alors que l'âge l'est un peu moins.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche du lieu noir constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.1.7.

```
aovptln_aov(exp(lPl)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navln,weights=TPT)
summary(aovptln)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Puiss 1 758.809 758.809 8.12510 0.00746940
Long 1 1908.696 1908.696 20.43775 0.00007514
age 1 1247.910 1247.910 13.36225 0.00088429
Jauge 1 390.482 390.482 4.18116 0.04891909
Residuals 33 3081.893 93.391
rdeux(aovptln,4) = 0.5828396
```

Tableau IV.2.1.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Lieu noir 1997.

On constate que les quatre facteurs ont un effet significatif, et expliquent plus de 58% de la variance totale. L'élimination de 3 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro fait passer ce pourcentage de variance expliquée à près de 74%. Dans les deux cas, les facteurs Longueur et Age sont les plus importants ; cependant, les diagnostics statistiques indiquent un modèle peu robuste (figure IV.2.1.10).

En 1986, ces caractéristiques des navires expliquaient 88% de la variance totale avant l'exclusion de 8 outsiders, et 94% après. La Puissance est de très loin le facteur dominant, et la qualité de l'ajustement est bonne, comme le montre le résumé présenté en annexe.

Lieu noir - 1997

Resume des diagnostics - PdP locale = f(caracteristiques)

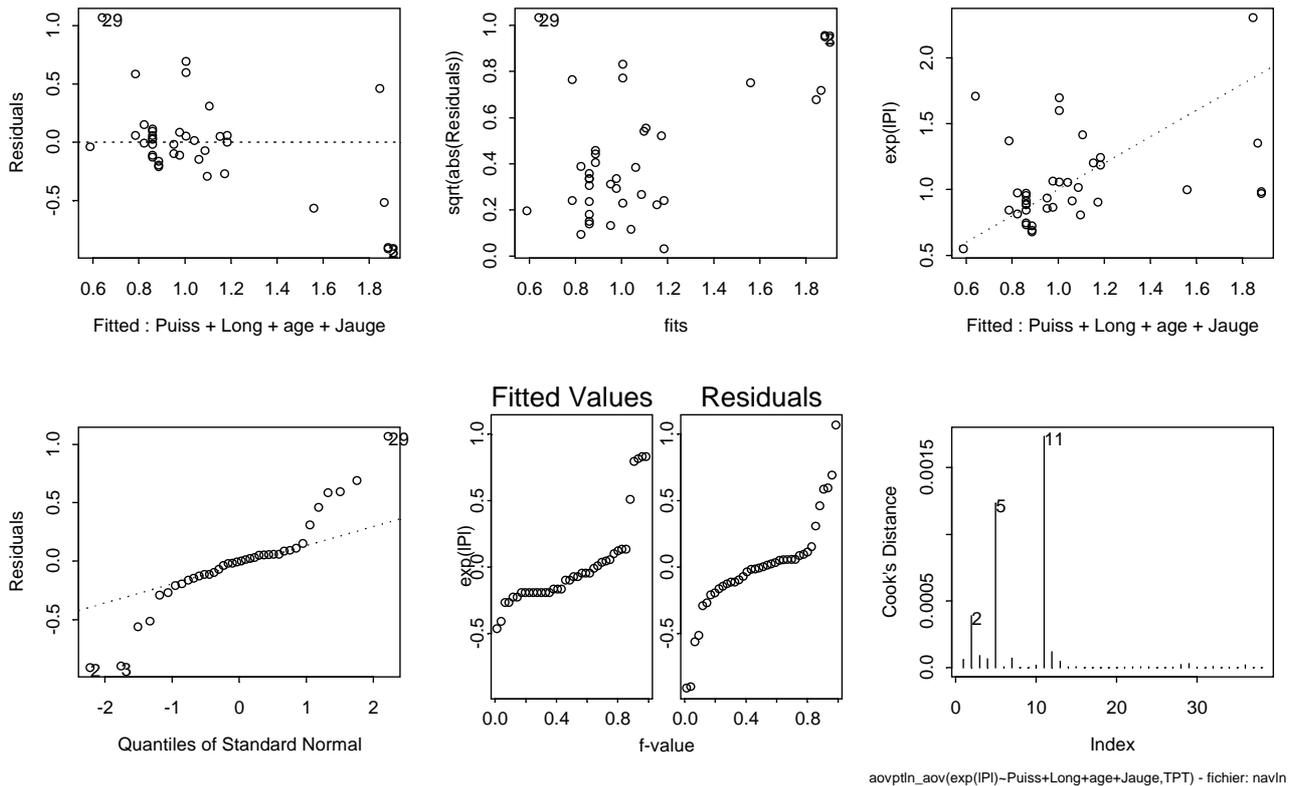


Figure IV.2.1.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

Il est intéressant de noter cependant qu'une sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.2.1.8.), conduit à ne retenir que le facteur Age, ce qui est assez surprenant, et ce d'autant plus que la Longueur présentait la plus forte valeur de F dans l'analyse préalable.

```
aov0_aov(exp(lPI)~1,data=navln,weights=TPT)
aovpfln_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navln)
```

```
Start: AIC= 7787.129
exp(lPI) ~ 1
```

Single term additions

```
scale: 199.67
```

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			7387.789	7787.129
Puiss	1	758.8085	6628.981	7427.661
Long	1	172.8042	7214.985	8013.665
age	1	905.3707	6482.418	7281.098
Jauge	1	82.9788	7304.810	8103.490

```
Step: AIC= 7281.098
```

```
Model:
exp(lPI) ~ age
```

```
scale: 199.67
```

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			6482.418	7281.098
Puiss	1	68.4046	6414.014	7612.034
Long	1	262.9493	6219.469	7417.489
Jauge	1	239.2350	6243.183	7441.203

Tableau IV.2.1.8. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance locale.

L'analyse portant sur les données de 1986 montre que l'ajustement est bien meilleur qu'avec les données 1997, et que la puissance motrice est le facteur explicatif prépondérant (F value) et sélectionné, sans surprise, par la procédure stepwise.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer également l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.2.1.9.

```
aovp97_aov(exp(lPg)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navln97,weights=TPT)
summary(aovp97)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(>F)
Puiss  1  17973.87  17973.87  47.29830 0.0000001
Long   1   1199.53   1199.53   3.15656 0.0848426
age    1   2418.11   2418.11   6.36326 0.0166533
Jauge  1    847.47    847.47   2.23011 0.1448448
Residuals 33  12540.36    380.01
rdeux(aovp97,4) = 0.6414923
```

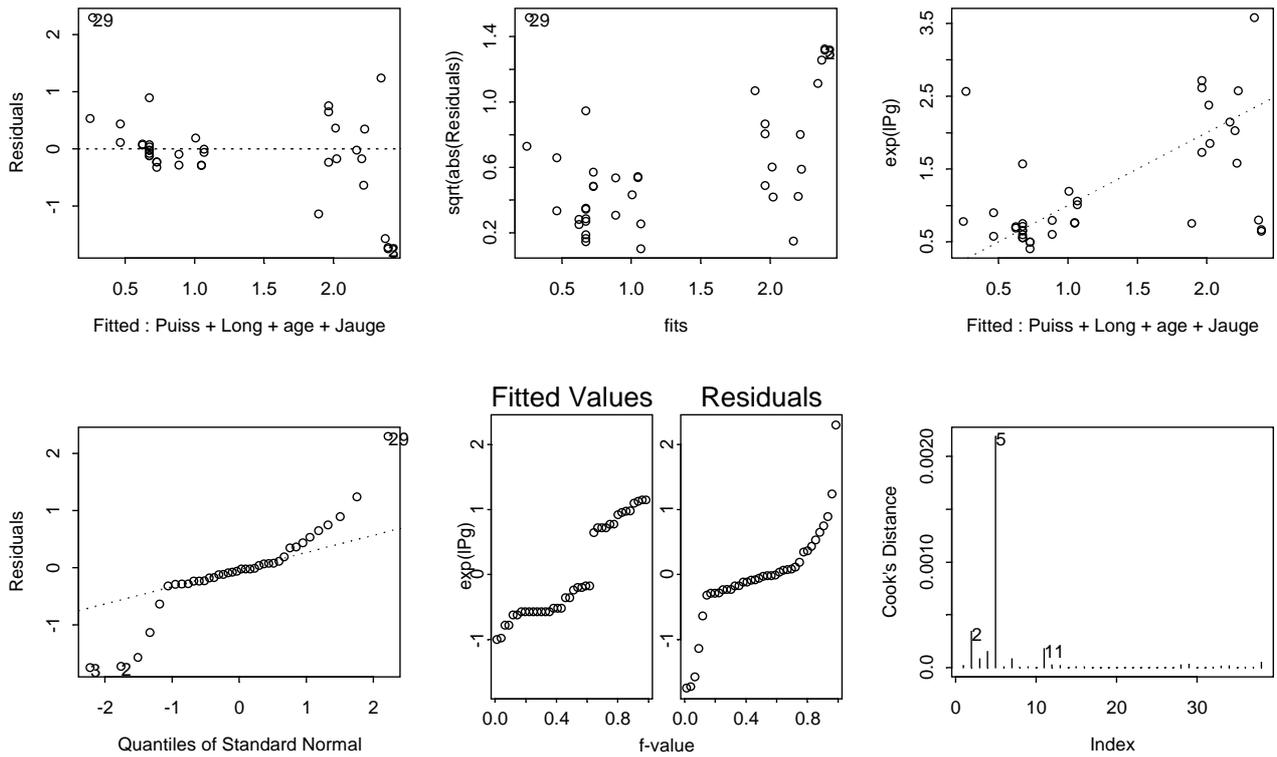
Tableau IV.2.1.9. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Lieu noir 1997.

Les caractéristiques expliquent 64% de la variance totale, et il faut noter que le facteur Jauge apparaît peu significatif. La puissance motrice des navires constitue, parmi les facteurs étudiés, celui qui apparaît prépondérant dans l'analyse. L'élimination de 4 bateaux pour lesquels les résidus sont jugés trop importants accroît considérablement la capacité explicative du modèle puisque le pourcentage de variance expliquée est alors de 82% avec un facteur Jauge significatif. Les diagnostics présentés à la figure IV.2.1.11. montrent un modèle toujours peu robuste.

En 1986, ces caractéristiques des navires expliquaient 88% de la variance totale avant l'exclusion de 6 outsiders, et 93% après. La Puissance reste de très loin le facteur dominant, l'Age devenant significatif au seuil de 98% après l'exclusion des 6 navires outsiders alors que la Longueur reste non significatif. La qualité de l'ajustement est relativement bonne.

Lieu noir - 1997

Resume des diagnostics - PdPglobale=f(caracteristiques)



aovpIn97_aov(exp(lPg)~Puiss+Long+age+Jauge,TPT) - fichier: navln97

Figure IV.2.1.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

Contrairement à ce qui avait été trouvé lors de l'analyse des puissances de pêche locales, la sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.2.1.10.), conduit à retenir les facteurs Puissance et Jauge, ce qui est conforme à ce que l'on attendait pour la Puissance et assez surprenant pour la Jauge mais qui s'explique sans doute par la très forte corrélation entre ces deux caractéristiques.

```
aov0_aov(exp(lPg)~1,data=navln97,weights=TPT)
aovpfln97_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navln97)
Start: AIC= 36870.11
exp(lPg) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ 1
```

scale: 945.3875

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			34979.34	36870.11
Puiss	1	17973.87	17005.47	20787.02
Long	1	13797.71	21181.63	24963.18
age	1	14091.69	20887.65	24669.20
Jauge	1	11702.29	23277.05	27058.60

Step: AIC= 20787.02

```
Model:
exp(lPg) ~ Puiss
```

scale: 945.3875

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			17005.47	20787.02

```

Long 1 1199.529 15805.94 21478.26
age 1 960.249 16045.22 21717.54
Jauge 1 3353.610 13651.86 19324.18

```

Step: AIC= 19324.18

Model:
exp(lPg) ~ Puiss + Jauge

scale: 945.3875

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			13651.86	19324.18
Long	1	3.6809	13648.18	21211.28
age	1	837.0951	12814.76	20377.86

Tableau IV.2.1.10. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance globale.

En 1986, comme pour l'analyse des puissances de pêche locales, la Puissance est le facteur sélectionné par la procédure automatique.

IV.2.1.5. Conclusion

La flottille ciblant le lieu noir a beaucoup évolué ces dix ou quinze dernières années. D'une flottille de gros bateaux, principalement du port de Lorient, fréquentant exclusivement l'ouest de l'Ecosse, et réalisant de très forts rendements aux accores en hiver sur les concentrations de géniteurs, nous sommes passés à une flottille plus hétérogène où les bateaux de 33-35 mètres, très minoritaires au début des années 1980, constituent maintenant l'essentiel de la flottille recherchant le lieu noir. La chute de l'abondance de ce stock a contribué également à la modification de l'aspect saisonnier de la pêcherie, les concentrations de géniteurs se faisant plus rares. Par ailleurs, l'importance de la mer Celtique dans les apports de lieu noir des chalutiers de Bretagne sud a fortement diminué.

Les captures de lieu noir sont devenues, avec la raréfaction du stock, plus accidentelle qu'autrefois, comme en témoignent les fortes variations de cpue, alors même que les cpue maximales sont plus fortes en 1997 qu'en 1986. Cette contradiction apparente tient au comportement grégaire du lieu noir. La densité des bancs semble ne pas diminuer sensiblement, mais leur taille et ou leur nombre apparaît d'autant plus réduit qu'il y a moins de navires sur zone pour les rechercher. Cette structuration en bancs n'est pas sans poser des problèmes méthodologiques quant à l'utilisation de cpue comme estimation de l'indice d'abondance... Enfin, cette aptitude des navires à communiquer entre eux pour s'informer de la présence de bancs est une des composantes de la puissance de pêche qu'il n'est pas possible d'identifier réellement.

Les possibles interactions entre les facteurs Bateaux et Zone de pêche n'ont pas pu être considérées compte tenu du nombre trop importants de niveaux dans les facteurs Bateaux et Rectangles. Sans interactions, les trois facteurs Bateaux, Rectangles et mois expliquent déjà 51% de la variance totale.

Si la puissance semblait un élément déterminant dans l'efficacité, tant locale que globale, des navires en 1986, lorsque le stock était abondant, il n'en n'est plus de même en 1997. En effet il ne s'agit plus de 'faire du tonnage' sur des concentrations facilement trouvées, mais plutôt de trouver les bancs. A cet égard, la puissance motrice reste un élément important de la recherche de la bonne zone de pêche (efficacité globale).

IV.2.2. Morue mer celtique 1997

Comme pour les autres espèces, l'étude ne porte que sur les résultats des bateaux de Bretagne sud. Pour la morue de mer Celtique, seules les informations en provenance de la zone CIEM VII ont été analysées, à l'exclusion de la mer d'Irlande (VIIa).

IV.2.2.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de morue représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.2.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	4717	Suppression	4704	Suppression	4649	Suppression	4607
Bateaux	152	des	152	des bateaux	130	des rectangles	130
Sous-Divisions	13	rectangles non	13	tels que moins de	13	tels que moins de	10
Rectangles	57	renseignés	54	5 observations	54	5 observations	32

Tableau IV.2.2.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Morue 1997'.

On constate ainsi que 22 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont ciblé que très ponctuellement la morue puisque moins de 5 séquences de pêche sont consacrées à la recherche de ce stock.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. 100 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4. Mais seules les 6 pour lesquelles cet écart est supérieur ou égal à 10 sont éliminées. L'analyse s'effectue donc sur 4601 observations de 130 bateaux.

En 1986, la flottille ciblant régulièrement la morue en mer Celtique était globalement aussi nombreuse, puisqu'elle comptait 144 navires fréquentant 35 rectangles. Cependant le nombre d'observations n'était que de 3010. L'augmentation du nombre d'observations peut s'expliquer par des marées plus courtes, donc plus nombreuses (favorisées par les débarquements en bases avancées) et/ou par l'amélioration du niveau de détail des statistiques de pêche.

IV.2.2.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.2.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant la morue en 1997.

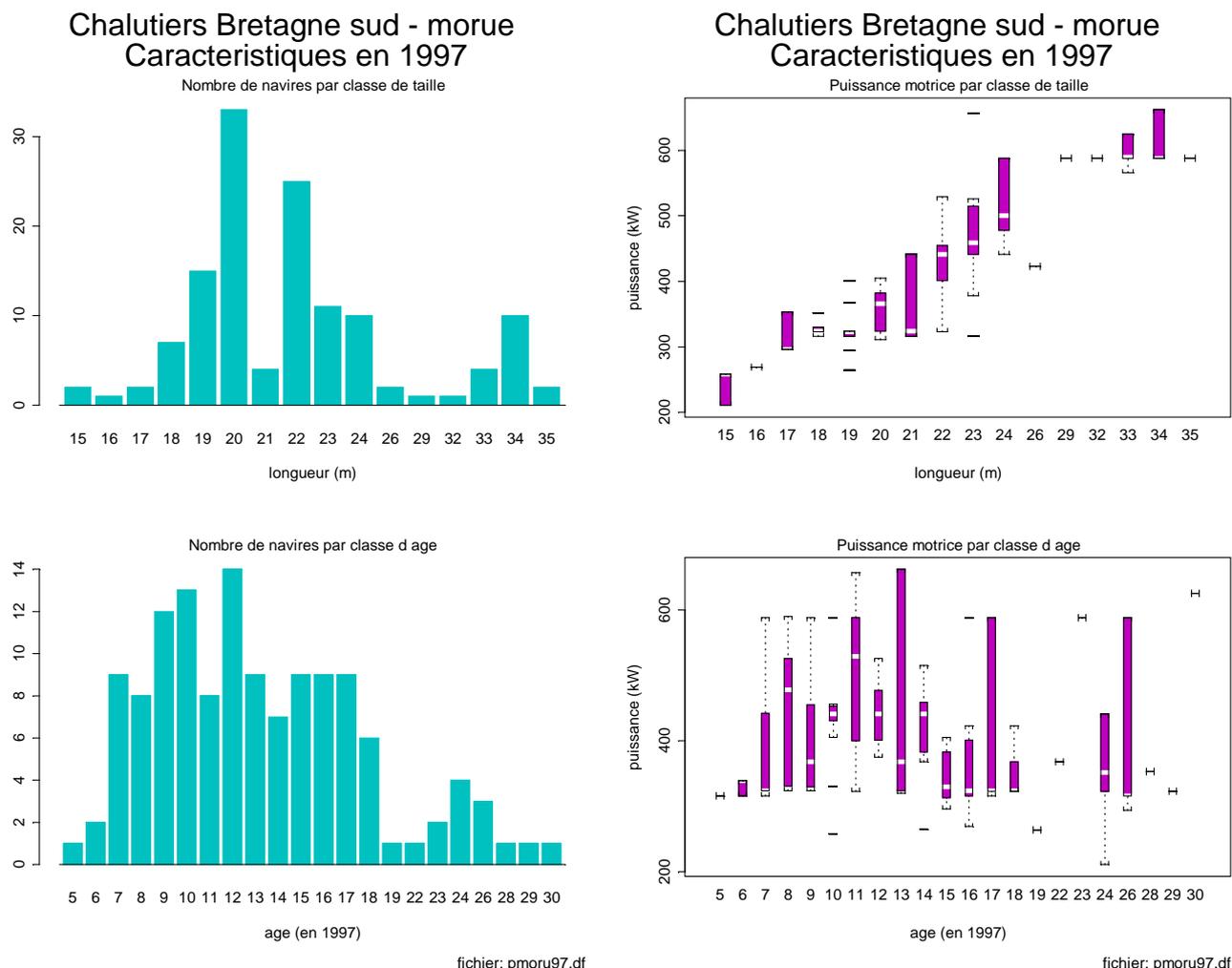


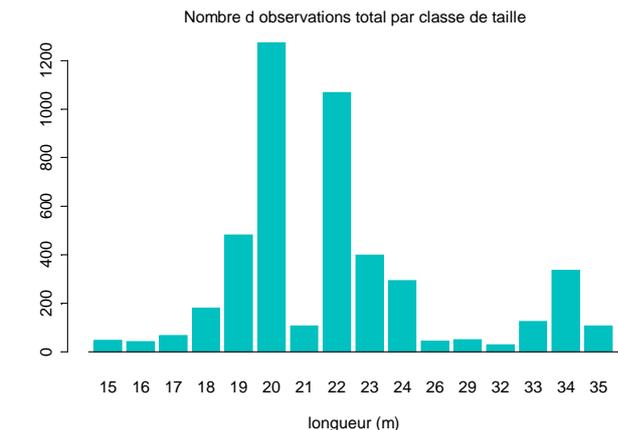
Figure IV.2.2.1a-d. Structure de la flotte ciblant la morue en 1997

On observe que sur les 130 navires ciblant cette espèce en mer celtique, les bateaux de 20-24 mètres constituent la majeure partie de la flotte, et beaucoup d'entre eux ciblent également la langoustine. Les plus grands navires (33-34m) réduits à une vingtaine sont également les plus puissants (près de 600 kW). La plupart des navires recherchant la morue en mer Celtique ont moins de 20 ans.

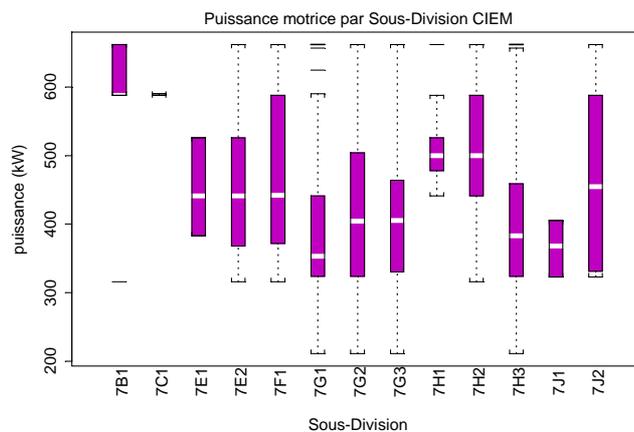
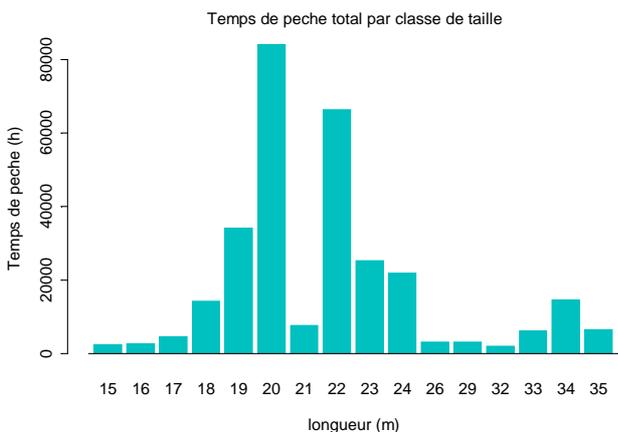
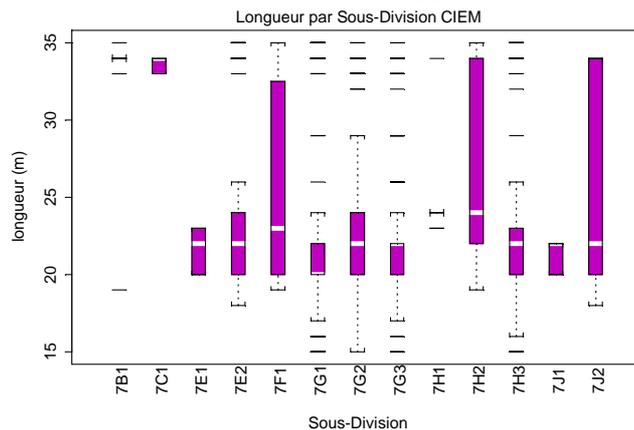
En 1986, comme en 1997, deux groupes de navires recherchent la morue : des navires de 18-20 mètres, les plus nombreux, et une quarantaine de navires dits 'semi-industriels' de 30-35 mètres.

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré à la morue ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.2.2.2a-d.

Chalutiers Bretagne sud - morue Activites en 1997



Chalutiers Bretagne sud - morue Activites en 1997

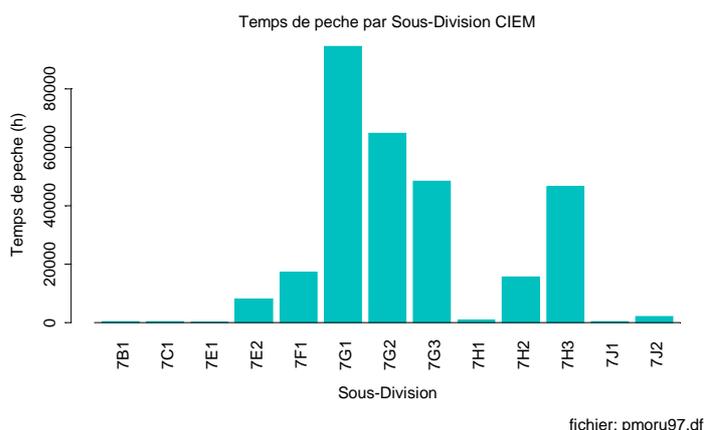


fichier: pmoru97.df

fichier: pmoru97.df

Figure IV.2.2.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant la morue en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - morue Activites en 1997



fichier: pmoru97.df

Figure IV.2.2.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant la morue en 1997

Les secteurs situés au centre de la mer Celtique (VIIg1 et VIIh3) sont les zones de pêche les plus fréquentées (figure IV.2.2.3). Viennent ensuite les zones du nord de la mer Celtique (VIIg2 et VIIg3).

En 1986, le nord de la mer Celtique (sud Irlande VIIg3 et Smalls VIIg2) ainsi que le banc de Labadie (VIIg1) sont les secteurs les plus fréquentés.

Rendements morue en 1997

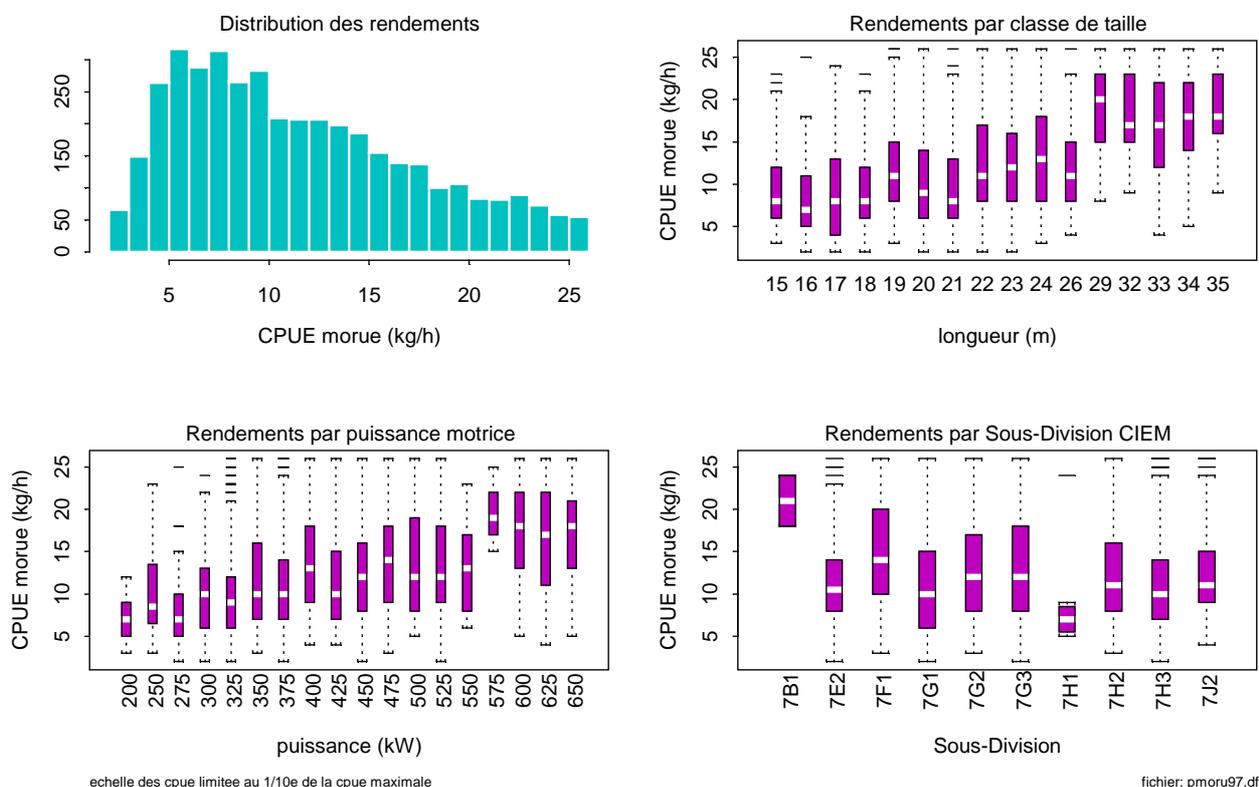


Figure IV.2.2.4. Rendements en morue des bateaux de Bretagne sud ciblant la morue.

L'examen des rendements en morue de cette flottille montre que l'essentiel des Cpe de morue est inférieur à 50 kg/heure de pêche, malgré quelques très fortes valeurs (250 kg / heure). Les figures IV.2.2.4a-d ne présentent que les informations concernant les cpue inférieures à 25 kg/h (soit le dixième de la valeur maximale de cpue observée). La cpue moyenne est de 16 kg/h, et la valeur médiane de 12 kg/h. On observe un saut quantitatif entre les cpue des navires de 22-24m (médiane = 12-14 kg/h) et celles des 29-34m (23-24 kg/h)

En 1986, la cpue moyenne de morue en mer Celtique était de 27.4 kg/h et la médiane de 16 kg/h, pour des valeurs maximales atteignant 800 kg/h. Ces valeurs nettement supérieures masquent des disparités entre les classes de longueur : les valeurs médianes de cpue pour les navires de plus de 30m sont inchangées, celles des navires de 22-26 mètres étaient beaucoup plus fortes en 1986 qu'en 1997 puisque très proches des valeurs des plus gros bateaux. Il faut noter également que la cpue médiane de la Sous-Division VIIg3 a beaucoup baissé entre 1986 et 1997, alors que les autres secteurs de mer Celtique montrent des rendements identiques.

IV.2.2.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.2.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 62% de la variance totale.

c) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :

```
aovmoru970s_aov(log(cmoru)~Bateau+Ssdiv+mois,weights=TP,data=pmoru97.df)
summary(aovmoru970s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 129  49470.85   383.495   31.7132    0
Ssdiv   9   12900.48  1433.387  118.5343    0
mois   11   12966.09  1178.736   97.4759    0
Residuals 4451  53824.10    12.093
rdeux(aovmoru970s,3) = 0.5832807
```

d) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovmoru972s_aov(log(cmoru)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pmoru97.df)
summary(aovmoru972s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 129  49470.85  383.4950   34.23400    0
Rect   31   20271.11  653.9066   58.37323    0
mois   11    9805.16  891.3784   79.57196    0
Residuals 4429  49614.40    11.2022
rdeux(aovmoru972s,3) = 0.6158732
```

Tableau IV.2.2.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue morue 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 105 et 138 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.2.3.

```
aovmoru972sr_aov(log(cmoru)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovmoru972sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 129  48210.42  373.7242  43.16143    0
Rect   31   22181.33  715.5269  82.63625    0
mois   11    8663.89  787.6267  90.96307    0
Residuals 4186  36245.54    8.6588
rdeux(aovmoru972sr,3) = 0.6856447
```

Tableau IV.2.2.3. Analyse 'finale' des cpue de morue en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 69% de la variance totale.

Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse présentés à la figure IV.2.2.5. sont plutôt bons. La distribution des résidus est assez éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.2.2.6b et le tableau IV.2.2.4.

Bateaux - morue - 1997 Resume des diagnostics - PdP locale

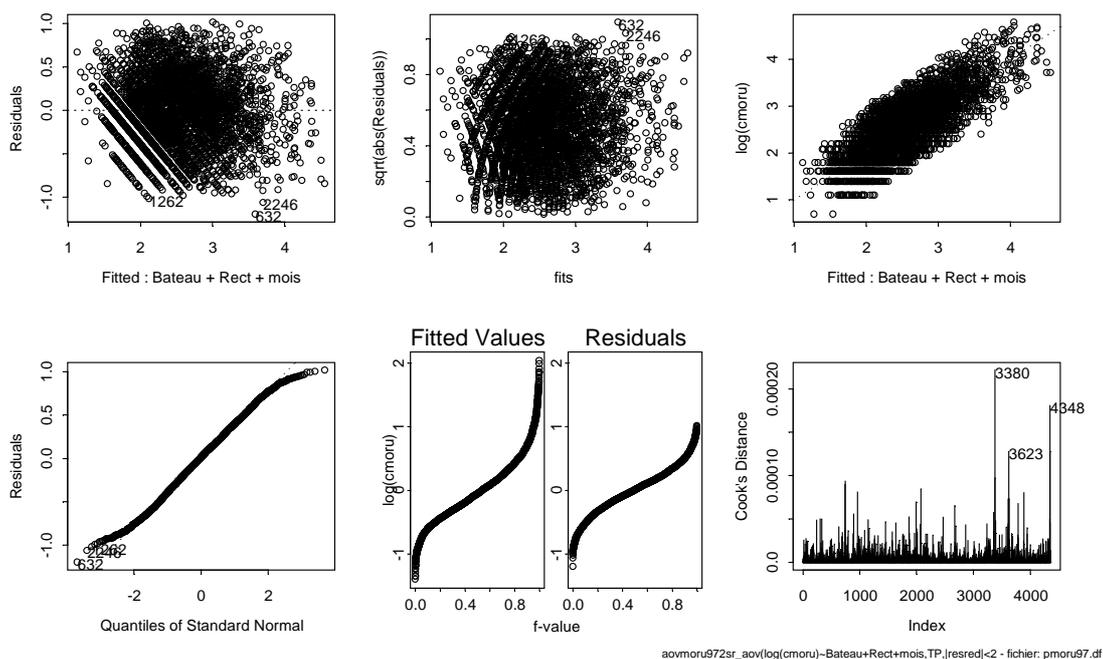


Figure IV.2.2.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de morue en local.

```
ks.gof(resid(aovmoru972sr),distribution="normal")
```

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

```
data: resid(aovmoru972sr)
```

```
ks = 0.0147, p-value = 0.0307
```

```
alternative hypothesis:
```

```
True cdf is not the normal distn. with estimated parameters
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x standard deviation of x
```

```
0.001267783          0.3855342
```

Tableau IV.2.2.4. Test de Kolmogorov-Smirnov sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue morue 1997.

En 1986, l'ajustement est très semblable, mêmes si la part de variance expliquée par ces trois facteurs est légèrement plus forte (79%) qu'en 1997. Le test de Kolmogorov-Smirnov permet de conclure que l'on peut raisonnablement considérer la distribution des résidus comme gaussienne.

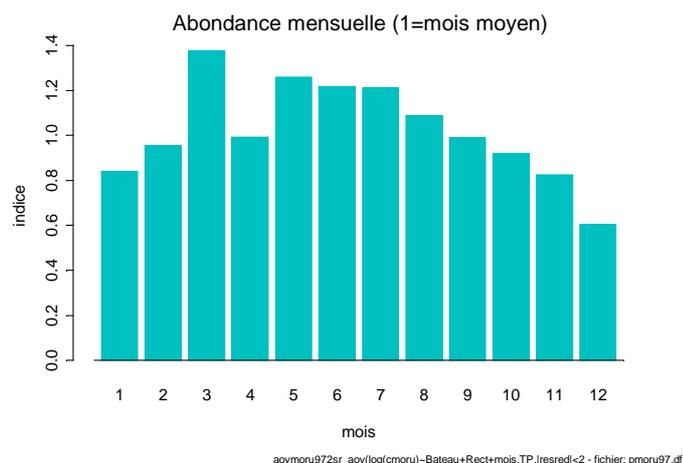
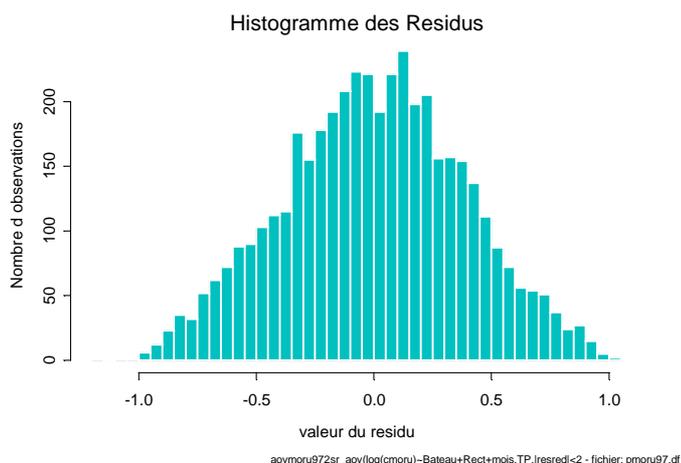
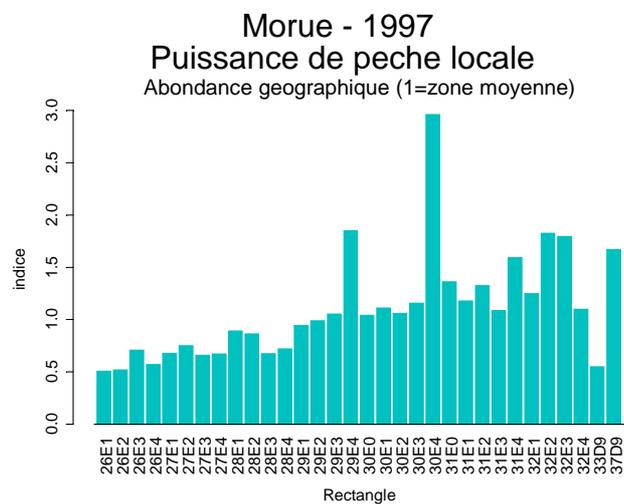
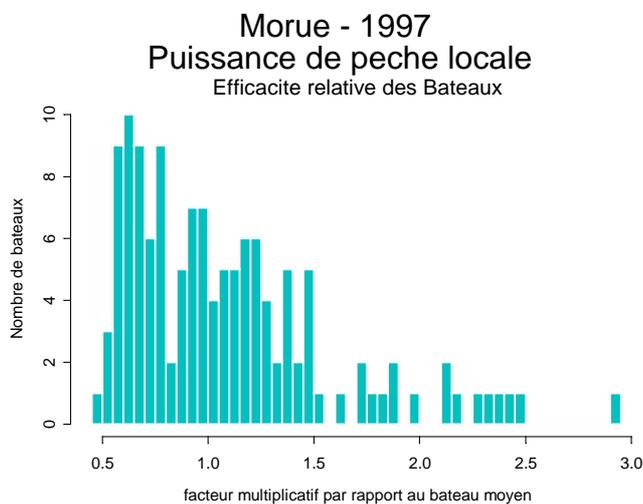


Figure IV.2.2.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de morue.

La figure IV.2.2 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale).

Comme pour le lieu noir, les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances. L'effet du 'bateau moyen' comme celui de l'abondance moyenne par rectangle ou mensuelle est égale à 1. On constate qu'une quinzaine de bateaux possède une efficacité plus d'une fois et demi supérieure à la moyenne, un bateau se singularisant avec une puissance de pêche locale égale à 3.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre l'existence d'un léger gradient, l'abondance relative augmentant au fur et à mesure que les zones de pêche sont plus septentrionales. Certains rectangles font exception et sont estimés près de 3 fois plus riches que la moyenne, comme le montre la carte IV.2.2.1. L'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, varie peu au cours de l'année, avec cependant une abondance légèrement plus forte au printemps (figures IV.2.2.6 c,d), correspondant à une activité de pêche sur les concentrations de géniteurs.

En 1986, le rectangle 30^E4, situé au nord de la Cornouaille anglaise, apparaissait déjà comme le plus abondant, mais les écarts avec les autres secteurs étaient beaucoup moindres puisqu'il n'était estimé qu'une fois et demi plus abondant. L'abondance mensuelle était dominée par le mois de mars qui présente une abondance relative près de 3 fois supérieure aux autres mois.

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.2.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovmoru975sr_aov(log(cmoru)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovmoru975sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 129  46611.30   361.328   35.1148    0
mois    11  17535.73  1594.157  154.9245    0
Residuals 4204  43258.74    10.290
rdeux(aovmoru975sr,2) = 0.5972401
```

Tableau IV.2.2.5. Analyse 'finale' des cpue de morue en 1997 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement est évidemment moins bon qu'avec la zone de pêche ; même après avoir éliminé les outsiders, les deux facteurs n'expliquent que 60% de la variance totale.

En 1986, l'ajustement est légèrement meilleur et les deux facteurs permettent d'expliquer 76% de la variance totale, l'effet mois étant, comme pour la puissance de pêche locale, extrêmement important.

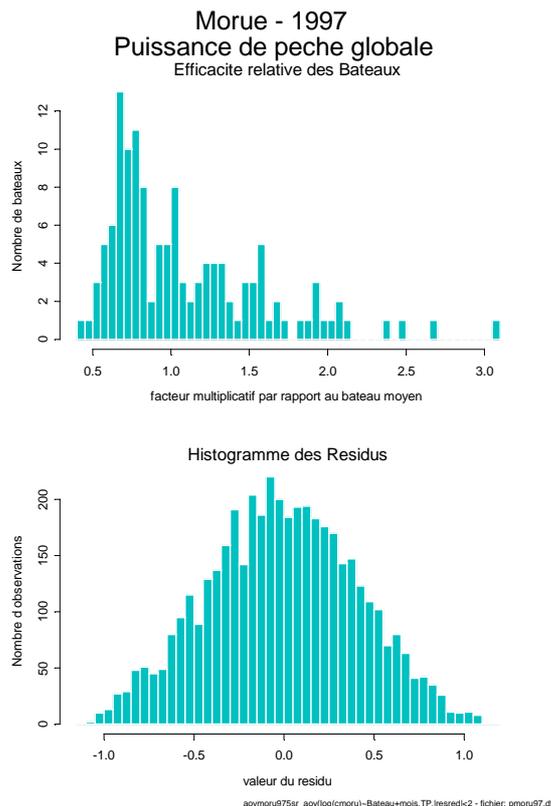


Figure IV.2.2.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant la morue en 1997.

La figure IV.2.2.7.a montre que peu de navires présentent une efficacité globale nettement supérieure à la moyenne.

En 1986, on observait deux groupes de navires, un groupe de bateaux 'moyens-mauvais' et un autre de moyens-bons'. Quelques bateaux faisaient preuve d'une efficacité globale exceptionnellement élevée (jusqu'à 4 fois la moyenne).

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donne l'indice de capacité stratégique. Cet indice mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné. On constate (figure IV.2.2.8.) que l'essentiel de la flottille a un indice moyen et que les écarts sont peu importants (entre 0.6 et 1.4) ce qui témoigne d'une grande homogénéité de cette flottille ou de l'absence d'incidence des choix concernant cette espèce, le choix étant assumé préalablement par la sélection des séquences de pêche retenues pour l'analyse.

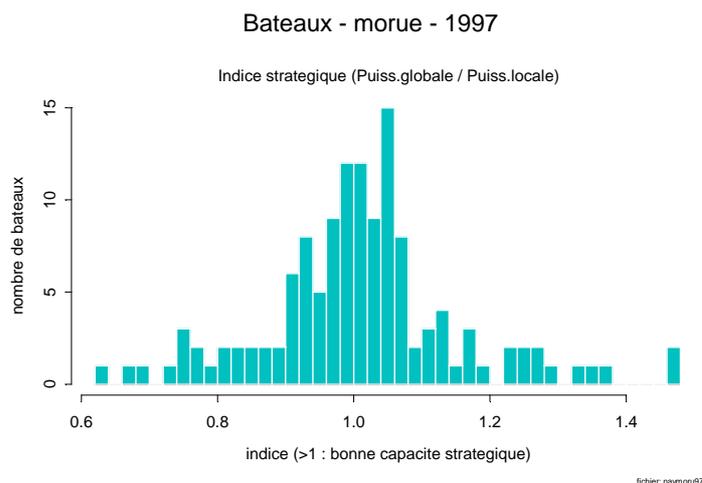


Figure IV.2.2.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la morue en 1997.

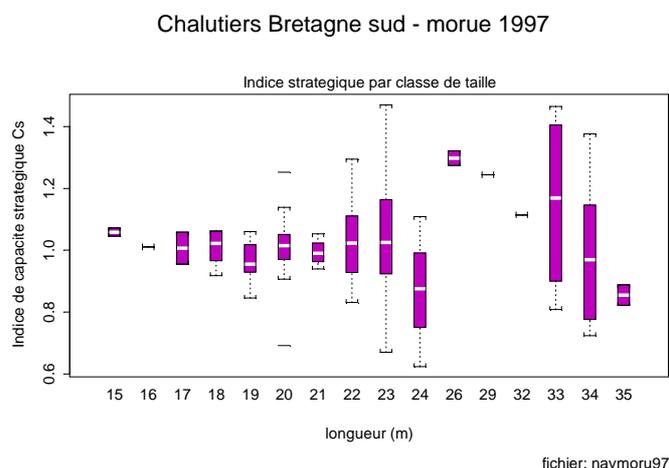


Figure IV.2.2.9. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la morue en 1997 par classe de taille

La figure IV.2.2.9 montre une baisse d'indice entre les navires de 23m et ceux de 24m. Cette diminution se poursuit pour les bateaux les plus gros, après un saut quantitatif important de l'indice entre les bateaux de 24 et ceux de 30 mètres. Ce saut doit être rapproché d'une très forte augmentation des puissances motrices pour les navires de plus de 30 mètres.

En 1986, les structures sont très semblables à celles trouvées en 1997.

IV.2.2.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.2.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant la morue.

```
*** Correlation for data in: navmoru97 ***  
  
          Jauge          Puiss          Long          age          pchjum  
Jauge  1.00000000  0.85164154  0.96428738 -0.03344982 -0.1407124  
Puiss  0.85164154  1.00000000  0.85753943 -0.04699791 -0.1979244  
Long   0.96428738  0.85753943  1.00000000  0.03232901 -0.1789466  
age    -0.03344982 -0.04699791  0.03232901  1.00000000  0.1431355  
pchjum -0.14071238 -0.19792444 -0.17894665  0.14313547  1.0000000
```

Tableau IV.2.2.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant la morue en 1997.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont fortement corrélées entre elles. L'âge ne présente quant à lui aucune relation avec les caractéristiques techniques des navire. La part du temps de pêche du navire consacré aux chaluts jumeaux (*pchjum*) semble également indépendante des autres facteurs.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche de la morue constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.2.7.

```
aovptmoru97_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmoru97,weights=TPT)  
summary(aovptmoru97)  
          Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)  
Puiss     1  33590.16 33590.16 196.6333 0.0000000  
pchjum    1     7.72    7.72  0.0452 0.8320265  
Long      1  3817.36  3817.36  22.3465 0.0000061  
age       1     1.25    1.25  0.0073 0.9318603  
Jauge     1    19.26   19.26  0.1127 0.7376385  
Residuals 124  21182.47  170.83  
rdeux(aovptmoru97,5) = 0.6386367
```

Tableau IV.2.2.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Morue 1997.

On constate que seuls la Puissance motrice et la Longueur des bateaux ont un effet significatif, et expliquent près de 64% de la variance totale. L'élimination de 6 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro fait passer le pourcentage de variance expliquée à 67%. Dans les deux cas, les diagnostics statistiques indiquent un modèle relativement robuste (figure IV.2.2.10).

En 1986, la part de variance expliquée est sensiblement plus élevée qu'en 1997 (73% avant la suppression de 8 outsiders, et 84% après), mais les diagnostics montrent un modèle très moyen.

Morue - 1997

Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)

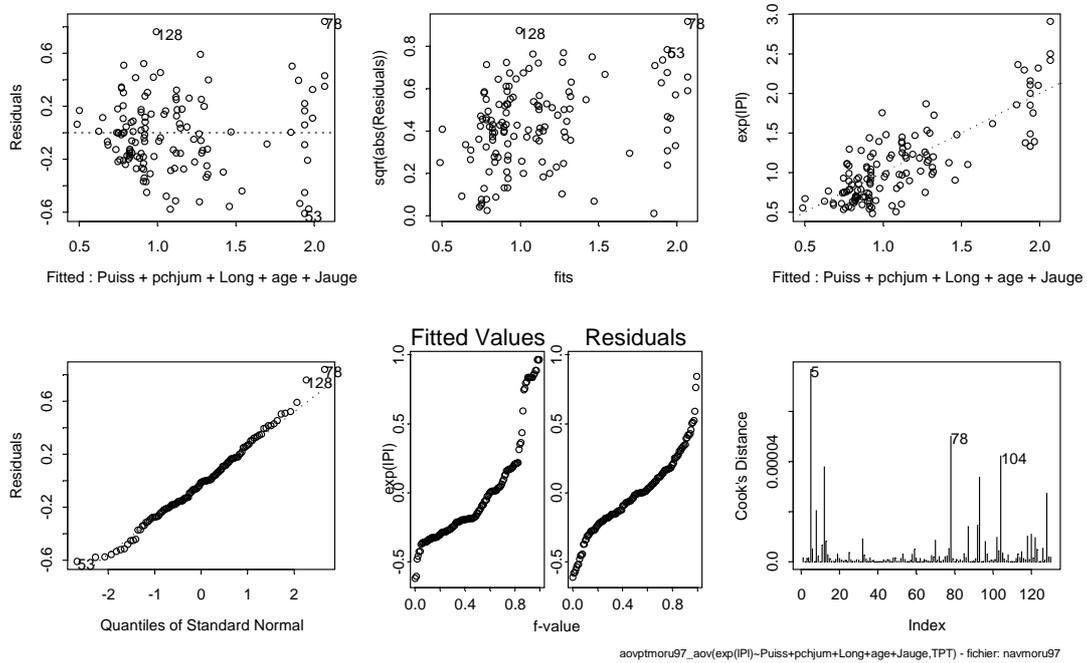


Figure IV.2.2.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

La sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.2.2.8.), conduit à ne retenir que les facteurs Longueur et Puissance, ce qui est conforme à ce que l'on attendait au vu de l'analyse précédente et des valeurs de F estimés pour ces facteurs et ce, malgré la forte corrélation entre ces deux caractéristiques

```
aov0_aov(exp(lPl)~1,data=navmoru97,weights=TPT)
aovpfmoru97_step(aov0,~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmoru97)
Start: AIC= 59527.03
exp(lPl) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPl) ~ 1
```

scale: 454.4048

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			58618.22	59527.03
Puiss	1	33590.16	25028.07	26845.68
pchjum	1	816.80	57801.42	59619.04
Long	1	34903.21	23715.02	25532.63
age	1	335.98	58282.25	60099.87
Jauge	1	33334.55	25283.67	27101.29

Step: AIC= 25532.63

Single term additions

```
Model:
exp(lPl) ~ Long
```

```

scale: 454.4048

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>                23715.02 25532.63
  Puiss 1  2488.348 21226.67 23953.10
pchjum 1    2.213 23712.80 26439.23
  age 1   30.419 23684.60 26411.03
  Jauge 1  170.499 23544.52 26270.95

```

Step: AIC= 23953.1

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Long + Puiss

scale: 454.4048

```

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>                21226.67 23953.10
pchjum 1  23.68395 21202.98 24838.22
  age 1   2.67588 21223.99 24859.23
  Jauge 1  20.37739 21206.29 24841.53

```

Tableau IV.2.2.8 Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance locale.

L'analyse portant sur les données de 1986 montre que les facteurs expliquent légèrement plus de variance mais que les diagnostics sont plutôt moins bons. Comme en 1997, et même si la Puissance domine l'ajustement, la Longueur 'sort' en premier d'une procédure de sélection des facteurs, avant la Puissance.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.2.2.9.

```

aovpgmoru97_aov(exp(lPg)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmoru97,weights=TPT)
summary(aovpgmoru97)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
  Puiss 1  34814.10 34814.10 201.8724 0.0000000
 pchjum 1    16.85   16.85  0.0977 0.7551035
   Long 1  2725.97  2725.97  15.8067 0.0001184
   age 1    2.55    2.55  0.0148 0.9033756
  Jauge 1   143.00   143.00  0.8292 0.3642672
Residuals 124  21384.54  172.46
rdeux(aovpgmoru97,5) = 0.6380839

```

Tableau IV.2.2.9. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Morue 1997.

Les caractéristiques expliquent 64% de la variance totale, et il faut noter que, comme pour l'efficacité locale, seuls sont significatifs, les facteurs Puissance et Longueur. La puissance motrice des navires constitue, parmi les facteurs étudiés, celui qui apparaît prépondérant dans l'analyse. Aucun bateau ne présente des résidus trop importants. Les diagnostics présentés à la figure IV.2.2.11. témoignent d'un modèle relativement robuste.

Morue - 1997 Resume des diagnostics - PdPglobale=f(caracteristiques)

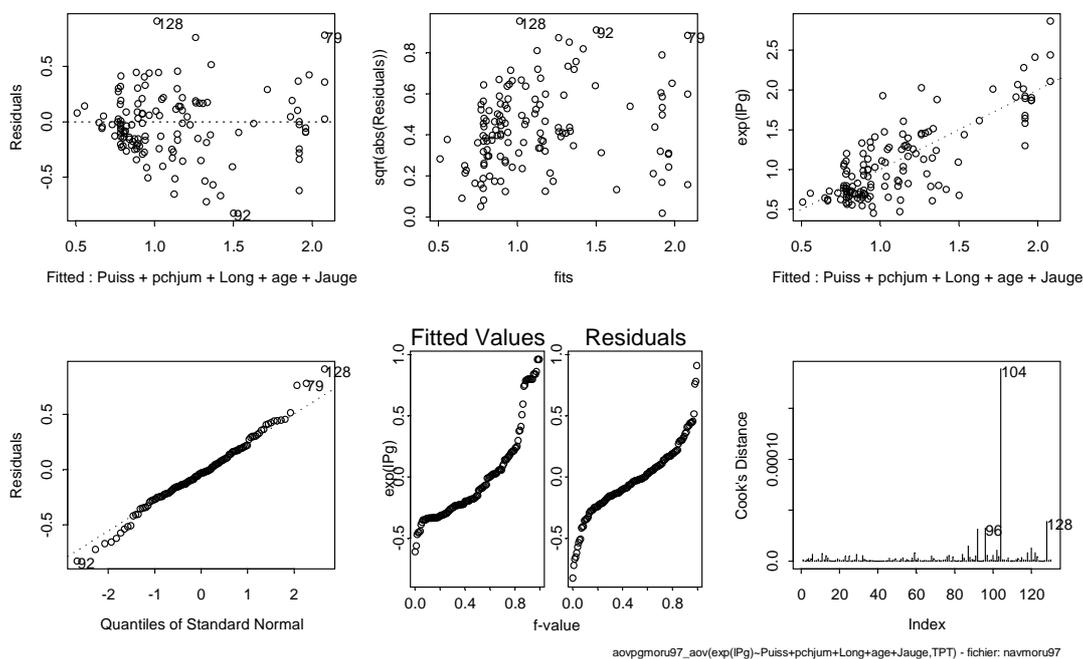


Figure IV.2.2.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

En 1986, comme pour la puissance de pêche locale, la part de variance expliquée est légèrement meilleure (77% après avoir écarté 9 outsiders), mais les diagnostics restent médiocres.

La sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.2.2.10.), conduit aussi à retenir les facteurs Puissance et Jauge.

```
aov0_aov(exp(lPg)~1,data=navmoru97,weights=TPT)
aovpfmoru97_step(aov0,~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmoru97)
Start: AIC= 60003.09
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ 1
```

scale: 458.0389

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			59087.01	60003.09
Puiss	1	34814.10	24272.92	26105.07
pchjum	1	774.93	58312.09	60144.24
Long	1	33955.47	25131.55	26963.70
age	1	197.74	58889.28	60721.43
Jauge	1	33464.12	25622.89	27455.05

Step: AIC= 26105.07

Single term additions

Model:

```
exp(lPg) ~ Puiss
scale: 458.0389

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>
pchjum 1    16.853 24256.06 27004.30
  Long 1   2708.374 21564.54 24312.78
   age 1    78.841 24194.08 26942.31
  Jauge 1  2627.025 21645.89 24394.13
```

Step: AIC= 24312.78

Single term additions

Model:

```
exp(lPg) ~ Puiss + Long
```

scale: 458.0389

```
      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>
pchjum 1   34.4471 21530.10 25194.41
   age 1    0.9181 21563.62 25227.94
  Jauge 1  158.3349 21406.21 25070.52
```

Tableau IV.2.2.10 Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance globale.

En 1986, même si la Puissance explique la majeure partie de la variance totales, seule le facteur Jauge est sélectionné par la procédure stepwise.

IV.2.2.5. Conclusion

En 1997, comme déjà en 1986, la puissance motrice explique relativement bien les efficacités tant locale que globale.

Même si le nombre de navires ciblant la morue en mer Celtique a relativement peu diminué entre 1986 et 1997, la composition de cette flottille a été considérablement modifiée : les semi-industriels (30-35m) ayant été ‘remplacés’ par de gros navires artisans (22-24m). La traditionnelle pêcherie de gadidés des chalutiers semi-industriels lorientais est en train de disparaître. Quelques gros chalutiers artisans ont pris la relève, mais la morue semble principalement capturée par les chalutiers langoustiniers.

L’aspect saisonnier semblait beaucoup plus marqué en 1986 qu’en 1997.

IV.2.3. Merlan de mer Celtique - 1997

Comme pour les autres espèces, l'étude ne porte que sur les résultats des chalutiers de Bretagne sud pratiquant le chalutage de fond. Pour le merlan de mer Celtique, seules les informations en provenance de la zone CIEM VII ont été analysées, à l'exclusion de la mer d'Irlande (VIIa).

IV.2.3.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de merlan représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.3.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	3289	Suppression	3283	Suppression	3220	Suppression	3186
Bateaux	152	des	152	des bateaux	121	des rectangles	121
Sous-Divisions	11	rectangles non	11	tels que moins de	11	tels que moins de	8
Rectangles	47	renseignés	46	5 observations	45	5 observations	30

Tableau IV.2.3.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'merlan 1997'.

On constate ainsi que 31 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont ciblé que très ponctuellement le merlan puisque moins de 5 séquences de pêche sont consacrées à la recherche de ce stock.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. 73 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4. Mais seules les 8 pour lesquelles cet écart est supérieur ou égal à 10 sont éliminées. L'analyse s'effectue donc sur 3178 observations et 121 chalutiers.

En 1986, la flottille ciblant régulièrement le merlan en mer Celtique était légèrement moins nombreuse, puisqu'elle comptait 97 chalutiers fréquentant 27 rectangles, avec un nombre d'observations beaucoup moins important (1894).

IV.2.3.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.3.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant le merlan en 1997.

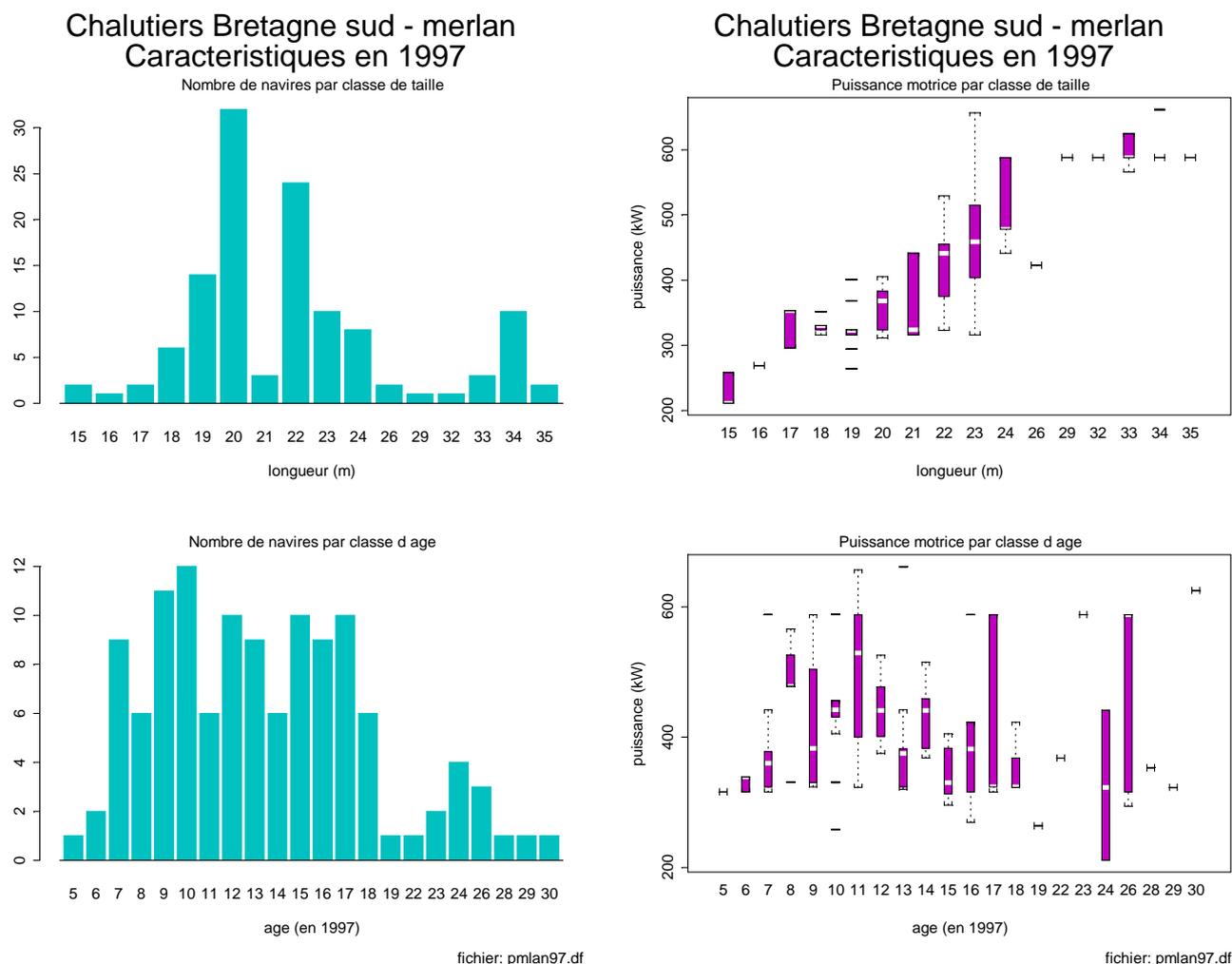


Figure IV.2.3.1a-d. Structure de la flotte ciblant le merlan en 1997

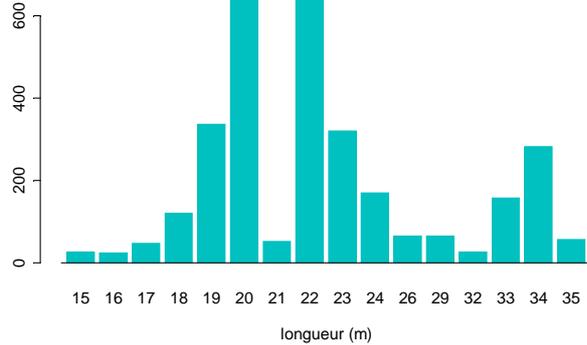
Comme pour la morue, on observe que sur les 121 navires ciblant cette espèce, les bateaux de 20-24 mètres constituent la majeure partie de la flotte. Les plus grands navires (33-34m) réduits à une vingtaine sont également les plus puissants (près de 600 kW). La plupart des navires recherchant le merlan en mer Celtique ont moins de 20 ans.

En 1986 également, deux groupes de navires recherchent le merlan : des navires de 18-20 mètres, et des navires dits 'semi-industriels' de 30-35 mètres. Ces derniers étaient beaucoup plus nombreux qu'en 1997 puisqu'ils comptaient une quarantaine d'unités environ.

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré au merlan ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.2.3.2a-d.

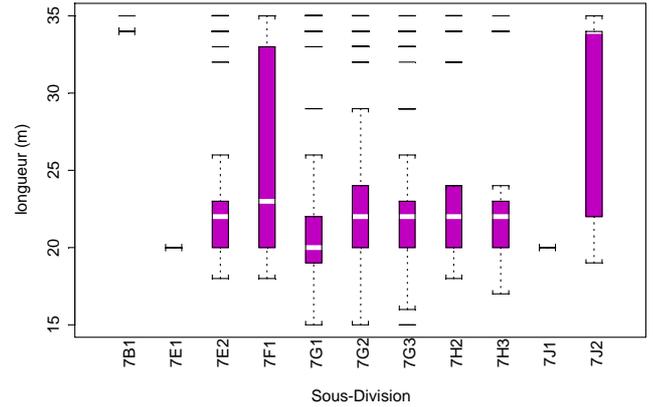
Chalutiers Bretagne sud - merlan Activites en 1997

Nombre d'observations total par classe de taille

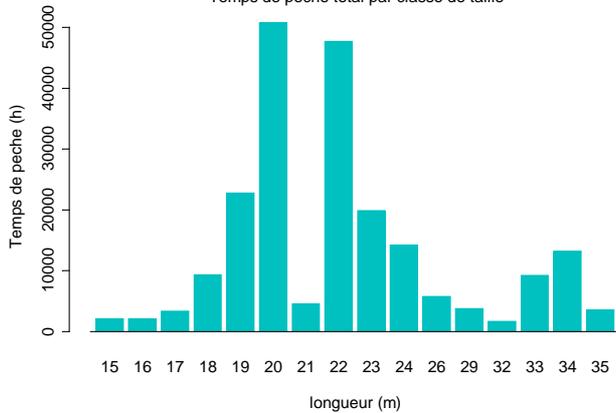


Chalutiers Bretagne sud - merlan Activites en 1997

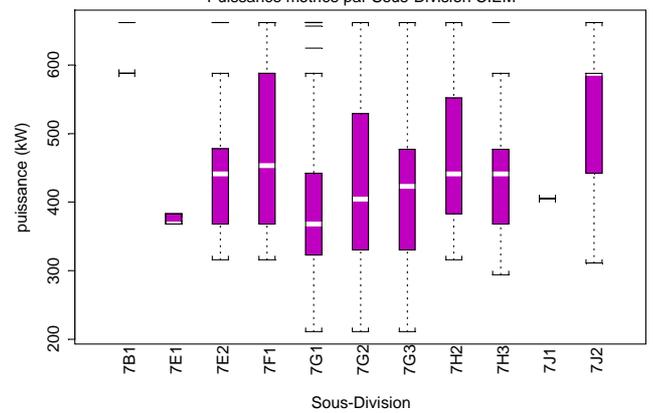
Longueur par Sous-Division CIEM



Temps de peche total par classe de taille



Puissance motrice par Sous-Division CIEM



fichier: pmlan97.df

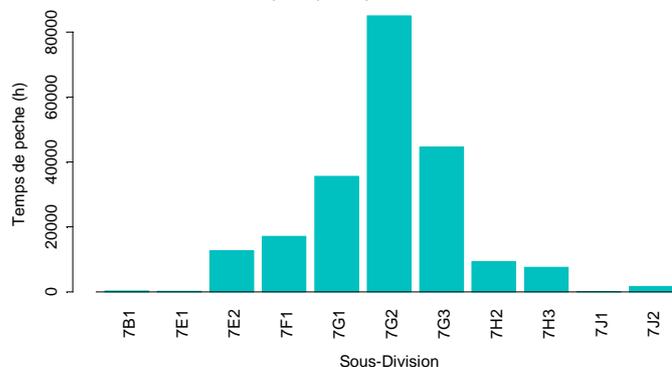
fichier: pmlan97.df

Figure IV.2.3.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant le merlan en 1997.

En 1986, les plus petits bateaux, bien que représentant la moitié de la flotte ciblant le merlan, ne contribuent que faiblement au temps de pêche consacré à la recherche de cette espèce en mer Celtique. Ce sont en majorité des chalutiers langoustiniers. L'essentiel de l'activité est le fait des navires de 30-35 mètres, alors que leur activité est beaucoup plus réduite en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - merlan Activites en 1997

Temps de peche par Sous-Division CIEM



fichier: pmlan97.df

Figure IV.2.3.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant le merlan en 1997

Le secteur de Smalls (VIIg2) constitue la zone de pêche la plus fréquentée (figure IV.2.3.3), auquel il faut ajouter le sud de l'Irlande (VIIg1 et 3). La fréquentation de l'ouest de l'Irlande est devenu négligeable, suite à de probables transferts d'effort de cette zone vers la mer Celtique.

En 1986, la zone sud-Irlande (VIIg3) est de loin la plus fréquentée pour la recherche du merlan.

Rendements merlan en 1997

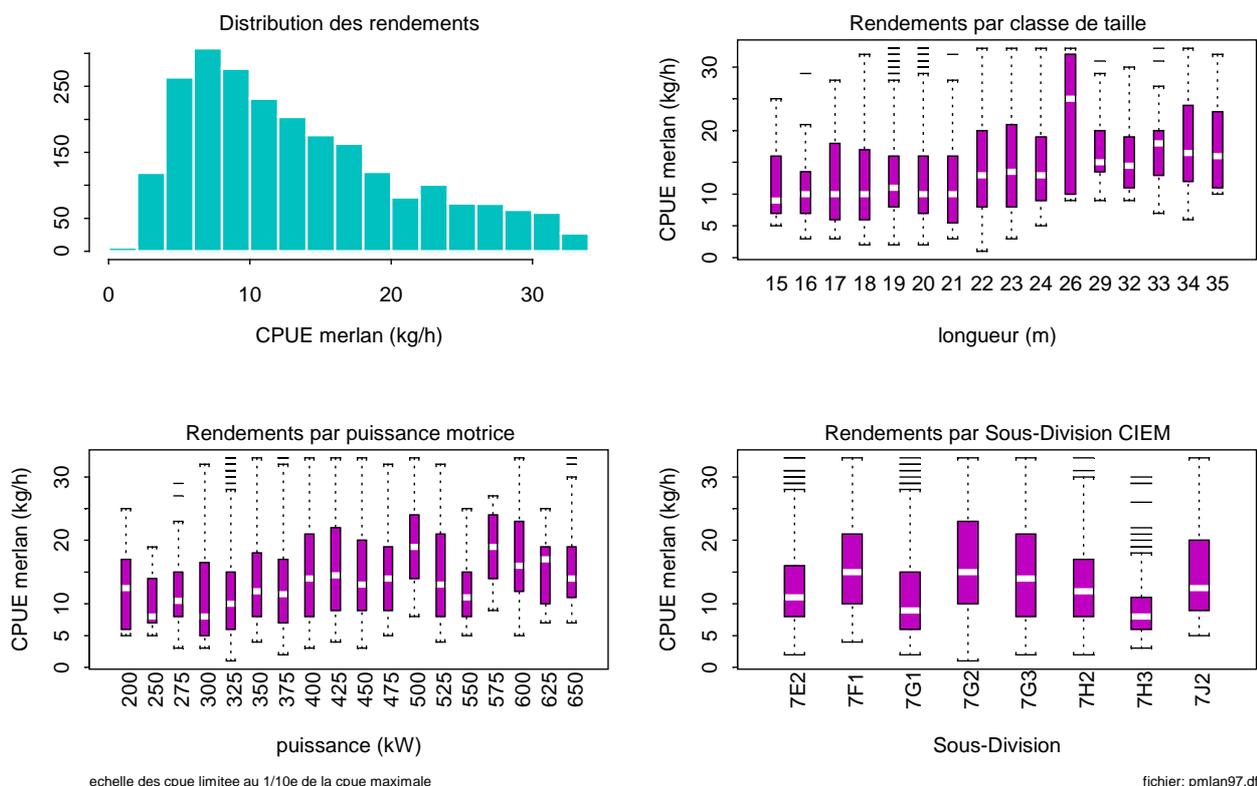


Figure IV.2.3.4. Rendements en merlan des bateaux de Bretagne sud ciblant le merlan.

L'examen des rendements en merlan de cette flottille montre que l'essentiel des Cpue de merlan est inférieur à 100 kg/heure de pêche, même si la cpue peut parfois atteindre jusqu'à 300 kg / heure. La cpue moyenne est de 29.5 kg/h et la médiane de 17 kg/h. La valeur médiane de la cpue des navires de 26 mètres est nettement supérieure à celle des autres classes de taille. Mais les deux bateaux de cette taille semblent avoir des rendements très différents comme en témoigne le grand écart inter-quartile. Les figures IV.2.3.4a-d ne présentent que les informations concernant les cpue inférieures à 30 kg/h (soit le dixième de la valeur maximale de cpue observée).

En 1986, la cpue moyenne de merlan en mer Celtique était de 46.5 kg/h et la médiane de 27.8 kg/h, pour des valeurs maximales atteignant 600 kg/h. Ces valeurs sont très nettement supérieures à celles observées en 1997.

IV.2.3.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.3.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 66% de la variance totale.

e) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :

```
aovmlan970s_aov(log(cmlan)~Bateau+Ssdiv+mois,weights=TP,data=pmlan97.df)
summary(aovmlan970s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 120  85066.52   708.888   32.3373    0
Ssdiv   7  16045.27  2292.181  104.5625    0
mois   11   6989.20   635.381   28.9842    0
Residuals 3039  66619.87    21.922
rdeux(aovmlan970s,3) = 0.6187068
```

f) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovmlan972s_aov(log(cmlan)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pmlan97.df)
summary(aovmlan972s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 120  85066.52   708.8876   36.13281    0
Rect   29  22353.43   770.8079   39.28896    0
mois   11   8110.54   737.3223   37.58216    0
Residuals 3017  59190.35    19.6189
rdeux(aovmlan972s,3) = 0.661229
```

Tableau IV.2.3.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue merlan 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 96 et 60 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.3.3.

```
aovmlan972sr_aov(log(cmlan)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovmlan972sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 120  87223.01   726.8584   46.30742    0
Rect   29  24439.15   842.7293   53.68943    0
mois   11   7526.45   684.2229   43.59115    0
Residuals 2861  44907.32    15.6964
rdeux(aovmlan972sr,3) = 0.726335
```

Tableau IV.2.3.3. Analyse 'finale' des cpue de merlan en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 72% de la variance totale, les effets de chacun étant de même importance.

Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont bons (figure IV.2.3.5). De plus, la normalité des résidus est acceptable comme le montre la figure IV.2.3.6b et le tableau IV.2.3.4.

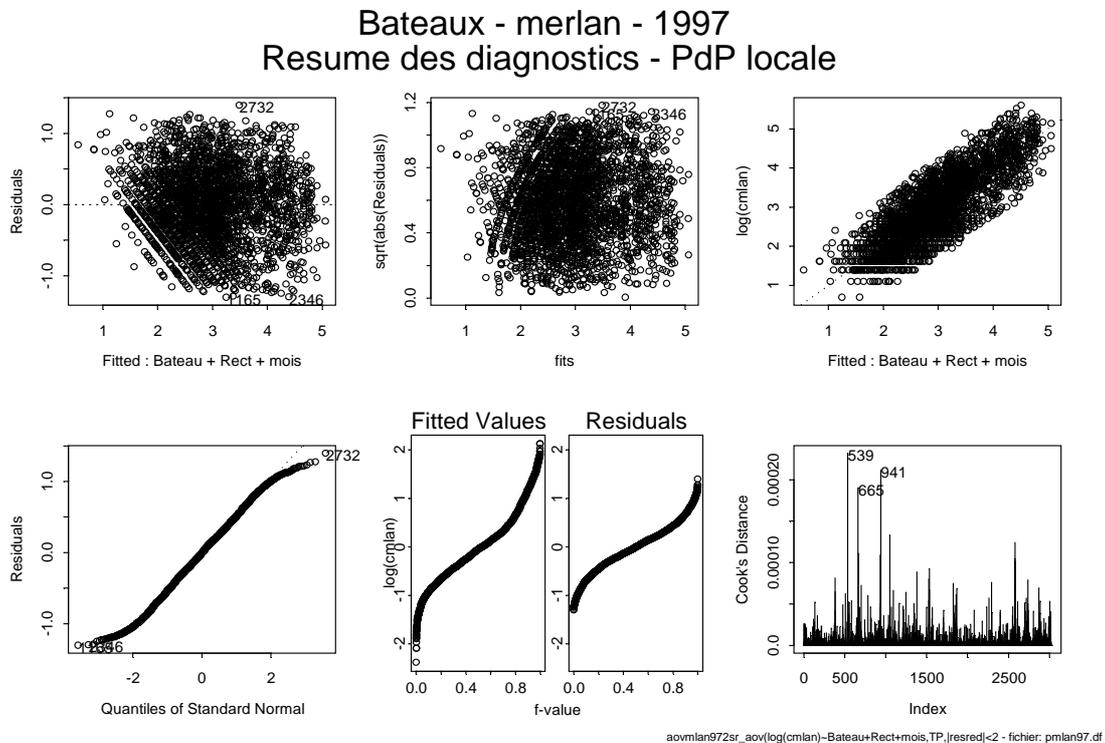


Figure IV.2.3.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de merlan en local.

```
ks.gof(resid(aovmlan972sr),distribution="normal")
```

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

```
data: resid(aovmlan972sr)
ks = 0.0152, p-value = 0.5
alternative hypothesis:
```

True cdf is not the normal distn. with estimated parameters

sample estimates:

mean of x	standard deviation of x
-0.01401526	0.5134125

Tableau IV.2.3.4. Test de Kolmogorov-Smirnov sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue merlan 1997.

En 1986, l'ajustement et la part de variance expliquée par ces trois facteurs sont très similaires à ceux obtenus à partir de l'analyse des données de 1997.

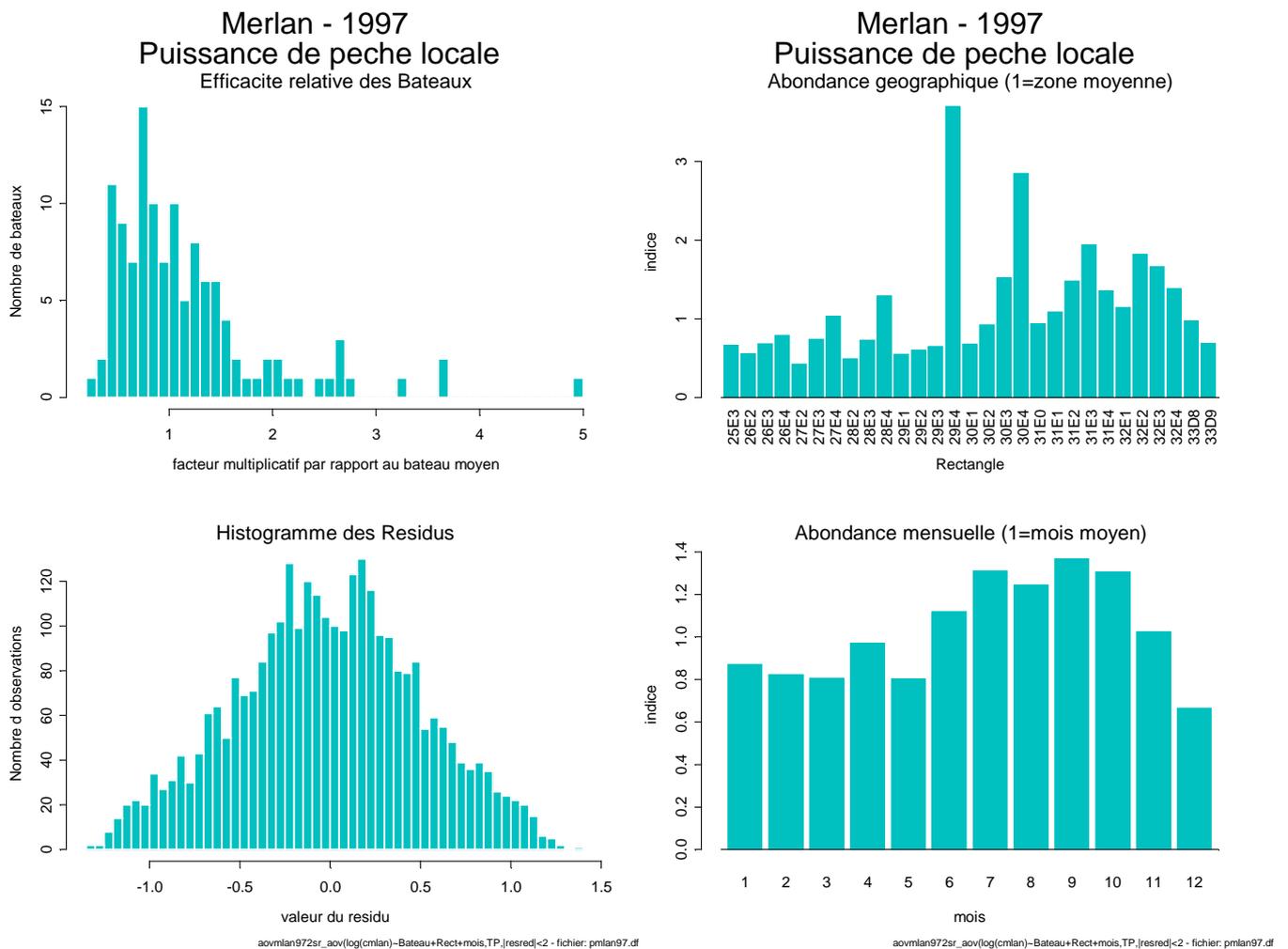


Figure IV.2.3.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de merlan.

La figure IV.2.3 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale). Comme pour le lieu noir, les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances. L'effet du 'bateau moyen' comme celui de l'abondance moyenne par rectangle ou mensuelle est égale à 1.

On constate qu'une quinzaine de bateaux montre une efficacité plus de deux fois supérieure à la moyenne et pouvant atteindre 5 fois la moyenne pour un bateau

En 1986, un bateau se singularise, avec une puissance de pêche locale estimée plus de 8 fois supérieure à la moyenne, mais un temps de pêche très faible, même s'il a satisfait aux critères de sélection préalable.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre un léger gradient nord-sud doublé d'un effet côtier. Cependant deux rectangles situés au nord de la Cornouaille anglaise (29^E4 et 30^E4) dominent les résultats, leur abondance étant estimée 3 fois plus riche que la moyenne (carte IV.2.3.1). De plus l'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, montre une plus forte abondance en été et au début de l'automne (figures IV.2.3.6 c,d).

En 1986, on observe une plus grande homogénéité entre les rectangles puisque l'abondance relative estimée varie entre 0.5 et 2.0., même si, comme en 1997, les rectangles situés au nord de la Cornouaille anglaise présentent la plus forte abondance. Une forte saisonnalité de l'abondance relative apparaît également, mais contrairement à 1997, une forte baisse d'abondance est estimée en été.

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.3.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovmlan975sr_aov(log(cmlan)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovmlan975sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 120  90451.39  753.7616  32.78583    0
mois    11   6625.81  602.3467  26.19985    0
Residuals 2900  66672.35  22.9905
rdeux(aovmlan975sr,2) = 0.5928395
```

Tableau IV.2.3.5. Analyse 'finale' des cpue de merlan en 1997 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement est évidemment moins bon qu'avec la zone de pêche ; même après avoir éliminé les outsiders, les deux facteurs n'expliquent que 59% de la variance totale.

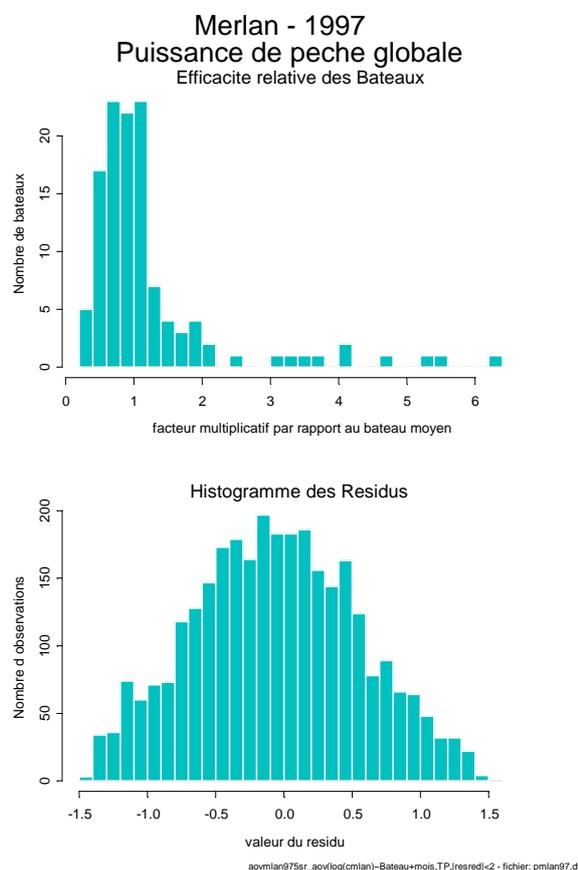


Figure IV.2.3.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant le merlan en 1997.

On constate, à la figure IV.2.3.7.a qu'une dizaine de navires présente une efficacité globale très nettement supérieure à la moyenne (jusqu'à 6 fois pour le bateau qui avait également la plus forte efficacité locale)

En 1986, un bateau domine très largement les autres (c'est celui déjà identifié comme ayant une très forte efficacité locale, mais ce n'est pas le même qu'en 1997) puisqu'il montre une efficacité globale plus de 10 fois supérieure à la moyenne.

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donnant l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné, on constate (figure IV.2.3.8.) que la quasi-totalité de la flottille a un indice très proche de la moyenne (entre 0.5 et 1.5).

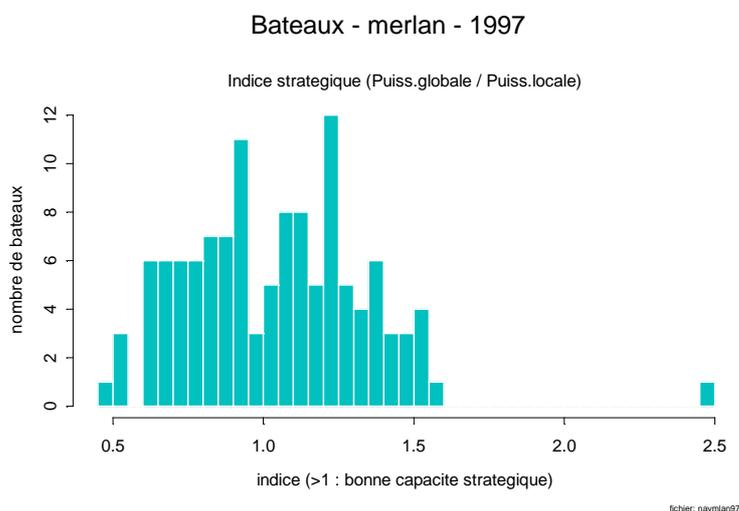


Figure IV.2.3.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant le merlan en 1997.

Un seul bateau est estimé avoir un indice supérieur à 2.5, mais il s'agit d'un navire 'occasionnel' dans le métier du chalutage démersal.

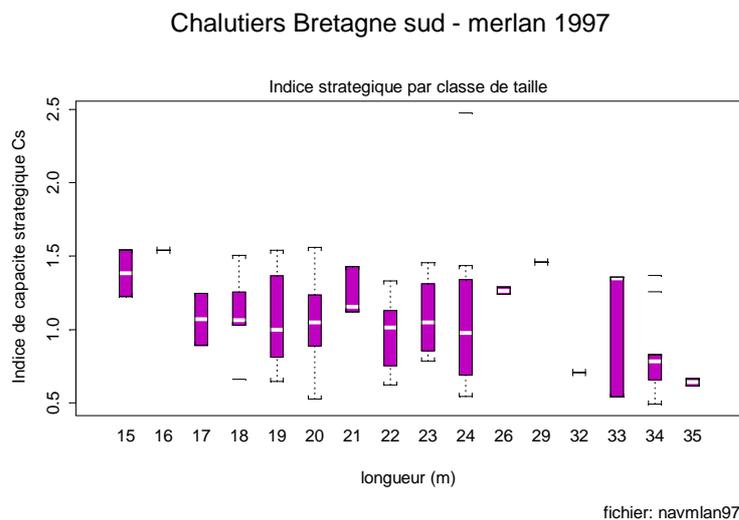


Figure IV.2.3.9. Indice de capacité stratégique des navires ciblant le merlan en 1997 par classe de taille

La Figure IV.2.3.9 montre qu'il ne semble pas y avoir de lien entre la longueur et les capacités stratégiques des navires. On n'observe notamment pas le saut quantitatif remarqué pour la morue entre les 24 et 30 mètres, même si le saut en puissance motrice existe également.

IV.2.3.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.3.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant le merlan.

```
*** Correlation for data in: navmlan97 ***
      Jauge      Puiss      Long      age      pchjum
Jauge 1.000000000  0.85793046  0.96354856 -0.009668741 -0.1537745
Puiss 0.857930458  1.00000000  0.86179163 -0.023091568 -0.2133163
Long  0.963548556  0.86179163  1.00000000  0.053769193 -0.1906355
age   -0.009668741 -0.02309157  0.05376919  1.000000000  0.1443171
pchjum -0.153774522 -0.21331633 -0.19063553  0.144317065  1.0000000
```

Tableau IV.2.3.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant le merlan en 1997.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont fortement corrélées entre elles. L'âge ne présente quant à lui aucune relation avec les caractéristiques techniques des navires. La part du temps de pêche du navire consacré aux chaluts jumeaux (*pchjum*) semble également indépendante des autres facteurs.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche du merlan constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.3.7.

```
aovptmlan97_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmlan97,weights=TPT)
summary(aovptmlan97)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Puiss  1  72384.74 72384.74 101.8724 0.0000000
pchjum  1    0.58    0.58  0.0008 0.9772107
Long   1 17675.35 17675.35  24.8758 0.0000022
age    1 1207.14 1207.14  1.6989 0.1950362
Jauge  1  3759.80  3759.80  5.2915 0.0232335
Residuals 115  81712.45  710.54
rdeux(aovptmlan97,5) = 0.5376688
```

Tableau IV.2.3.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – merlan 1997.

On constate que la Puissance motrice et la Longueur des bateaux dominant l'analyse, même si la Jauge a également un effet significatif. L'âge contribue faiblement et l'utilisation des chaluts jumeaux semble n'avoir aucune incidence sur l'efficacité locale. Un peu moins de la moitié de la variance totale reste non expliquée par ces facteurs.

L'élimination de 6 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro augmente considérablement le pourcentage de variance expliquée qui passe à 73%, seul le facteur 'chaluts jumeaux' étant non significatif (tableau IV.2.3.8).

```
aovptmlan97s_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,weights=TPT,subset=abs(resred
1)<2)
summary(aovptmlan97s)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Puiss  1  81257.48 81257.48 239.5417 0.0000000
```

```

pchjum 1      78.41    78.41    0.2311 0.6316412
Long   1  12558.55 12558.55 37.0218 0.0000000
age    1   2340.75  2340.75  6.9004 0.0098584
Jauge  1   2172.26  2172.26  6.4037 0.0128162
Residuals 109 36975.04 339.22
rdeux(aovptmlan97s,5) = 0.7268846

```

Tableau IV.2.3.8. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales sans outsiders – merlan 1997.

Avec la totalité des navires, les diagnostics statistiques indiquent un modèle peu robuste (figure IV.2.3.10), celui-ci s'améliorant après élimination des outsiders (figure IV.2.3.11). Il faut noter que le principal outsider (bateau N°30) qui a un résidu réduit supérieur à 5 est le bateau qui possède la plus forte puissance de pêche locale, ce qui montre à l'évidence que les caractéristiques techniques n'expliquent pas toute l'efficacité. Cependant, en faisant abstraction des outsiders, la part de la variance non expliquée diminue très fortement.

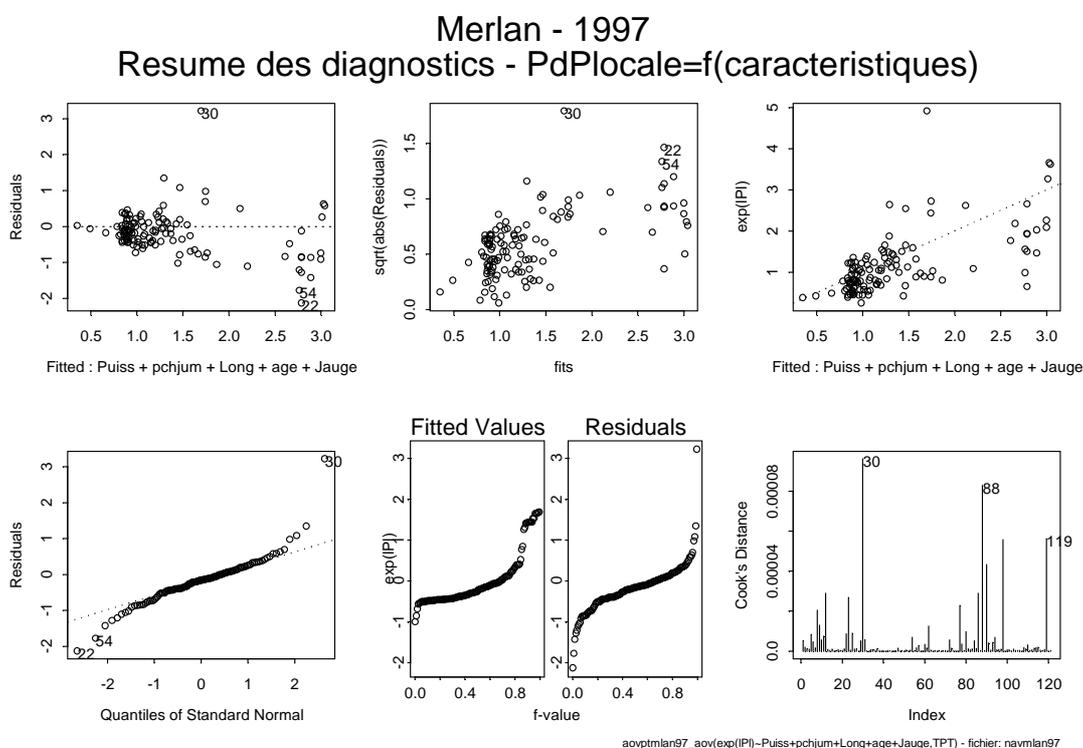


Figure IV.2.3.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

Merlan - 1997 Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)

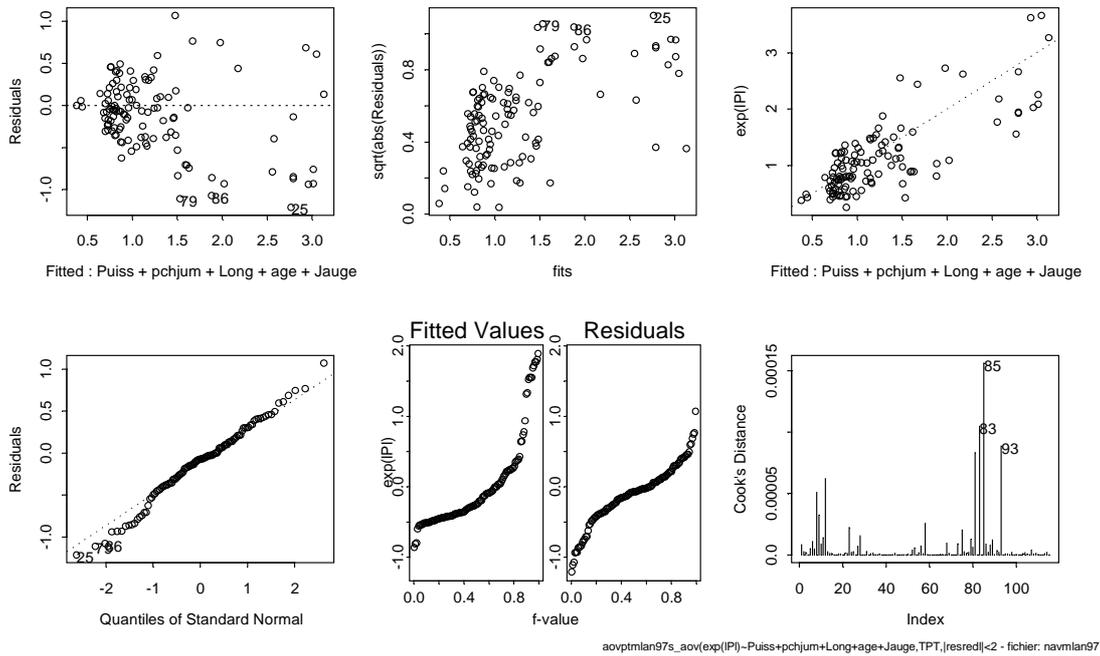


Figure IV.2.3.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques après suppression des outsiders.

Alors que la Puissance motrice possède de loin la plus forte valeur de F dans l'analyse de la puissance locale, il est intéressant de noter qu'une sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.2.3.9.), conduit à ne retenir que le facteur Jauge.

```
aov0_aov(exp(lPl)~1,data=navmlan97,weights=TPT)
aovpfmlan97_step(aov0,~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmlan97)
Start: AIC= 179685.7
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPl) ~ 1
```

scale: 1472.834

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			176740.1	179685.7
Puiss	1	72384.74	104355.3	110246.7
pchjum	1	3419.38	173320.7	179212.0
Long	1	88969.98	87770.1	93661.4
age	1	7974.63	168765.4	174656.8
Jauge	1	90941.23	85798.8	91690.2

```
Step: AIC= 91690.16
exp(lPl) ~ Jauge
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPl) ~ Jauge
```

scale: 1472.834

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			85798.83	91690.16
Puiss	1	1155.700	84643.13	93480.13
pchjum	1	139.014	85659.82	94496.82
Long	1	767.773	85031.06	93868.06
age	1	2735.748	83063.08	91900.08

Tableau IV.2.3.9. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques.

L'analyse portant sur les données de 1986 montre que l'ajustement est moins bon qu'avec les données 1997, et que si la puissance motrice était également le facteur explicatif prépondérant (F value), ce sont les facteurs Jauge, Age et Longueur qui sont sélectionnés par la procédure stepwise.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.2.3.10.

```
aovpgmlan97_aov(exp(lPg)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmlan97,weights=TPT)
summary(aovpgmlan97)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Puiss  1  100009.4 100009.4  58.11223 0.0000000
pchjum  1    184.6    184.6   0.10728 0.7438588
Long   1  23735.7  23735.7  13.79204 0.0003166
age    1   3246.8   3246.8   1.88662 0.1722549
Jauge  1  13068.6  13068.6   7.59375 0.0068123
Residuals 115  197911.6  1721.0
rdeux(aovpgmlan97,5) = 0.4147342
```

Tableau IV.2.3.10. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – merlan 1997.

Les résultats sont assez semblables à ceux de l'explication de la puissance locale, mais 41% seulement de la variance totale est expliquée par les facteurs caractéristiques. La puissance motrice des navires constitue, parmi les facteurs étudiés, celui qui apparaît prépondérant dans l'analyse. Comme pour l'analyse précédente, le bateau n°30 apparaît très extérieur, avec un résidu réduit de 4.5, mais c'est également le bateau le plus efficace globalement. L'élimination des 8 bateaux pour lesquels les résidus sont jugés trop importants accroît légèrement la capacité explicative du modèle puisque le pourcentage de variance expliquée est alors de 57% sans améliorer sensiblement les diagnostics présentés à la figure IV.2.3.12., pour l'analyse faite sur l'ensemble des navires.

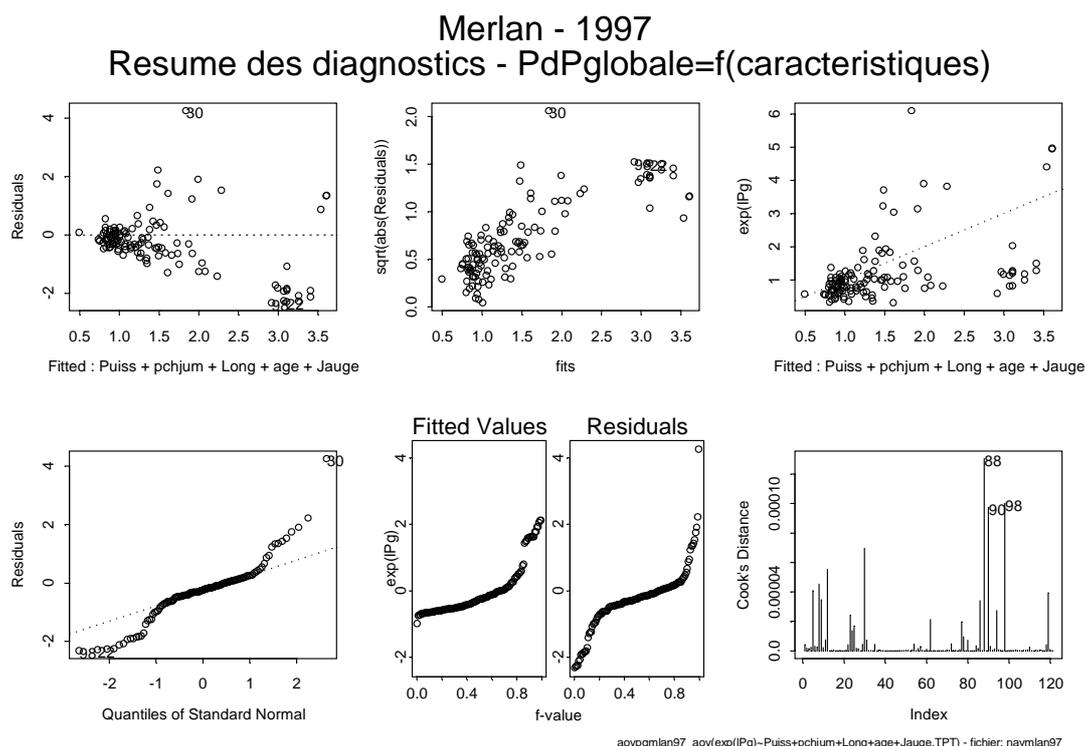


Figure IV.2.3.12. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

Compte tenu du faible pouvoir explicatif du modèle complet, il n'a pas paru opportun de procéder à la sélection des facteurs les plus pertinents.

IV.2.3.5. Conclusion

L'explication des efficacités relatives des navires par leurs caractéristiques techniques n'est pas satisfaisante puisque près de la moitié de la variance totale (des efficacités) demeure inexpliquée. La puissance motrice semble le facteur retenu le plus déterminant.

Il est probable qu'un certain nombre de bateaux pratiquant cette pêche de façon occasionnelle, nuisent à la qualité des ajustements. Ce n'était pas le cas pour la morue. Quoiqu'il en soit les analyses consolidées, c'est à dire après avoir écarté les outsiders, restent assez médiocres.

Comme pour la morue, la composition de la flottille ciblant le merlan a été considérablement modifiée entre 1986 et 1997: les semi-industriels (30-35m) ayant été 'remplacés' par de gros navires artisans (22-24m). Les chalutiers langoustiniers contribuent également de manière importante aux débarquements de merlan.

IV.2.4. Merlu – 1997

Comme pour les autres espèces, l'étude ne porte que sur les résultats des bateaux de Bretagne sud. S'agissant de merlu du stock Nord, les informations en provenance de toutes les zones ont été analysées.

IV.2.4.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de merlu représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.4.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	3618	Suppression	3581	Suppression	2284	Suppression	2253
Bateaux	291	des	291	des bateaux	54	des rectangles	53
Sous-Divisions	23	rectangles non	23	tels que moins de	6	tels que moins de	1
Rectangles	90	renseignés	89	16 observations	17	10 observations	8

Tableau IV.2.4.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Merlu 1997'.

A la différence des autres stocks traités, un filtrage plus sévère a été opéré afin de ne garder que les bateaux et rectangles correspondant à une activité durablement orientée vers le merlu. En effet, un grand nombre de navires cible le merlu de façon relativement épisodique et dans des rectangles très variés. On constate ainsi que 237 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont ciblé que très ponctuellement le merlu puisque moins de 16 séquences de pêche sont consacrées à la recherche de ce stock. La non prise en compte de ces bateaux entraînent une très forte diminution du nombre de rectangles fréquentés (de 89 à 17). La suppression ultérieure des rectangles pour lesquelles on dispose de moins de 10 observations conduit à ne retenir que 8 rectangles.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. 23 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4. Mais seule une observation pour laquelle cet écart est supérieur ou égal à 10 est éliminée. L'analyse s'effectue donc sur 2252 observations et 53 bateaux.

En 1986, la flottille ciblant régulièrement le merlu était aussi nombreuse, puisqu'elle comptait 55 navires, mais ces derniers fréquentaient 46 rectangles. Le nombre d'observations analysées n'était que de 1318.

IV.2.4.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.4.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant le merlu en 1997.

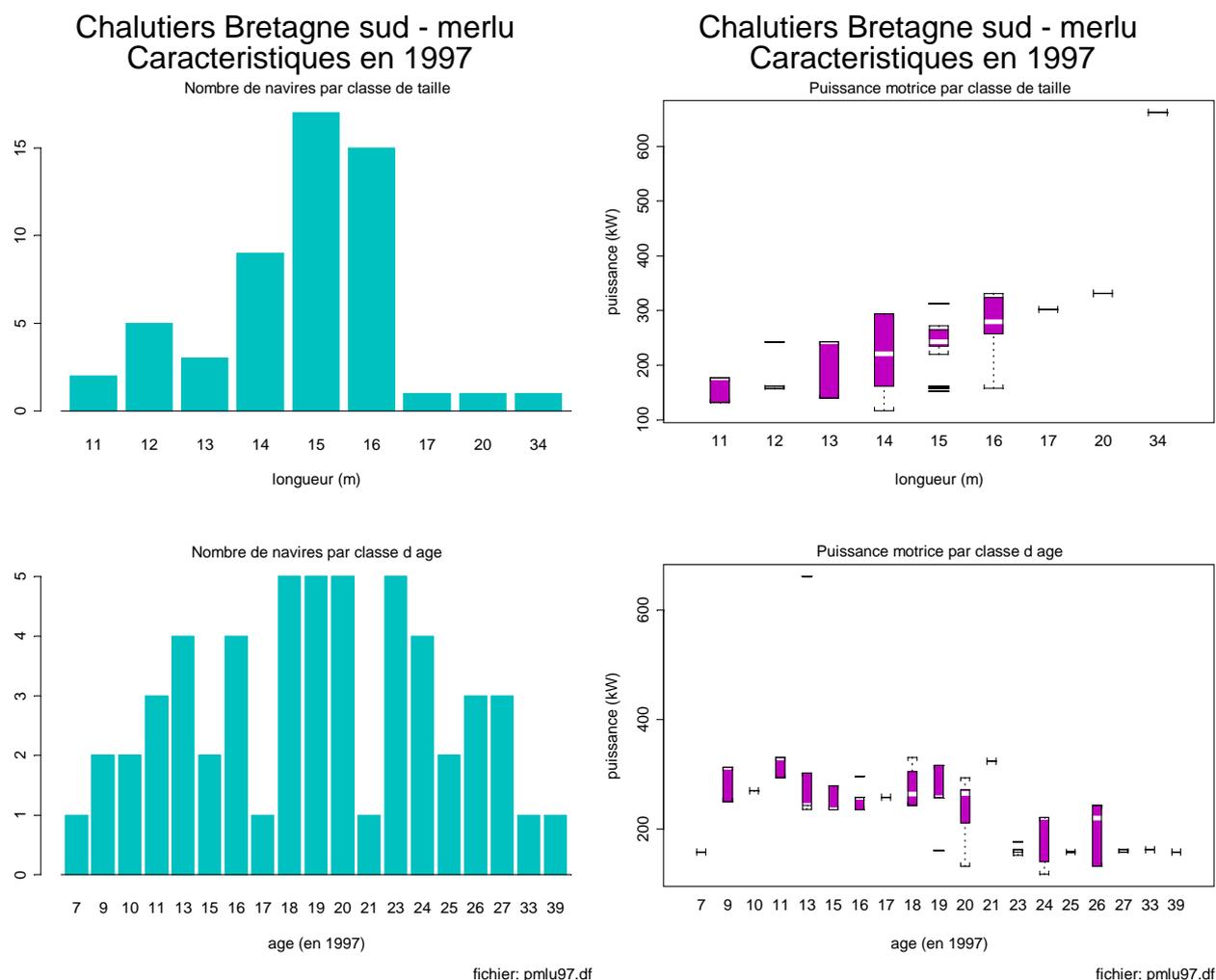


Figure IV.2.4.1a-d. Structure de la flotte ciblant le merlu en 1997

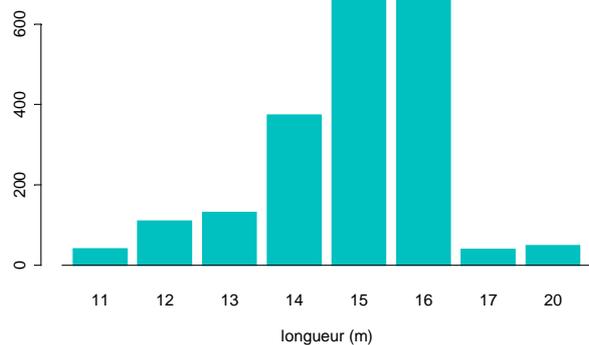
On distingue deux groupes d'inégales importances parmi les 53 navires ciblant cette espèce : le plus important est constitué de bateaux compris entre 14 et 16 mètres, les moins anciens et les plus puissants ; le deuxième groupe, d'une dizaine d'unités, est constitué de bateaux de 11 à 13 mètres, les plus vieux (entre 20 et 40 ans) et les moins puissants.

En 1986, l'essentiel des navires recherchent le merlu sont des navires dits 'semi-industriels' de 30-35 mètres. Il faut remarquer que des observations proviennent de gros chalutiers dits 'industriels' de plus de 50 mètres.

L'activité des navires retenus, en terme de temps de pêche consacré au merlu ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.2.4.2a-d.

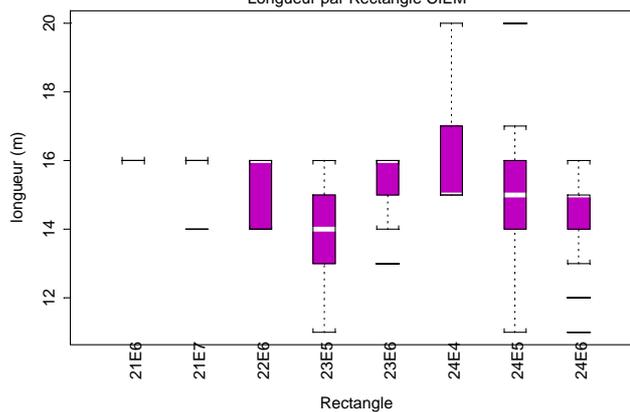
Chalutiers Bretagne sud - merlu Activites en 1997

Nombre d'observations total par classe de taille

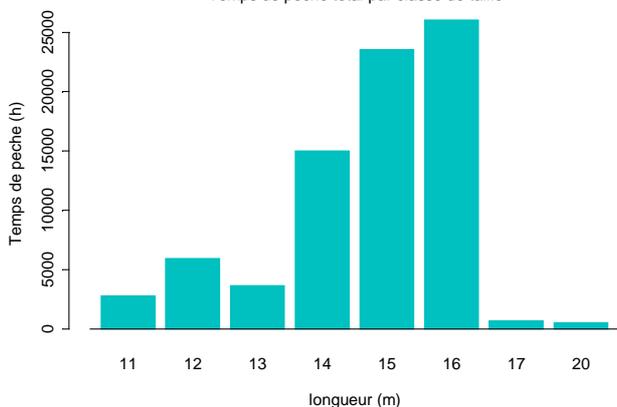


Chalutiers Bretagne sud - merlu Activites en 1997

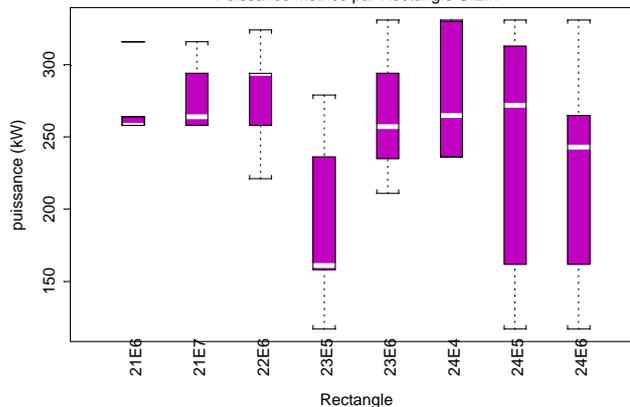
Longueur par Rectangle CIEM



Temps de peche total par classe de taille



Puissance motrice par Rectangle CIEM



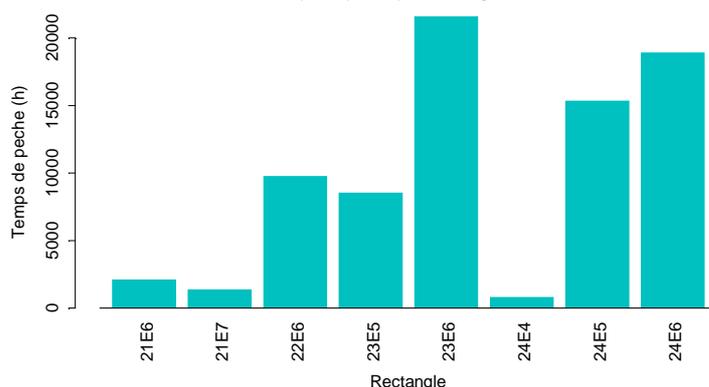
fichier: pmlu97.df

fichier: pmlu97.df

Figure IV.2.4.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant le merlu en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - merlu Activites en 1997

Temps de peche par Rectangle CIEM



fichier: pmlu97.df

Figure IV.2.4.3. Temps de pêche par Rectangle pour les navires ciblant le merlu en 1997

Les secteurs de pêche se situent tous dans le nord du golfe de Gascogne (VIIIa1) (figure IV.2.4.3). C'est le secteur d'activité quasi-exclusif des navires inférieurs à 17 mètres. Le rectangle 23^E6 (ouest de Belle Ile) est de loin le plus fréquenté ; on peut lui adjoindre le

rectangle 22^{E6}, juste au sud du précédent ; viennent ensuite 2 rectangles plus côtiers (24^{E5} et 24^{E6}) face au Pays bigouden, et à l'Île de Groix, et un peu plus large (23^{E5}).

En 1986, l'activité des 33-35 mètres est de loin la plus importante. Elle s'exerce principalement en mer Celtique. Une activité non négligeable a lieu dans les zones de l'ouest de l'Écosse (VIa2, VIa5 et VIa6) et concerne principalement les plus gros navires pour la première (VIa2) et les 30-35m pour les autres. Contrairement à 1997, où la totalité de l'activité des observations retenues concernaient le nord du golfe de Gascogne, aucune des observations retenues en 1986 ne provient de cette zone.

Rendements merlu en 1997

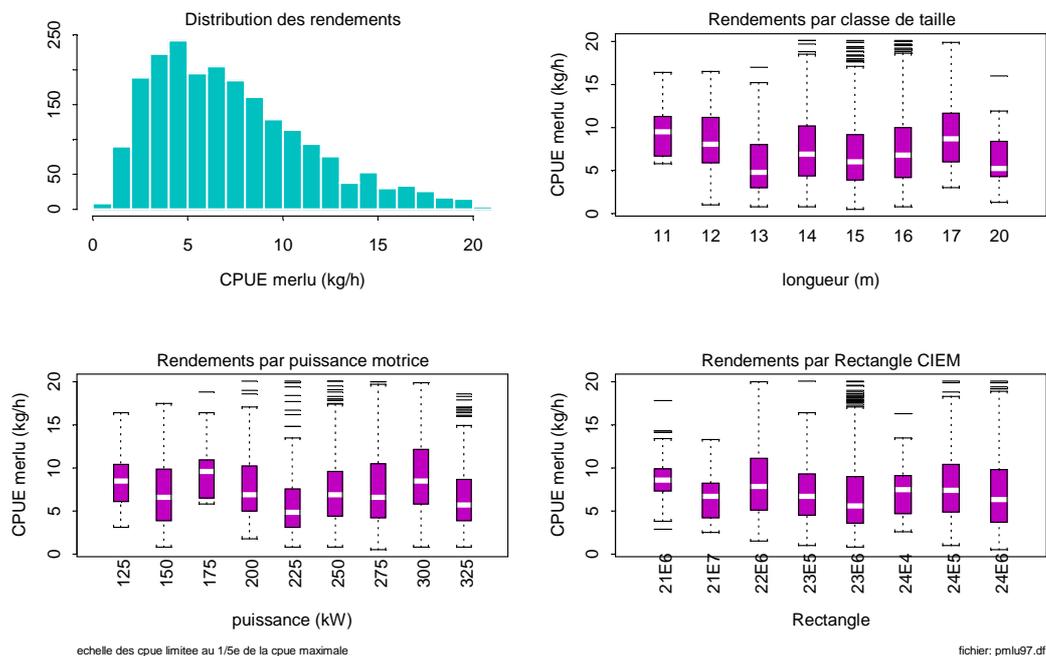


Figure IV.2.4.4. Rendements en merlu des bateaux de Bretagne sud ciblant le merlu.

L'examen des rendements en merlu de cette flottille montre que l'essentiel des Cpue de merlu est inférieur à 25 kg/heure de pêche, malgré certaines valeurs pouvant atteindre 100 kg / heure. La cpue moyenne en merlu des observations retenues est de 8.8 kg/h, et la médiane de 6.9 kg/h. Les figures IV.2.4.4a-d ne présentent que les informations concernant les cpue inférieures à 20 kg/h (soit le cinquième de la valeur maximale de cpue observée). On remarque que les bateaux les plus petits (11-12m) présentent des rendements en merlu légèrement supérieurs aux autres. La dispersion, et les très fortes valeurs augmentent pour les classes de taille les plus représentés dans la flottille, et pour les rectangles les plus fréquentés.

En 1986, la cpue moyenne de merlu était de 31.2 kg/h et la médiane de 21.2 kg/h (soit trois fois les valeurs de 1997), les valeurs maximales pouvant atteindre 400 kg/h. Les zones situées à l'ouest de l'Écosse et/ou les navires les plus gros présentent les cpue en merlu les plus fortes, les valeurs médianes de 47-66 kg/h dans la zone VI, contre 12-25 kg/h en mer Celtique.

IV.2.4.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.4.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois n'expliquent que 41% de la variance totale.

g) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :

sans objet car une seule Sous-Division fréquentée

h) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovmlu972s_aov(log(cmlu)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pmlu97.df)
summary(aovmlu972s)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Bateau  52  9144.86  175.8627  21.35251 0.000000e+000
  Rect   7   391.41   55.9163   6.78912 5.415918e-008
  mois  11  2967.22  269.7475  32.75160 0.000000e+000
Residuals 2181 17963.07   8.2362
rdeux(aovmlu972s,3) = 0.4104006
```

Tableau IV.2.4.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue merlu 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 69 et 67 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.4.3.

```
aovmlu972sr_aov(log(cmlu)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovmlu972sr)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Bateau  52  9152.76  176.0145  29.28966 0.000000e+000
  Rect   7   457.94   65.4203  10.88625 1.496581e-013
  mois  11  2809.66  255.4240  42.50377 0.000000e+000
Residuals 2045 12289.31   6.0094
rdeux(aovmlu972sr,3) = 0.5026518
```

Tableau IV.2.4.3. Analyse 'finale' des cpue de merlu en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que, malgré l'exclusion des outsiders, les trois facteurs n'expliquent que la moitié de la variance totale, avec un effet mois très important.

La plupart des diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont très médiocres (figures IV.2.4.5). La distribution des résidus est très éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.2.4.6b et le tableau IV.2.4.4.

Bateaux - merlu - 1997 Resume des diagnostics - PdP locale

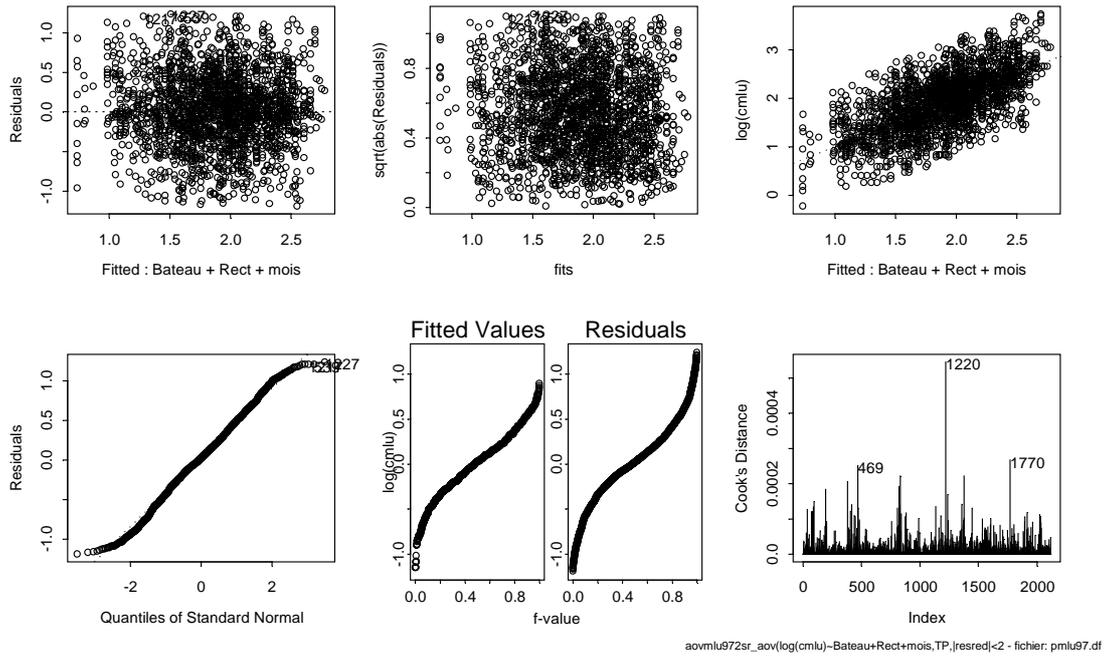


Figure IV.2.4.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de merlu en local.

```
ks.gof(resid(aovmlu972sr),distribution="normal")
```

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

```
data: resid(aovmlu972sr)
ks = 0.0242, p-value = 0.0057
alternative hypothesis:
 True cdf is not the normal distn. with estimated parameters
sample estimates:
 mean of x standard deviation of x
 0.02410953      0.4617666
```

Tableau IV.2.4.4. Test de Kolmogorov-Smirnov sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue merlu 1997.

En 1986, l'ajustement est bien meilleur qu'avec les données de 1997, la part de variance expliquée par ces trois facteurs étant de 74% (69% avant l'exclusion des outsiders). Contrairement à ce qui a été trouvé pour 1997, l'effet mois est très nettement plus important que les effets bateaux ou rectangles. De plus, et contrairement à 1997, le test de Kolmogorov-Smirnov permet de conclure que l'on peut raisonnablement considérer la distribution des résidus comme gaussienne.

La figure IV.2.4 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale).

Comme pour le lieu noir, les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances. L'effet du 'bateau moyen' comme celui de l'abondance moyenne par rectangle ou mensuelle est égale à 1.

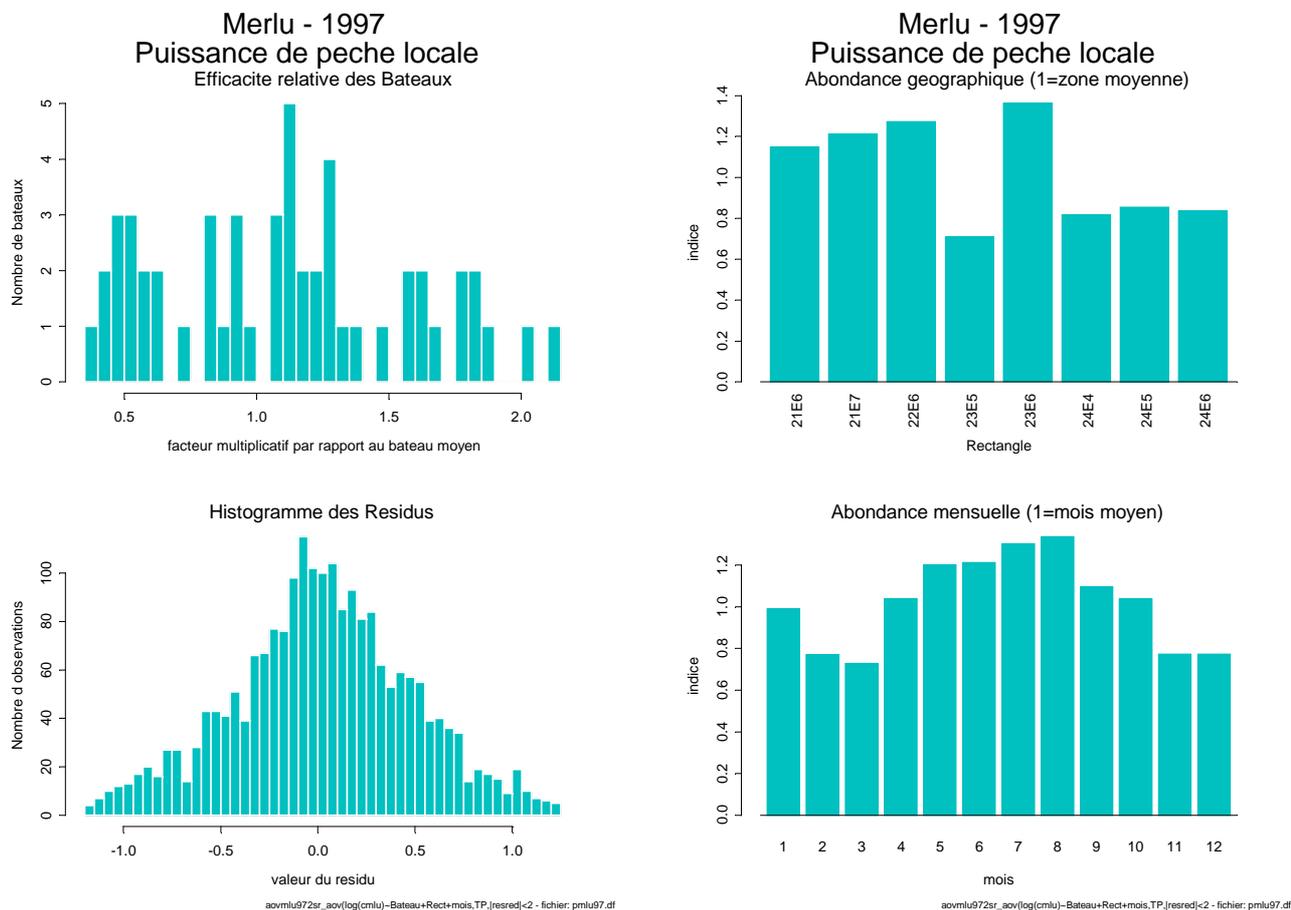


Figure IV.2.4.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de merlu.

On constate qu'une quinzaine de bateaux possède une efficacité très médiocre (environ la moitié de la moyenne), et que les 2 'meilleurs' ont une puissance locale égale à 2.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre une certaine hétérogénéité entre les zones de pêche, les rectangles les plus méridionaux (ouest et sud de Belle-Ile) semblent les plus abondants. Ceux situés dans le nord de la Grande Vasière sont équivalents en matière d'abondance, et à un niveau moindre des précédents, bien que les écarts soient minimes comme le montre la carte IV.2.4.1. L'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, montre une saisonnalité assez nette, avec de plus fortes abondances au printemps et en été (figures IV.2.4.6 c,d).

Ces résultats sont à comparer avec ceux d'une analyse similaire portant sur les données de l'année 1986, que les bateaux ont dans l'ensemble une efficacité moyenne comprise entre 0.6 et 1.3. Six bateaux semblent plus d'une fois et demi plus efficaces que la moyenne, certains ayant un coefficient de 2.7. Il s'agit des bateaux les plus gros.

Hormis deux rectangles de très fortes abondances (entre 2 et 3 fois la moyenne), mais relativement peu fréquentés, situés au sud de l'Irlande (31D8 et 31D9, dans la Sous-Division VIIJ2), on observe un gradient sud-nord jusqu'au 58°N, avec néanmoins des disparités d'un rectangle à l'autre.

Si l'amplitude des variations saisonnières d'abondance relative est du même ordre que celle estimée en 1997, la saisonnalité apparaît très différente, les plus fortes abondances étant estimées en fin d'hiver, début du printemps.

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.4.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovmlu975sr_aov(log(cmlu)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovmlu975sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  52   9130.52  175.5869  28.44306    0
mois    11   2845.35  258.6685  41.90133    0
Residuals 2052 12667.56    6.1733
rdeux(aovmlu975sr,2) = 0.485966
```

Tableau IV.2.4.5. Analyse 'finale' des cpue de merlu en 1997 : Puissance de pêche globale.

L'ajustement est à peine pire qu'avec la zone de pêche, puisque 49% de la variance totale est expliquée, après élimination des outsiders. Cela n'est pas surprenant compte tenu de la faible influence du rectangle sur l'analyse de l'efficacité locale.

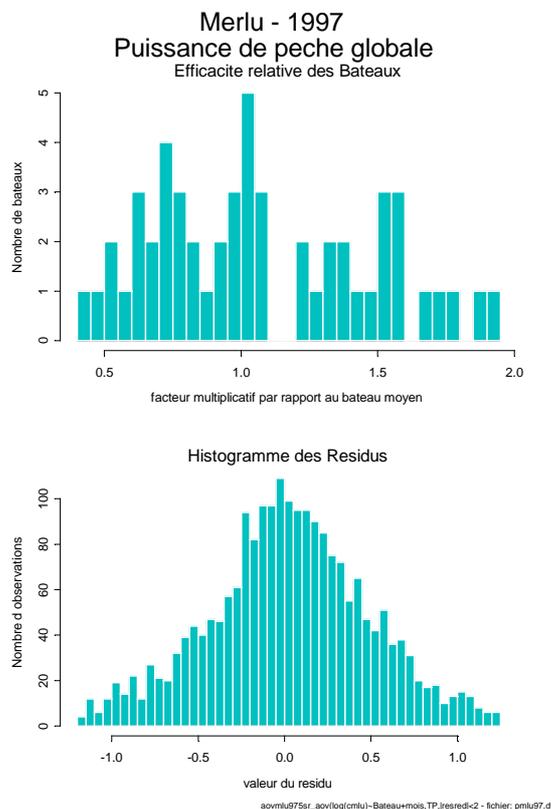


Figure IV.2.4.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant le merlu en 1997.

On constate, à la figure IV.2.4.7.a, que la flottille ciblant le merlu en 1997 se décompose en deux groupes : le premier, le plus nombreux, de 'moyens-mauvais', et un deuxième de 'moyens-bons'.

En 1986, seuls 6 navires se distinguaient des autres compris entre 0.4 et 1.5. Il s'agit comme pour l'analyse des puissances de pêche locale des navires les plus gros.

c) Indice de capacité stratégique

L'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné, varie peu en amplitude (entre 0.7 et 1.5) comme le montre la figure IV.2.4.8.

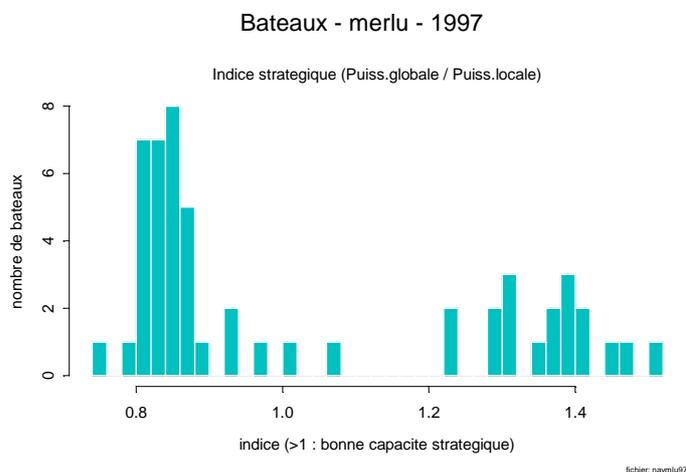


Figure IV.2.4.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant le merlu en 1997.

Seuls quelques bateaux se singularisent par un indice supérieur à 1.5, le 'meilleur' ne dépassant pas 2. Là encore deux groupes de navires sont visibles : le gros de la flottille avec un indice compris entre 0.8 et 1.0, et une quinzaine de navires entre 1.2 et 1.5 fois au-dessus de la moyenne.

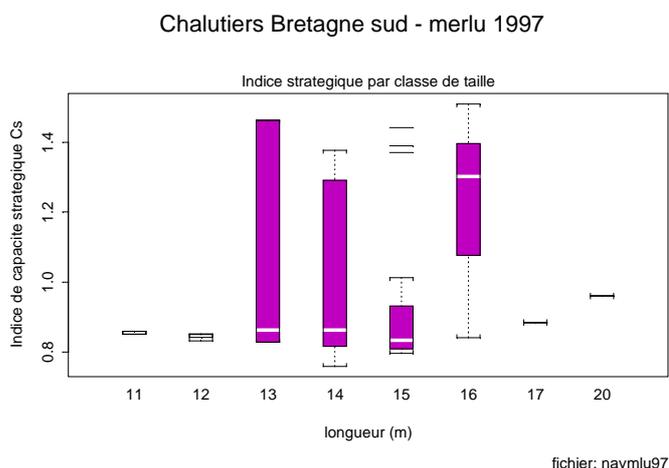


Figure IV.2.4.9. Indice de capacité stratégique des navires ciblant le merlu en 1997 par classes de taille.

La position de la médiane dans chaque classe de longueur (figure IV.2.4.9.) montre clairement que les bateaux de 16 mètres ont une capacité stratégique supérieure aux autres.

En 1986, les indices variaient entre 0.5 et 2.5, les meilleurs bateaux n'étant pas forcément les plus gros.

IV.2.4.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.4.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant le merlu.

```
*** Correlation for data in: navmlu97 ***
```

	Jauge	Puiss	Long	age	pchjum
Jauge	1.0000000	0.6383103	0.7256976	-0.53171737	-0.23849651
Puiss	0.6383103	1.0000000	0.6099735	-0.60582115	-0.33604371
Long	0.7256976	0.6099735	1.0000000	-0.24058103	-0.37780728
age	-0.5317174	-0.6058212	-0.2405810	1.0000000	0.09137143
pchjum	-0.2384965	-0.3360437	-0.3778073	0.09137143	1.0000000

Tableau IV.2.4.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant le merlu en 1997.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont assez peu corrélées entre elles, l'âge étant autant corrélé à la puissance motrice que la longueur. La part du temps de pêche du navire consacré aux chaluts jumeaux (*pchjum*) semble également assez peu dépendante des autres facteurs.

En 1986, et compte tenu de la plus grande diversité des bateaux, il n'est pas étonnant de trouver de plus fortes corrélations entre les trois principales caractéristiques.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche du merlu constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.4.7.

```
aovptmlu97_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmlu97,weights=TPT)
summary(aovptmlu97)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Puiss	1	3668.31	3668.314	13.55285	0.0005971
pchjum	1	294.87	294.872	1.08942	0.3019376
Long	1	531.07	531.074	1.96209	0.1678580
age	1	38.70	38.704	0.14300	0.7070236
Jauge	1	84.10	84.095	0.31070	0.5798983
Residuals	47	12721.37	270.667		

```
rdeux(aovptmlu97,5) = 0.2662906
```

Tableau IV.2.4.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Merlu 1997.

On constate que seule la puissance a un effet significatif, la part de la variance totale expliquée étant très faible (27%). L'élimination d'un bateau pour lequel le résidu réduit s'écarte trop de zéro ne permet pas d'expliquer beaucoup plus la variabilité (35%). Dans les deux cas, les diagnostics statistiques témoignent d'un modèle très médiocre (figure IV.2.4.10).

En 1986, la part de variance expliquée est très nettement supérieure qu'en 1997 (71% avant la suppression de 4 outsiders, et 75% après), mais les diagnostics montrent un modèle très moyen, l'ajustement étant très dépendant de la position des 5 bateaux les plus gros et qui possèdent la plus fortes puissances locales.

Merlu - 1997 Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)

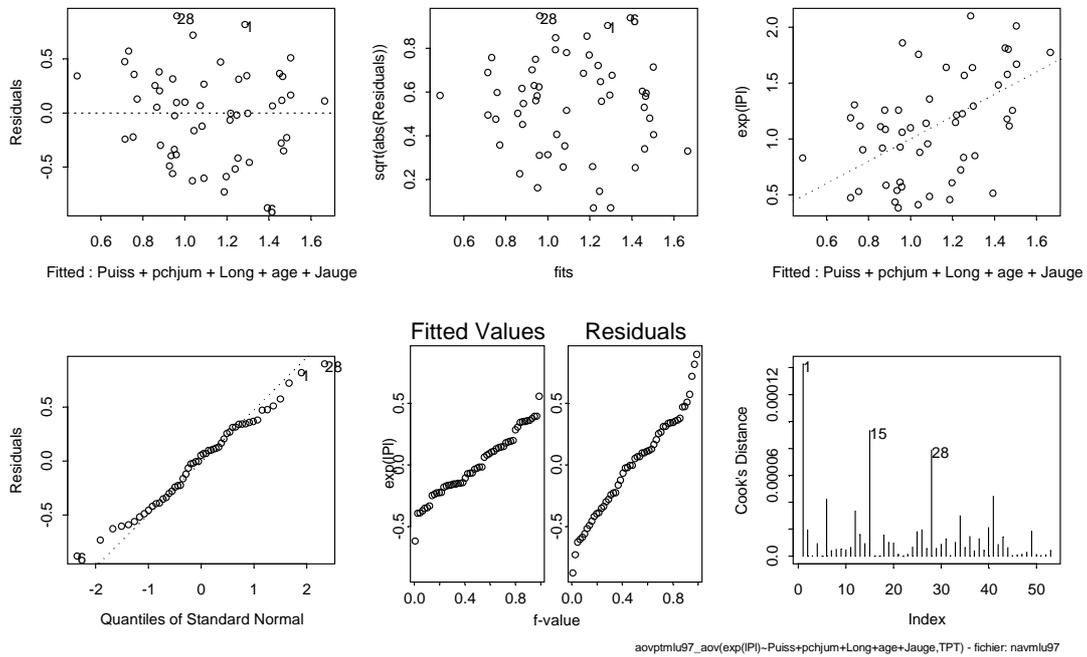


Figure IV.2.4.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

Compte tenu du très faible pouvoir explicatif du modèle complet, une sélection des facteurs les plus pertinents est sans intérêt.

En 1986, la sélection automatique des variables les plus pertinents conduit à retenir la Jauge bien que le facteur Puissance domine largement l'analyse.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.2.4.8.

```
aovpgmlu97_aov(exp(lPg)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navmlu97,weights=TPT)
summary(aovpgmlu97)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
Puiss  1   454.598  454.5981  2.232531 0.1418163
pchjum 1   198.055  198.0554  0.972650 0.3290703
Long    1   249.726  249.7265  1.226406 0.2737426
age     1   131.336  131.3365  0.644993 0.4259514
Jauge   1    16.160   16.1603  0.079363 0.7793986
Residuals 47  9570.354  203.6246
rdeux(aovpgmlu97,5) = 0.0988563
```

Tableau IV.2.4.8. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Merlu 1997.

espèce était régulièrement recherchée s'étendaient du golfe de Gascogne (pour les bateaux les plus petits) au nord de l'Ecosse pour les plus gros.

En 1986, la présence dans cette pêcherie de quelques gros bateaux industriels, contribue au bon ajustement des données de puissances locales et globales. La Puissance motrice domine largement l'explication, comme pour les autres pêcheries de gadidés (cf lieu noir en 1986). Une certaine prudence doit donc accompagner l'interprétation des résultats de l'analyse des données de 1986. Une nouvelle analyse, en excluant les quelques navires industriels impliqués dans la pêcherie, donnerait probablement des résultats différents. La très forte diminution de la biomasse totale de ce stock (de près de 300 000 t en 1986 à 200 000 t en 1997) a donc entraîné un abandon progressif de la recherche du merlu. Cependant, il faut garder en tête que, contrairement aux autres stocks étudiés dans le présent rapport, le merlu n'a, même lorsqu'il était 'abondant', jamais constitué une véritable espèce cible (Biseau, 1998). Aussi les résultats présentés ici doivent-ils être pris avec une certaine précaution, même si les grandes conclusions semblent robustes.

IV.2.5. Baudroies de mer Celtique et golfe de Gascogne - 1997:

Comme pour les autres espèces, l'étude ne porte que sur les résultats des chalutiers de Bretagne sud. Pour les baudroies de mer Celtique et du golfe de Gascogne, seules les informations en provenance des zones CIEM VII et VIII ont été analysées, à l'exclusion de la Mer d'Irlande (VIIa).

IV.2.5.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de baudroies représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.5.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	8898	Suppression	8848	Suppression	8682	Suppression	8588
Bateaux	338	des	338	des bateaux	274	des rectangles	274
Sous-Divisions	18	rectangles non	18	tels que moins de	18	tels que moins de	17
Rectangles	115	renseignés	110	5 observations	107	5 observations	63

Tableau IV.2.5.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Baudroies 1997'.

On constate ainsi que 74 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont ciblé que très ponctuellement les baudroies puisque moins de 5 séquences de pêche sont consacrées à la recherche de ces espèces.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. 56 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4. Mais seules les 6 pour lesquelles cet écart est supérieur ou égal à 10 sont éliminées. L'analyse s'effectue donc sur 8582 observations de 274 bateaux.

En 1986, la flottille ciblant régulièrement les baudroies en mer Celtique et dans le golfe de Gascogne était légèrement moins nombreuse, puisqu'elle comptait 241 navires fréquentant 66 rectangles, pour un nombre d'observations de 6647.

IV.2.5.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.5.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant les baudroies en 1997.

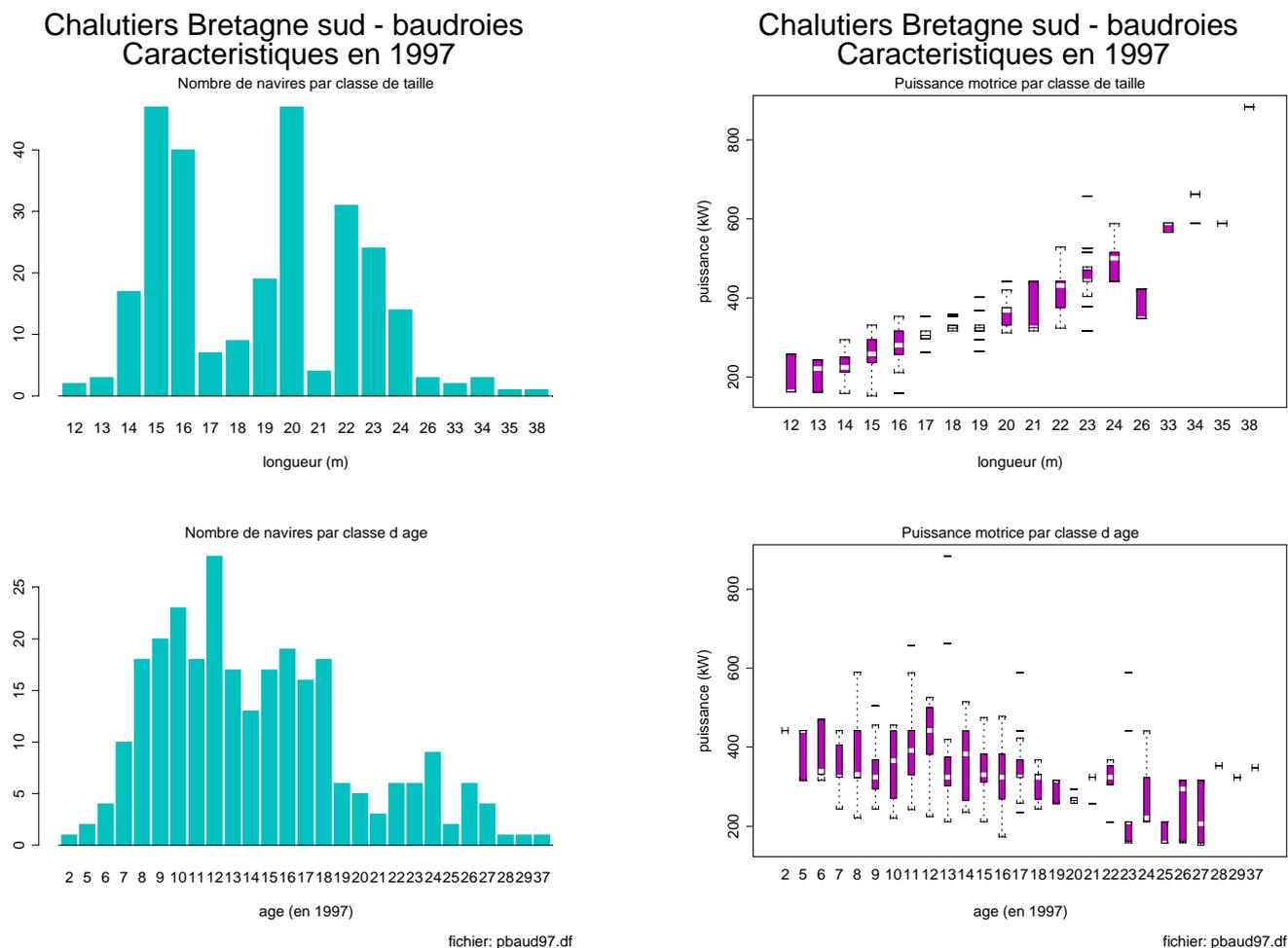


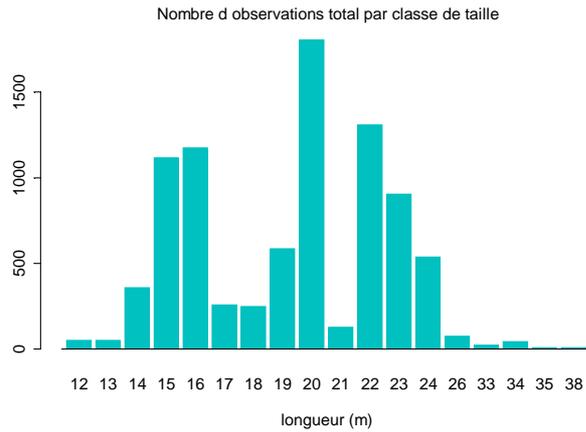
Figure IV.2.5.1a-d. Structure de la flotte ciblant les baudroies en 1997

On distingue deux groupes parmi les 274 navires ciblant cette espèce : le premier est constitué de bateaux de 15-16 mètres, les plus vieux et les moins puissants, les bateaux de 19-24 mètres constituant le deuxième groupe. Viennent s'ajouter quelques bateaux dont la longueur est comprise entre 33 et 38 mètres, beaucoup plus puissants, mais qui ne pratiquent ce métier que très épisodiquement.

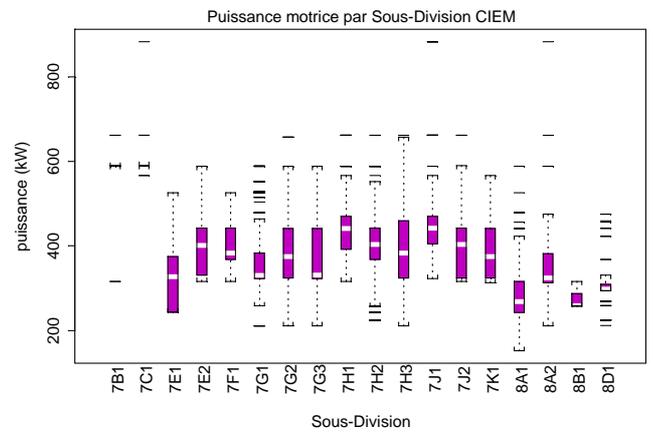
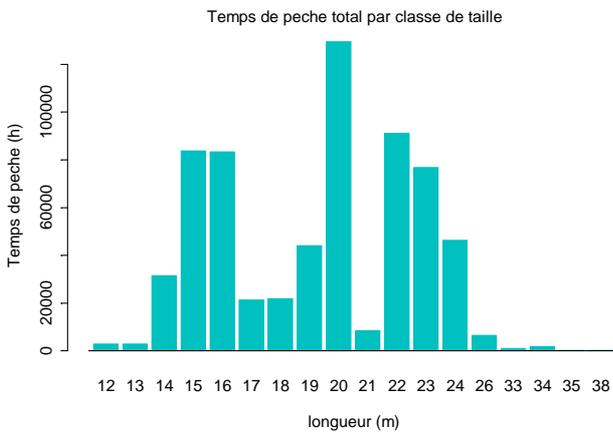
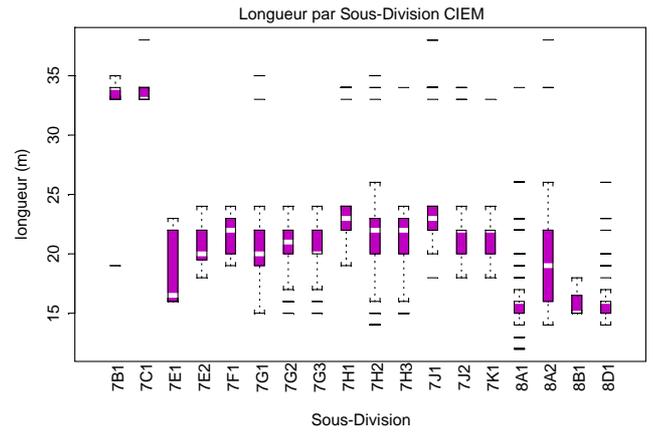
En 1986, les navires de 22-24 mètres sont très peu nombreux, et les bateaux de 15 à 20 mètres constituent la plus grande part des bateaux impliqués dans la pêche dite 'benthique'. Contrairement à ce qui peut être observé sur les données de 1997, la composante semi-industrielle (navires de 30-35 mètres) n'est pas absente de la pêche puisque une quarantaine de navires recherchent régulièrement les baudroies.

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré aux baudroies ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.2.5.2a-d.

Chalutiers Bretagne sud - baudroies Activites en 1997



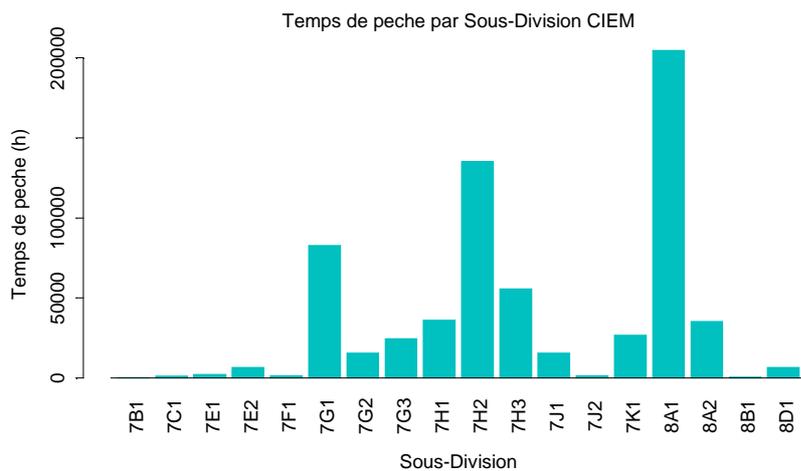
Chalutiers Bretagne sud - baudroies Activites en 1997



fichier: pbaud97.df

fichier: pbaud97.df

Chalutiers Bretagne sud - baudroies Activites en 1997



fichier: pbaud97.df

Figure IV.2.5.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant les baudroies en 1997.

Figure IV.2.5.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant les baudroies en 1997

Le nord du golfe de Gascogne (VIIIa1) constitue de loin la zone de pêche la plus fréquentée (figure IV.2.5.3). C'est le secteur d'activité quasi-exclusif des navires inférieurs à 20 mètres. Le centre et le sud de la mer Celtique (VIIg1, VIIh2 et 3) sont fréquentés par les navires de 20-24 mètres, alors que les plus gros ciblent les baudroies dans l'ouest de l'Irlande (VIIj, VIIk).

En 1986, la Sous-Division VIIh2 (sud de la mer Celtique) constitue la zone de pêche la plus fréquentée. Le nord du golfe de Gascogne n'arrive qu'en deuxième position, loin derrière le premier. Cette forte hiérarchisation pourrait être accentuée par des statistiques de pêche imparfaites dans le golfe de Gascogne en 1986.

Rendements baudroies en 1997

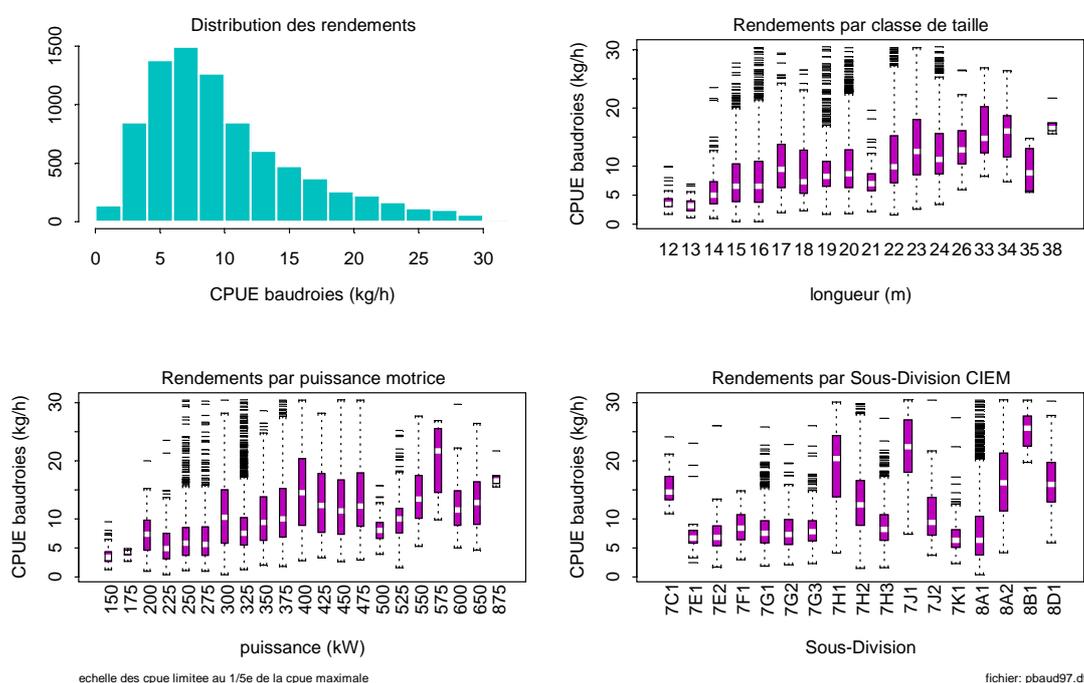


Figure IV.2.5.4. Rendements en baudroies des bateaux de Bretagne sud ciblant les baudroies.

L'examen des rendements en baudroies de cette flottille montre que l'essentiel des Cpue de baudroies est inférieur à 30 kg/heure de pêche, malgré certaines valeurs pouvant atteindre 150 kg / heure. La moyenne de la cpue de baudroies sur les observations analysées est de 10.7 kg/h, et la médiane de 8.7. On constate que si le nord du golfe de Gascogne (VIIIa1) est la zone de pêche la plus fréquentée, la cpue y a une valeur médiane la plus faible (6kg/h), moitié moins que dans le sud de la mer Celtique. Les figures IV.2.5.4a-d ne présentent que les informations concernant les cpue inférieures à 30 kg/h (soit le cinquième de la valeur maximale de cpue observée).

En 1986, la valeur moyenne de la cpue de baudroies est de 16.3 kg/h, et 13.4 kg/h pour la médiane, alors que la valeur maximale parmi les observations retenues est de 250 kg/h. Si en mer Celtique les valeurs médianes de cpue de baudroies étaient à peine plus élevées qu'en 1997, il n'en n'est pas de même pour le nord du golfe de Gascogne, puisque la valeur médiane a été divisé par trois, passant de 17 kg/h à 6 kg/h.

IV.2.5.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.5.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 78% de la variance totale.

i) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :

```
aovbaud970s_aov(log(cbaud)~Bateau+Ssdiv+mois,weights=TP,data=pbaud97.df)
summary(aovbaud970s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 273  177907.0  651.6739  93.59911    0
Ssdiv   16    5840.9  365.0564  52.43260    0
mois    11    1664.0  151.2740  21.72730    0
Residuals 8281  57655.6   6.9624
rdeux(aovbaud970s,3) = 0.7628001
```

j) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovbaud972s_aov(log(cbaud)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pbaud97.df)
summary(aovbaud972s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 273  177907.0  651.6739  100.8799    0
Rect    62   10288.6  165.9452   25.6885    0
mois    11    1674.7  152.2412   23.5671    0
Residuals 8235  53197.3   6.4599
rdeux(aovbaud972s,3) = 0.781142
```

Tableau IV.2.5.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue baudroies 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 284 et 181 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.5.3.

```
aovbaud972sr_aov(log(cbaud)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovbaud972sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 273  175292.9  642.0984  130.7130    0
Rect    62   10051.8  162.1252   33.0041    0
mois    11    1552.2  141.1056   28.7251    0
Residuals 7770  38168.4   4.9123
rdeux(aovbaud972sr,3) = 0.8304118
```

Tableau IV.2.5.3. Analyse 'finale' des cpue de baudroies en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent 83% de la variance totale, l'effet Bateau dominant largement.

La plupart des diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont bons (figure IV.2.5.5), y compris l'histogramme des résidus dont l'allure gaussienne est acceptable montre la figure IV.2.5.6b et le tableau IV.2.5.4.

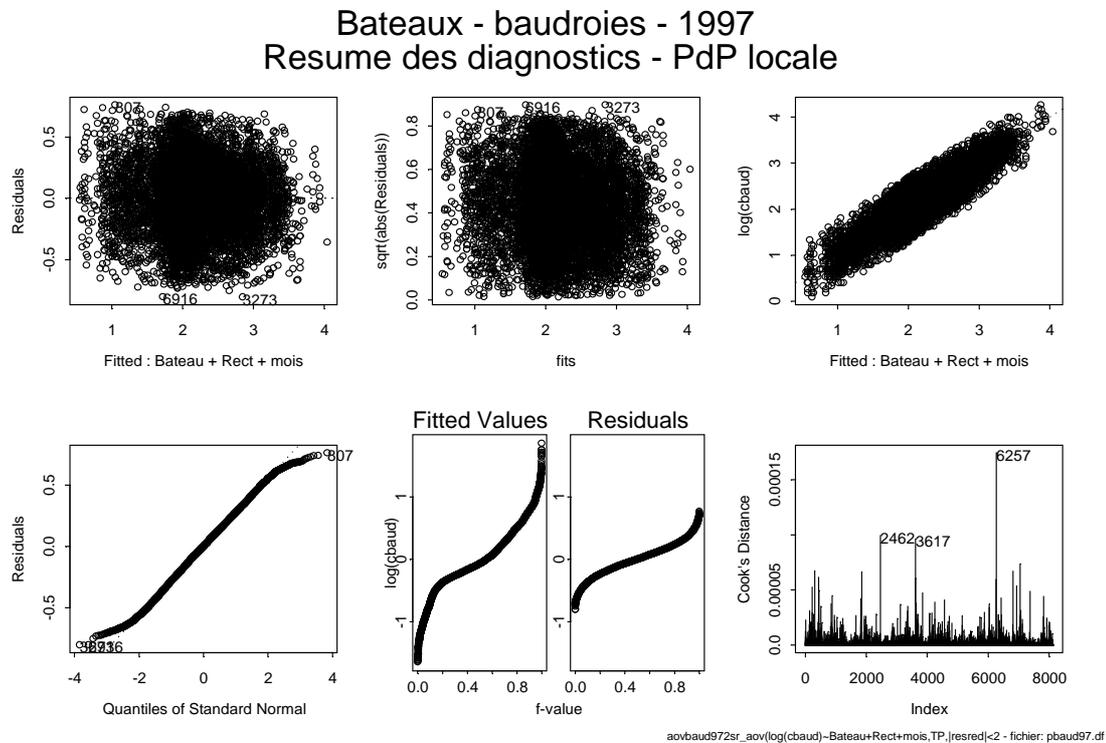


Figure IV.2.5.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de baudroies en local.

```
ks.gof(resid(aovbaud972sr),distribution="normal")
```

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

```
data: resid(aovbaud972sr)
ks = 0.0097, p-value = 0.0798
alternative hypothesis:
 True cdf is not the normal distn. with estimated parameters
sample estimates:
 mean of x standard deviation of x
-0.004092501 0.2765038
```

Tableau IV.2.5.4. Test de Kolmogorov-Smirnov sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue baudroies 1997.

En 1986, l'ajustement est légèrement moins bon qu'avec les données de 1997, la part de variance expliquée par ces trois facteurs étant de 74% (69% avant l'exclusion des outsiders). Contrairement à ce qui a été trouvé pour 1997, l'effet mois est très nettement plus important que les effets bateaux ou rectangles (plus forte valeur de F). De plus, et contrairement à 1997, le test de Kolmogorov-Smirnov permet de conclure que l'on peut raisonnablement considérer la distribution des résidus comme gaussienne.

La figure IV.2.5 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale).

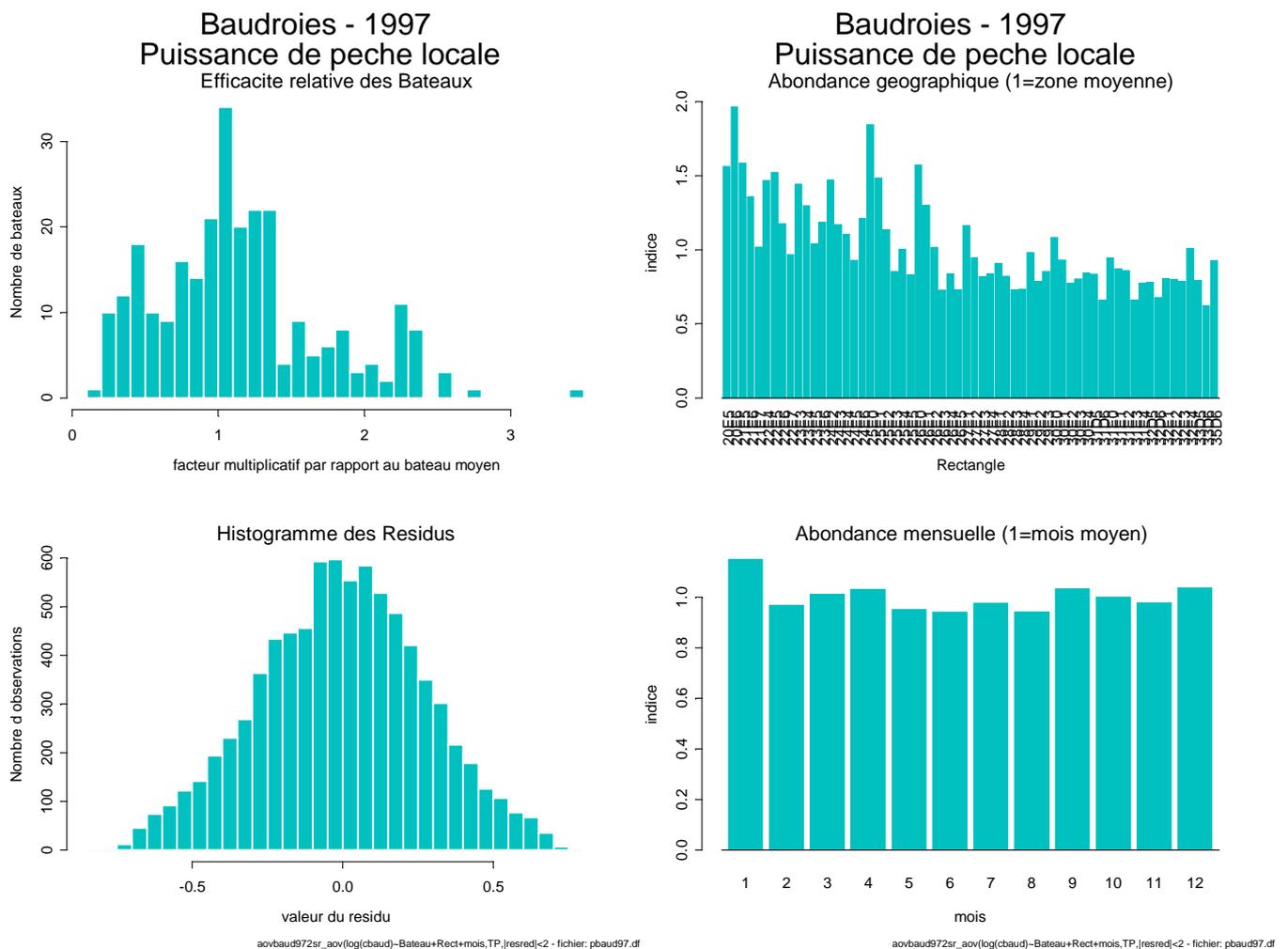


Figure IV.2.5.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de baudroies.

Comme pour le lieu noir, les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances. L'effet du 'bateau moyen' comme celui de l'abondance moyenne par rectangle ou mensuelle est égale à 1.

On constate qu'une soixantaine de bateaux possède une efficacité une fois et demi supérieure à la moyenne, le 'meilleur' ayant une puissance locale égale à 3.5.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre une certaine hétérogénéité entre les zones de pêche, les rectangles correspondant aux accores du golfe de Gascogne et du sud de la mer Celtique étant estimés 2 fois plus riches que la moyenne, comme le montre la carte IV.2.5.1. On note cependant une nette tendance à la diminution de l'abondance apparente du sud vers le nord. L'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, montre une très grande stabilité de l'abondance saisonnière (figures IV.2.5.6 c,d).

Ces résultats sont à comparer avec ceux d'une analyse similaire portant sur les données de l'année 1986, qui montre que la disparité entre les bateaux est moins forte, les valeurs extrêmes étant comprises entre 0.1 et 2.2. Cinq bateaux ont une très mauvaise efficacité locale et quatre, une bonne. Les variations saisonnières d'abondance apparente étaient plus importantes qu'en 1997 avec une baisse estivale assez marquée ; le gradient sud-nord était déjà apparent en 1986, avec quelques fortes abondances locales, notamment aux accores du sud de l'Irlande.

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.5.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovbaud975sr_aov(log(cbaud)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovbaud975sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 273 177514.6  650.2365 111.0467   0
mois    11   1449.8  131.8008  22.5088   0
Residuals 7828  45837.0    5.8555
rdeux(aovbaud975sr,2) = 0.7960999
```

Tableau IV.2.5.5. Analyse 'finale' des cpue de baudroies en 1997 : Puissance de pêche globale.

L'ajustement, légèrement moins bon qu'avec la zone de pêche, explique encore 80% de la variance totale, après élimination des outsiders.

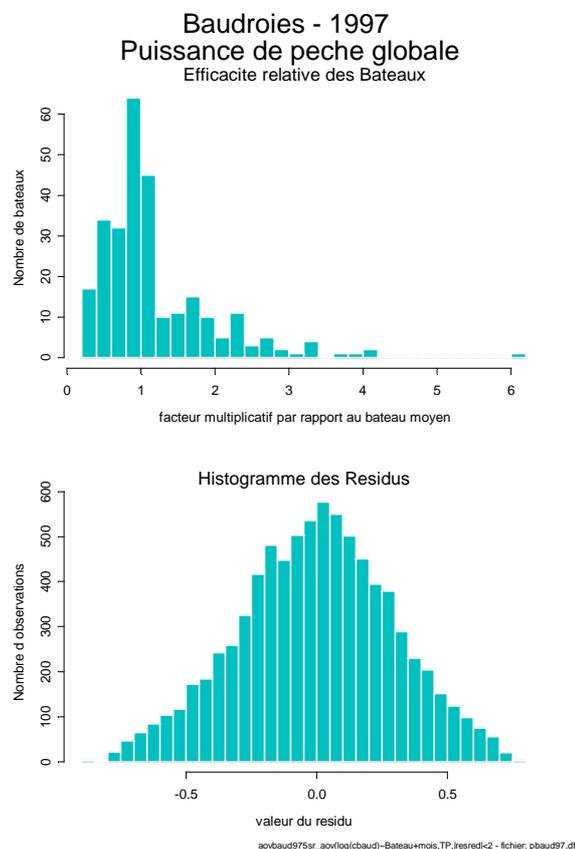


Figure IV.2.5.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant les baudroies en 1997.

On constate, à la figure IV.2.5.7.a, que 35 navires environ présentent une efficacité globale double de la moyenne, un navire (celui déjà identifié comme ayant une très forte efficacité locale) étant près de 6 fois plus efficaces que les autres.

En 1986, la flottille apparaît beaucoup plus homogène autour de la valeur moyenne. Une quinzaine de navires est estimée nettement meilleure que la moyenne avec un indice supérieur à 2.0., dont deux près de 4 fois plus efficaces que la moyenne.

c) Indice de capacité stratégique

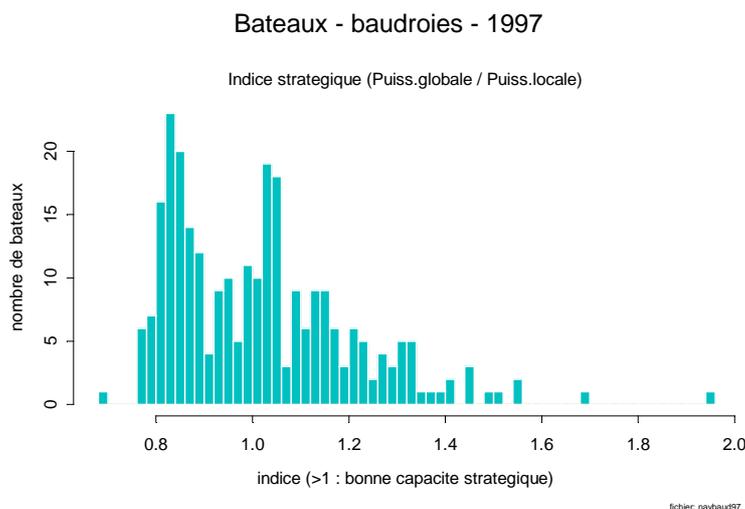


Figure IV.2.5.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant les baudroies en 1997.

L'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné, varie peu en amplitude (entre 0.8 et 2.0) comme le montre la figure IV.2.5.8. Mais seuls quelques bateaux se singularisent par un indice supérieur à 1.5, le 'meilleur' ne dépassant pas 2.0. On observe néanmoins des petits groupes de navires qui semblent traduire l'hétérogénéité interne de la flotte en longueur et en âge, les moins 'bons' étant les 18-23 mètres comme l'indique la figure IV.2.5.9.

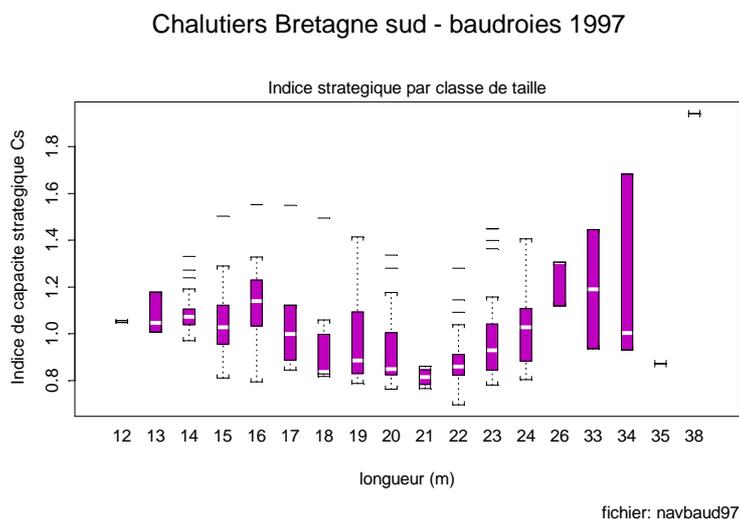


Figure IV.2.5.9. Indice de capacité stratégique Baudroies 1997 par classes de taille et d'âge.

En 1986, les indices variaient entre 0.6 et 2.0, les bateaux de 14-16 mètres étant estimés comme les plus performants, ce qui signifie que même dans le golfe de Gascogne qui constitue la zone de pêche exclusive de ces navires, le choix du rectangle est important..

IV.2.5.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.5.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant les baudroies.

```
*** Correlation for data in: navbaud97 ***
```

	Jauge	Puiss	Long	age	pchjum
Jauge	1.0000000	0.8575453	0.9266045	-0.3333924	-0.1924074
Puiss	0.8575453	1.0000000	0.8903598	-0.3356221	-0.2281990
Long	0.9266045	0.8903598	1.0000000	-0.2426116	-0.2296903
age	-0.3333924	-0.3356221	-0.2426116	1.0000000	0.1309123
pchjum	-0.1924074	-0.2281990	-0.2296903	0.1309123	1.0000000

Tableau IV.2.5.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant les baudroies en 1997.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont fortement corrélées entre elles. L'âge ne présente quant à lui assez peu de relation avec les caractéristiques techniques des navires. La part du temps de pêche du navire consacré aux chaluts jumeaux (*pchjum*) semble également peu dépendante des autres facteurs.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche des baudroies constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.5.7.

```
aovptbaud97_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navbaud97,weights=TPT)
summary(aovptbaud97)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Puiss	1	59432.5	59432.53	131.2199	0.0000000
pchjum	1	26569.3	26569.26	58.6617	0.0000000
Long	1	7267.2	7267.24	16.0452	0.0000802
age	1	56.4	56.43	0.1246	0.7243924
Jauge	1	1593.1	1593.14	3.5175	0.0618122
Residuals	268	121383.4	452.92		

```
rdeux(aovptbaud97,5) = 0.4388244
```

Tableau IV.2.5.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Baudroies 1997.

On constate que, hormis l'âge, les autres facteurs ont un effet significatif, et expliquent environ 44% de la variance totale. Puissance motrice et utilisation de chaluts jumeaux semblent les facteurs prépondérants, mais plus de la moitié de la variance de la puissance locale n'est pas expliquée par le modèle. L'élimination de 14 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro fait passer ce pourcentage de variance expliquée à près de 54%. Dans les deux cas, les diagnostics statistiques témoignent d'un modèle assez médiocre (figure IV.2.5.10).

Baudroies - 1997 Résumé des diagnostics - PdLocale=f(caracteristiques)

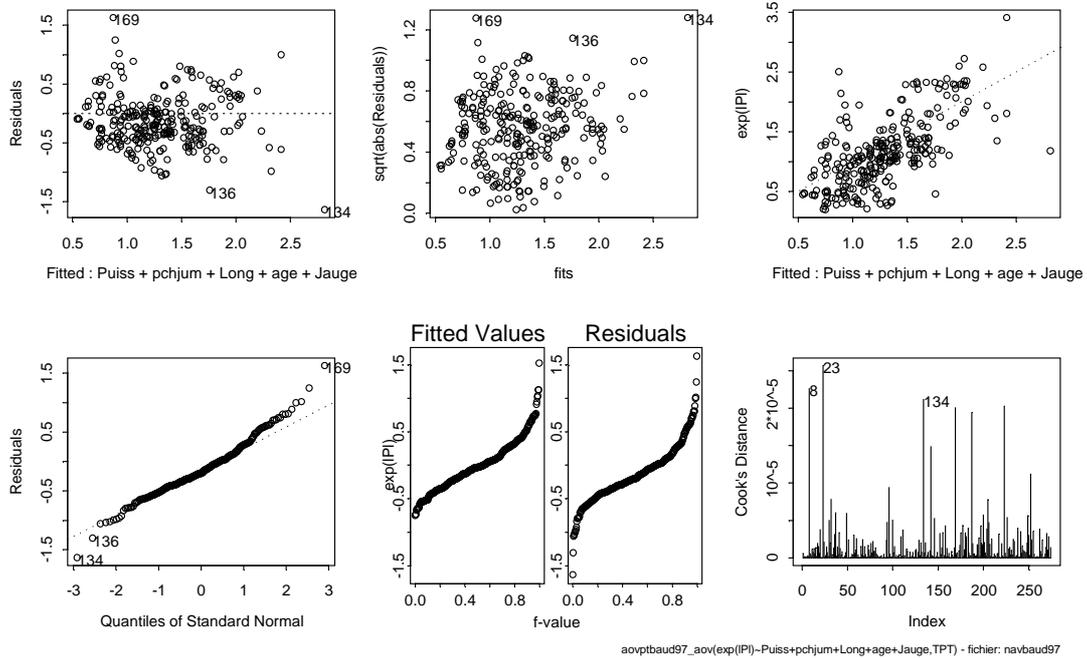


Figure IV.2.5.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

En 1986, la part de variance expliquée est très inférieure à celle obtenue avec les données de 1997 (29% avant la suppression de 14 outsiders, et 28% après). Les diagnostics montrent un modèle très médiocre.

Une sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.2.5.8.), conduit à retenir les facteurs Puissance, Chaluts jumeaux et Longueur, ce qui est conforme aux valeurs de F de l'analyse préalable. Il ne faut cependant pas oublier que le modèle proposé n'explique que la moitié de la variance des puissances locales estimées.

```
aov0_aov(exp(lPl)~1,data=navbaud97,weights=TPT)
aovpfbaud97_step(aov0,~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navbaud97)
Start: AIC= 217886.6
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPl) ~ 1
```

scale: 792.3151

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			216302.0	217886.6
Puiss	1	59432.53	156869.5	160038.7
pchjum	1	21697.07	194604.9	197774.2
Long	1	64515.31	151786.7	154956.0
age	1	2900.20	213401.8	216571.1
Jauge	1	45653.76	170648.3	173817.5

Step: AIC= 154956

```

exp(lPl) ~ Long

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Long

scale: 792.3151

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>                151786.7 154956.0
  Puiss  1   2287.83 149498.9 154252.8
 pchjum  1  25894.45 125892.2 130646.1
   age  1    14.45 151772.2 156526.1
  Jauge  1   405.19 151381.5 156135.4

Step: AIC= 130646.1
      exp(lPl) ~ Long + pchjum

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Long + pchjum

scale: 792.3151

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>                125892.2 130646.1
  Puiss  1  2859.271 123033.0 129371.5
   age  1   380.152 125512.1 131850.6
  Jauge  1   373.990 125518.3 131856.8

Step: AIC= 129371.5
      exp(lPl) ~ Long + pchjum + Puiss

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Long + pchjum + Puiss

scale: 792.3151

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>                123033.0 129371.5
   age  1    56.427 122976.6 130899.7
  Jauge  1  1138.937 121894.0 129817.2

```

Tableau IV.2.5.8. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance locale.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.2.5.9.

```
aovpgbaud97_aov(exp(lPg)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navbaud97,weights=TPT)
summary(aovpgbaud97)

```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Puiss	1	60269.5	60269.53	61.45373	0.0000000
pchjum	1	63733.4	63733.36	64.98562	0.0000000
Long	1	4813.7	4813.72	4.90830	0.0275686
age	1	984.2	984.19	1.00352	0.3173630
Jauge	1	29.5	29.47	0.03005	0.8625134
Residuals	268	262835.7	980.73		

```
rdeux(aovpgbaud97,5) = 0.3306379
```

Tableau IV.2.5.9. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Baudroies 1997.

Les caractéristiques n'expliquent que 33% de la variance totale, et il faut noter que les facteurs Jauge et âge apparaissent peu significatifs. La puissance motrice des navires et l'utilisation de chaluts jumeaux constituent, parmi les facteurs étudiés, ceux qui apparaissent prépondérants dans l'analyse. L'élimination des 2 bateaux pour lesquels les résidus sont jugés trop importants (Bateaux N°169 et 187, les deux plus efficaces globalement) n'accroît que très légèrement la capacité explicative du modèle puisque le pourcentage de variance expliquée est alors de 39%, les diagnostics restant très mauvais comme pour l'analyse faite sur l'ensemble des navires (figure IV.2.5.11.).

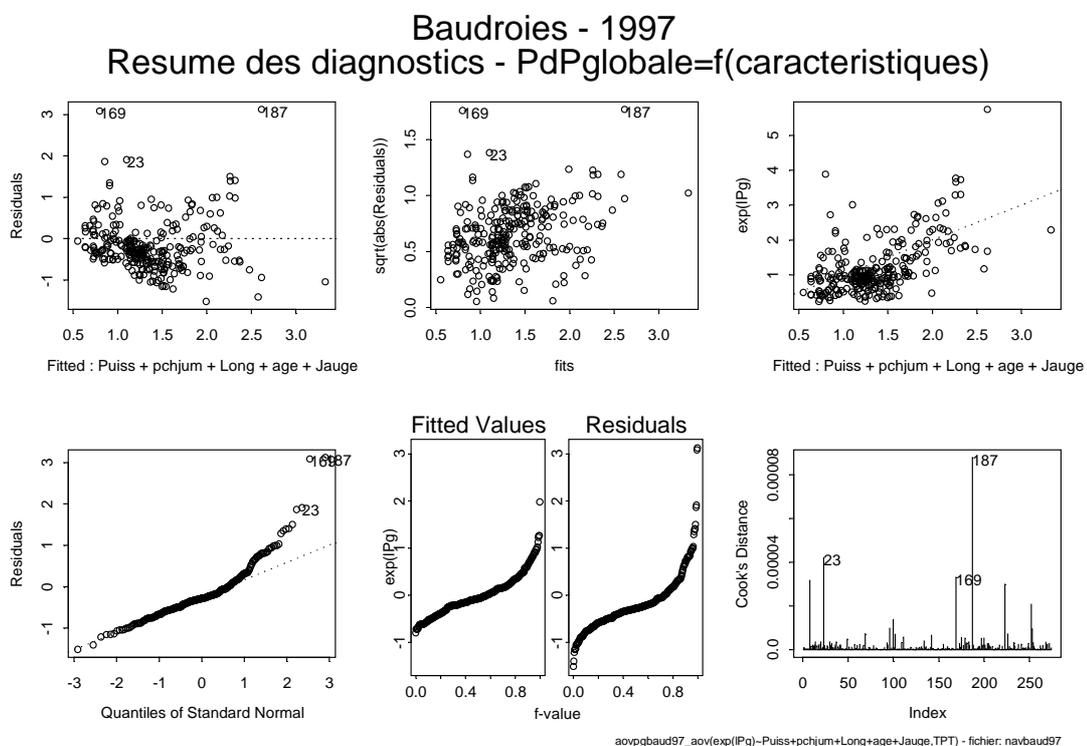


Figure IV.2.5.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

Compte tenu du très faible pouvoir explicatif du modèle complet, il n'a pas paru opportun de procéder à la sélection des facteurs les plus pertinents.

En 1986, la part de variance expliquée est quasi-nulle (moins de 10%).

IV.2.5.5. Conclusion

La moitié de la variance totale de la puissance locale n'est pas expliquée par les variables utilisées. La part de variance expliquée, l'est principalement par la Puissance motrice et par les chaluts jumeaux. Cependant les bateaux les plus efficaces échappent au modèle, ce qui montre que d'autres facteurs sont sans doute plus déterminants que ces caractéristiques.

Il faut remarquer que les bateaux écartés des analyses tentant d'expliquer les efficacités, les outsiders, sont pour la plupart fortement soupçonnés d'utiliser des chaluts jumeaux, en dépit d'un codage dans les fichiers des statistiques de pêche qui indiquent un chalut de fond classique. Une amélioration de ces fichiers et/ou une enquête sur les évolutions techniques et les équipements permettra sans doute de préciser l'importance de ce nouvel engin.

La comparaison avec les résultats de l'année 1986 semble indiquer une relative homogénéité de la pêcherie. Il faut cependant souligner que les biomasses estimés pour 1997 sont à peu près du même niveau que celles de 1986, alors qu'entre ces deux années, la pêcherie dite 'benthique' a connu des modifications importantes à cause d'une baisse importante des biomasses exploitables de ces deux espèces en mer Celtique et dans le golfe de Gascogne. A cet égard, l'étude des informations concernant l'année 1991 ou 1992 serait sans doute plus riche d'enseignements.

IV.2.6. Langoustine de mer Celtique (dite ‘du nord’) - 1997

Comme pour les autres espèces, l'étude ne porte que sur les résultats des bateaux de Bretagne sud. Pour la langoustine de mer Celtique, seules les informations en provenance de la zone CIEM VII ont été analysées, à l'exclusion de la Mer d'Irlande (VIIa), mais incluant le banc de Porcupine (VIIk).

IV.2.6.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de langoustine de mer Celtique représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.6.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	2320	Suppression	2311	Suppression	2272	Suppression	2245
Bateaux	102	des	102	des bateaux	87	des rectangles	87
Sous-Divisions	13	rectangles non	13	tels que moins de	11	tels que moins de	6
Rectangles	46	renseignés	44	5 observations	41	5 observations	22

Tableau IV.2.6.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données ‘Langoustine de mer Celtique 1997’.

On constate ainsi que 15 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont recherché que très ponctuellement la langoustine de mer Celtique puisque moins de 5 séquences de pêche sur l'année sont consacrées à la recherche de ce stock. Il faut noter que près de la moitié des rectangles sont très peu fréquentés (moins de 5 observations), ce qui traduit soit un problème de ventilation des débarquements, soit une recherche/exploration peu commune pour une espèce sédentaire comme la langoustine

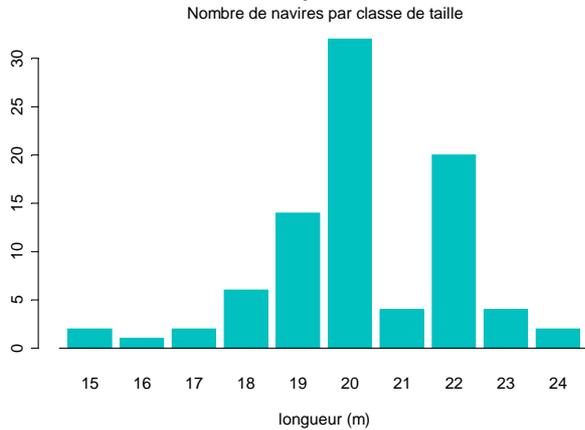
Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. 9 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4, ce qui témoigne de rendements plutôt réguliers, aucune ne montrant d'écart supérieur ou égal à 10. L'analyse s'effectue donc sur 2245 observations et 87 bateaux.

En 1986, la flottille ciblant régulièrement la langoustine en mer Celtique était de même taille qu'en 1997, puisqu'elle comptait 86 navires fréquentant 23 rectangles, pour un nombre légèrement inférieur d'observations de 1744.

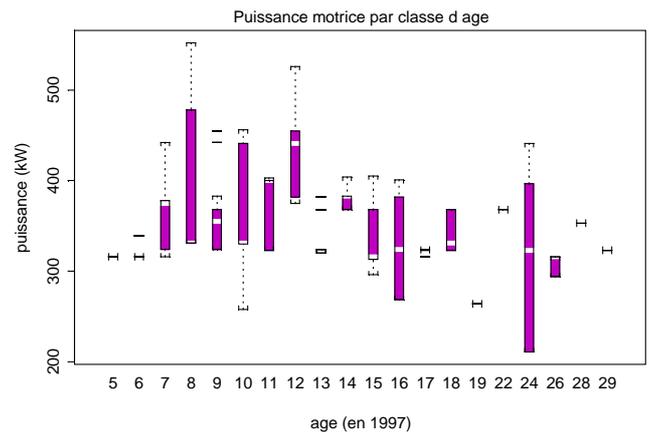
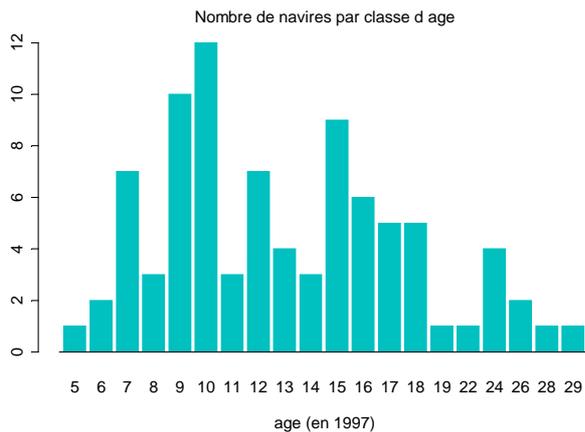
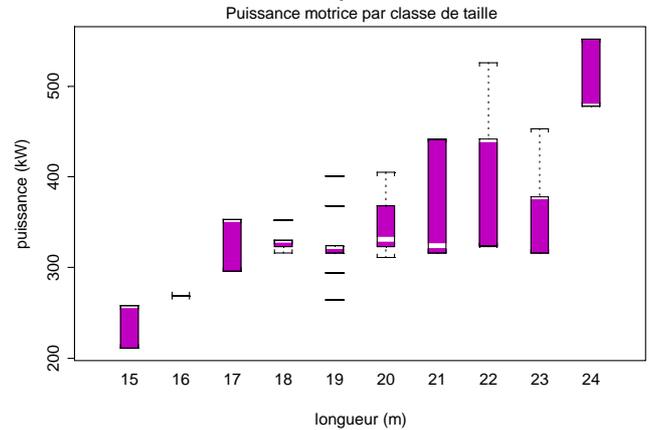
IV.2.6.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.6.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant la langoustine en mer Celtique en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - langoustine du nord
Caracteristiques en 1997



Chalutiers Bretagne sud - langoustine du nord
Caracteristiques en 1997



fichier: plgmc97.df

fichier: plgmc97.df

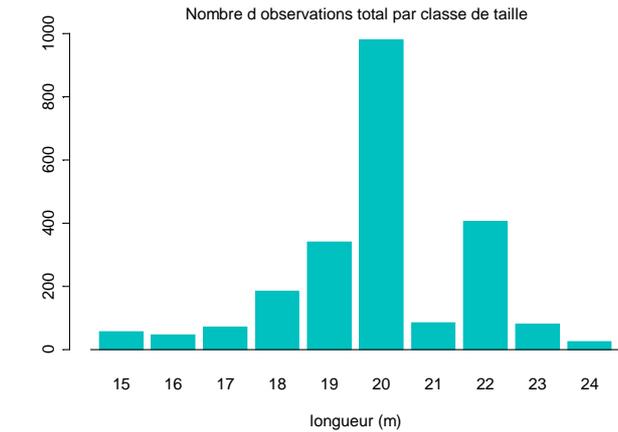
Figure IV.2.6.1a-d. Structure de la flotte ciblant la langoustine de mer Celtique en 1997

On observe que sur les 87 navires ciblant cette espèce en mer celtique, les bateaux de 19-22 mètres constituent la majeure partie de la flotte. Environ la moitié des navires recherchant la langoustine en mer Celtique ont moins de 10 ans. Les bateaux les plus récents sont également les plus longs et les plus puissants.

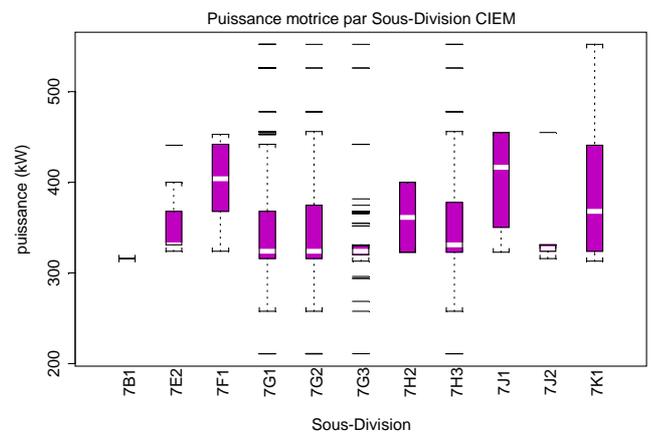
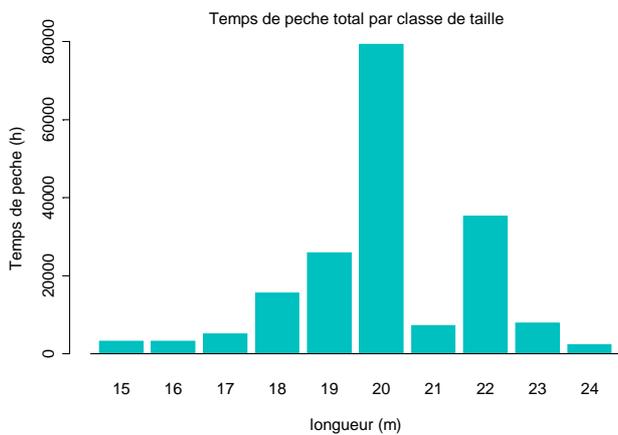
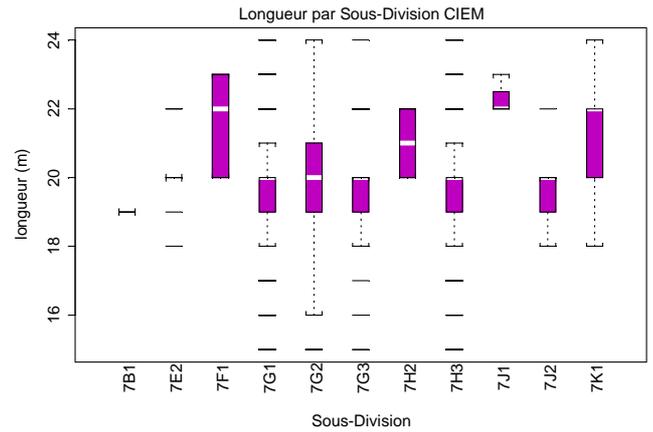
En 1986, les tailles des navires impliqués dans cette pêche sont distribuées normalement autour de 19 mètres.

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré à la langoustine en mer Celtique ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.2.6.2a-d.

Chalutiers Bretagne sud - langoustine du nord Activites en 1997



Chalutiers Bretagne sud - langoustine du nord Activites en 1997

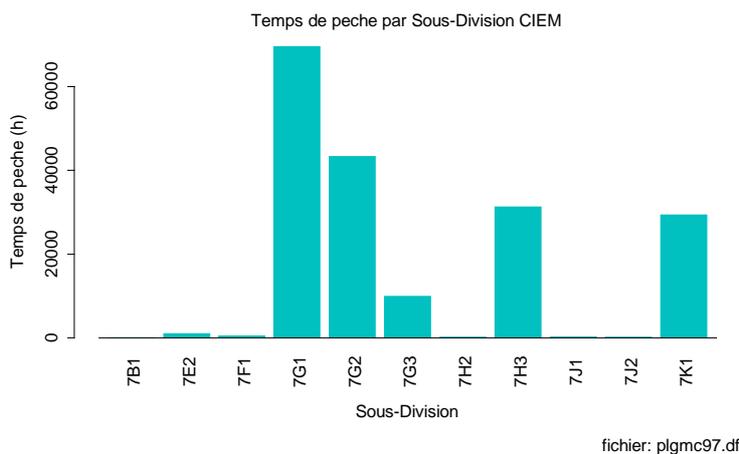


fichier: plgmc97.df

fichier: plgmc97.df

Figure IV.2.6.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant la langoustine de mer Celtique en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - langoustine du nord Activites en 1997



fichier: plgmc97.df

Figure IV.2.6.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant la langoustine de mer Celtique en 1997

La pêche de langoustine est très localisée : les secteurs situés au centre de la mer Celtique (VIIg1 et 3, VIIh3) sont les zones de pêche les plus fréquentées, avec la vasière de Smalls

(VIIg2) (Figure IV.2.6.3). Le secteur de Porcupine (VIIk1) est fréquenté à nouveau au printemps depuis quelques années, ce qui laisse supposer de possibles interactions entre le secteur et la période.

En 1986, les vasières de Labadie et de Smalls (Sous-Division VIIg1 et VIIg2) sont également fréquentées loin devant celles de sud Irlande (VIIg3), de Jones (VIIh3) et de Porcupine (VIIk1).

Rendements langoustine du nord en 1997

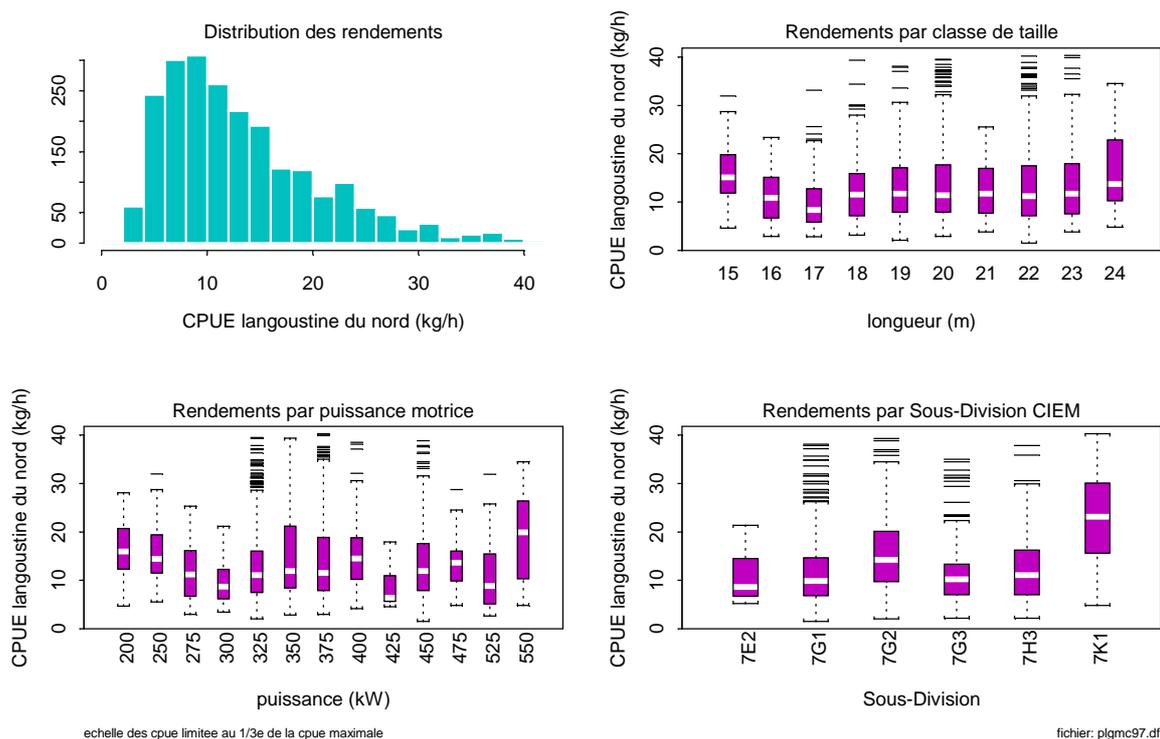


Figure IV.2.6.4. Rendements en langoustine des bateaux de Bretagne sud ciblant la langoustine en mer Celtique.

L'examen des rendements en langoustine de mer Celtique de cette flottille montre que l'essentiel des Cpue de langoustine est inférieur à 30 kg/heure de pêche, malgré quelques très fortes valeurs (120 kg / heure). La moyenne des cpue sur les observations analysées est de 13.8 kg/, et la médiane de 11.6 kg/h. La zone de Porcupine (VIIk1) présente une cpue en langoustine du double de celles des autres secteurs de pêche

Les figures IV.2.6.4a-d ne présentent que les informations concernant les cpue inférieures à 40 kg/h (soit le tiers de la valeur maximale de cpue observée).

En 1986, la valeur moyenne de la cpue de langoustine est de 17.3 kg/h, et 14.8 kg/h pour la médiane, la valeur maximale parmi les observations retenues étant égal à 120 kg/h, soit le niveau observé en 1997. Les cpue des séquences de pêche à Porcupine étaient environ trois fois plus élevées que dans le sud de l'Irlande.

IV.2.6.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.6.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 62% de la variance totale.

k) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :

```
aovlgmc970s_aov(log(clgmc)~Bateau+Ssdiv+mois,weights=TP,data=plgmc97.df)
summary(aovlgmc970s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  86  17293.22  201.084  17.8851  0
Ssdiv   5  11604.07 2320.814 206.4206  0
mois   11  7937.09  721.554  64.1773  0
Residuals 2142 24082.78  11.243
rdeux(aovlgmc970s,3) = 0.6046635
```

l) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
m)
aovlgmc972s_aov(log(clgmc)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=plgmc97.df)
summary(aovlgmc972s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  86  17293.22  201.0840 18.65845  0
Rect    21  13003.00  619.1904 57.45425  0
mois    11  7708.83  700.8023 65.02697  0
Residuals 2126 22912.12  10.7771
rdeux(aovlgmc972s,3) = 0.6238807
```

Tableau IV.2.6.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue langoustine de mer Celtique 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 93 et 28 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.6.3.

```
aovlgmc972sr_aov(log(clgmc)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovlgmc972sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  86  17223.18  200.2696 23.59367  0
Rect    21  13053.88  621.6133 73.23201  0
mois    11  8404.86  764.0780 90.01571  0
Residuals 2005 17018.99  8.4883
rdeux(aovlgmc972sr,3) = 0.6944576
```

Tableau IV.2.6.3. Analyse 'finale' des cpue de langoustine de mer Celtique en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 69% de la variance totale. Les effets mois et rectangles sont dominants si l'on en juge par la forte valeur de F qui leur est attribuée, avec une valeur supérieure pour le premier.

Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont plutôt bons (figure IV.2.6.5). La distribution des résidus est assez éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.2.6.6b et le tableau IV.2.6.4.

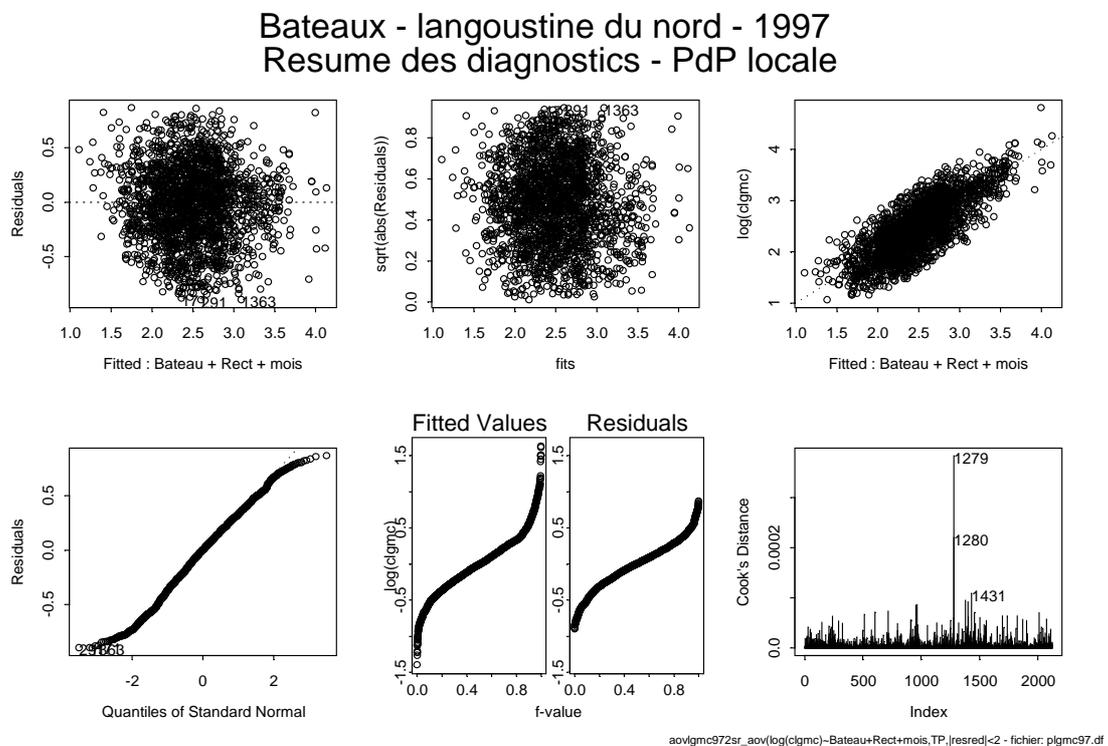


Figure IV.2.6.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de langoustine de mer Celtique en local.

```
ks.gof(resid(aovlgmc972sr),distribution="normal")

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

data: resid(aovlgmc972sr)
ks = 0.0238, p-value = 0.0073
alternative hypothesis:
True cdf is not the normal distn. with estimated parameters
sample estimates:
mean of x standard deviation of x
-0.01721362 0.3457187
```

Tableau IV.2.6.4. Test sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue langoustine mer Celtique 1997.

En 1986, l'ajustement est légèrement meilleur qu'avec les données de 1997, la part de variance expliquée par ces trois facteurs étant de 72% (67% avant l'exclusion des outsiders). Comme en 1997, l'effet Bateau a la plus faible valeur de F.

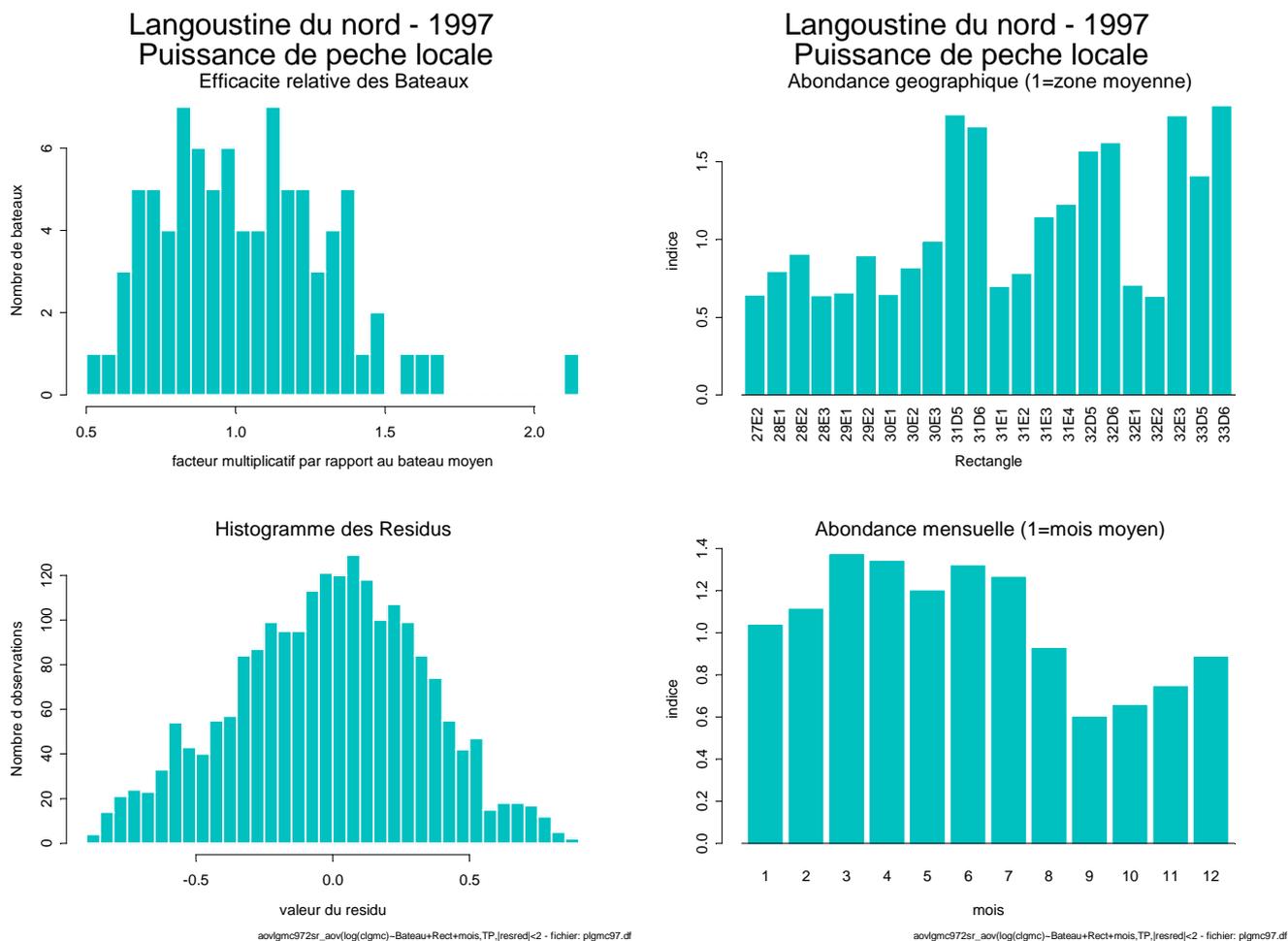


Figure IV.2.6.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de langoustine mer Celtique.

La figure IV.2.6 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale). Comme pour le lieu noir, les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances. L'effet du 'bateau moyen' comme celui de l'abondance moyenne par rectangle ou mensuelle est égale à 1. On constate que la quasi-totalité des bateaux possède une efficacité très homogène (entre 0.5 et 1.5), quatre bateaux sortant du lot dont un ayant une efficacité deux fois supérieure à la moyenne.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre une différence d'abondance entre les 'riches' rectangles de Porcupine et ceux du sud de l'Irlande relativement homogènes dans l'ensemble, comme le montre la carte IV.2.6.1. L'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, montre une saisonnalité marquée avec une abondance plus forte au printemps et en début d'été (figures IV.2.6.6 c,d).

Ces résultats sont très semblables à ceux d'une analyse similaire portant sur les données de l'année 1986, qui montre une grande homogénéité de la flottille, 2 bateaux pouvant être jugés 'anormalement bons'. La saisonnalité est très marquée, avec une chute d'abondance en fin d'été et début d'automne. L'hétérogénéité spatiale est plus marquée qu'en 1997, les rectangles de l'ouest de l'Irlande et Porcupine présentant une abondance double de la moyenne.

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.6.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovlgmc975sr_aov(log(clgmc)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovlgmc975sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  86 18067.01   210.081  17.24172    0
mois    11 12915.17  1174.106  96.36070    0
Residuals 2030 24734.51   12.184
rdeux(aovlgmc975sr,2) = 0.5560663
```

Tableau IV.2.6.5. Analyse 'finale' des cpue de langoustine de mer Celtique en 1997 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement est évidemment moins bon qu'avec la zone de pêche, les deux facteurs n'expliquant que 55% de la variance totale, après élimination des outsiders.

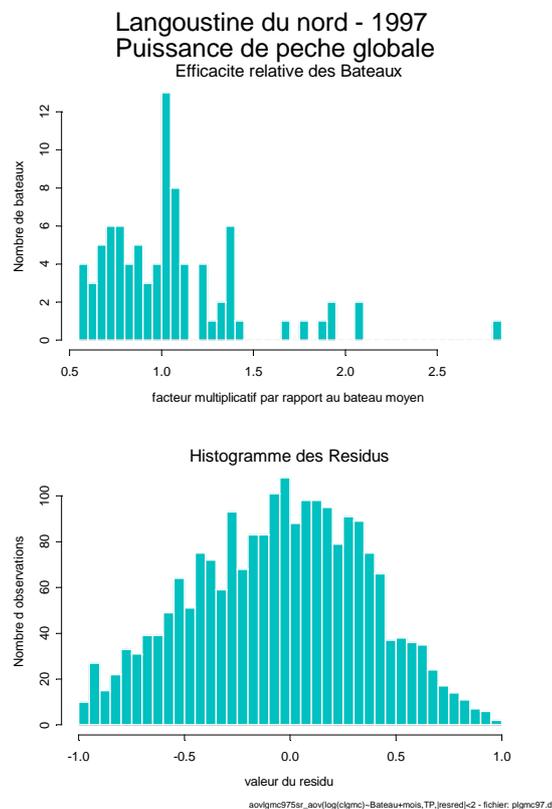


Figure IV.2.6.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant la langoustine de mer Celtique en 1997.

On constate, à la figure IV.2.6.7.a que seuls 8 bateaux présentent une puissance de pêche globale supérieure à une fois et demi la moyenne, le 'meilleur' bateau ayant une efficacité près de 3 fois la moyenne.

En 1986, la flottille apparaît beaucoup plus homogène autour de la valeur moyenne. Comme en 1997, huit navires ont un coefficient supérieur à 1.5, mais le 'meilleur' ne dépasse pas 2.3.

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donne l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné. On constate (figure IV.2.6.8.) que les écarts sont peu importants (entre 0.8 et 1.2), avec cependant deux groupes de part et d'autre de 1.0. Quelques bateaux montrent une plus grande capacité à bien choisir la zone de pêche, mais le 'meilleur' n'est pas deux fois meilleur que la moyenne. Compte tenu de la très forte hétérogénéité spatiale des abondances apparentes, cette absence de fortes disparités dans la capacité des navires à choisir le bon secteur à un moment donné est surprenante.

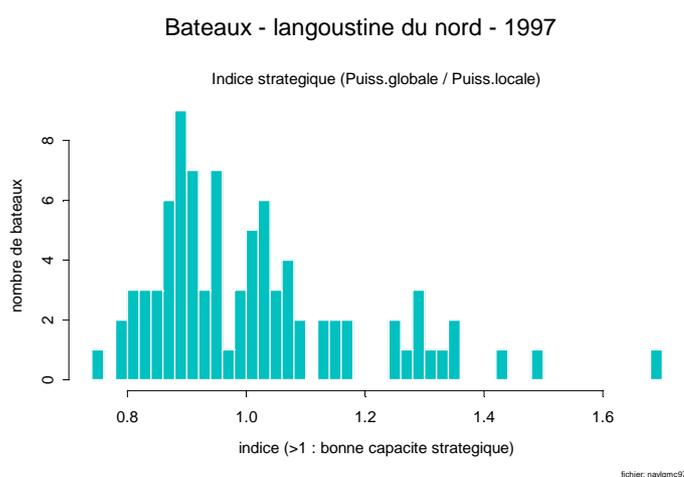


Figure IV.2.6.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la langoustine de mer Celtique en 1997.

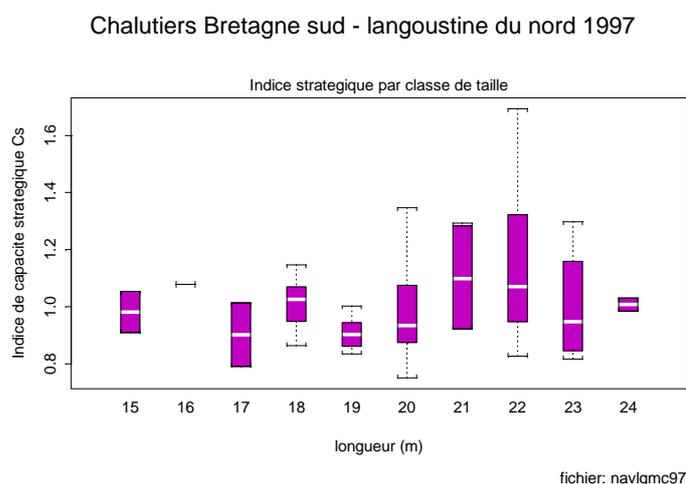


Figure IV.2.6.9. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la langoustine du nord en 1997 par classe de taille

La figure IV.2.6.9 ne montre pas de lien évident entre la longueur et les capacités stratégiques des navires. En 1986 au contraire, on observe une augmentation des capacités stratégiques avec la longueur des bateaux, jusqu'à 21 mètres.

IV.2.6.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.6.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant la langoustine de mer Celtique.

```
*** Correlation for data in: navlgmc ***
      Jauge      Puiss      Long      age      pchjum
Jauge 1.0000000  0.6701762  0.7869900 -0.5664977 -0.2640553
Puiss 0.6701762  1.0000000  0.6908679 -0.3128691 -0.3129872
Long  0.7869900  0.6908679  1.0000000 -0.5318435 -0.4067677
age   -0.5664977 -0.3128691 -0.5318435  1.0000000  0.1841520
pchjum -0.2640553 -0.3129872 -0.4067677  0.1841520  1.0000000
```

Tableau IV.2.6.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant la langoustine de mer Celtique en 1997.

Les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont moins corrélées entre elles que pour les navires ciblant d'autres stocks, l'âge et la part du temps de pêche du navire consacré aux chaluts jumeaux (*pchjum*) présentant une certaine relation avec les caractéristiques techniques des navires.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche de la langoustine de mer Celtique constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.6.7.

```
aovptlgmc97_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navlgmc97,weights=TPT)
summary(aovptlgmc97)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
Puiss  1     29.54   29.5411  0.156855  0.6931100
pchjum 1     0.18    0.1798  0.000955  0.9754263
Long   1    16.87   16.8706  0.089578  0.7654808
age    1    85.69   85.6856  0.454967  0.5019064
Jauge  1   373.27  373.2673  1.981946  0.1630119
Residuals 81 15255.04 188.3338
rdeux(aovptlgmc97,5) = 0.03207651
```

Tableau IV.2.6.7. Résultats analyse de variance des Puissances de pêche locales – Langoustine mer Celtique 1997.

On constate qu'aucun des facteurs retenus n'est significatif et que le pourcentage de variance expliquée est quasi nul. La figure IV.2.6.10 montre que même si les résidus sont proches de la normalité, le modèle n'explique rien.

Langoustine du nord - 1997 Resume des diagnostics - PdLocale=f(caracteristiques)

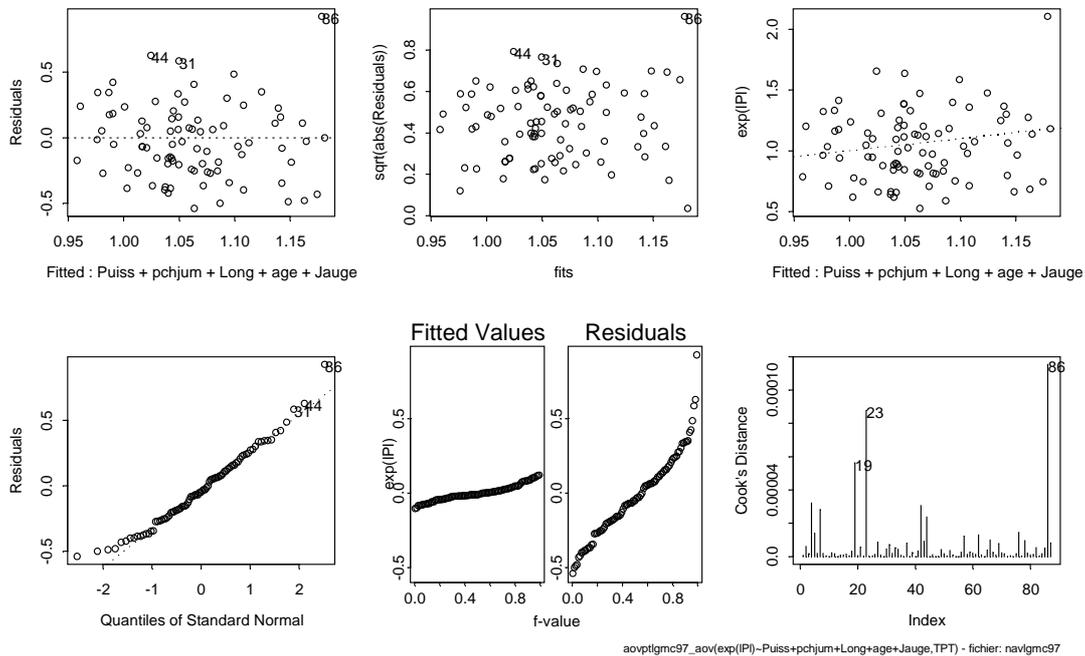


Figure IV.2.6.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

L'analyse portant sur les données de 1986 donne des résultats similaires.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.2.6.8.

```
aovpplgmc97_aov(exp(lPg)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navlgmc97,weights=TPT)
summary(aovpplgmc97)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(>F)
Puiss  1    308.01   308.009  0.958399 0.3305056
pchjum 1    146.17   146.171  0.454826 0.5019724
Long    1    386.75   386.748  1.203403 0.2758933
age     1    386.10   386.101  1.201390 0.2762923
Jauge   1   1158.70  1158.698  3.605396 0.0611531
Residuals 81 26031.69  321.379
rdeux(aovpplgmc97,5) = 0.08395302
```

Tableau IV.2.6.8. Résultats analyse de variance des Puissances de pêche globales – Langoustine mer Celtique 1997.

Comme pour la puissance de pêche locale, aucun des facteurs retenus n'est significatif, à l'exception peut-être de la Jauge. Quoiqu'il en soit, le pourcentage de variance expliquée est si faible, que la tentative d'explication est rejetée.

IV.2.6.5. Conclusion

Les effets Bateau, Zone et Période expliquent plus des deux tiers de la variance totale des cpue pour les deux années étudiées. Mais contrairement aux analyses effectuées sur les autres stocks de poissons, l'effet Bateau semble supplanté par les effets spatio-temporels. Le peu de disparité des efficacités individuelles qui en résulte ainsi que la grande homogénéité structurelle de la flottille langoustinière explique l'absence d'impact des caractéristiques techniques sur les efficacités des navires.

Les différences de puissance de pêche entre les chalutiers langoustiniers si elles sont faibles s'expliquent surtout par des différences de savoir-faire et d'expérience. En effet, la pêche de la langoustine requiert une très bonne connaissance des fonds, et un positionnement très précis du chalut. L'expérience compte plus encore que pour le poisson lorsqu'il faut choisir le 'bon coin' en fonction de l'heure de la journée, des courants et de l'état de la mer...

Entre 1986 et 1997 la flottille semble très similaire, même si les bateaux qui la composent ne sont pas forcément les mêmes.

IV.2.7. Langoustine du golfe de Gascogne – 1997

Comme pour les autres espèces, l'étude ne porte que sur les résultats des bateaux de Bretagne sud. Pour la langoustine du golfe de Gascogne, seules les informations en provenance de la zone VIII ont été analysées.

IV.2.7.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une séquence de pêche telle que les débarquements de langoustine du golfe de Gascogne représentent plus de 10% des débarquements totaux de cette séquence. Le tableau IV.2.7.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	4355	Suppression	4297	Suppression	4239	Suppression	4234
Bateaux	189	des	189	des bateaux	168	des rectangles	168
Sous-Divisions	1	rectangles non	1	tels que moins de	1	tels que moins de	1
Rectangles	13	renseignés	12	5 observations	12	5 observations	10

Tableau IV.2.7.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Langoustine du golfe de Gascogne 1997'.

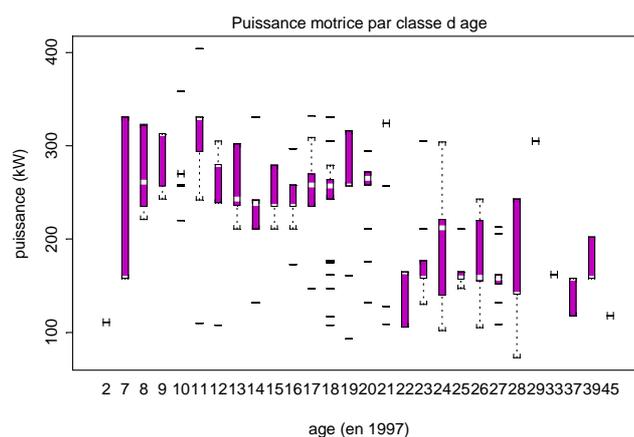
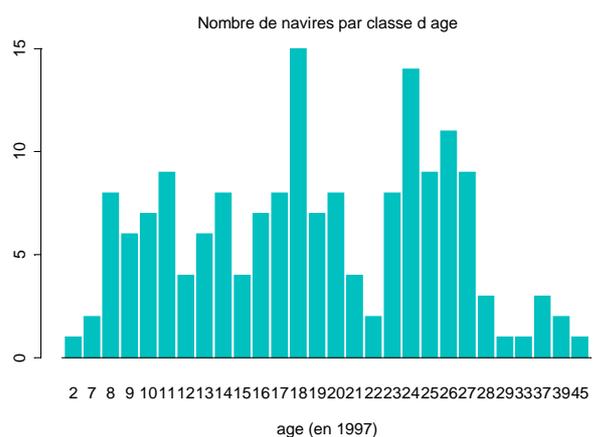
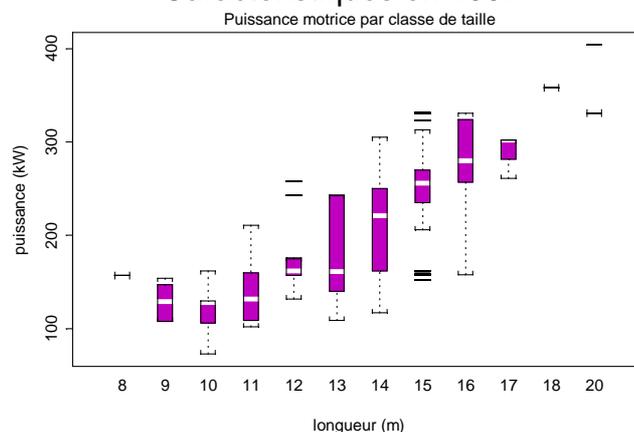
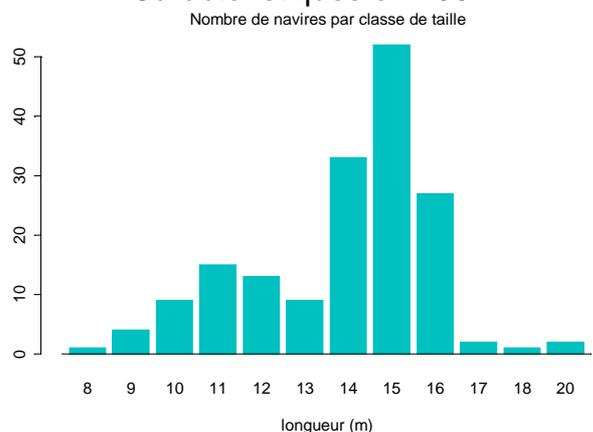
On constate ainsi que 21 bateaux issus des ports de Bretagne sud n'ont recherché que très ponctuellement la langoustine du golfe de Gascogne puisque moins de 5 séquences de pêche sont consacrées à la recherche de ce stock.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'applique alors. 20 observations présentent un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4, et aucune avec un écart est supérieur ou égal à 10 n'est éliminée. L'analyse s'effectue donc sur les 4234 observations et 168 bateaux.

IV.2.7.2. Description de la pêche

Les figures IV.2.7.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant la langoustine du golfe de Gascogne en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - langoustine du golfe Caracteristiques en 1997



fichier: plggg97.df

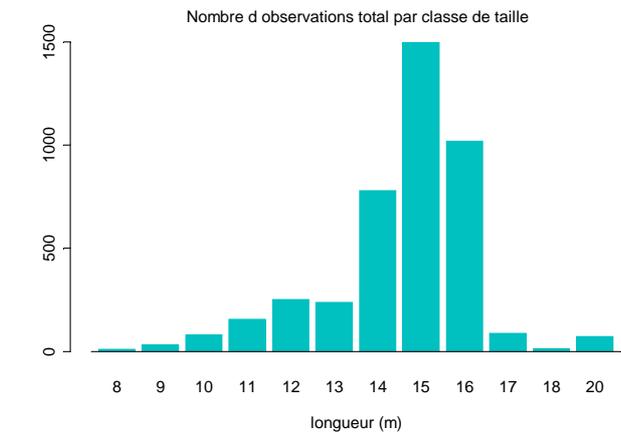
fichier: plggg97.df

Figure IV.2.7.1a-d. Structure de la flotte ciblant la langoustine du golfe de Gascogne en 1997

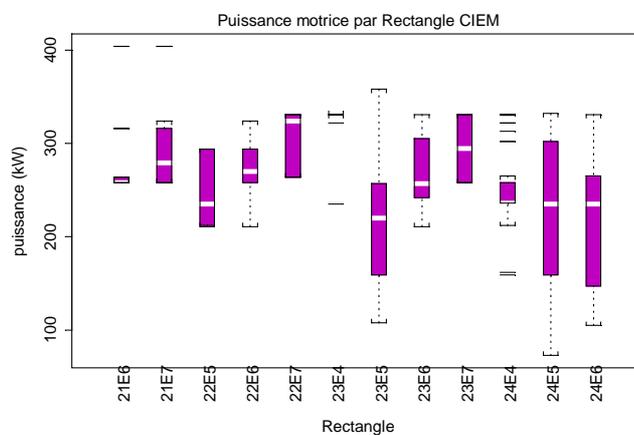
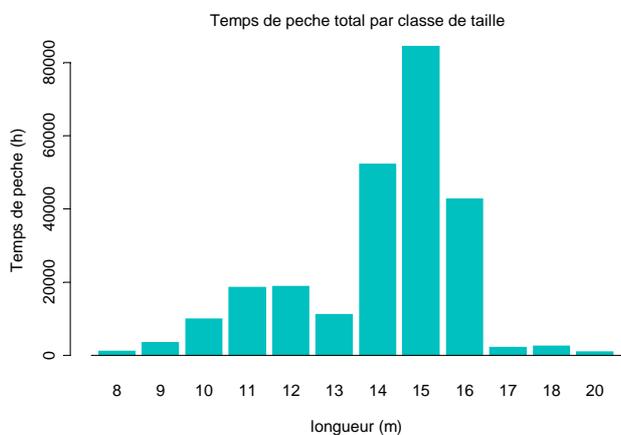
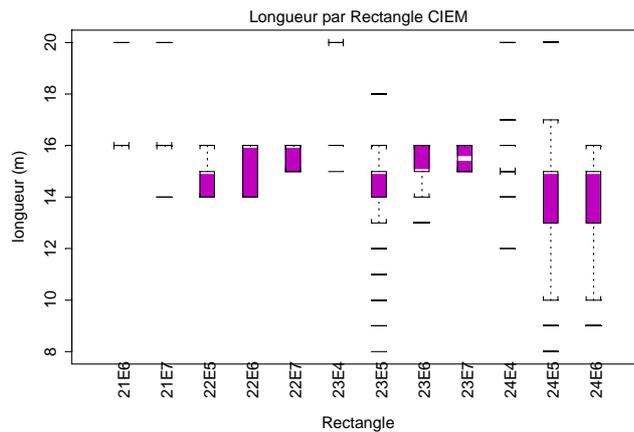
On distingue deux groupes parmi les 168 navires ciblant la langoustine du golfe : le plus important est constitué de bateaux de 14-16 mètres, les plus puissants et les moins âgés (inférieurs à 20 ans), les plus petits bateaux (10-12 mètres) constituant le deuxième groupe, beaucoup moins nombreux (une cinquantaine). Ce sont, pour la plupart des navires très âgés (entre 20 et 30 ans) et de faible puissance motrice.

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré à la langoustine du golfe de Gascogne ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche (exclusivement dans la Sous-Division VIIIa1) sont présentés dans les figures IV.2.7.2a-d.

Chalutiers Bretagne sud - langoustine du golfe Activites en 1997



Chalutiers Bretagne sud - langoustine du golfe Activites en 1997

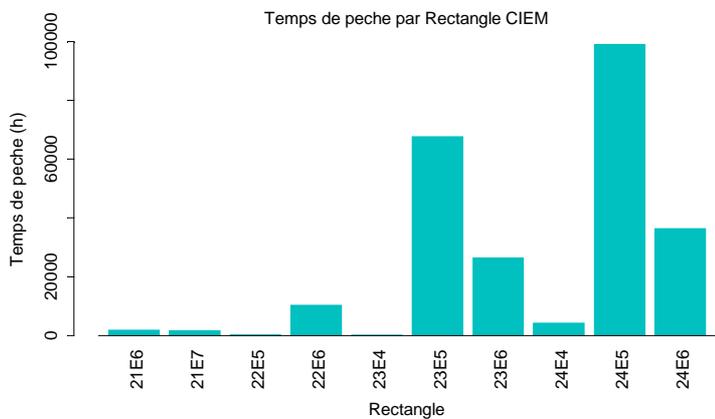


fichier: plggg97.df

fichier: plggg97.df

Figure IV.2.7.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant la langoustine du golfe de Gascogne en 1997.

Chalutiers Bretagne sud - langoustine du golfe Activites en 1997



fichier: plggg97.df

Figure IV.2.7.3. Temps de pêche par Rectangle pour les navires ciblant la langoustine du golfe Gascogne en 1997

Les secteurs de pêche les plus fréquentés correspondent au nord de la grande Vasière (figure IV.2.7.3). Bien que la précision du rectangle CIEM soit insuffisante dans le cas de cette pêcherie très localisée, on constate que les plus petits navires se concentrent sur les secteurs les plus côtiers, pour des sorties journalières, les plus gros pouvant pêcher plus au large.

Rendements langoustine du golfe en 1997

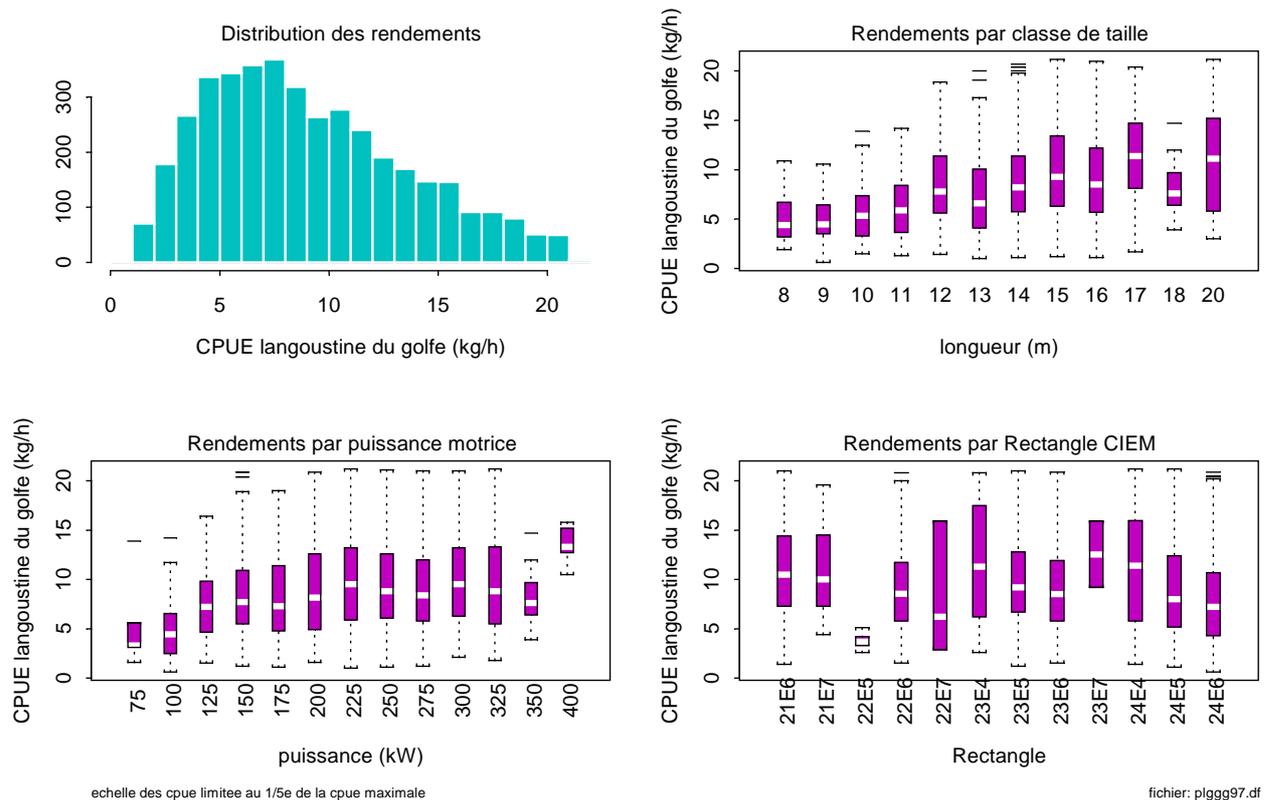


Figure IV.2.7.4. Rendements en langoustine des bateaux de Bretagne sud ciblant la langoustine golfe de Gascogne.

L'examen des rendements en langoustine de cette flottille montre que l'essentiel des Cpue de langoustine du golfe de Gascogne est inférieur à 30 kg/heure de pêche, malgré quelques très fortes valeurs 100 kg / heure). Les figures IV.2.7.4a-d présentent les informations concernant les cpue inférieures à 20 kg/h (soit le cinquième de la valeur maximale de cpue observée).

IV.2.7.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des traits anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.2.7.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 68 % de la variance totale.

n) avec la Sous-Division comme facteur Zone de pêche :
sans objet car une seule Sous-Division fréquentée

o) avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovlggg972s_aov(log(clggg)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=plggg97.df)
summary(aovlggg972s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 167  25433.53   152.297   24.4411    0
  Rect   9    676.21    75.135   12.0579    0
  mois  11  27374.77  2488.615  399.3821    0
Residuals 4046  25211.29    6.231
rdeux(aovlggg972s,3) = 0.6796361
```

Tableau IV.2.7.2a et b. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue langoustine du golfe de Gascogne 1997.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 105 et 131 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.2.7.3.

```
aovlggg972sr_aov(log(clggg)~Bateau+Rect+mois,weights=TP, subset=abs(resred)<2)
summary(aovlggg972sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 167  25851.10   154.797   30.5894    0
  Rect   9    589.34    65.482   12.9400    0
  mois  11  26582.54  2416.595  477.5434    0
Residuals 3810  19280.39    5.060
rdeux(aovlggg972sr,3) = 0.7333403
```

Tableau IV.2.7.3. Analyse 'finale' des cpue de langoustine du golfe Gascogne en 1997 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 73% de la variance totale. Cependant, il faut noter que les effets Bateau et mois dominant largement l'analyse, la période étant le plus important.

Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont bons (figure IV.2.7.5). De plus, la normalité des résidus est acceptable comme le montre la figure IV.2.7.6b et le tableau IV.2.7.4.

Bateaux - langoustine du golfe - 1997 Resumé des diagnostics - PdP locale

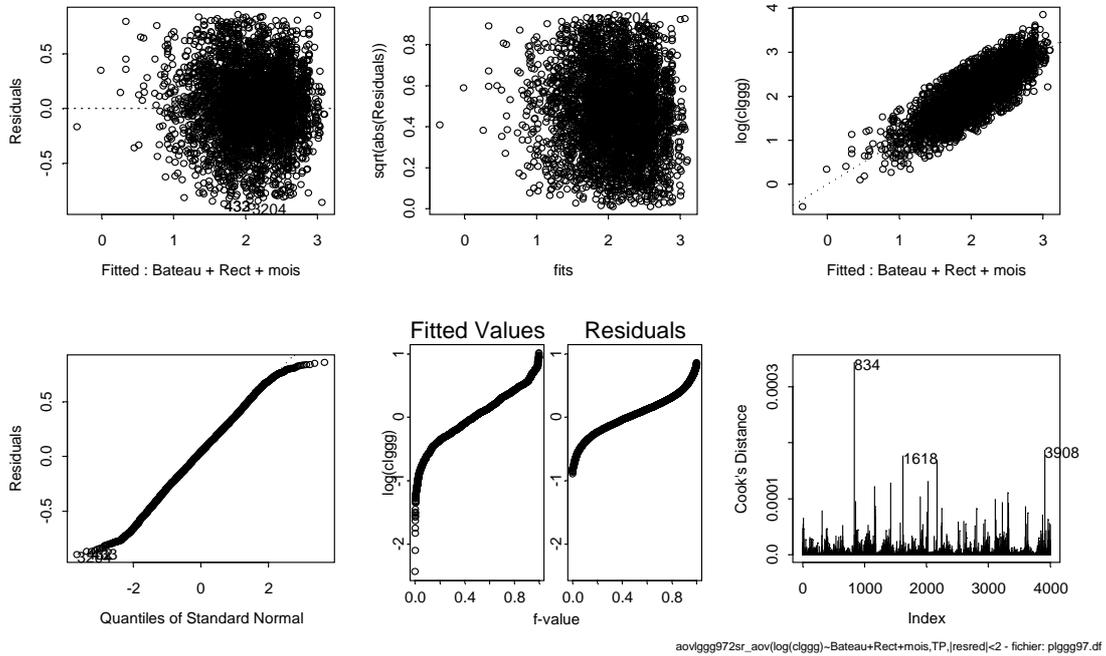


Figure IV.2.7.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de langoustine du golfe de Gascogne en local.

```
ks.gof(resid(aovlggg972sr),distribution="normal")
```

One sample Kolmogorov-Smirnov Test of Composite Normality

```
data: resid(aovlggg972sr)
ks = 0.0105, p-value = 0.5
alternative hypothesis:
True cdf is not the normal distn. with estimated parameters
sample estimates:
mean of x standard deviation of x
0.03179516 0.3279321
```

Tableau IV.2.7.4. Test sur la distribution des résidus de l'analyse de cpue langoustine du golfe de Gascogne 1997.

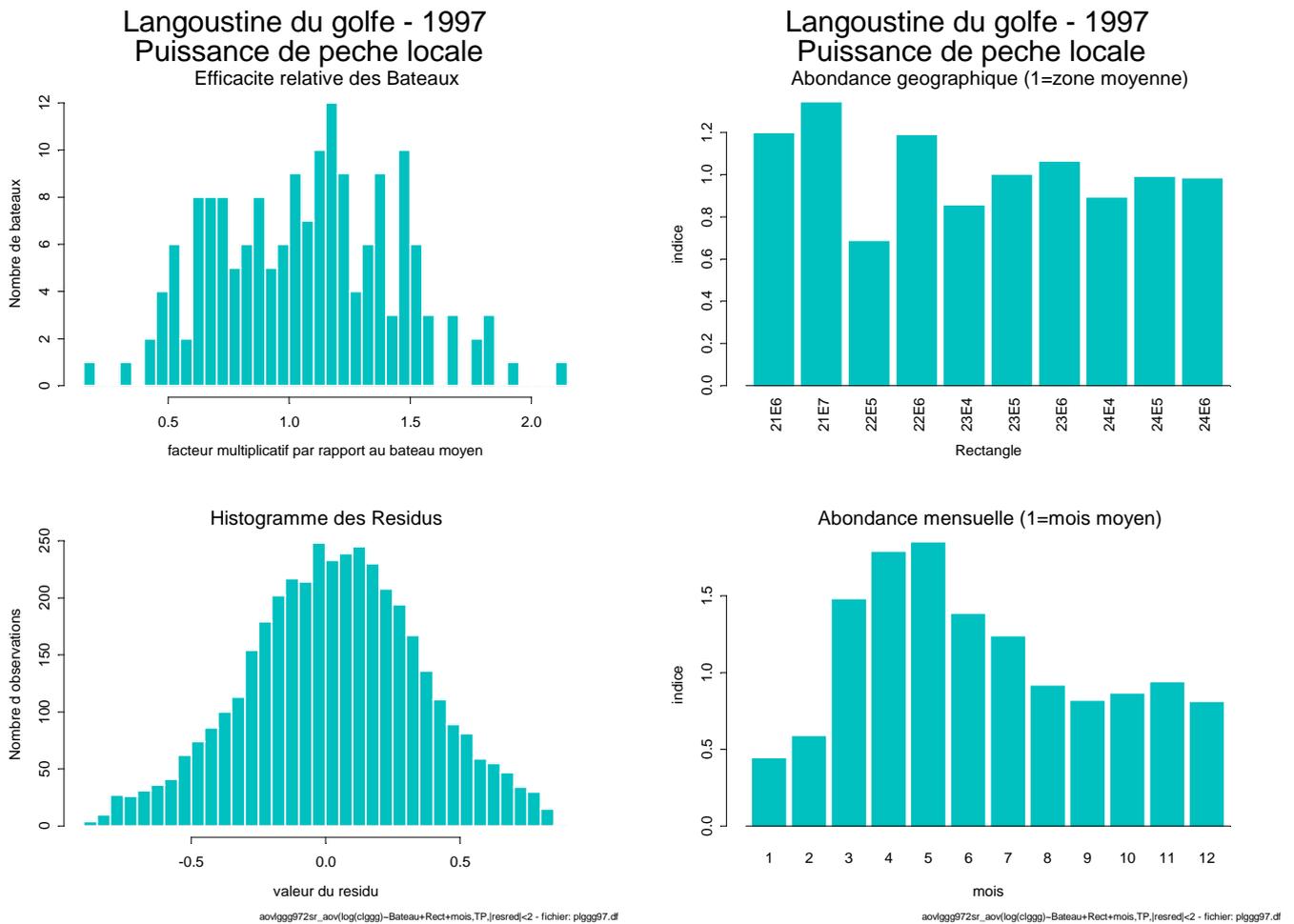


Figure IV.2.7.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue langoustine golfe de Gascogne.

La figure IV.2.7 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale).

Comme pour le lieu noir, les résultats sont présentés après transformation exponentielle du logarithme de la puissance de pêche et des abondances. L'effet du 'bateau moyen' comme celui de l'abondance moyenne par rectangle ou mensuelle est égale à 1.

On constate que la très grande majorité des navires possèdent une efficacité moyennes comprise entre 0.5 et 1.5. Un seul bateau montre une efficacité locale supérieur à deux fois la moyenne, et deux navires semblent 'très mauvais'.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles les plus fréquentés montre une grande homogénéité de l'abondance, comme le montre la carte IV.2.7.1. L'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois, montre une saisonnalité très marquée, avec une plus forte abondance au printemps (figures IV.2.7.6 c,d).

b) Efficacité globale

Le tableau IV.2.7.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale.

```
aovlggg975sr_aov(log(clggg)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovlggg975sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 167 25851.52  154.800  30.6776    0
mois    11 26934.90 2448.628 485.2607    0
Residuals 3812 19235.37   5.046
rdeux(aovlggg975sr,2) = 0.7329229
```

Tableau IV.2.7.5. Analyse 'finale' des cpue de langoustine golfe Gascogne en 1997 : Puissance de pêche globale.

Compte tenu du faible impact de la zone de pêche dans l'explication de l'efficacité, il n'est pas surprenant de trouver un ajustement pratiquement identique en excluant le rectangle de l'analyse.

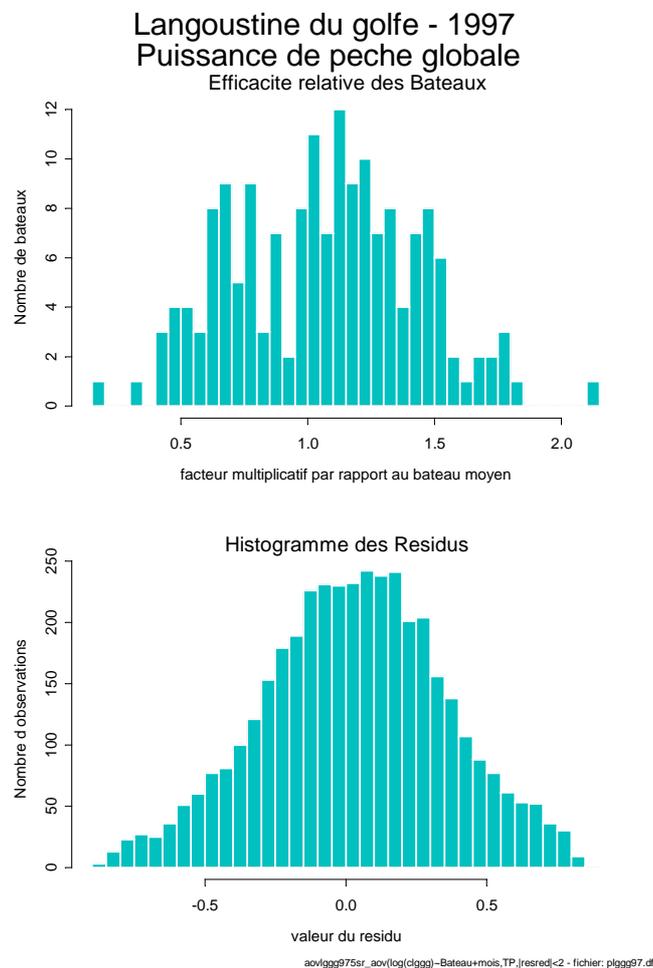


Figure IV.2.7.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant la langoustine du golfe de Gascogne en 1997.

La figure IV.2.7.7.a montre une répartition de l'efficacité des navires similaire à celle des puissances locales.

c) Indice de capacité stratégique

Compte tenu de ce qui précède sur le très faible apport de l'aspect spatial, il n'est pas étonnant que l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné, soit sans intérêt (figure IV.2.7.8.), la quasi-totalité des navires a un indice égal à 1.

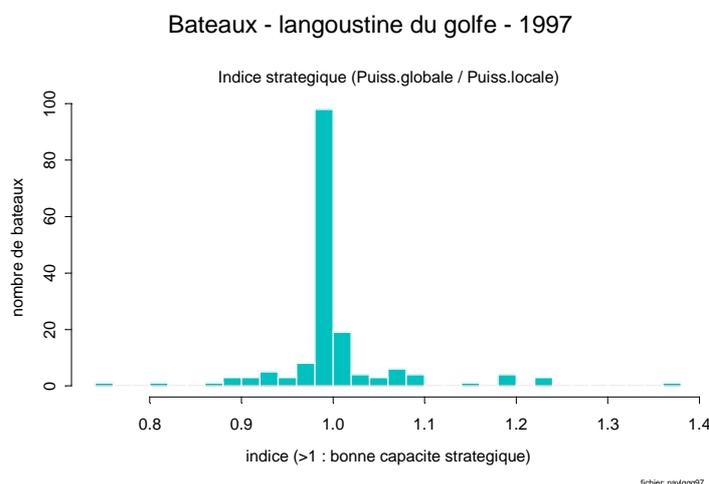


Figure IV.2.7.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la langoustine du golfe de Gascogne en 1997.

IV.2.7.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.2.7.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant la langoustine du golfe de Gascogne.

```

*** Correlation for data in:  navlggg ***

```

	Jauge	Puiss	Long	age	pchjum
Jauge	1.0000000	0.75620675	0.8321593	-0.4761358	0.16530846
Puiss	0.7562067	1.00000000	0.7475689	-0.5158518	0.09054807
Long	0.8321593	0.74756891	1.0000000	-0.2467427	0.14540593
age	-0.4761358	-0.51585183	-0.2467427	1.0000000	-0.09917080
pchjum	0.1653085	0.09054807	0.1454059	-0.0991708	1.00000000

Tableau IV.2.7.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant la langoustine golfe Gascogne en 1997.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont assez fortement corrélées entre elles. L'âge présente une certaine relation avec la puissance et la jauge des navires. La part du temps de pêche du navire consacré aux chaluts jumeaux (*pchjum*) semble indépendante des autres facteurs.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche de la langoustine du golfe de Gascogne constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.2.7.7.

```
aovptlggg97_aov(exp(lPl)~Puiss+pchjum+Long+age+Jauge,data=navlggg97,weights=TPT)
summary(aovptlggg97)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
Puiss  1   1412.41  1412.415  10.16582 0.0017175
pchjum 1   1425.53  1425.532  10.26023 0.0016368
Long    1   2111.31  2111.311  15.19611 0.0001416
age     1   1072.94  1072.942   7.72247 0.0060987
Jauge   1    64.22    64.224   0.46225 0.4975449
Residuals 162  22507.89  138.938
rdeux(aovptlggg97,5) = 0.2128543
```

Tableau IV.2.7.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances locales – Langoustine golfe de Gascogne 1997.

On constate que tous les facteurs, à l'exception de la Jauge, ont un effet significatif, mais qu'ils n'expliquent qu'un peu plus de 20% de la variance totale. Il faut noter que l'utilisation des chaluts jumeaux a autant d'effet que la Puissance. L'élimination de 6 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro n'améliore pas la qualité de la relation, puisque le pourcentage de variance expliquée ne dépasse pas 25%. Dans tous les cas, les diagnostics concernant les résidus sont mauvais (figure IV.2.7.9).

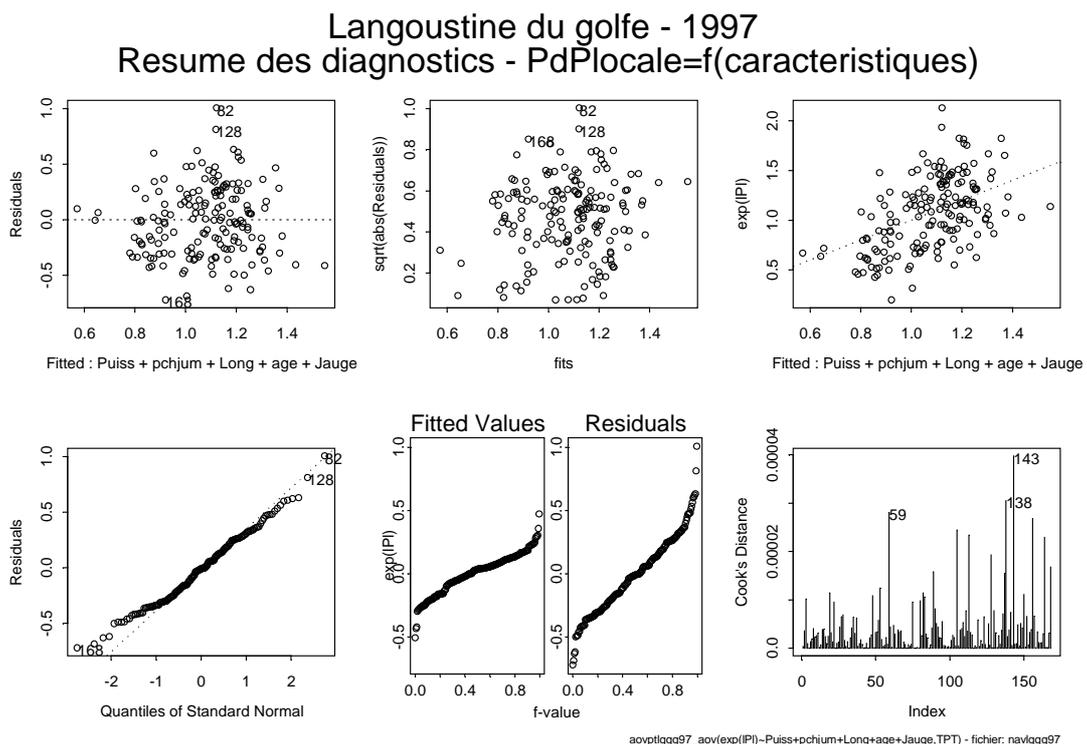


Figure IV.2.7.9. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

Compte tenu du très faible pouvoir explicatif du modèle, il n'y a pas lieu de procéder à une sélection automatique des facteurs les plus pertinents.

c) Puissance de pêche globale

Du fait de la quasi-similitude des puissances de pêche locales et globales, toute tentative d'explication de l'efficacité stratégique des navires par les facteurs retenus est vaine.

IV.2.7.5. Conclusion

Compte tenu de la taille des bateaux, et de la précision de la localisation des zones de pêche, l'effet spatial est complètement négligeable dans l'analyse des efficacités. Aucun des facteurs retenus, Puissance motrice, Jauge, Longueur, Age, Chaluts jumeaux ne peut expliquer les efficacités des bateaux. Plus des trois quarts de la variance totale demeure inexpliquée.

Il s'agit pour beaucoup de bateaux, notamment ceux du Pays bigouden, d'une pêche à la journée. Dans ces conditions, le choix du secteur de pêche est très limité à l'échelle du rectangle statistique. Néanmoins, compte tenu de la physionomie de la Grand Vasière, plus proche d'une mosaïque de substrats variés que d'une zone homogène, le choix des 'coins' de pêche est déterminant dans la réussite d'un bateau. Ce type d'information, hélas inaccessible dans un fichier national des statistiques de pêche, entre pour une part sans doute très importante dans l'effet Bateau, et donc dans la part non expliquée par les facteurs retenus plus haut.

Les chaluts jumeaux, s'ils ont un effet significatif sur l'explication de la variance n'apparaissent pas aussi importants que ce que l'on attendait avant cette analyse. Cependant le codage de ce type de chaluts est encore mal ou peu utilisé dans les statistiques de pêche nationale. L'enquête sur l'évolution des caractéristiques des navires et de leur équipement, initiée par ce Projet, devrait apporter des réponses... dans quelques mois. De plus, s'il est évident que l'utilisation de chaluts jumeaux accroît les rendements des navires qui les utilisent, certains bateaux peuvent être très efficaces en utilisant d'autres types de chaluts (ceux dits 'cascadeurs' notamment). Cela a pour conséquence de minimiser l'effet des chaluts jumeaux comme facteur explicatif même si au niveau individuel les augmentations qu'ils induisent sont sensibles.

IV.2.8. Conclusion

Le modèle présenté permet de rendre compte entre 50 et 83% de la variabilité des cpue observées en 1997. Pour certains des stocks étudiés (lieu noir, morue, merlu), cette part de variance expliquée est plus faible que celle estimée avec les données de 1986. Pour les baudroies, le modèle explique 83% de la variabilité des cpue en 1997 contre 74% en 1986.

La variabilité des efficacités individuelles dépend également des stocks et des années étudiées. Les navires ciblant le merlu et les langoustines présentent une plus faible hétérogénéité que ceux ciblant les baudroies ou les gadidés.

Les différences entre stocks et entre les années étudiées sont beaucoup plus importantes lors de la tentative d'explication des efficacités individuelles par les caractéristiques techniques des navires. Comme lors de l'estimation des efficacités individuelles, les ajustements sont meilleurs avec les données de 1986 qu'avec celles de 1997 pour le lieu noir, la morue, et le merlu. Ils sont moins bons pour baudroies et merlan.

Il est possible de distinguer trois groupes parmi les stocks étudiés :

- ceux pour lesquels les efficacités individuelles sont à peu près bien expliquées par les caractéristiques techniques des navires : lieu noir, morue, merlan, avec plus de 50% de la variance totale expliquée,
- ceux pour lesquels l'explication est extrêmement médiocre : baudroies, merlu et langoustine du golfe de Gascogne : entre 20 et 40% de variance expliquée,
- enfin la langoustine de mer Celtique pour laquelle les caractéristiques techniques des navires n'expliquent absolument pas la variabilité des efficacités individuelles.

La puissance motrice n'est, dans aucun des cas étudiés, la variable explicative dominante, même si les caractéristiques techniques sont en général fortement corrélées entre elles. Jauge, Longueur ou Age peuvent en effet être retenues par une procédure de sélection automatique. Il faut noter enfin que, en général, la puissance locale s'explique légèrement mieux par les caractéristiques retenues que la puissance globale. Ce n'est pas le cas pour le lieu noir en 1997.

IV.3. Drague à praires en Baie de Granville 1978-1996

L'analyse des rendements des dragueurs à praire de Granville a été conduite dans la même ligne que celle des rendements des chalutiers de Bretagne sud. Trois années, 1978, 1989 et 1995, sont particulièrement étudiées qui correspondent à des étapes importantes de l'histoire de la pêche. Afin de tirer partie de la relativement longue série historique, une étude pluri-annuelle a été effectuée sur un nombre restreint de navires présents sur l'ensemble de la période. Ainsi diverses interactions pourront être testées, mettant en évidence quelques 'dérives' d'efficacités individuelles.

IV.3.1. Etude de l'année 1978

L'étude porte sur les dragueurs de praires de Granville. Aucune sélection préalable des marées en fonction des secteurs de pêche n'a été effectuée.

IV.3.1.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une marée telle que les débarquements de praire représentent plus de 50 kg. Le tableau IV.3.1.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	5207	Suppression	5207	Suppression	5201	Suppression	5197
Bateaux	67	des	67	des bateaux	63	des rectangles	63
Rectangles	2	rectangles non	2	tels que moins de	2	tels que moins de	2
Sous-Rectangles	32	renseignés	32	5 observations	32	5 observations	30

Tableau IV.3.1.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Praire1978'.

On constate ainsi que 4 bateaux de Granville n'ont ciblé que très ponctuellement la praire. De plus, sur les 32 sous-rectangles fréquentés, seuls 2 le sont moins de 5 fois au cours de l'année. Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. Une observation présente un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4 . L'analyse s'effectue donc sur les 5196 observations de 63 bateaux.

IV.3.1.2. Description de la pêche

Les figures IV.3.1.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant la praire en 1978.

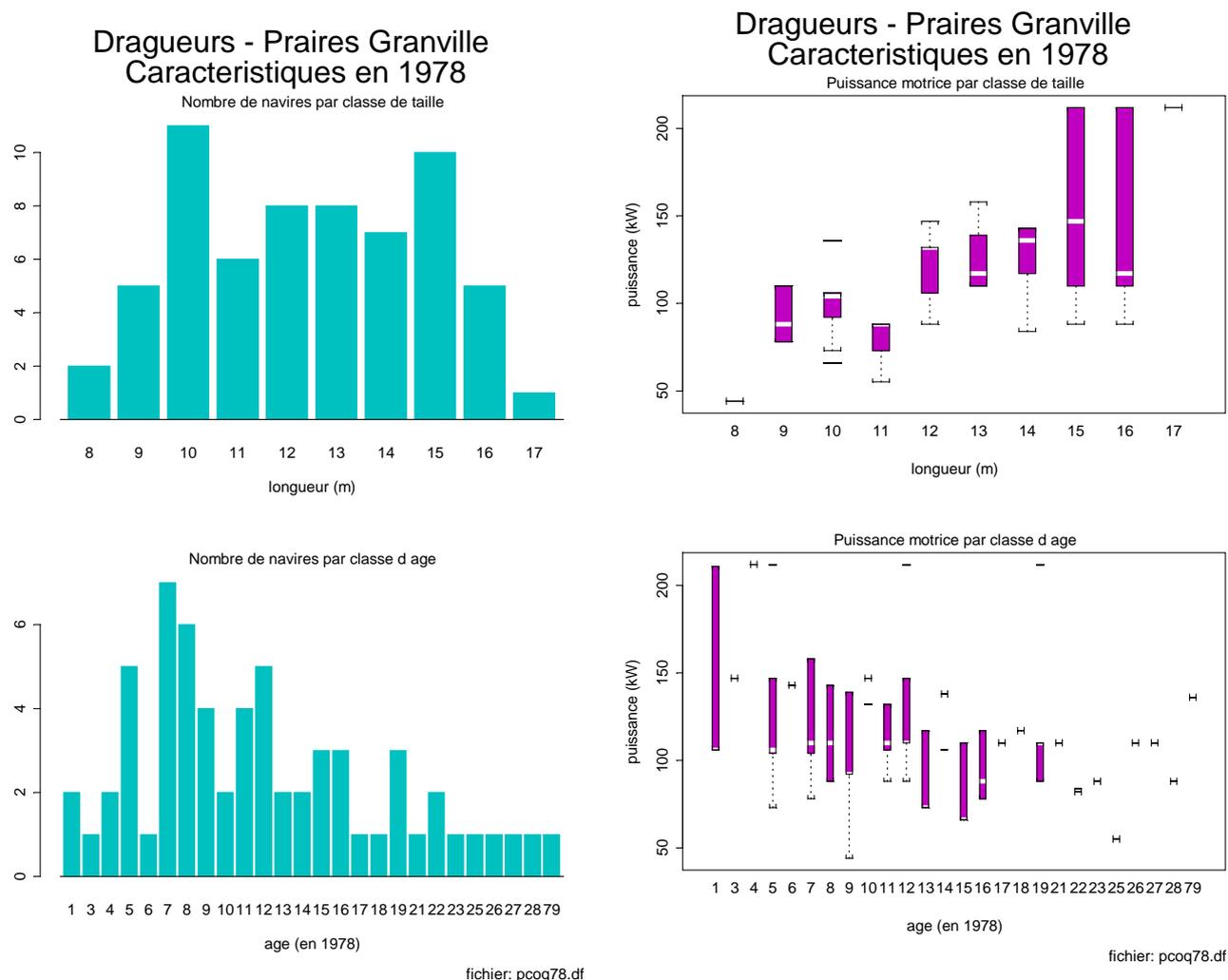
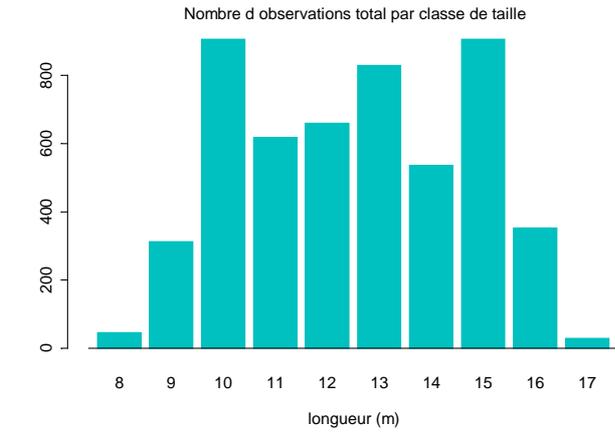


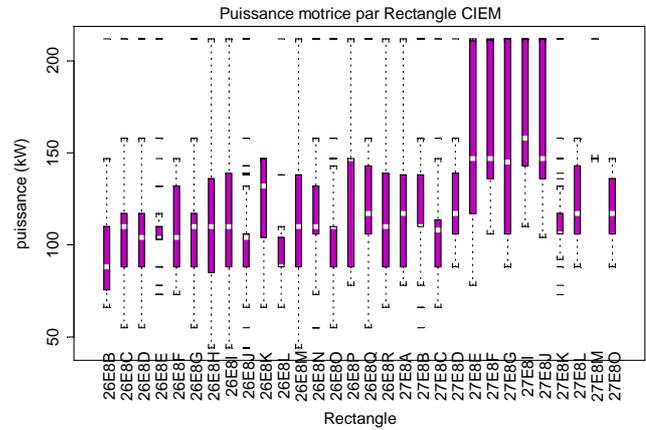
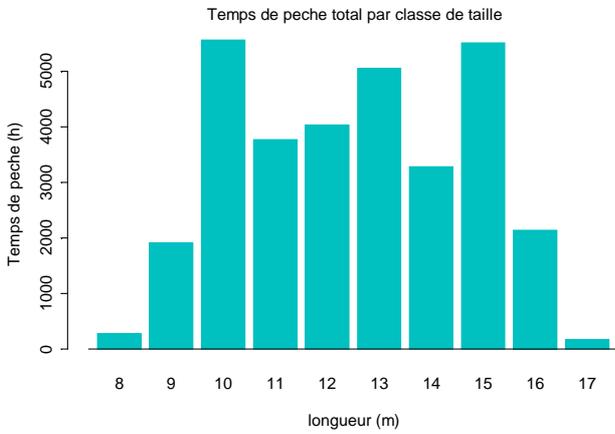
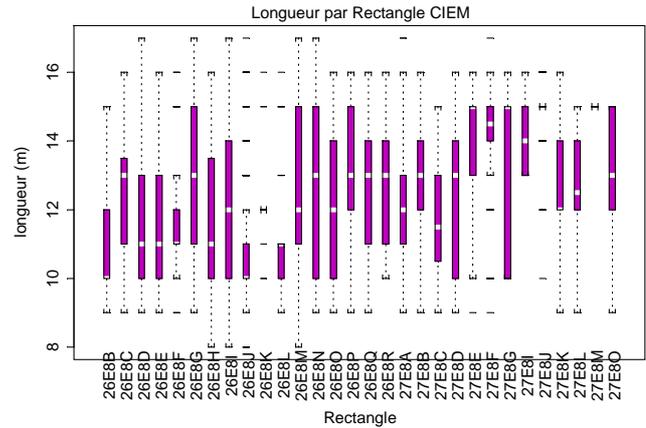
Figure IV.3.1.1a-d. Structure de la flotte ciblant la praire en 1978.

La flottille compte 63 navires de 8 à 17 mètres de longueur ; l'effectif par classe est relativement équilibré jusqu'à 16 mètres et on compte un navire de plus de 16 mètres. L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré à la praire ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.3.1.2a-d.

Dragueurs - Praires Granville Activites en 1978



Dragueurs - Praires Granville Activites en 1978

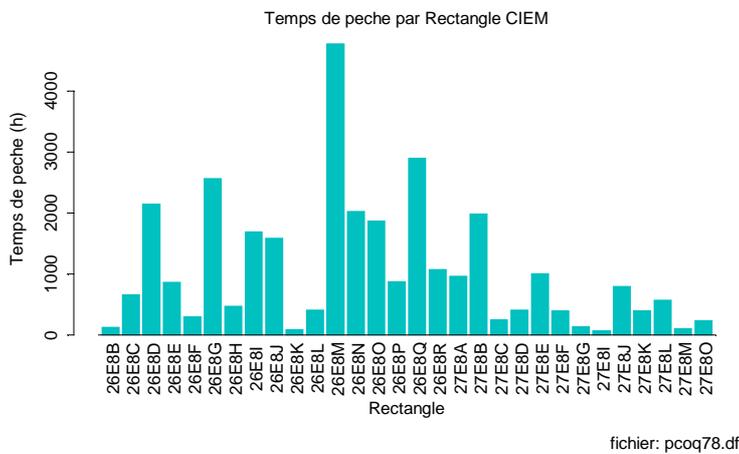


fichier: pcoq78.df

fichier: pcoq78.df

Figure IV.3.1.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant la praire en 1978.

Dragueurs - Praires Granville Activites en 1978



fichier: pcoq78.df

Figure IV.3.1.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant la praire en 1978

Rendements praires Granville en 1978

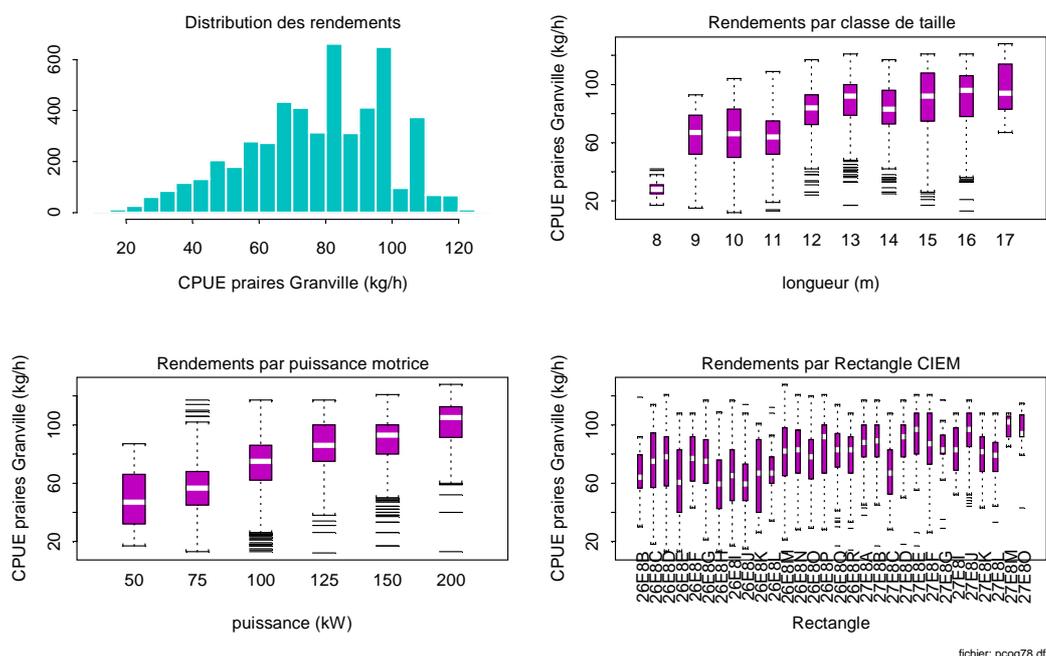


Figure IV.3.1.4. Rendements en praire des bateaux de Granville.

Les rendements en praire de la flottille varient entre 20 et 120 kg/heure. La fréquence importante des rendements de 82.5, 97.5 et 102.5 kg/h est liée au fait que de nombreux navires atteignaient en 1978 le quota individuel journalier. Malgré ces limitations on observe une augmentation du rendement avec la puissance motrice.

IV.3.1.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

L'analyse préliminaire (tableau IV.3.1.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 57 % de la variance totale.

avec le Rectangle comme facteur zone de pêche :

```
aovcoq782s_aov(log(ccoq)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pcoq78.df)
summary(aovcoq782s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(>F)
Bateau  62  1748.479  28.20128  99.06627  0
Rect    29   103.064   3.55392  12.48433  0
mois    7   132.938  18.99112  66.71254  0
Residuals 5097  1450.967   0.28467
rdeux(aovcoq782s,3) = 0.5776483
```

Tableau IV.3.1.2. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue praire1978.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 21 et 196 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.3.1.3.

```
aovcoq782sr_aov(log(ccoq)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovcoq782sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  62  1592.432  25.68439  166.1750   0
Rect    29   76.022   2.62146   16.9605   0
mois     7  109.738  15.67689  101.4276   0
Residuals 4881  754.419  0.15456
rdeux(aovcoq782sr,3) = 0.7021183
```

Tableau IV.3.1.3. Analyse 'finale' des cpue de praire en 1978 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 70 % de la variance totale du $\log(\text{ccoq})$, et que l'effet Bateau domine (63 % de la variance totale est expliquée par ce seul facteur). Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont présentés à la figure IV.3.1.5. La distribution des résidus est assez éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.3.1.6b.

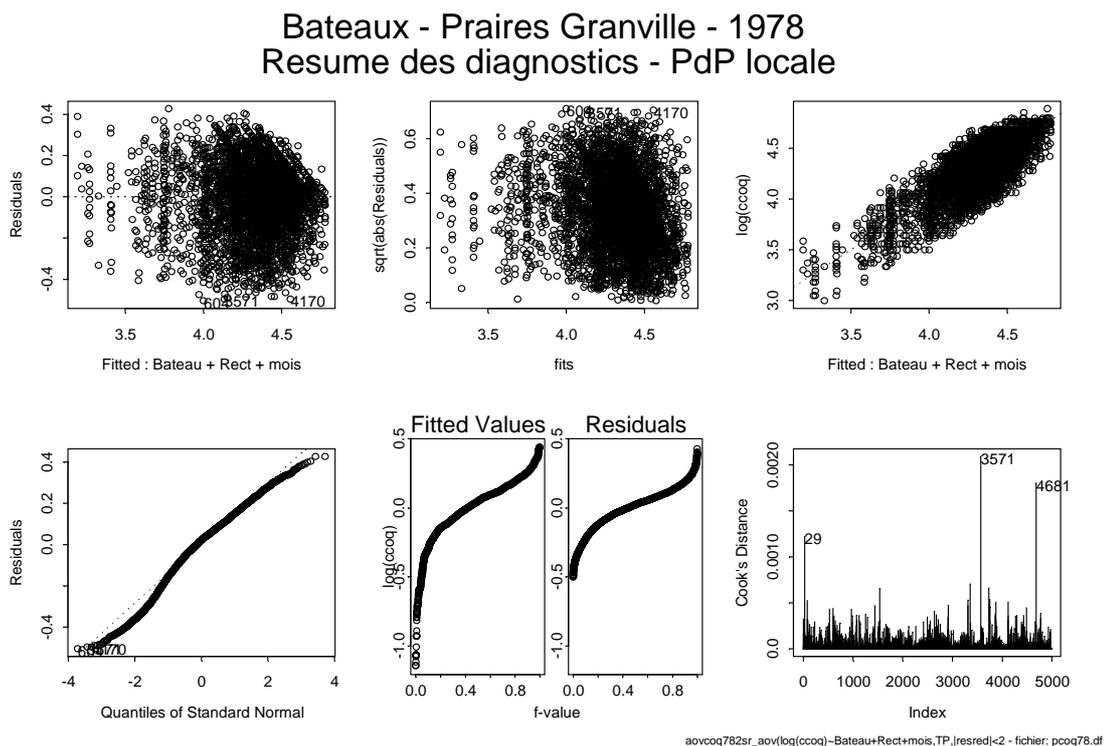


Figure IV.3.1.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de praire en local.

La figure IV.3.1 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale). On constate que l'efficacité varie de 0.3 jusqu'à 1.4 soit plus d'un facteur 4.

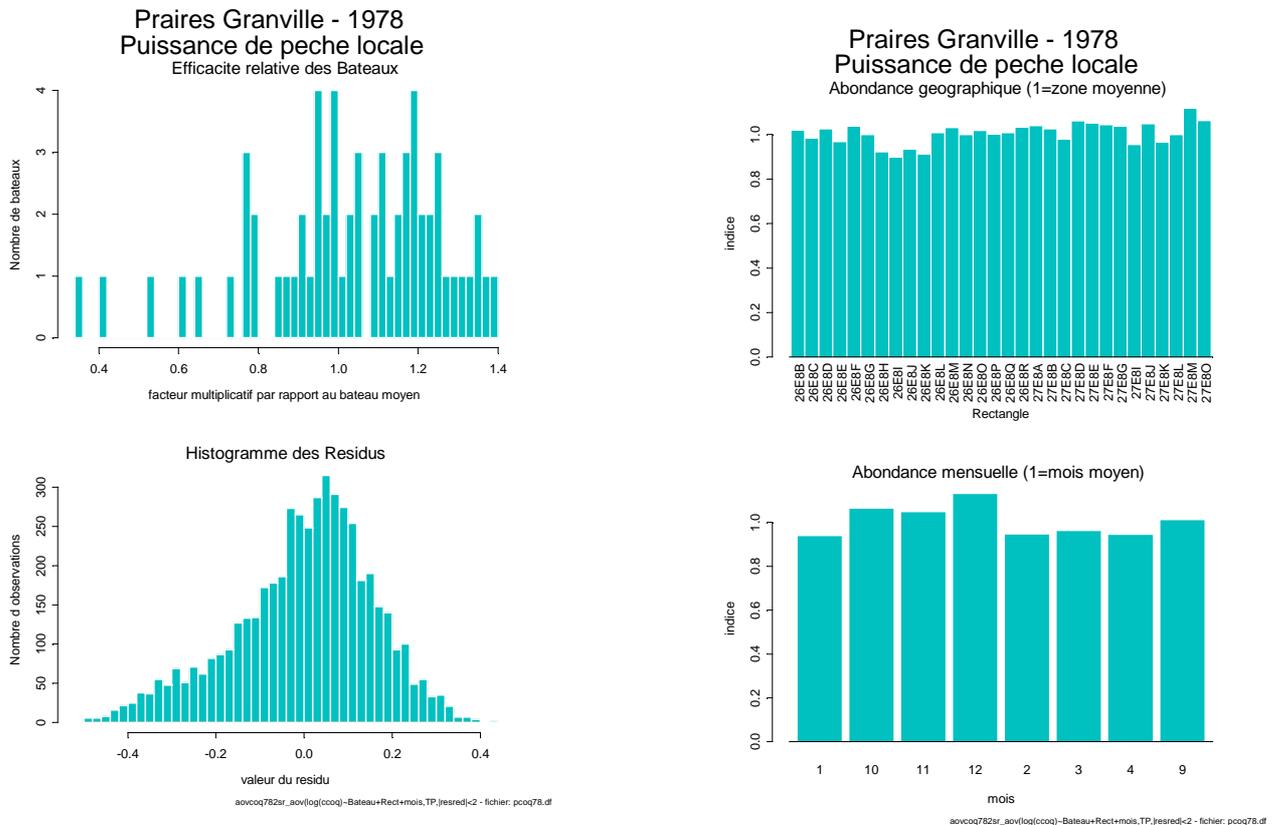


Figure IV.3.1.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de praire.

L'analyse des coefficients relatifs aux sous-rectangles montre de faibles disparités entre les zones de pêche. De plus l'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois varie peu même si elle est légèrement plus faible en fin de campagne. (figures IV.3.1.5 c,d).

b) Efficacité globale

Le tableau IV.3.1.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon sous-rectangle.

```
aovcoq785sr_aov(log(ccoq)~Bateau+mois,weights=TP,data=toto,subset=abs(resred)<2)
summary(aovcoq785sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  62  1621.589   26.15466  162.7183    0
mois     7   149.344   21.33488  132.7326    0
Residuals 4915   790.016    0.16074
rdeux(aovcoq785sr,2) = 0.6915143
```

Tableau IV.3.1.5. Analyse 'finale' des cpue de praire en 1978 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement sans le facteur rectangle est à peine moins bon comme le laissait supposer la faible disparité entre les zones observée précédemment.

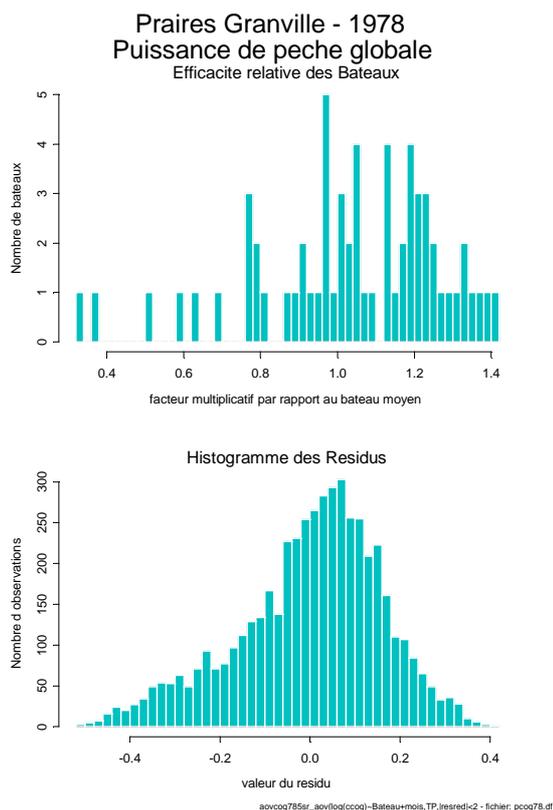


Figure IV.3.1.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant la praire en 1978.

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donnant l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné, on constate (figure IV.3.1.8.) que l'essentiel de la flottille a un indice compris entre 0.95 et 1.05.

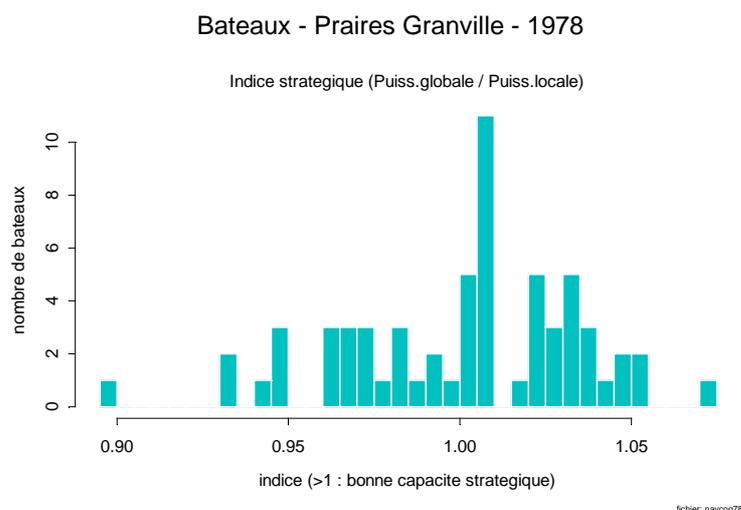


Figure IV.3.1.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la praire en 1978.

IV.3.1.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.3.1.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant la praire.

```
*** Correlation for data in: navcoq78 ***
      Jauge      Puiss      Long      age
Jauge 1.00000000  0.7199225  0.91901193 -0.03576038
Puiss 0.71992251  1.0000000  0.66269275 -0.16279260
Long  0.91901193  0.6626928  1.00000000  0.01859383
age   -0.03576038 -0.1627926  0.01859383  1.00000000
```

Tableau IV.3.1.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant la praire en 1978.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont corrélées entre elles, alors que l'âge ne l'est pas.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche du praire constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

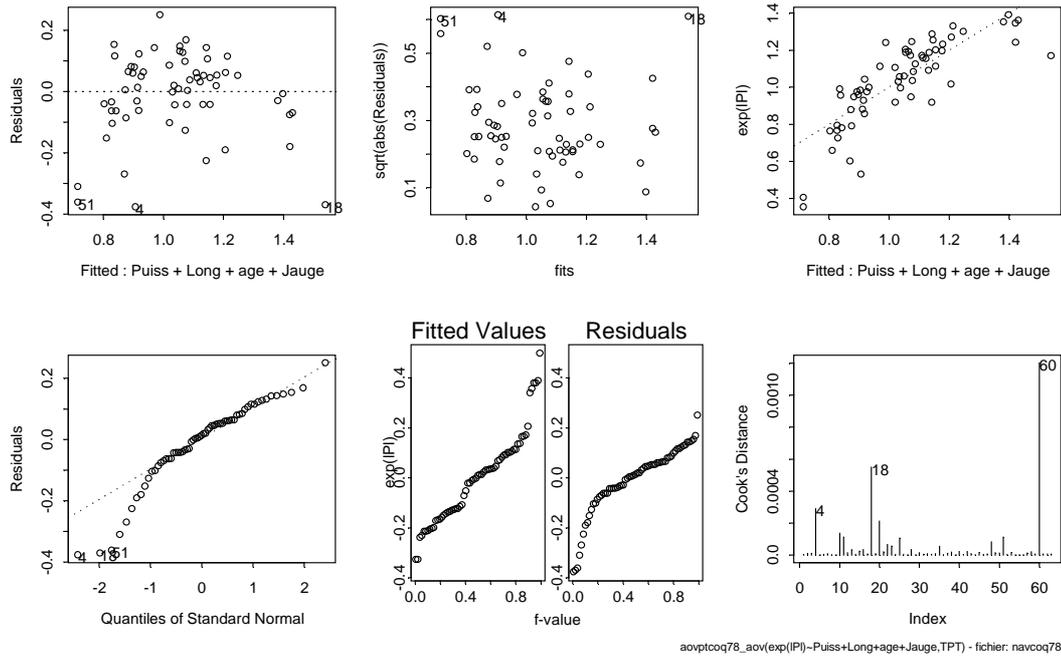
Les résultats sont présentés au tableau IV.3.1.7.

```
aovptcoq78_aov(exp(lPl)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq78,weights=TPT)
summary(aovptcoq78)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
Puiss  1  708.9386  708.9386  92.05211 0.0000000
Long   1  124.9542  124.9542  16.22467 0.0001656
age    1    8.1141    8.1141  1.05358 0.3089460
Jauge  1    6.3566    6.3566  0.82537 0.3673751
Residuals 58  446.6866    7.7015
rdeux(aovptcoq78,4) = 0.6550816
```

Tableau IV.3.1.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Praire 1978.

On constate que les facteurs jauge et âge ne sont pas significatifs au seuil de 70 % et ne contribuent que très faiblement, et que les facteurs Puissance et Longueur expliquent plus de 65% de la variance totale. L'élimination de 5 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro fait passer ce pourcentage de variance expliquée à plus de 71% et les diagnostics statistiques indiquent un modèle peu robuste (figure IV.3.1.10).

Praires Granville - 1978 Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)



Praires Granville - 1978 Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)

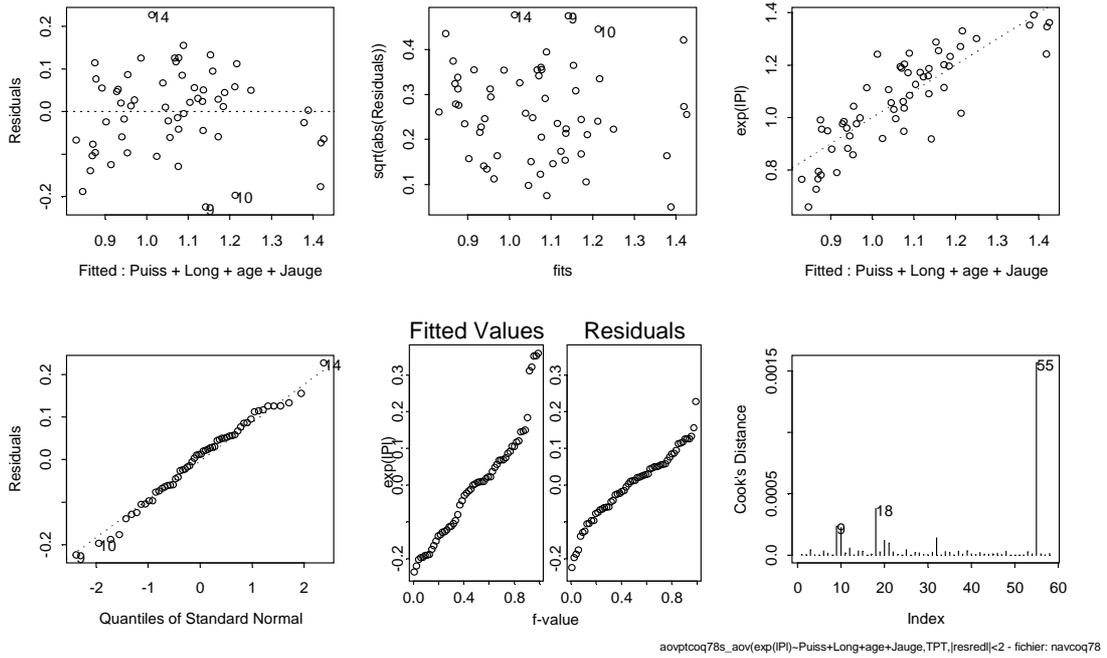


Figure IV.3.1.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques avec et sans les navires outsiders.

Il est intéressant de noter cependant qu'une sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.3.1.8.), conduit à ne retenir que les facteurs Puissance et Longueur.

```
aov0_aov( exp( lPI ) ~ 1, data = navcoq78, weights = TPT )
aovpfcoq78_step( aov0, ~Puiss+Long+age+Jauge, data = navcoq78 )
```

Start: AIC= 1336.826
exp(lPl) ~ 1

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ 1

scale: 20.8879

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			1295.050	1336.826
Puiss	1	708.9386	586.111	669.663
Long	1	637.2010	657.849	741.401
age	1	30.8744	1264.176	1347.727
Jauge	1	691.5756	603.474	687.026

Step: AIC= 669.6631
exp(lPl) ~ Puiss

Single term deletions

Model:
exp(lPl) ~ Puiss

scale: 20.8879

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			586.111	669.663
Puiss	1	708.9386	1295.050	1336.826

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Puiss

scale: 20.8879

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			586.1115	669.6631
Long	1	124.9542	461.1573	586.4847
age	1	0.3391	585.7724	711.0998
Jauge	1	121.6802	464.4313	589.7587

Step: AIC= 586.4847
exp(lPl) ~ Puiss + Long

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Puiss + Long

scale: 20.8879

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			461.1573	586.4847
age	1	8.114134	453.0431	620.1464
Jauge	1	7.183787	453.9735	621.0767

Tableau IV.3.1.8. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance locale.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer également l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.3.1.9.

```
aovpgcoq78_aov(exp(lPg)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq78,weights=TPT)
summary(aovpgcoq78)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(>F)
Puiss  1  813.8287  813.8287  89.47989 0.0000000
Long   1  126.1328  126.1328  13.86821 0.0004458
age    1   13.9071   13.9071   1.52907 0.2212355
Jauge  1    8.5104    8.5104   0.93571 0.3373995
Residuals 58  527.5159    9.0951
rdeux(aovpgcoq78,4) = 0.6459375
```

Tableau IV.3.1.9. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Praire1978.

Les caractéristiques expliquent près de 65% de la variance totale, et il faut noter que les facteurs Jauge et Age apparaissent peu significatifs. La puissance motrice des navires constitue, parmi les facteurs étudiés, celui qui apparaît prépondérant dans l'analyse. L'élimination de 4 bateaux pour lesquels les résidus sont jugés trop importants accroît la capacité explicative du modèle puisque le pourcentage de variance expliquée est alors de 69%. Les diagnostics présentés à la figure IV.3.1.11. montrent un modèle toujours peu robuste.

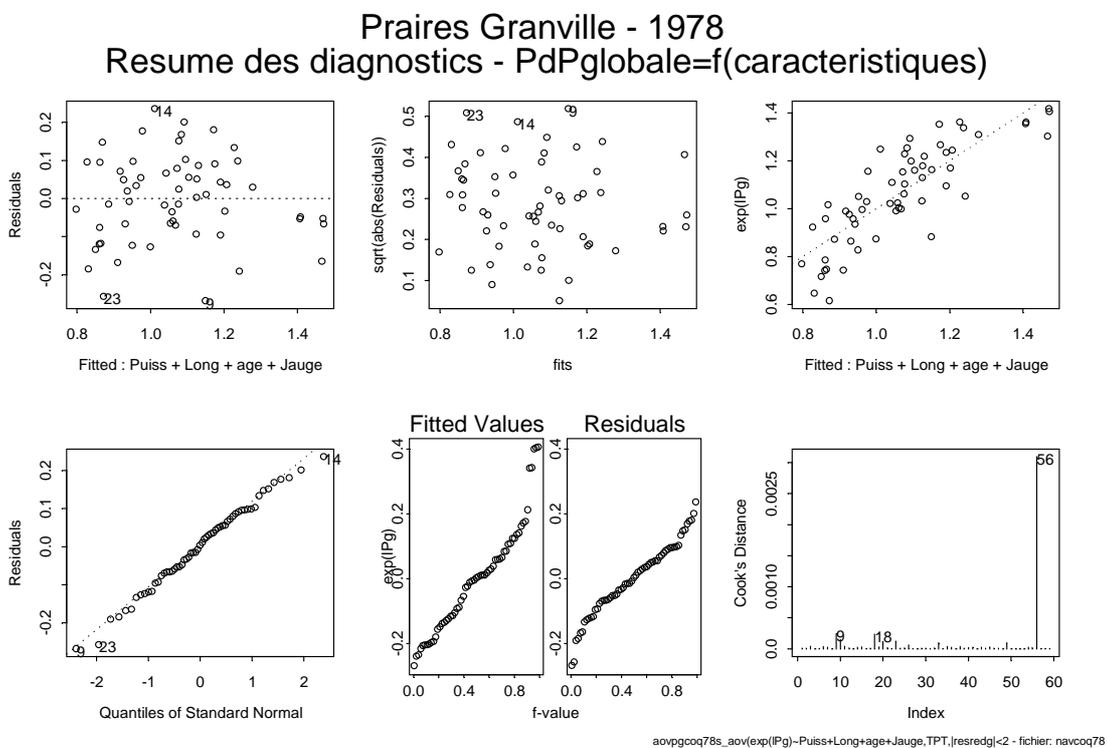


Figure IV.3.1.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

Contrairement à ce qui avait été trouvé lors de l'analyse des puissances de pêche locales, la sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.3.1.10.), conduit à retenir outre le facteur Puissance, la Jauge et non plus la longueur.

```
aov0_aov(exp(lPg)~1,data=navcoq78,weights=TPT)
aovpfcoq78_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq78)
Start: AIC= 1537.956
exp(lPg) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ 1
```

scale: 24.03056

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			1489.895	1537.956
Puiss	1	813.8287	676.066	772.188
Long	1	700.1041	789.791	885.913
age	1	46.2061	1443.689	1539.811
Jauge	1	772.7077	717.187	813.309

```
Step: AIC= 772.1884
exp(lPg) ~ Puiss
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ Puiss
```

scale: 24.03056

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			676.0662	772.1884
Long	1	126.1328	549.9334	694.1167
age	1	0.0593	676.0069	820.1902
Jauge	1	127.6499	548.4163	692.5997

```
Step: AIC= 692.5997
exp(lPg) ~ Puiss + Jauge
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ Puiss + Jauge
```

scale: 24.03056

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			548.4163	692.5997
Long	1	8.255379	540.1609	732.4054
age	1	8.469926	539.9464	732.1909

Tableau IV.3.1.10. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance globale.

IV.3.2. Etude de l'année 1989

L'étude porte sur les dragueurs de praires de Granville. Aucune sélection préalable des marées en fonction des secteurs de pêche n'a été effectuée.

IV.3.2.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une marée telle que les débarquements de praire représentent plus de 50 kg. Le tableau IV.3.2.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	2160	Suppression	2057	Suppression	2056	Suppression	2053
Bateaux	46	des	46	des bateaux	45	Des rectangles	45
Rectangles	2	rectangles non	2	tels que moins de	2	tels que moins de	2
Sous-Rectangles	8	renseignés	6	5 observations	6	5 observations	4

Tableau IV.3.2.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Praire1989'.

On constate ainsi que 1 bateau de Granville n'ont ciblé que très ponctuellement la praire. De plus, sur les 8 rectangles fréquentés, 4 le sont moins de 5 fois au cours de l'année.

Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. Aucune observation ne présente un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4 . L'analyse s'effectue donc sur les 2053 observations de 45 bateaux.

IV.3.2.2. Description de la pêche

Les figures IV.3.2.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant la praire en 1989.

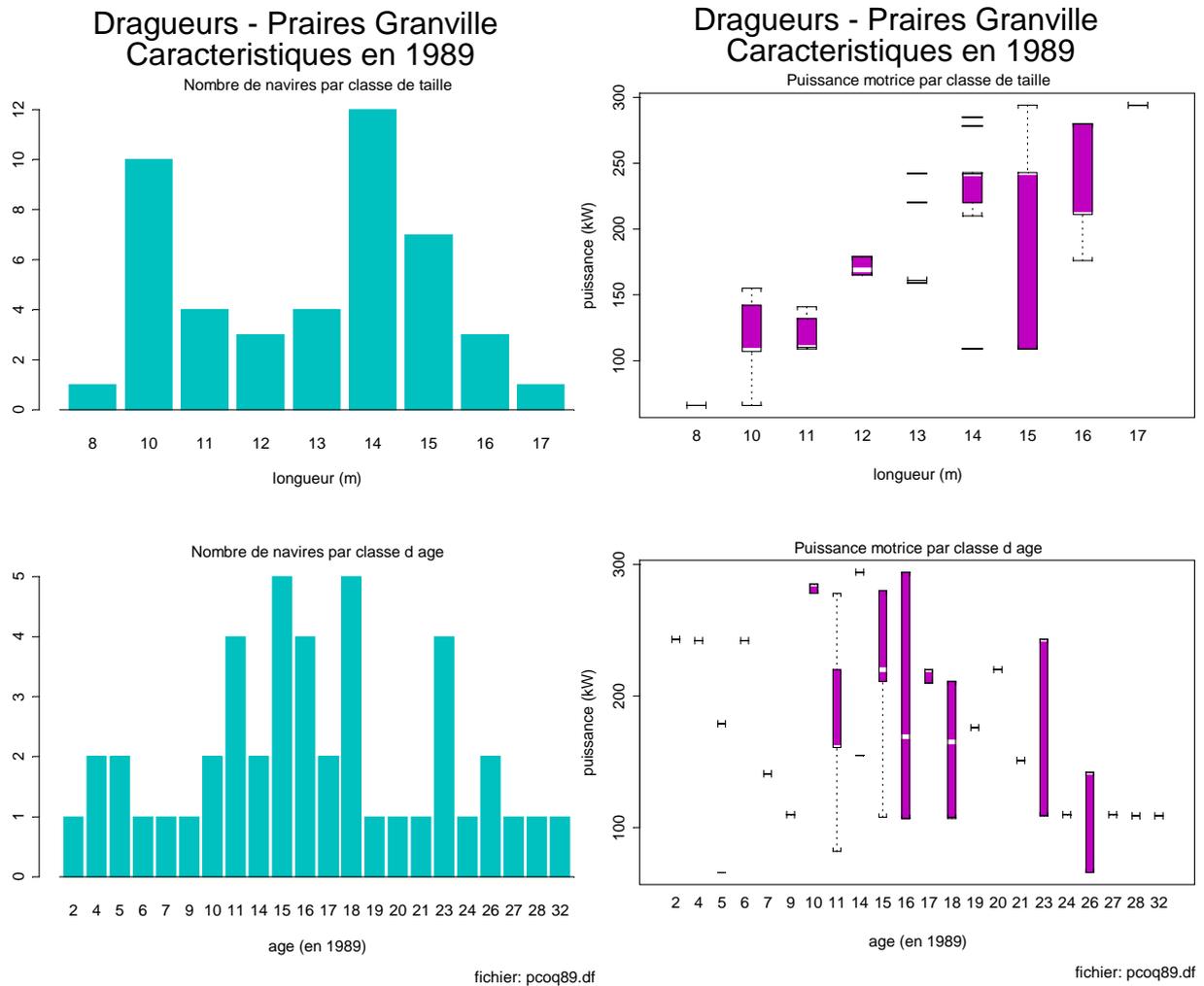


Figure IV.3.2.1a-d. Structure de la flotte ciblant la praire en 1989.

La flottille compte 45 navires de 8 à 17 mètres de longueur ; l'analyse par classe de longueur met en évidence deux modes le premier centré sur 10 mètres et le second à 14 mètres et on compte toujours un navire de plus de 16 mètres.

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré à la praire ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.3.2.2a-d.

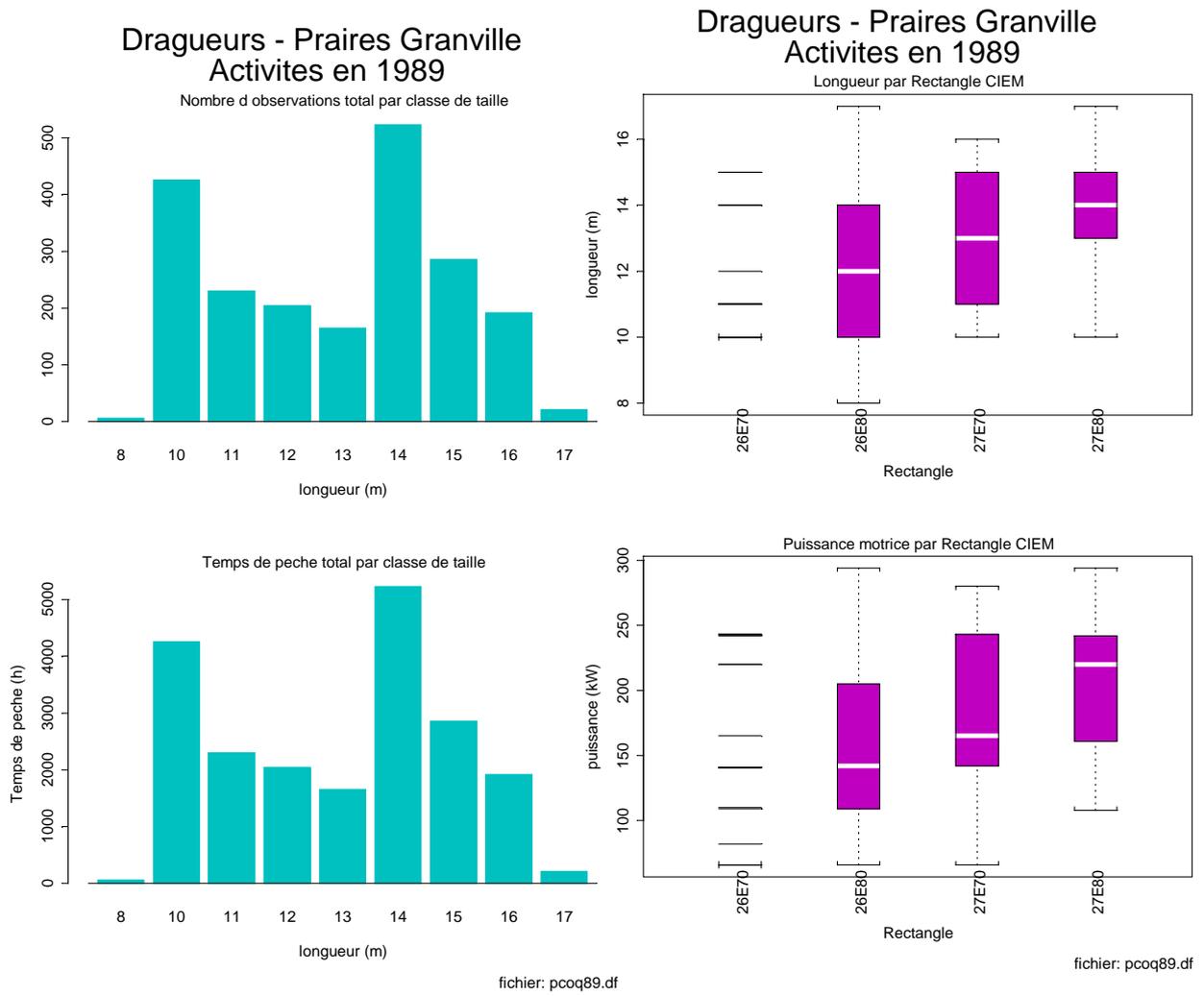


Figure IV.3.2.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant la praire en 1989.

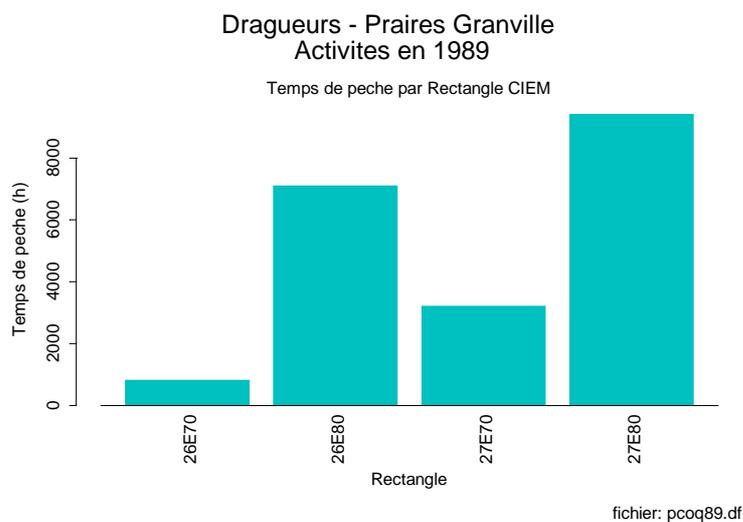


Figure IV.3.2.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant la praire en 1989

Rendements praires Granville en 1989

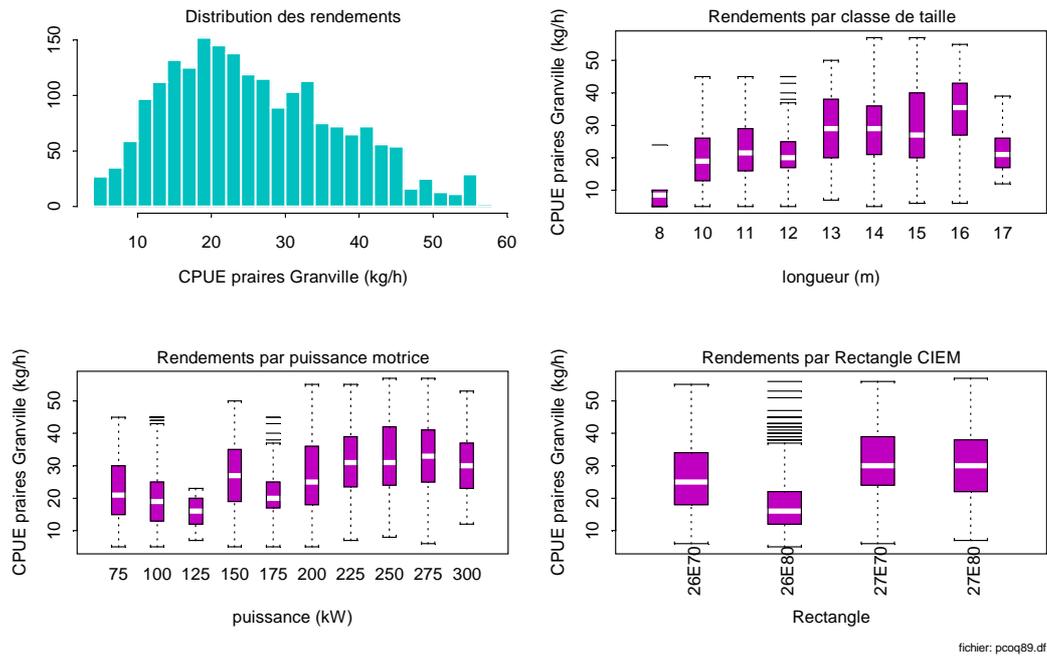


Figure IV.3.2.4. Rendements en praire des bateaux de Granville.

Les rendements en praire de la flottille granvillaise varient entre 5 et 57.5 kg/heure en 1989 contre 20 et 120 kg/heure en 1978. Les navires n'atteignent plus régulièrement leur quota individuel journalier. Le rendement tend à augmenter en fonction de la puissance motrice au moins jusqu'à 225 kW, au delà le rendement semble se stabiliser.

IV.3.2.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

L'analyse préliminaire (tableau IV.3.2.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 58 % de la variance totale.

```
aovcoq892s_aov(log(ccoq)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pcoq89.df)
summary(aovcoq892s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(>F)
Bateau 44  2381.225  54.11874  54.50620    0
Rect    3   295.204  98.40137  99.10587    0
mois    7   134.012  19.14453  19.28160    0
Residuals 1998  1983.797   0.99289
rdeux(aovcoq892s,3) = 0.5862122
```

Tableau IV.3.2.2. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue praire1989.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 36 et 70 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.3.2.3.

```
aovcoq892sr_aov(log(ccoq)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovcoq892sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau  44  2281.969  51.86294   79.7179  0
Rect     3   251.458  83.81945  128.8379  0
mois     7   119.335  17.04788   26.2041  0
Residuals 1892 1230.899  0.65058
rdeux(aovcoq892sr,3) = 0.6830571
```

Tableau IV.3.2.3. Analyse 'finale' des cpue de praire en 1989 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent plus de 68 % de la variance totale du $\log(\text{ccoq})$, et que l'effet Bateau domine (59 % de la variance totale est expliquée par ce seul facteur). Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont présentés à la figure IV.3.2.5. La distribution des résidus est assez éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.3.2.6b et le tableau IV.3.2.4.

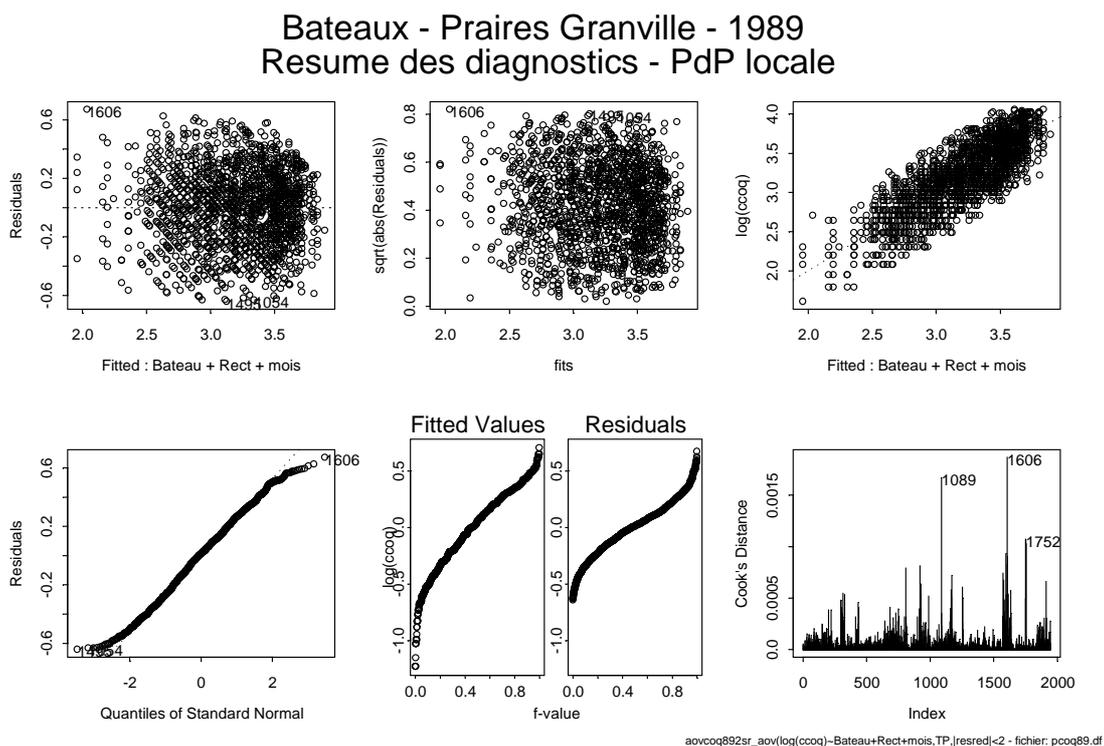


Figure IV.3.2.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de praire en local.

La figure IV.3.2 6a montre le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale). L'efficacité locale varie de 0.4 jusqu'à 1.8 soit plus d'un facteur 4.5.

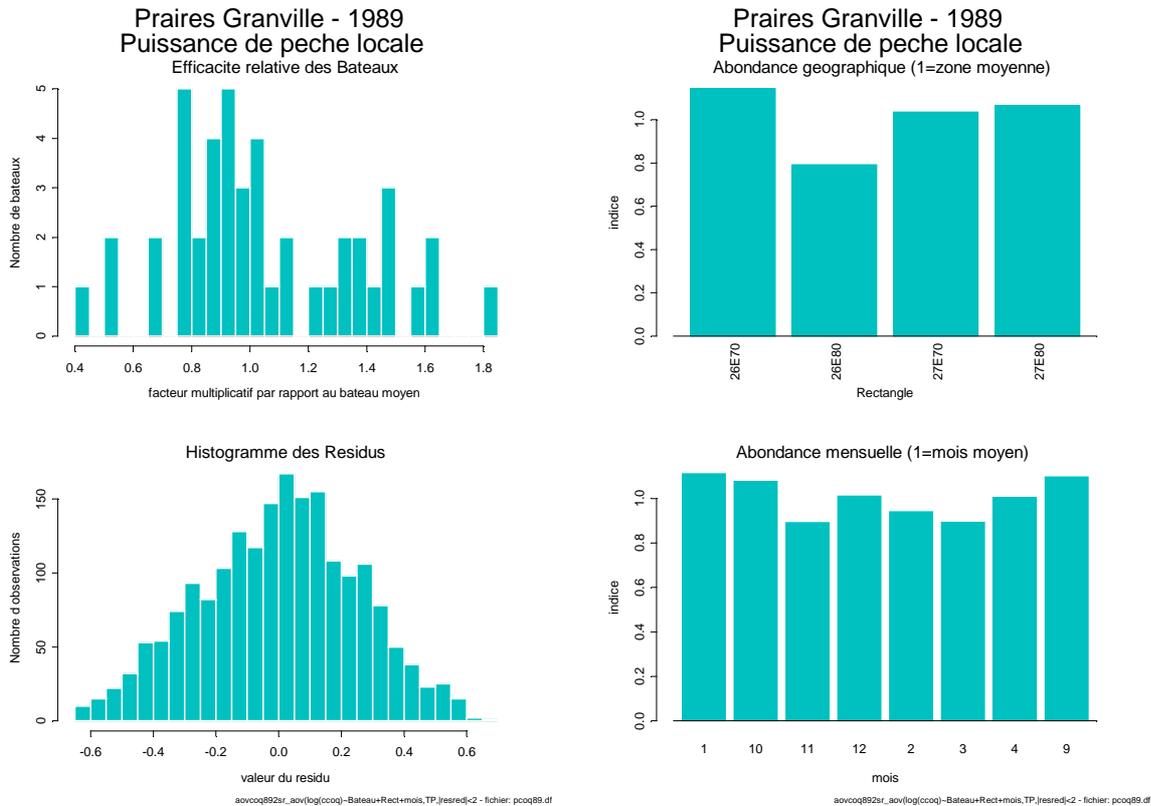


Figure IV.3.2.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de praire.

L'analyse des coefficients relatifs aux rectangles montre de faibles disparités entre les zones de pêche. De plus l'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois varie peu et n'exprime aucune tendance saisonnière. (figures IV.3.2.5 c,d).

b) Efficacité globale

Le tableau IV.3.2.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovcoq895sr_aov(log(ccoq)~Bateau+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovcoq895sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 44  2330.400  52.96364  71.99444    0
mois    7   142.969  20.42414  27.76291    0
Residuals 1896  1394.817  0.73566
rdeux(aovcoq895sr,2) = 0.6394132
```

Tableau IV.3.2.5. Analyse 'finale' des cpue de praire en 1989 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement est à peine moins bon qu'avec la zone de pêche; même après avoir éliminé les outsiders, les deux facteurs expliquent 64 % de la variance totale.

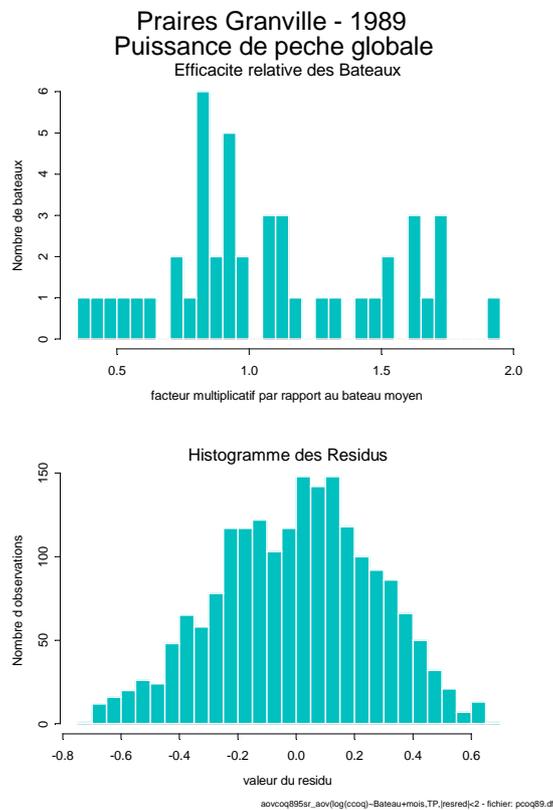


Figure IV.3.2.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant la praire en 1989.

On constate, à la figure IV.3.2.7.a que l'efficacité globale varie de 0.3 jusqu'à 1.4 soit plus d'un facteur 4.

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donne l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné. On constate (figure IV.3.2.8.) que l'éventail des valeurs s'est élargi par rapport à 1978 et qu'un tiers des navires présentent un indice stratégique inférieur à .95.

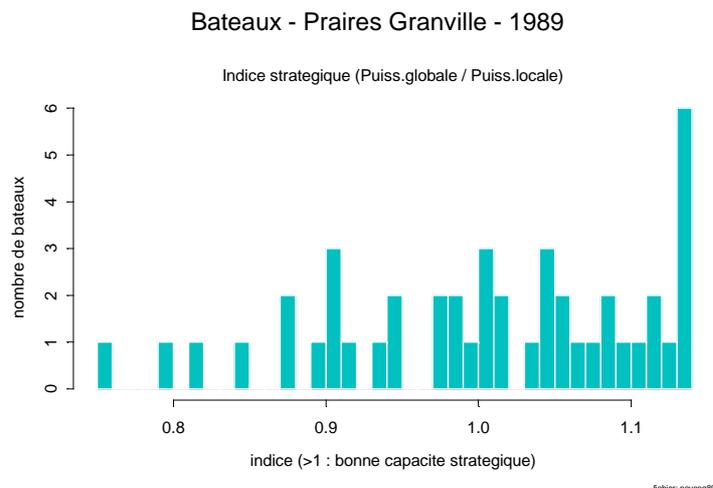


Figure IV.3.2.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la praire en 1989.

IV.3.2.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.3.2.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant la praire.

```
*** Correlation for data in: navcoq89 ***
      Jauge      Puiss      Long      age
Jauge 1.00000000  0.7602954  0.95828949  0.01636137
Puiss 0.76029537  1.00000000  0.79514050 -0.36823934
Long  0.95828949  0.7951405  1.00000000 -0.03137551
age   0.01636137 -0.3682393 -0.03137551  1.00000000
```

Tableau IV.3.2.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant la praire en 1989.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont très fortement corrélées entre elles, alors que l'âge l'est un peu moins.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche du praire constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.3.2.7.

```
aovptcoq89_aov(exp(lPl)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq89,weights=TPT)
summary(aovptcoq89)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
Puiss  1   690.144  690.1442  22.53936 0.0000264
Long   1    43.920   43.9196   1.43437 0.2381023
age    1   104.908  104.9080   3.42618 0.0715642
Jauge  1     3.499    3.4994   0.11429 0.7370832
Residuals 40  1224.780   30.6195
rdeux(aovptcoq89,4) = 0.407532
```

Tableau IV.3.2.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Praire 1989.

On constate que les facteurs Puissance et Age ont un effet significatif, et expliquent 40 % de la variance totale. L'élimination de 3 bateaux pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro fait passer ce pourcentage de variance expliquée à plus de 50 % (71 % en 1978). Dans les deux cas, les facteurs Longueur et Jauge ne sont pas significatifs au seuil de 80 %. Cependant, les diagnostics statistiques indiquent un modèle peu robuste (figure IV.3.2.10).

Praires Granville - 1989 Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)

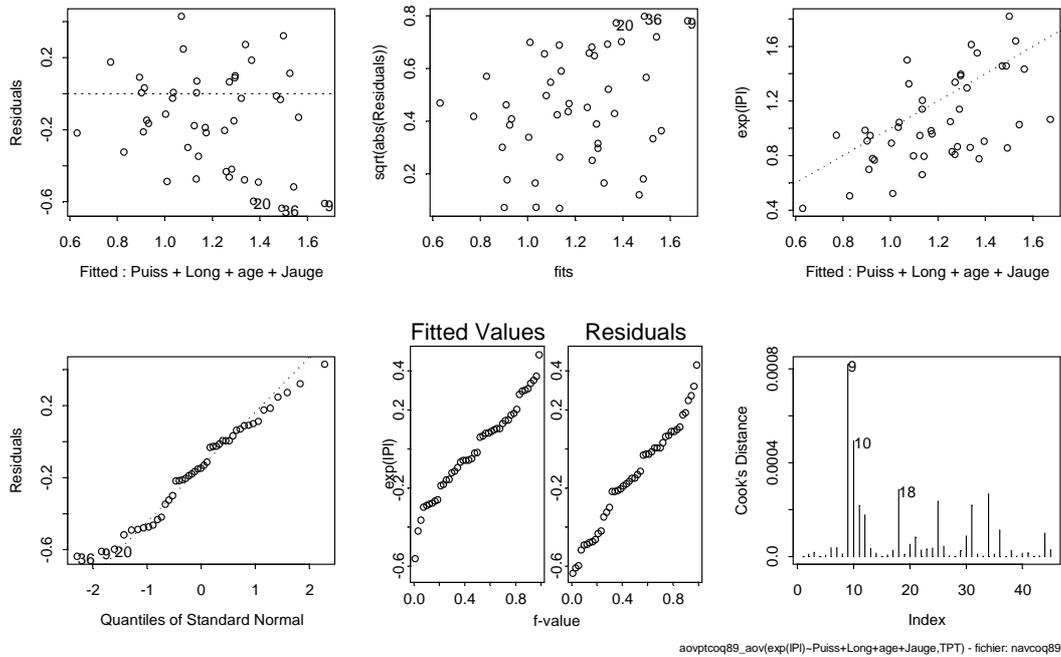


Figure IV.3.2.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

Une sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.3.2.8.), conduit à ne retenir que les facteurs Puissance et Age.

```
aov0_aov(exp(lP1)~1,data=navcoq89,weights=TPT)
aovpfcoq89_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq89)
Start: AIC= 2161.217
exp(lP1) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lP1) ~ 1
```

scale: 46.98299

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			2067.251	2161.217
Puiss	1	690.1442	1377.107	1565.039
Long	1	625.3154	1441.936	1629.868
age	1	16.9472	2050.304	2238.236
Jauge	1	625.5671	1441.684	1629.616

```
Step: AIC= 1565.039
exp(lP1) ~ Puiss
```

Single term additions

```
Model:
exp(lP1) ~ Puiss
```

scale: 46.98299

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			1377.107	1565.039
Long	1	43.9196	1333.188	1615.086
age	1	142.4119	1234.695	1516.593
Jauge	1	62.5652	1314.542	1596.440

```
Step: AIC= 1516.593
```

```

exp(lPl) ~ Puiss + age

Single term additions

Model:
exp(lPl) ~ Puiss + age

scale: 46.98299

      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>      1234.695 1516.593
  Long  1   6.415683 1228.280 1604.144
  Jauge  1   9.788599 1224.907 1600.771

```

Tableau IV.3.2.8. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance locale.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer également l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.3.2.9.

```

aovpgcoq89_aov(exp(lPg)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq89,weights=TPT)
summary(aovpgcoq89)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
  Puiss  1  1121.987  1121.987  25.33098 0.0000107
   Long  1    70.907    70.907   1.60086 0.2131027
    age  1   110.571   110.571   2.49635 0.1219871
   Jauge  1    27.762    27.762   0.62678 0.4332098
Residuals 40  1771.723    44.293
rdeux(aovpgcoq89,4) = 0.4290198

```

Tableau IV.3.2.9. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Praire1989.

Les caractéristiques expliquent près de 43% de la variance totale, et il faut noter que les facteurs Jauge, Longueur et Age apparaissent peu significatifs. La puissance motrice des navires constitue, parmi les facteurs étudiés, celui qui apparaît prépondérant dans l'analyse. L'élimination de 5 bateaux pour lesquels les résidus sont jugés trop importants accroît la capacité explicative du modèle puisque le pourcentage de variance expliquée est alors de 57 % (69% en 1978). Les diagnostics présentés à la figure IV.3.2.11. montrent un modèle toujours peu robuste.

Praires Granville - 1989 Resume des diagnostics - PdPglobale=f(caracteristiques)

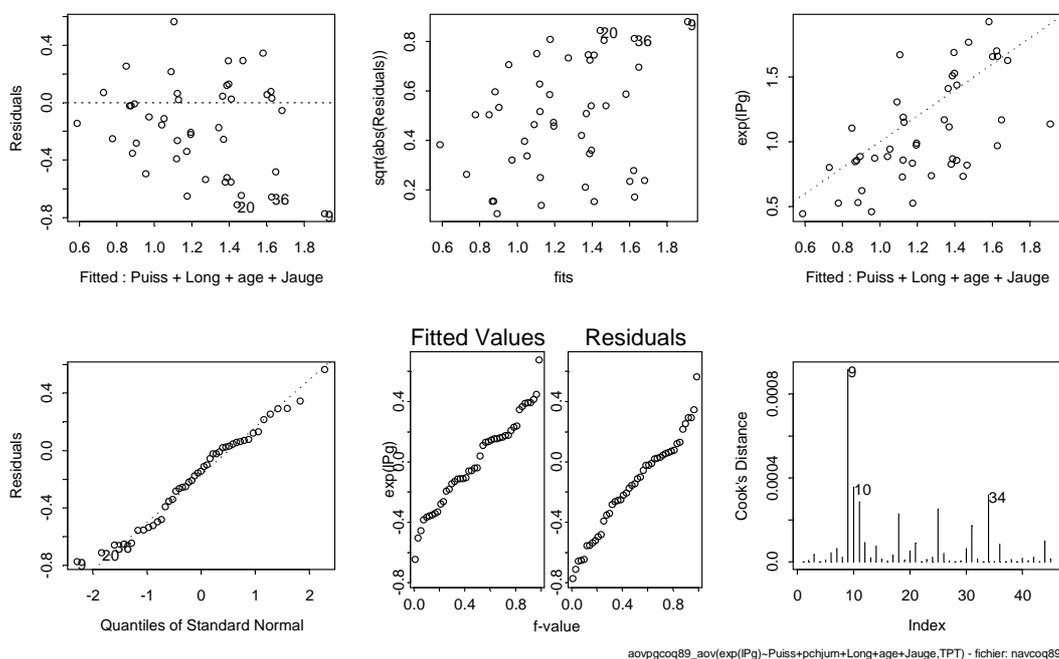


Figure IV.3.2.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

Conformément à ce qui avait été trouvé lors de l'analyse des puissances de pêche locales, la sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.3.2.10.), conduit à retenir les facteurs Puissance et Age.

```
aov0_aov(exp(lPg)~1,data=navcoq89,weights=TPT)
aovpfcoq89_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq89)
Start: AIC= 3243.993
exp(lPg) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ 1
```

scale: 70.52158

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			3102.950	3243.993
Puiss	1	1121.987	1980.963	2263.049
Long	1	1015.474	2087.475	2369.562
age	1	52.695	3050.254	3332.341
Jauge	1	1058.368	2044.581	2326.668

```
Step: AIC= 2263.049
exp(lPg) ~ Puiss
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ Puiss
```

scale: 70.52158

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			1980.963	2263.049
Long	1	70.9070	1910.056	2333.185
age	1	164.5798	1816.383	2239.512
Jauge	1	122.4033	1858.559	2281.689

Step: AIC= 2239.512
 exp(lPg) ~ Puiss + age

Single term deletions

Model:
 exp(lPg) ~ Puiss + age

scale: 70.52158

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			1816.383	2239.512
Puiss	1	1233.871	3050.254	3332.341
age	1	164.580	1980.963	2263.049

Single term additions

Model:
 exp(lPg) ~ Puiss + age

scale: 70.52158

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			1816.383	2239.512
Long	1	16.89799	1799.485	2363.658
Jauge	1	38.35077	1778.032	2342.205

Tableau IV.3.2.10. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance globale.

IV.3.3. Etude de l'année 1995

L'étude porte sur les dragueurs de praires de Granville. Aucune sélection préalable des marées en fonction des secteurs de pêche n'a été effectuée.

IV.3.3.1. Données et filtrages

Chaque observation correspond à une cpue calculée à partir des données de débarquements et d'effort d'une marée telle que les débarquements de praire représentent plus de 50 kg. Le tableau IV.3.3.1 donne le nombre d'observations gardées à l'issue de chaque étape du filtrage des données.

Nombre :	Initial	→		→		→	Final
Observations	1428	Suppression	1428	Suppression	1402	Suppression	1402
Bateaux	34	des	34	des bateaux	24	des rectangles	24
Sous-division	1	rectangles non	1	tels que moins de	1	tels que moins de	1
Rectangles	4	renseignés	4	5 observations	4	5 observations	4

Tableau IV.3.3.1. Résultats des différents filtres appliqués aux données 'Praire1995'.

On constate ainsi que 10 bateaux de Granville n'ont ciblé que très ponctuellement la praire. Le repérage et l'élimination des données suspectes selon la procédure décrite précédemment s'appliquent alors. Une observation présente un écart relatif (EMBAT) supérieur à 4 . L'analyse s'effectue donc sur les 1402 observations de 24 bateaux.

IV.3.3.2. Description de la pêche

Les figures IV.3.3.1.a-d montrent la structure de la flotte ciblant la praire en 1995.

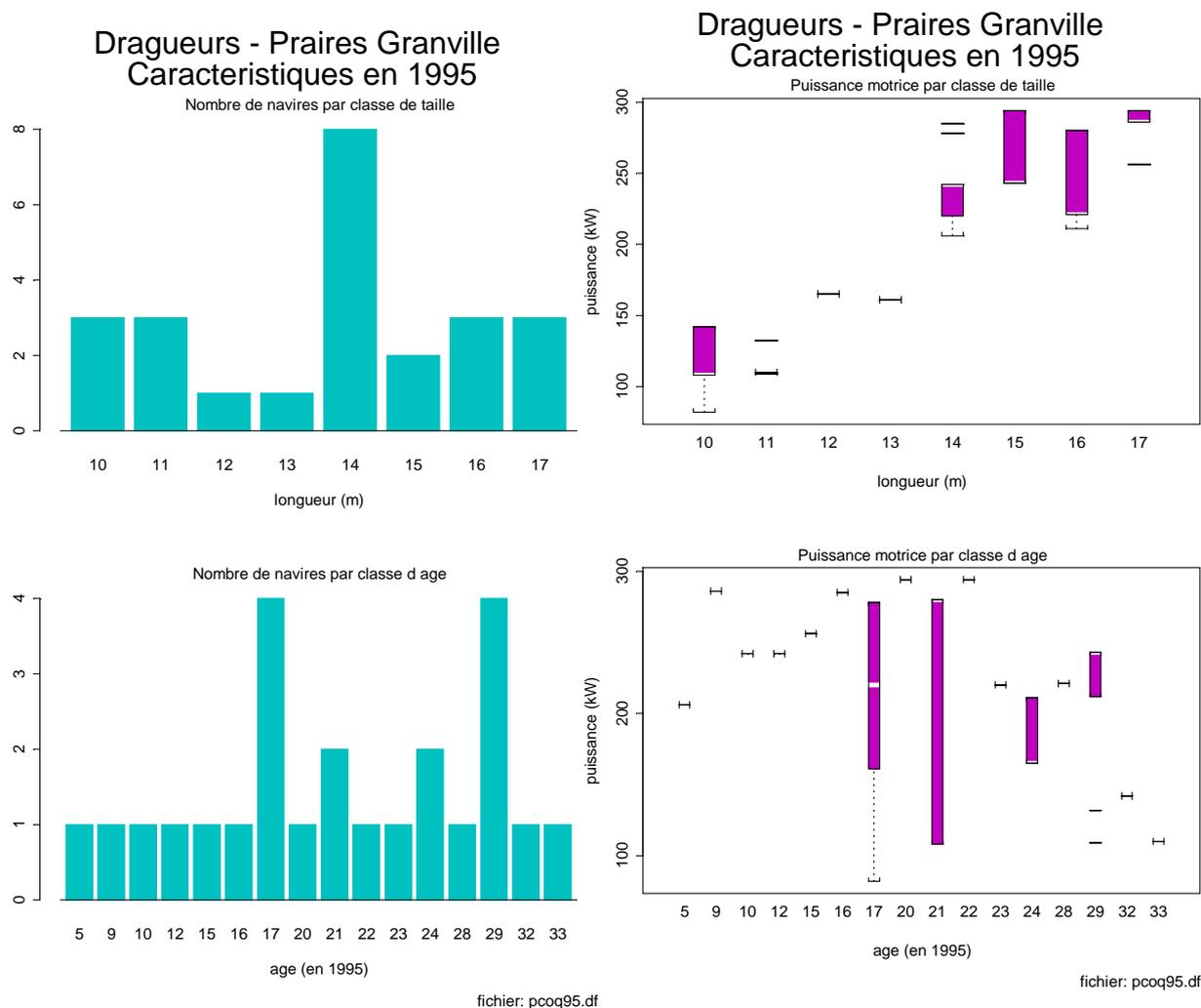


Figure IV.3.3.1a-d. Structure de la flotte ciblant la praire en 1995.

La flottille étudiée compte 24 navires de 10 à 17 mètres de longueur ; l'effectif par classe fait apparaître une nette dominance des navires de 14 mètres. (en 1978, la population était assez homogène de 8 à 17 m, en 1989 on notait un bi-modalisme de la flotte à 10 et 14 m, au cours du temps on relève une forte réduction des unités autour de 10 mètres qui dominaient la pêche dans les années 1970).

L'activité de ces navires, en terme de temps de pêche consacré à la praire ainsi que les secteurs de pêche fréquentés dans cette recherche sont présentés dans les figures IV.3.3.2a-d.

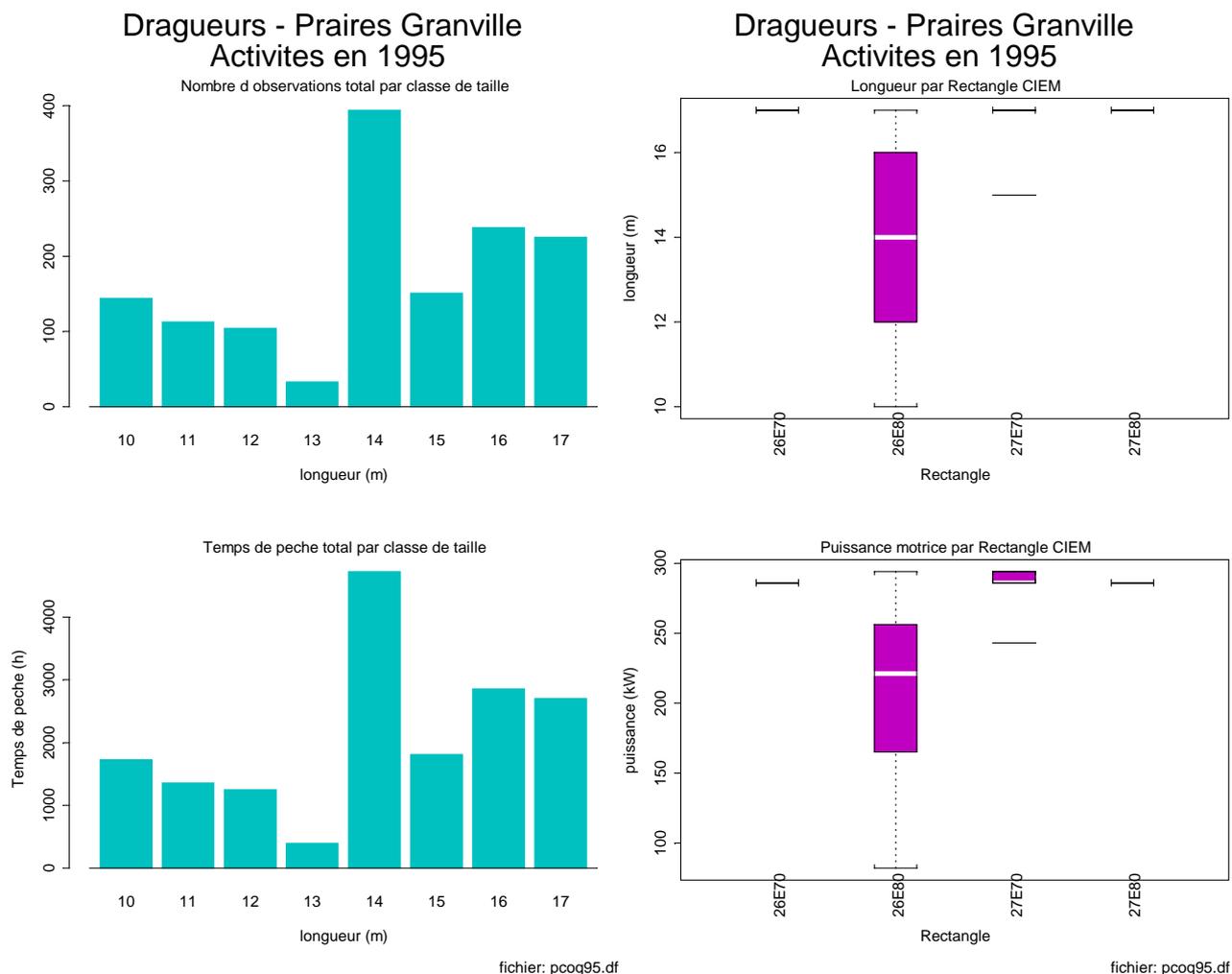


Figure IV.3.3.2a-d. Activités et caractéristiques des navires ciblant la praire en 1995.

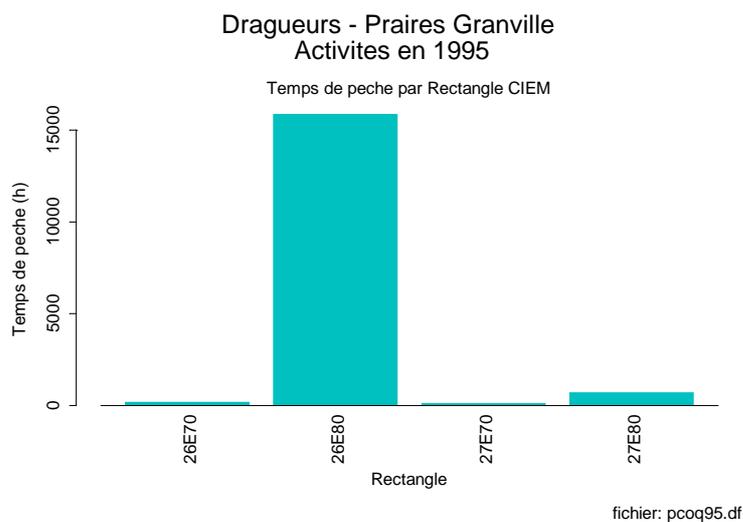


Figure IV.3.3.3. Temps de pêche par Sous-Division pour les navires ciblant la praire en 1995

Rendements Praires Granville en 1995

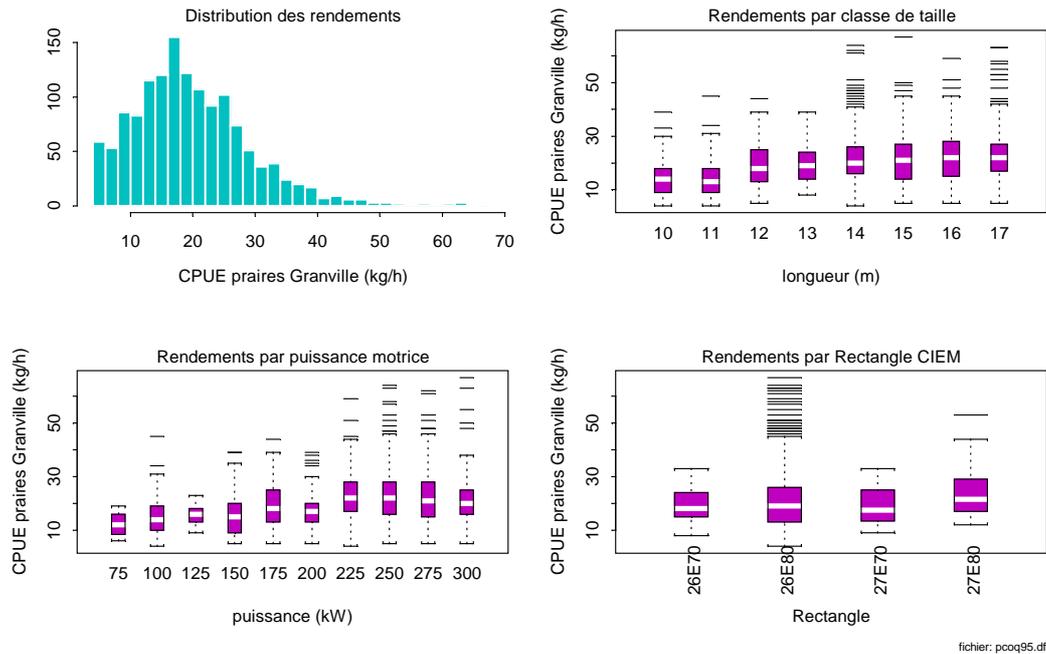


Figure IV.3.3.4. Rendements en praire des bateaux de Granville.

Les rendements en praire de la flottille varient entre 5 et 50 kg/heure avec un maximum à 16 kg/heure. L'influence de la puissance motrice est décelable jusqu'à 225 kW, malgré une variabilité importante des rendements (cette variabilité est en partie due à la dégradation de la fiabilité des données d'effort issues de la base statistique en raison de "l'assouplissement" des contrôles du respect des horaires (lire absence totale)).

IV.3.3.3. Puissances de pêche

Rappelons que la comparaison de deux bateaux opérant dans les mêmes conditions (zone et période) permet de quantifier l'efficacité technique de chacun, c'est à dire la puissance de pêche locale. La capacité stratégique de chaque bateau à choisir le bon secteur de pêche est intégrée dans l'estimation de la puissance de pêche globale.

a) Efficacité locale

Comme expliqué précédemment, les analyses sont effectuées après pondération des observations par le temps de pêche de chaque séquence, afin de limiter le poids des marées anormalement forts ou nuls. L'analyse préliminaire (tableau IV.3.3.2) montre que les facteurs Bateau, Rectangle et Mois expliquent 22 % de la variance totale.

```
aovcoq952s_aov(log(ccoq)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,data=pcoq95.df)
summary(aovcoq952s)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(>F)
Bateau  23   661.562  28.76357  12.02892 0.0000000
Rect     3     9.234   3.07802   1.28723 0.2772516
mois     7   261.302  37.32892  15.61095 0.0000000
Residuals 1368 3271.163   2.39120
rdeux(aovcoq952s,3) = 0.2217561
```

Tableau IV.3.3.2. Résultats de l'analyse préliminaire des cpue praire1995.

Après examen des résidus, les observations telles que les résidus réduits sont supérieurs à 2 ou inférieurs à -2 sont éliminés (soit respectivement 21 et 59 observations). Les résultats de l'analyse finale sont présentés au tableau IV.3.3.3.

```
aovcoq952sr_aov(log(ccoq)~Bateau+Rect+mois,weights=TP,subset=abs(resred)<2)
summary(aovcoq952sr)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Bateau  23   724.365  31.49412  19.73054 0.0000000
Rect     3    9.684   3.22809   2.02235 0.1089581
mois     7   226.642  32.37739  20.28389 0.0000000
Residuals 1288  2055.921  1.59621
rdeux(aovcoq952sr,3) = 0.3184669
```

Tableau IV.3.3.3. Analyse 'finale' des cpue de praire en 1995 : Puissance de pêche locale.

On voit que les trois facteurs expliquent près de 32 % de la variance totale du $\log(\text{ccoq})$, et que l'effet Bateau domine (24 % de la variance totale est expliquée par ce seul facteur). Les diagnostics statistiques relatifs à cette analyse sont présentés à la figure IV.3.3.5. Ils montrent une grande variabilité et un très mauvais ajustement. La distribution des résidus est assez éloignée de la normalité, comme le montre la figure IV.3.3.6b et le tableau IV.3.3.4.

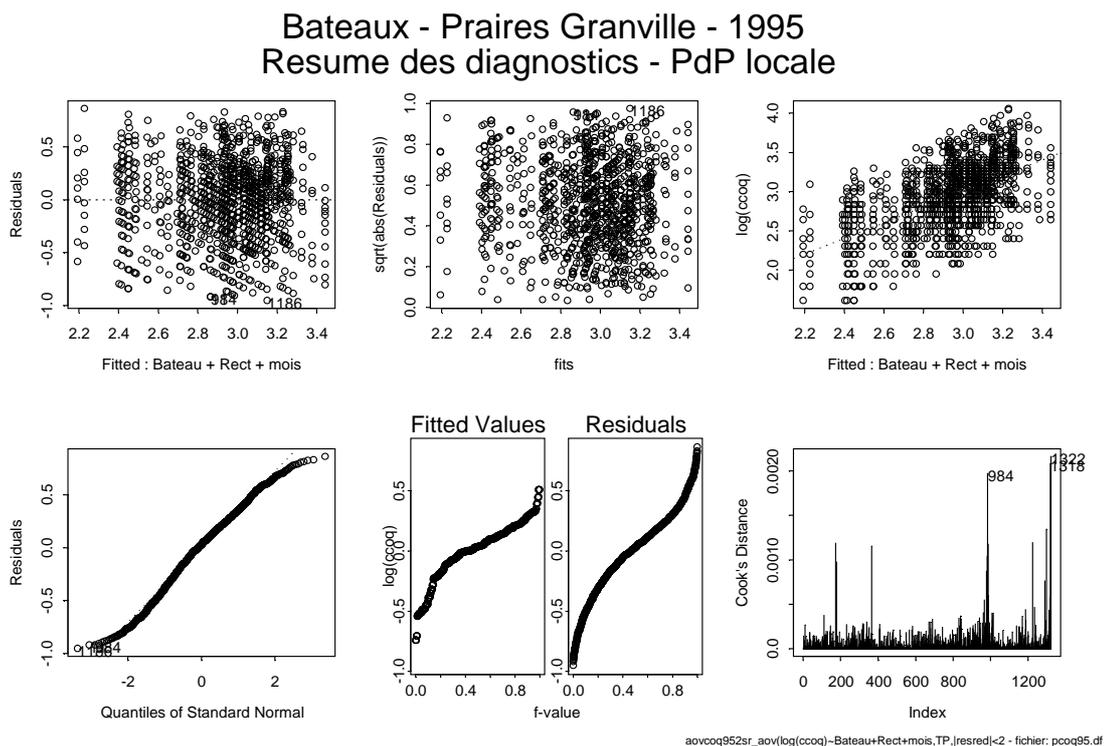


Figure IV.3.3.5. Résumé des diagnostics de l'analyse des cpue de praire en local.

La figure IV.3.3 6a présente le nombre de bateaux selon leur efficacité relative (puissance de pêche locale). Celle ci varie de 0.6 à 1.5 soit un facteur 2.5.

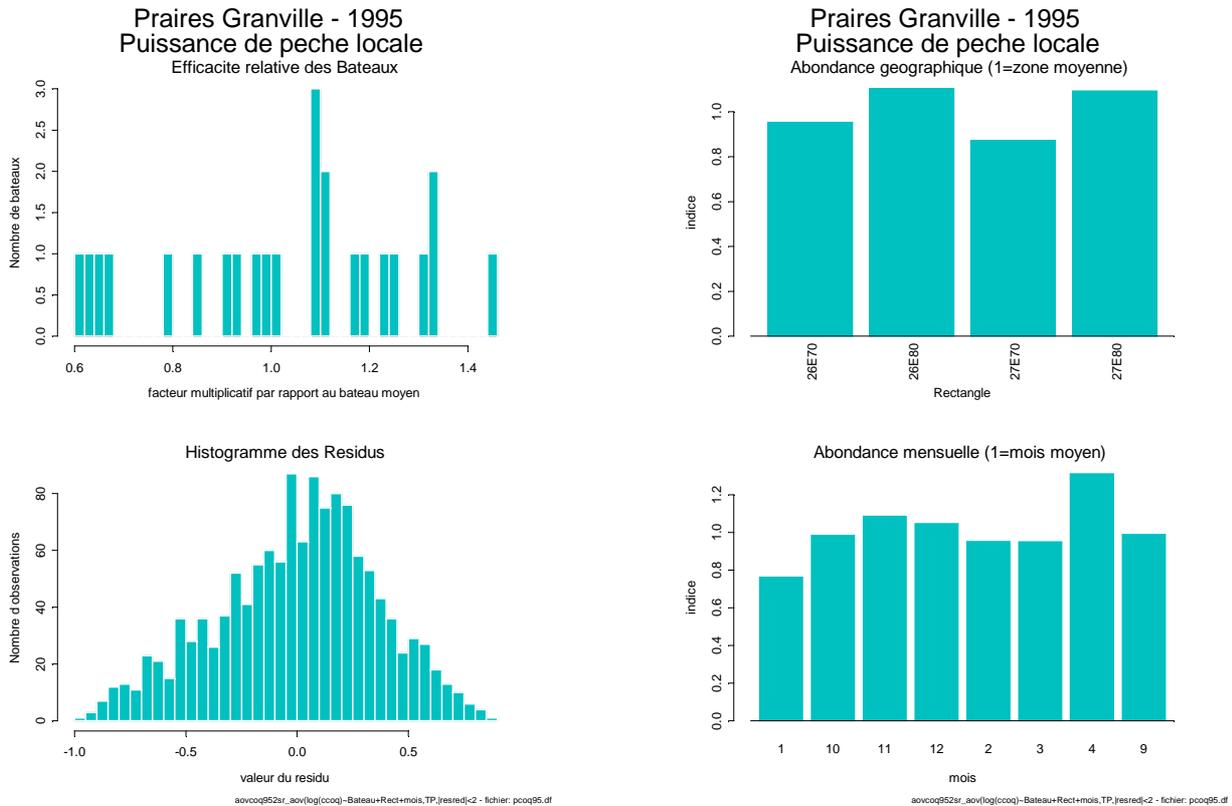


Figure IV.3.3.6a-d : Résultats de l'analyse de puissance de pêche locale sur les cpue de praire.

L'analyse des coefficients relatifs aux sous-rectangles montre de faibles disparités entre les zones de pêche. De plus l'abondance mensuelle donnée par les coefficients du facteur mois ne présente aucune tendance saisonnière. (figures IV.3.3.5 c,d).

b) Efficacité globale

Le tableau IV.3.3.5 montre les résultats d'une analyse de puissance de pêche globale, c'est à dire en intégrant la capacité à choisir le bon rectangle.

```
aovcoq955sr_aov(log(ccoq)~Bateau+mois,weights=TP, subset=abs(resred)<2)
summary(aovcoq955sr)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value Pr(F)
Bateau 23   719.886   31.29938  19.52115    0
mois    7   231.707   33.10094  20.64477    0
Residuals 1292 2071.538   1.60336
rdeux(aovcoq955sr,2) = 0.3147705
```

Tableau IV.3.3.5. Analyse 'finale' des cpue de praire en 1995 :Puissance de pêche globale.

L'ajustement est à peine moins bon qu'avec la zone de pêche, même si l'on enlève une variable ; même après avoir éliminé les outsiders, les deux facteurs n'expliquent que 31 % de la variance totale.

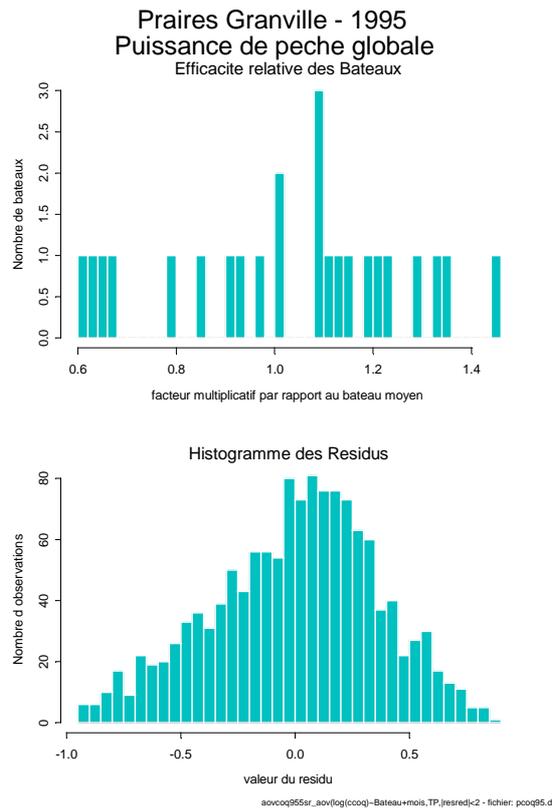


Figure IV.3.3.7a,b : Puissances de pêche globales des navires ciblant la praire en 1995.

c) Indice de capacité stratégique

Le rapport des deux puissances de pêche (globale/locale), donnant l'indice de capacité stratégique, qui mesure la capacité de chaque bateau d'aller pêcher au bon endroit à un moment donné, on constate (figure IV.3.3.8.) que trois navires ont un indice médiocre et un navire un très bonne capacité stratégique.

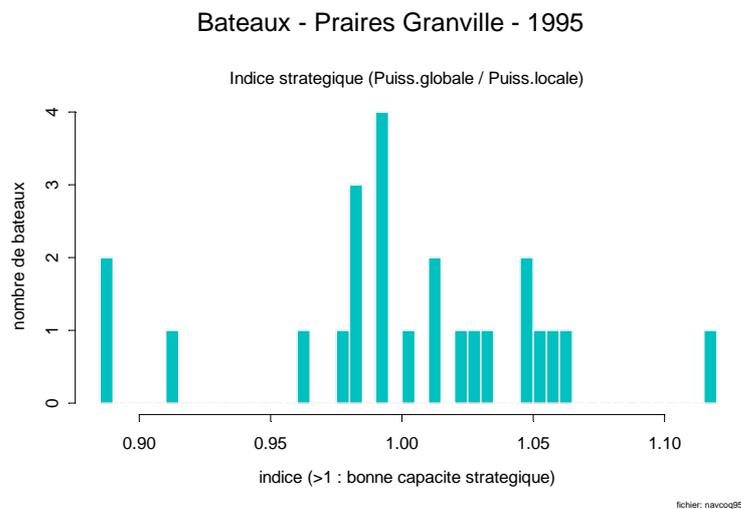


Figure IV.3.3.8. Indice de capacité stratégique des navires ciblant la praire en 1995.

IV.3.3.4. Puissances de pêche et caractéristiques des bateaux

a) Corrélation entre caractéristiques

Le tableau IV.3.3.6 indique les corrélations existant entre les principales caractéristiques techniques des navires ciblant la praire.

```
*** Correlation for data in: navcoq95 ***
      Jauge      Puiss      Long      age
Jauge 1.0000000  0.8504273  0.9260849 -0.4657198
Puiss 0.8504273  1.0000000  0.8912905 -0.4197281
Long  0.9260849  0.8912905  1.0000000 -0.3789605
age   -0.4657198 -0.4197281 -0.3789605  1.0000000
```

Tableau IV.3.3.6. Corrélations entre les caractéristiques des navires ciblant la praire en 1995.

Ainsi, nous constatons que les trois principales (jauge, puissance et longueur) sont très fortement corrélées entre elles, alors que l'âge l'est un peu moins.

Expliquer la valeur de l'efficacité locale et globale par ces caractéristiques techniques, tout en pondérant la valeur de chaque puissance de pêche individuelle par le temps de pêche total du bateau consacré à la recherche du praire constitue l'étape suivante.

b) Puissance de pêche locale

Les résultats sont présentés au tableau IV.3.3.7.

```
aovptcoq95_aov(exp(lPl)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq95,weights=TPT)
summary(aovptcoq95)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(F)
Puiss  1  485.8306  485.8306  45.02517 0.0000021
Long   1   55.1412   55.1412   5.11030 0.0357148
age    1   28.1186   28.1186   2.60593 0.1229494
Jauge  1   19.5007   19.5007   1.80726 0.1946691
Residuals 19  205.0138  10.7902
rdeux(aovptcoq95,4) = 0.7416676
```

Tableau IV.3.3.7. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche locales – Praire 1995.

On constate que les quatre facteurs ont un effet significatif, et expliquent plus de 74 % de la variance totale. L'élimination d'un bateau pour lesquels les résidus réduits s'écartent trop de zéro fait passer ce pourcentage de variance expliquée à plus de 80 %. Dans les deux cas, les facteurs Puissance et Longueur sont les plus importants ; cependant, les diagnostics statistiques indiquent un modèle assez robuste (figure IV.3.3.10).

Praires Granville - 1995 Resume des diagnostics - PdPlocale=f(caracteristiques)

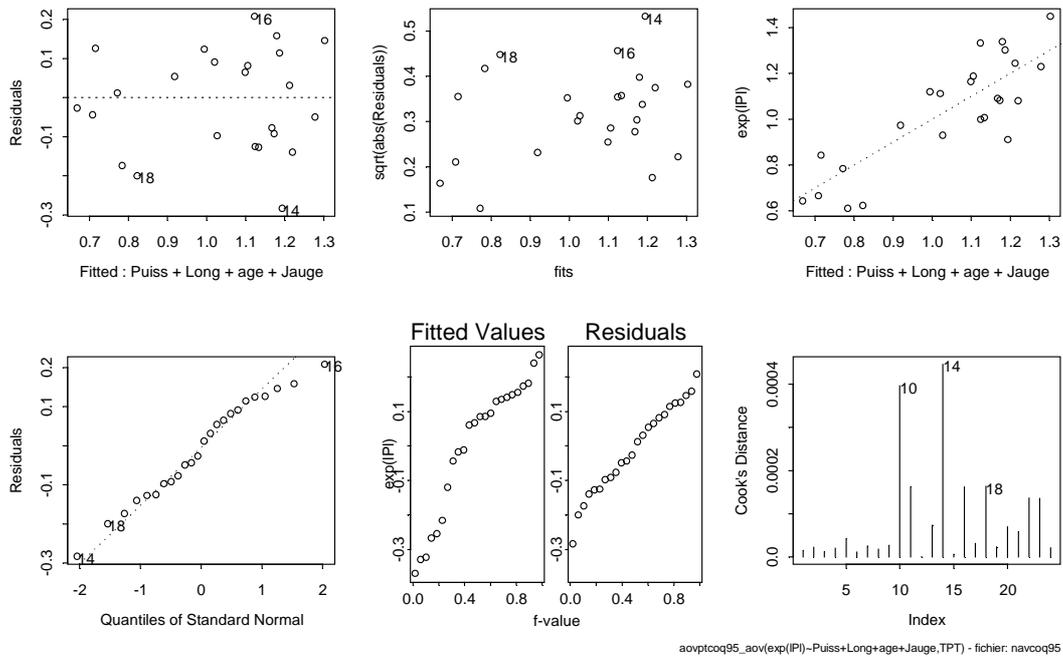


Figure IV.3.3.10. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances locales sur les caractéristiques techniques.

Il est intéressant de noter cependant qu'une sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.3.3.8.), conduit à ne retenir que le facteur Longueur.

```
aov0_aov(exp(lP1)~1,data=navcoq95,weights=TPT)
aovpfcoq95_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq95)
Start: AIC= 862.6141
exp(lP1) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lP1) ~ 1
```

scale: 34.50456

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			793.6050	862.6141
Puiss	1	485.8306	307.7743	445.7926
Long	1	531.3169	262.2881	400.3064
age	1	215.5373	578.0677	716.0859
Jauge	1	411.6341	381.9709	519.9891

```
Step: AIC= 400.3064
exp(lP1) ~ Long
```

Single term additions

```
Model:
exp(lP1) ~ Long
```

scale: 34.50456

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			262.2881	400.3064
Puiss	1	9.65500	252.6331	459.6605
age	1	37.06323	225.2249	432.2523
Jauge	1	6.21593	256.0722	463.0996

Tableau IV.3.3.8. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance locale.

c) Puissance de pêche globale

Il est intéressant de mesurer également l'impact des caractéristiques techniques des navires, non seulement sur l'efficacité technique, mais également sur la capacité à choisir le bon secteur de pêche à un moment donné. Pour ce faire, la même procédure que pour l'analyse précédente est utilisée, et les résultats sont présentés dans le tableau IV.3.3.9.

```
aovpgcoq95_aov(exp(lPg)~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq95,weights=TPT)
summary(aovpgcoq95)
      Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value    Pr(>F)
Puiss  1  430.3297  430.3297  45.15994 0.0000020
Long   1   65.9238   65.9238   6.91822 0.0164841
age    1   14.4194   14.4194   1.51321 0.2336636
Jauge  1   19.5414   19.5414   2.05073 0.1683799
Residuals 19  181.0513    9.5290
rdeux(aovpgcoq95,4) = 0.745452
```

Tableau IV.3.3.9. Résultats de l'analyse de variance des Puissances de pêche globales – Praire1995.

Les caractéristiques expliquent près de 75% de la variance totale, et il faut noter que les facteurs Age et Jauge apparaissent peu significatifs. La puissance motrice des navires constitue, parmi les facteurs étudiés, celui qui apparaît prépondérant dans l'analyse. Aucun navire n'est éliminé sur le critère « résidus > 2 ou >-2 ». Les diagnostics sont présentés à la figure IV.3.3.11.

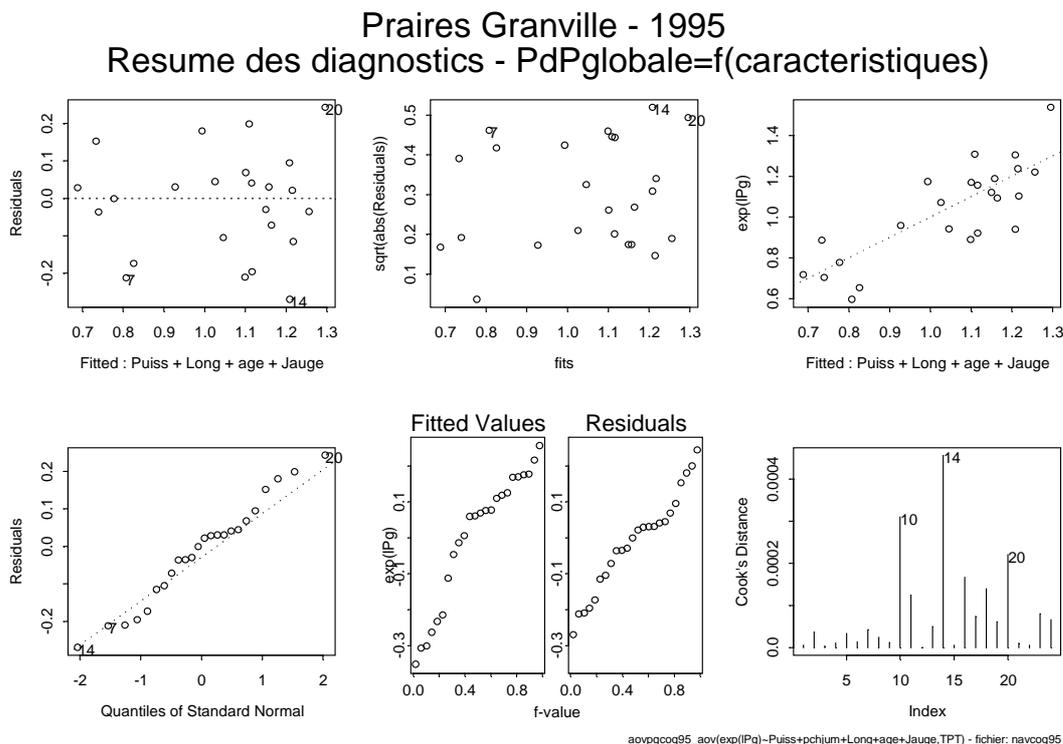


Figure IV.3.3.11. Résumé des diagnostics de l'analyse des puissances globales sur les caractéristiques techniques.

Conformément à ce qui avait été trouvé lors de l'analyse des puissances de pêche locales, la sélection automatique des facteurs les plus pertinents, par la procédure stepwise (tableau IV.3.3.10.), conduit à retenir uniquement le facteur Longueur.

```
aov0_aov(exp(lPg)~1,data=navcoq95,weights=TPT)
aovpfcoq95_step(aov0,~Puiss+Long+age+Jauge,data=navcoq95)
Start:  AIC= 773.1148
exp(lPg) ~ 1
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ 1
```

scale: 30.92459

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			711.2656	773.1148
Puiss	1	430.3297	280.9359	404.6343
Long	1	492.6026	218.6630	342.3614
age	1	159.8960	551.3696	675.0680
Jauge	1	372.0593	339.2063	462.9047

```
Step:  AIC= 342.3614
exp(lPg) ~ Long
```

Single term additions

```
Model:
exp(lPg) ~ Long
```

scale: 30.92459

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			218.6630	342.3614
Puiss	1	3.65091	215.0121	400.5597
age	1	17.97232	200.6907	386.2383
Jauge	1	9.23081	209.4322	394.9798

Tableau IV.3.3.10. Analyse séquentielle (stepwise) pour sélection des caractéristiques – Puissance globale.

IV.3.4. Etude pluriannuelle 1979-1996

Cette étude est réalisée à partir des observations des 10 bateaux présents sur la période.

IV.3.4.1. Analyse de la variance – Identification des effets et interactions

```
testaov2_aov(Cpue~Immat*Rectangle+Immat*AnRef)
summary(testaov2,corre=F)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Immat	9	453656	50406.2	509.935	0
Rectangle	41	7608163	185564.9	1877.269	0
AnRef	12	670772	55897.7	565.489	0
Immat:Rectangle	239	155366	650.1	6.576	0
Immat:AnRef	108	60615	561.3	5.678	0
Residuals	10887	1076162	98.8		

Tous les effets sont significatifs, même si à la vue des très faibles valeurs de F associées respectivement à l'interaction Bateau*Rectangle (Immat-Rectangle) et Bateau*An (Immat-AnRef), on peut supposer que ces variables n'apporteront pas beaucoup d'amélioration à un ajustement sans interaction.

IV.3.4.2. Régression linéaire

Une transformation logarithmique des données de cpue permet, en général, de recentrer les données et donc de diminuer la variance. Dans ce cas précis, la transformation logarithmique n'apporte rien, voire même dégrade un ajustement effectué sur les valeurs brutes de cpue.

```
testlm1_lm(Cpue~Immat*Rectangle+Immat*AnRef,singular.ok=T)
```

```
summary(testlm1,corre=F)
Call: lm(formula = Cpue ~ Immat * Rectangle + Immat * AnRef, singular.ok =
T)
Residual standard error: 9.942 on 10887 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8926
F-statistic: 221.3 on 409 and 10887 degrees of freedom, the p-value is 0
```

```
testlm2_lm(log(Cpue)~Immat*Rectangle+Immat*AnRef,singular.ok=T)
```

```
> summary(testlm2,corre=F)
Call: lm(formula = log(Cpue) ~ Immat * Rectangle + Immat * AnRef,
singular.ok = T)
Residuals:
    Min     1Q  Median     3Q    Max
-1.915 -0.1079  0.03266  0.1381  1.494
Residual standard error: 0.2981 on 10887 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8176
F-statistic: 119.4 on 409 and 10887 degrees of freedom, the p-value is 0
```

La variance expliquée (R^2) étant plus faible après transformation logarithmique, on choisit donc de faire un ajustement sur les valeurs de cpue non transformées qui explique 89% de la variabilité de la cpue.

IV.3.4.3. Modèle sans interaction

Lorsqu'il y a des interactions il est difficile d'interpréter les coefficients. On va donc essayer de quantifier la perte dans l'ajustement si on enlève les interactions. Cette tentative se justifie par le fait que l'analyse de la variance présentée plus haut montrait que cette variable interaction n'expliquait pas beaucoup de la variabilité de la cpue.

```
testlm11_lm(Cpue~Immat+Rectangle+AnRef,singular.ok=T)
```

```
summary(testlm11,corre=F)
```

```
Call: lm(formula = Cpue ~ Immat + Rectangle + AnRef, singular.ok = T)
```

```
Residuals:
```

```
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-76.31  -6.313  0.7695   7.163  52.23
```

```
Residual standard error: 10.72 on 11234 degrees of freedom
```

```
Multiple R-Squared:  0.8711
```

```
F-statistic: 1225 on 62 and 11234 degrees of freedom, the p-value is 0
```

La variabilité expliquée n'est pas très affectée par la suppression de la variable interaction, puisque 87% de la variance est encore expliquée par le modèle.

IV.3.4.4. Puissance de pêche locale ou globale

Avant de poursuivre, il convient de mesurer l'importance du facteur Rectangle.

```
testlm12_lm(Cpue~Immat+AnRef,singular.ok=T)
```

```
summary(testlm12,corre=F)
```

```
Call: lm(formula = Cpue ~ Immat + AnRef, singular.ok = T)
```

```
Residuals:
```

```
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-76.66  -6.095  0.8874   7.662  51.36
```

```
Residual standard error: 11.2 on 11274 degrees of freedom
```

```
Multiple R-Squared:  0.8588
```

```
F-statistic: 3117 on 22 and 11274 degrees of freedom, the p-value is 0
```

La suppression de l'effet Rectangle affecte très peu la part de variance expliquée par le modèle. En effet, le coefficient de détermination passe de 0.87 avec l'effet Rectangle à 0.86 sans cet effet.

Du fait de l'absence d'effet spatial, l'efficacité peut-être considérée indifféremment locale ou globale

Ce dernier modèle est utilisé pour estimer les coefficients relatifs aux 10 bateaux et aux 14 années. Ceux-ci sont présentés sous forme graphique ci-dessous :

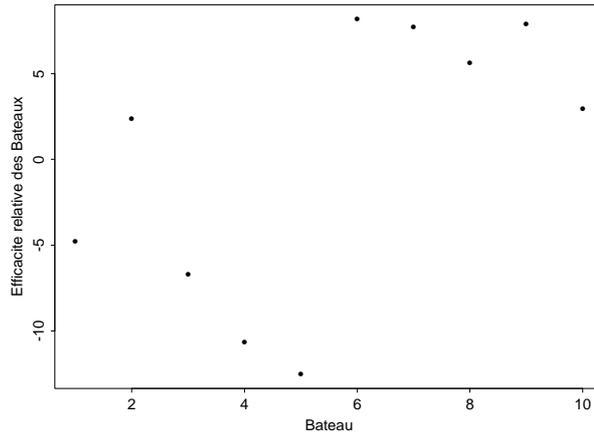


Figure 1. : efficacité relative des 10 bateaux présents sur la période 1979-1996 (numérotés de 1 à 10) (en kg/h).

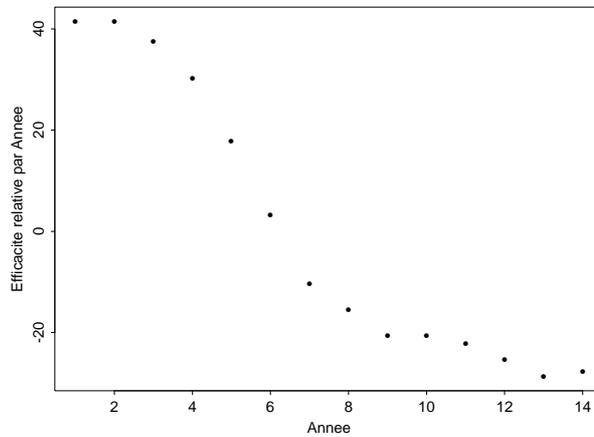


Figure 2 : abondance relative annuelle sur la période 1979-1996 (numérotés de 1 à 14) (en kg/h).

Cette dernière figure fait ressortir la décroissance du stock de praire depuis le début des années 80.

IV.3.4.5. Explication de cette efficacité par les caractéristiques techniques des bateaux

Afin de tenir compte d'éventuelles modifications intervenues au cours de la période, on calcule donc des caractéristiques moyennes sur la période.

Avant de se lancer dans un ajustement de modèle, effectuons quelques graphiques

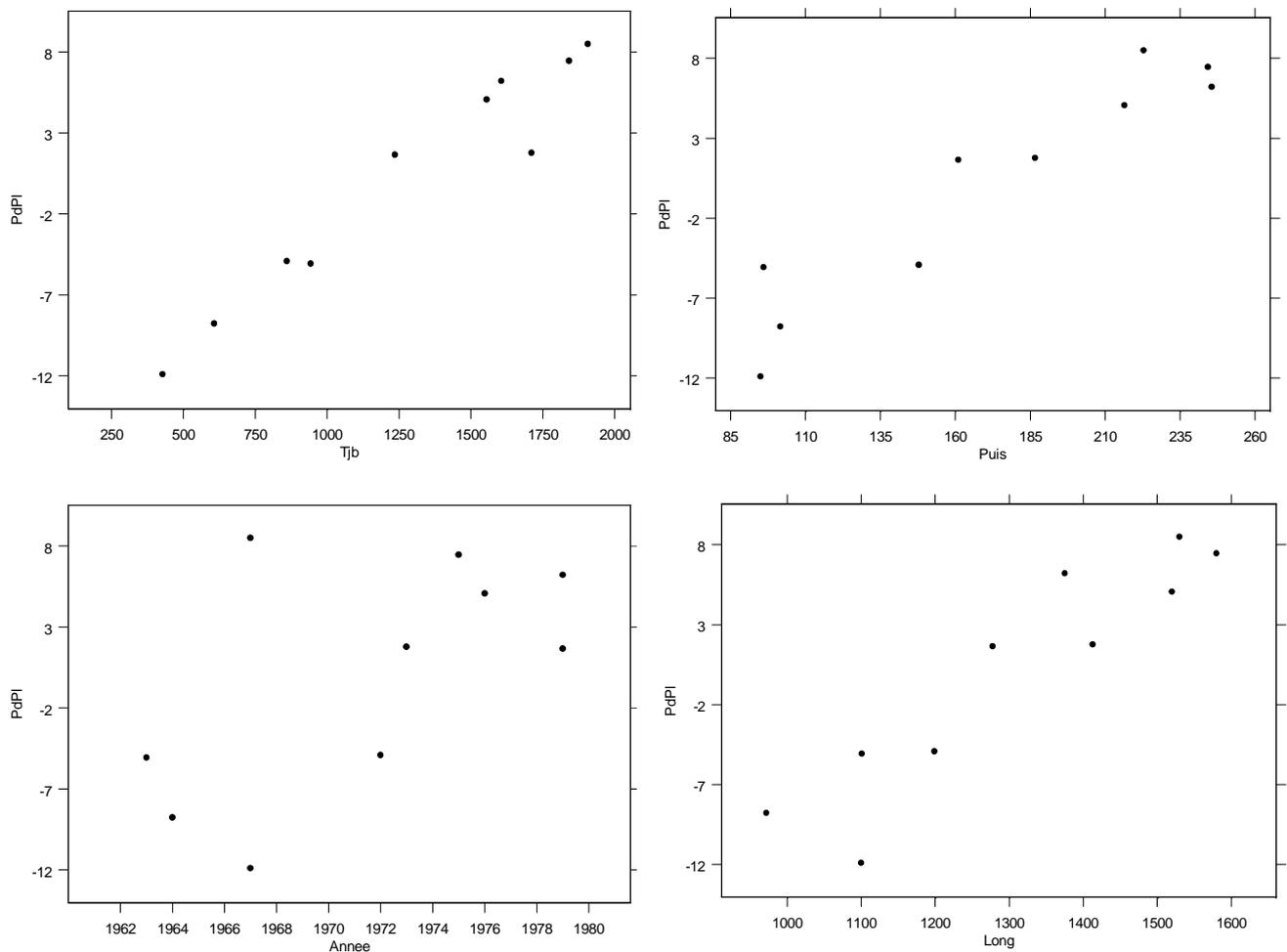


Figure 3 : efficacité relative des 10 bateaux présents sur la période 1979-1996 en fonction de leur jauge, de leur puissance, de leur année de construction, de leur longueur (en kg/h).

Les graphiques montrent une relation assez nette entre l'efficacité individuelle et les principales caractéristiques techniques que sont la jauge, la puissance et la longueur.

Le tableau ci-dessous donne les corrélations existant entre ces dernières.

*** Correlation for data in: techdfplus50Bat10.df ***

	Puis	Tjb	Age	Long
Puis	1.0000000	0.9145940	0.6904692	0.9241254
Tjb	0.9145940	1.0000000	0.5172147	0.9342570
Age	0.6904692	0.5172147	1.0000000	0.5812322
Long	0.9241254	0.9342570	0.5812322	1.0000000

Comme on s'y attendait, il existe une très forte corrélation entre les différentes variables ; aussi chacune d'entre elles vont être utilisées successivement pour tenter d'expliquer la variabilité de l'efficacité individuelle des navires.

Jauge

```
testlm1_lm(TpsPêche~Tjb,data=techdfplus50Bat10.df)
```

```
summary(testlm1)
```

```
Call: lm(formula = TpsPêche ~ Tjb, data = techdfplus50Bat10.df)
```

```
Residuals:
```

```
Min      1Q  Median      3Q     Max
```

-4.028 -0.6012 0.03468 1.094 2.095

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-16.6720	1.5750	-10.5852	0.0000
Tjb	0.0131	0.0012	11.3909	0.0000

Residual standard error: 1.84 on 8 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.9419

F-statistic: 129.8 on 1 and 8 degrees of freedom, the p-value is 3.185e-06

Puissance

testlm2_lm(TpsPêche~Puis,data=techdfplus50Bat10.df)

summary(testlm2)

Call: lm(formula = TpsPêche ~ Puis, data = techdfplus50Bat10.df)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.24	-1.804	-0.359	2.072	3.475

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-19.3806	2.4744	-7.8325	0.0001
Puis	0.1129	0.0137	8.2563	0.0000

Residual standard error: 2.474 on 8 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.895

F-statistic: 68.17 on 1 and 8 degrees of freedom, the p-value is 3.478e-05

Longueur

testlm3_lm(TpsPêche~Long,data=techdfplus50Bat10.df)

summary(testlm3)

Call: lm(formula = TpsPêche ~ Long, data = techdfplus50Bat10.df)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.337	-1.575	0.1048	1.755	4.039

Coefficients:

	Value	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-41.4622	6.1372	-6.7559	0.0001
Long	0.0317	0.0046	6.8336	0.0001

Residual standard error: 2.92 on 8 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.8537

F-statistic: 46.7 on 1 and 8 degrees of freedom, the p-value is 0.0001332

Pour chaque régression on fait une représentation graphique de l'ajustement (figure IV.1). Dans chacun des cas, l'ajustement est très correct. Si on se réfère au R^2 il apparaît que la Jauge devant la Puissance et devant la longueur explique le mieux l'efficacité locale par navire sur la période.

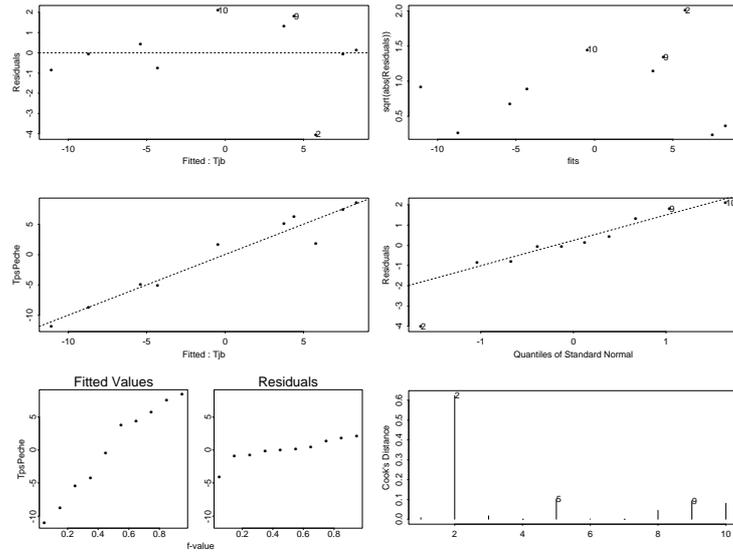


Figure 4 : résumé des diagnostics de l'ajustement efficacité ~ jauge pour les 10 dragueurs entre 1979 et 1996.

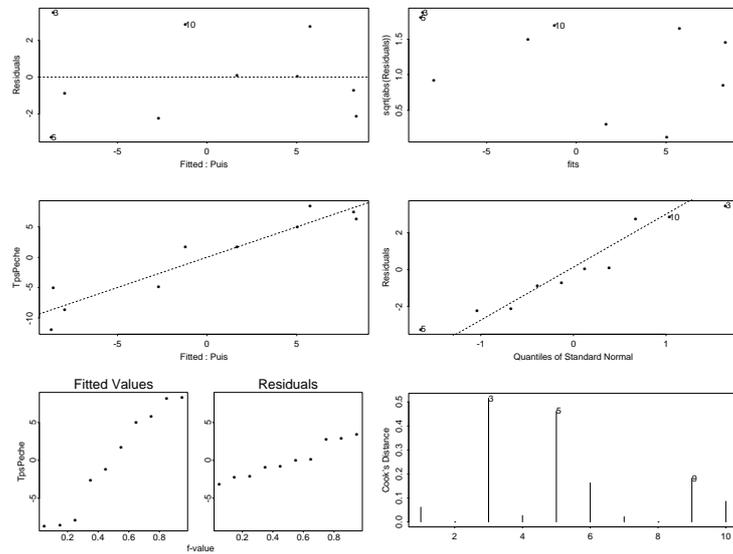


Figure 5 : résumé des diagnostics de l'ajustement efficacité ~ puissance pour les 10 dragueurs entre 1979 et 1996.

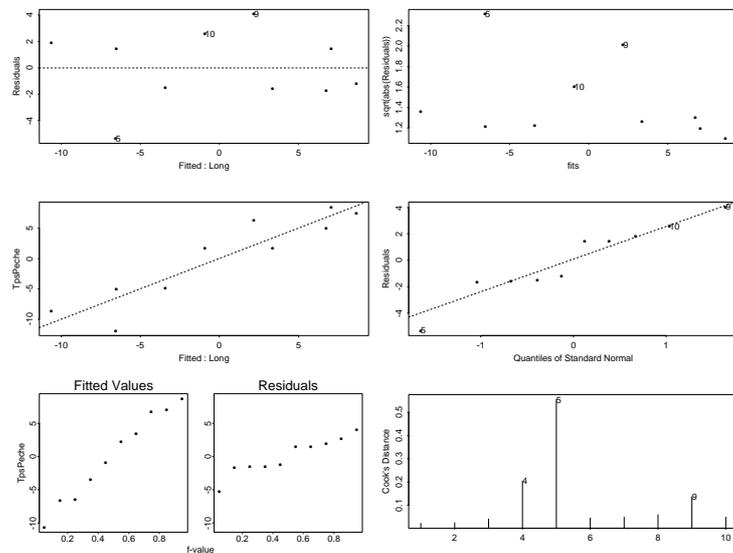


Figure 6 : résumé des diagnostics de l'ajustement efficacité ~ longueur pour les 10 dragueurs entre 1979 et 1996.

IV.3.4.6. Estimation des dérives des efficacités individuelles

Afin d'étudier d'éventuelles évolutions de puissances de pêche au cours de la période, il est nécessaire de revenir à un modèle avec interaction. L'effet spatial ayant été montré négligeable, seule l'interaction entre les bateaux et les années sont pris en compte dans ce qui suit.

```
test_lm(Cpue~Immat*AnRef,singular.ok=T,data=coqplus50Bat10.df)
summary(test,corre=F)
```

```
Call: lm(formula = Cpue ~ Immat * AnRef, data = coqplus50Bat10.df,
singular.ok = T)
```

Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-79.27 -5.904  0.8269  6.921  51.69
```

Residual standard error: 10.43 on 11157 degrees of freedom

Multiple R-Squared: 0.8789

F-statistic: 582.4 on 139 and 11157 degrees of freedom, the p-value is 0

```
aovtest_aov(Cpue~Immat*AnRef,singular.ok=T,data=coqplus50Bat10.df)
summary(aovtest)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
Immat	9	453656	50406.2	463.166	0
AnRef	13	8155637	627356.7	5764.579	0
Immat:AnRef	117	201229	1719.9	15.804	0
Residuals	11157	1214212	108.8		

Si l'effet Bateau ('Immat') rend compte de l'efficacité moyenne du bateau au cours de la période, relativement à la moyenne des 10 bateaux considérés, l'effet Bateau*An ('Immat*AnRef') permet d'estimer, pour chaque bateau, l'évolution de son efficacité au cours de la période étudiée, mais également pour chaque année l'efficacité relative de chaque bateau par rapport à la moyenne des navires présents.

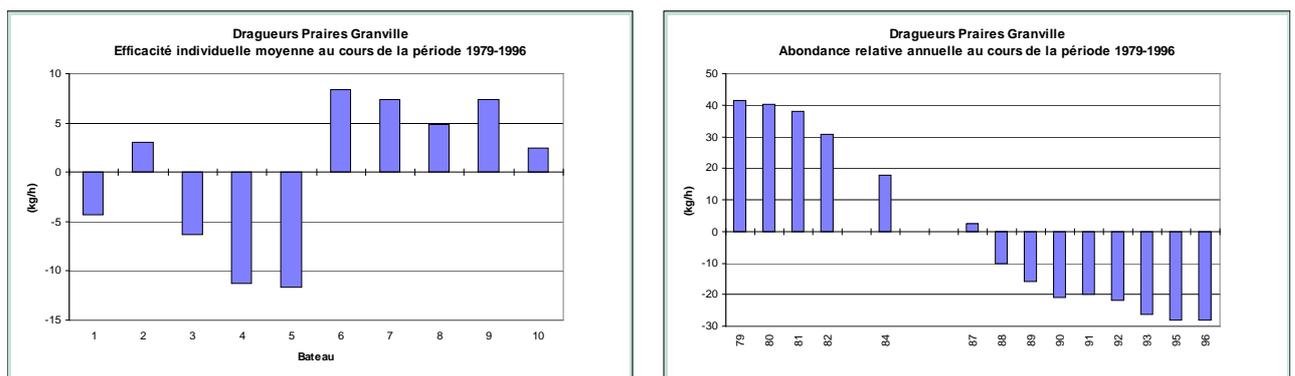


Figure 7 : efficacité individuelle et abondance relative annuelle pour les 10 dragueurs entre 1979 et 1996.

Comme il s'agit d'un modèle additif, l'interprétation des coefficients de chaque facteur doit être comprise comme des gains ou pertes par rapport au rendement moyen.

Ainsi, le Bateau 1 a en moyenne sur la période un rendement moyen inférieur de 5 kg à celui de la moyenne des 10 bateaux considérés dans cette étude.

Les coefficients Bateau*An, c'est à dire des dérives individuelles de puissance de pêche au cours de la période 1979-1996, sont représentés graphiquement ci-dessous :

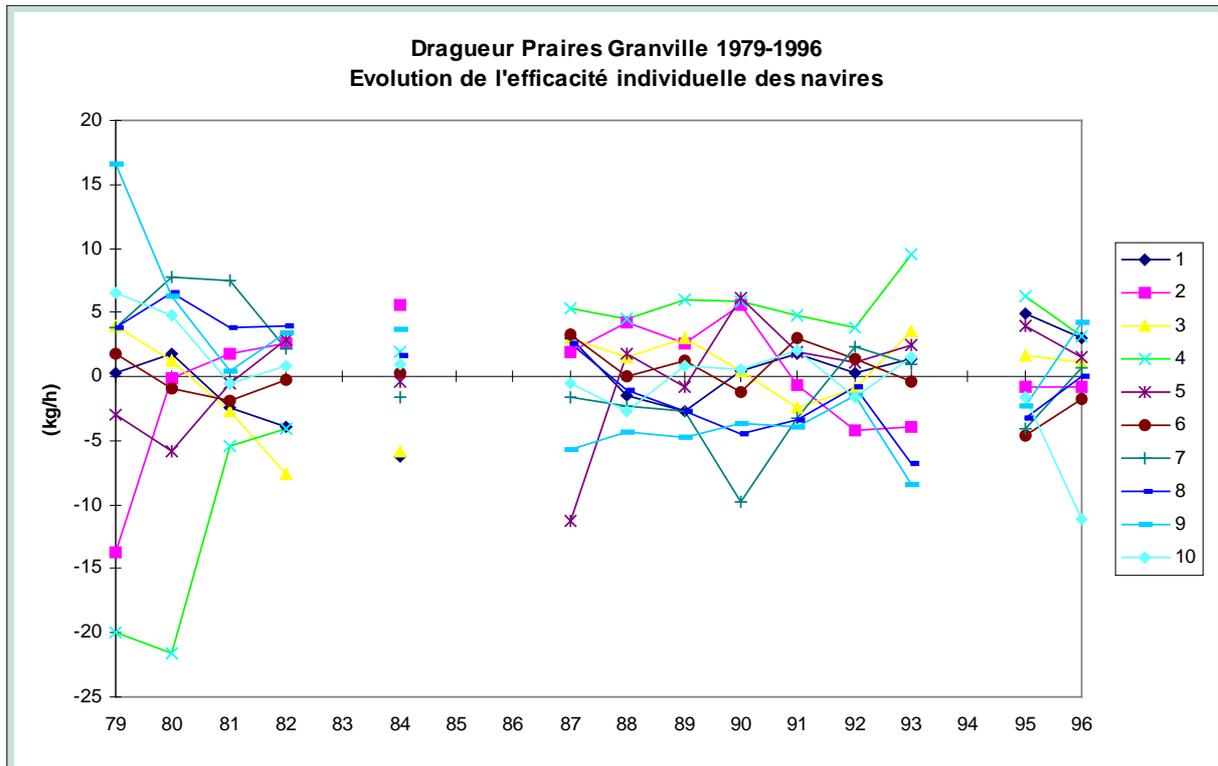


Figure 8 : Evolution de l'efficacité individuelle des 10 dragueurs présents entre 1979 et 1996

Le Bateau 4 qui avait en 1979 et 1980, un rendement moyen inférieur de 20 kg par rapport à la moyenne des 10 bateaux, semble rattraper son 'handicap' en trois ans, puisque en 1984, il possède un rendement légèrement supérieur à la moyenne, et que son efficacité relative s'accroît encore jusqu'en 1993 où il réalise des rendements de praire supérieur de 10 kg à la moyenne. Son efficacité semble diminuer ensuite. Le bateau 2 présente à peu près la même évolution. A l'inverse d'autres bateaux montrent des pertes d'efficacité (bateaux 9 et 10 par exemple) au cours de la période.

Beaucoup de ces brusques évolutions semblent coïncider avec des changements de patron (capitaine) et des re-motorisations.

IV.3.5. Conclusion

La flottille ciblant la praire a beaucoup évolué au cours des vingt dernières années. Les captures de praire sont devenues, avec la raréfaction du stock, plus faibles qu'autrefois.

Si la puissance semblait un élément déterminant dans l'efficacité, tant locale que globale, des navires en 1978 ou en 1989, lorsque le stock était abondant, il n'en n'est plus de même en 1995.

En raison de leur sédentarité et de leur caractère côtier, les coquillages sont particulièrement vulnérables à la pêche, mais cette vulnérabilité peut être un atout pour mieux rentabiliser l'exploitation si celle-ci est bien régulée. Depuis de nombreuses années, les pêcheries de

dragage de coquillages font l'objet d'une gestion locale très avancée à plusieurs égards par rapport à beaucoup de pêcheries. Outre les mesures techniques concernant les tailles minimales, les réglementations sur les caractéristiques des engins (taille, nombre, maillage des sacs), la mise en place de période de fermeture de la pêche, 4 à 6 mois par an, est très fréquente et l'instauration des licences de pêche est quasi générale. Certaines pêcheries ont mises en place un TAC annuel de pêche et il existe quelques exemples de systèmes de quotas individuels journaliers et un exemple de quota annuel individuel.

Les structures interprofessionnelles locales et régionales ont joué un rôle déterminant dans la mise en place et l'évolution des systèmes de régulation en vigueur. Dans le même temps, on peut se demander si les résultats obtenus répondent totalement aux objectifs ?

Le progrès technique s'est accéléré ces dernières années. Il se manifeste par une augmentation des caractéristiques des outils de travail (parfois au prix d'une augmentation des effets indésirables tels que la casse). Cette transformation se traduit par une diminution du nombre de bateaux et plus encore du nombre de pêcheurs. Ce constat peut être fait sur les différentes pêcheries coquillières.

L'instauration d'un système d'entrée dans chaque pêcherie avec *numerus clausus* a certainement permis de limiter la surexploitation et de maintenir en activité plus de bateaux que ne l'aurait fait un régime de libre accès. Cependant, l'encadrement de l'effort de pêche par le contrôle du nombre de bateaux et des temps de pêche a incité les armements à accroître leur efficacité par l'adoption de nouvelles techniques, pour capturer le plus de coquillages possible dans le temps imparti. Ce comportement, suscité par le système de régulation, contribue au surinvestissement. Au niveau des armements, la pêche est sans cesse plus coûteuse, et aussi plus dangereuse pour les équipages. A l'échelle de la pêcherie, le surinvestissement se traduit par des capacités de capture qui tendent toujours à excéder le potentiel biologique des stocks. Pour empêcher la surpêche, les mesures de régulation deviennent nécessairement plus contraignantes, mais pas forcément mieux respectées. Parce que la régulation s'exerce sur les outils de travail et le temps de pêche, elle impose aux pêcheurs d'utiliser la même méthode de pêche et restreint les stratégies individuelles.

Enfin, si dans le cas de plusieurs pêcheries coquillières, le renforcement des limitations d'accès permet de maîtriser les effets de la surcapacité de capture des dragueurs, celle-ci s'exprime pleinement sur les métiers complémentaires au dragage, en particulier le chalutage côtier et à un degré moindre le fileyage et le caseyage, métiers pour lesquels il n'y a globalement aucun encadrement de l'effort.

En effet, alors qu'il y a 20 ans, une fraction importante de navires côtiers pêchaient exclusivement pendant la campagne de dragage, de plus en plus de pêcheurs développent une activité de plus en plus polyvalente. Ils adaptent leurs outils en conséquence. La polyvalence est une réponse à la variabilité naturelle des ressources, mais aussi à la surcapacité de capture qui oblige les armements à opérer sur un nombre croissant de stocks. Mais, conséquence négative, elle contribue secondairement à la surcapacité de capture qui, elle-même, accroît la variabilité des stocks.

IV.4. Chalutage Lieu noir Ouest de l'Ecosse 1983-1997

IV.4.1. Description

Au cours de la période 1983-1997, 144 bateaux ont eu pour cible le lieu noir. C'est donc sur ces navires qu'a priori il conviendrait d'estimer les puissances de pêche et leur dérives. Il est donc indispensable de se pencher sur les possibles interactions entre variables, et notamment entre Bateau et An. Mais avec 144 bateaux et 15 ans, la capacité du logiciel et/ou de la machine est dépassée.

On considère alors les 23 bateaux qui ont ciblé le lieu noir tout au long de la période 1983-1997. La très forte réduction du nombre des modalités du facteur Bateau permet de tester diverses interactions. Les principaux résultats sont présentés ci-dessous.

On possède des données de cpue du lieu noir par bateau, année, mois, zone, sous-division, rectangle et engin (12 028 lignes). Chaque bateau est décrit par un ensemble de caractéristiques techniques : port d'attache (QAM), jauge, puissance, longueur et âge. Les bateaux de la flottille sont rattachés à Lorient, Concarneau ou Douarnenez.

On a constaté que 2 bateaux ont changé de port d'attache au cours de la période.

Observons (*Figure 1*) la distribution de la moyenne des cpue par an pour chaque bateau sur la période:

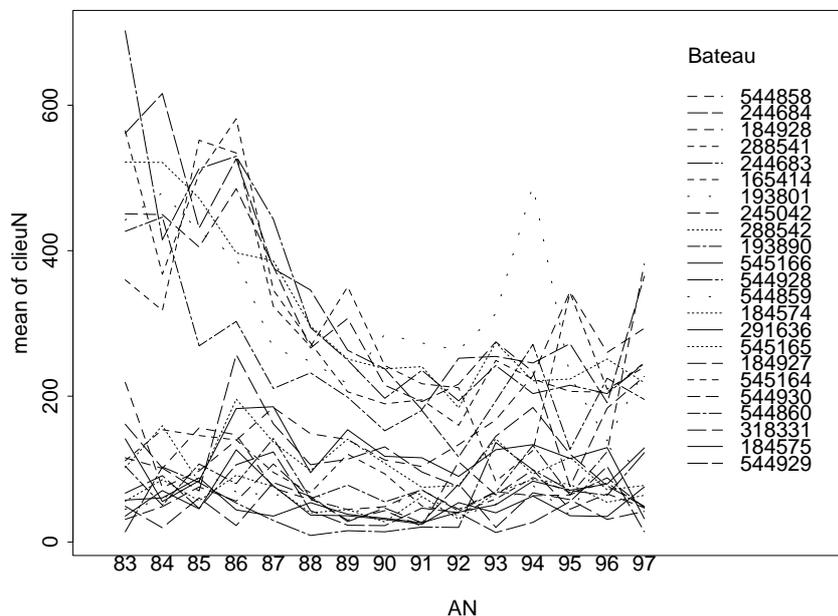


Figure 1 : visualisation de la moyenne annuelle des cpue pour chaque bateau sur la période 1983-1997

Il apparaît clairement un découpage en deux groupes de bateaux : ceux qui réalisent des cpue moyennes par AN supérieures à environ 200 sur toute la période et les autres. En étudiant plus particulièrement ces deux ensembles de bateaux, on s'aperçoit que le groupe supérieur correspond aux bateaux Lorientais (QAM=LO) contenant 8 bateaux et le second groupe aux bateaux Concarnois (QAM=CC) contenant 10 bateaux. Les 5 bateaux non classifiés sont des bateaux fluctuant entre les deux groupes (3 bateaux de Douarnenez et les 2 bateaux ayant

changés de port d'attache sur la période). Chacun de ces groupes possède une certaine uniformité de type. Les bateaux lorientais sont plutôt de grande taille (52 ou 54 mètres), les bateaux concarnois de petite taille (34 ou 35 mètres).

Sur ce graphique, on constate pour le groupe lorientais une chute des cpue entre 1983 et 1991 puis une relative stabilité de la chute de 1991 à 1997. Pour le groupe des concarnois, les cpue semblent assez stables sur toute la période. Une étude spécifique de chacun de ces groupes devrait permettre d'éclairer ces deux trajectoires.

Un certain nombre de questions sont ouvertes : pêchent-ils sur les mêmes zones, sur les mêmes stocks, s'agit-il d'une chute de l'abondance, d'un report de l'effort sur d'autres métiers ? Naturellement les simples données de captures commerciales ne permettront pas de répondre à l'ensemble de ces questions. Il apparaît qu'un jeu de données scientifiques et une structure en taille des captures auraient été fortement utile pour répondre au deuxième volet de questions.

- **Flottille lorientaise :**

Observons (*Figure 2*) la répartition de la flottille lorientaise sur les zones de pêche :

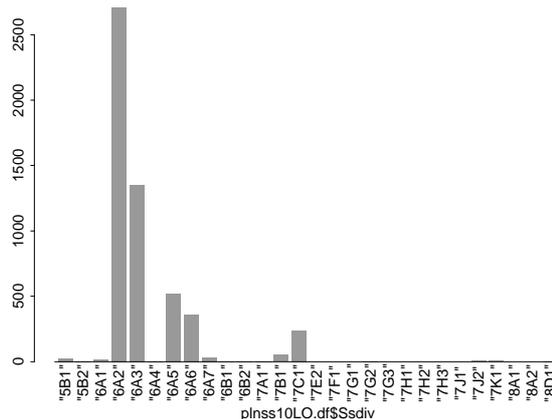


Figure 2 : Temps de pêche par Sous-Division (en heures)

Les sous_divisions les plus fréquentées par ordre décroissant sont 6A2 et 6A3 (nord-ouest Ecosse) suivies de 6A5 (ouest Ecosse) et 6A6 (nord-ouest Irlande) puis 7B1 et 7C1 (ouest Irlande).

Il serait intéressant d'étudier l'évolution de la distribution dans ces zones au cours de la période. Le tableau suivant représente le nombre total de séquence de pêche par sous-division et par année. On peut voir qu'il n'y a pas de changement notable de sous-division de pêche au cours de la période. On constate toutefois que la pêche s'est intensifiée en nombre de séquences de pêche au milieu de la période dans les sous-divisions les plus fréquentées.

	"5B1"	"5B2"	"6A1"	"6A2"	"6A3"	"6A4"	"6A5"	"6A6"	"6A7"	"6B1"	"6B2"	"7A1"
83	0	0	0	58	35	0	18	16	2	1	0	0
84	0	0	0	64	48	0	22	13	4	0	0	0
85	2	0	0	153	137	0	33	10	2	0	1	0
86	1	0	0	204	123	0	36	31	3	0	1	0
87	2	0	0	195	153	0	52	27	5	0	0	0
88	5	1	2	289	139	0	80	34	9	0	0	0
89	5	0	1	253	121	0	75	83	4	0	1	0
90	2	0	4	244	102	1	78	68	1	0	1	0
91	0	0	1	256	88	0	30	28	1	0	0	0
92	5	0	1	222	67	0	21	17	0	0	0	0
93	1	0	1	218	103	0	18	19	1	0	0	1
94	0	0	1	140	64	0	20	4	0	0	0	0
95	0	0	0	111	31	0	16	3	0	0	0	0
96	1	0	0	134	77	0	6	1	0	0	0	0
97	1	0	2	168	62	0	15	7	0	0	0	0

	"7B1"	"7C1"	"7E2"	"7F1"	"7G1"	"7G2"	"7G3"	"7H1"	"7H2"	"7H3"	"7J1"	"7J2"
83	5	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	2	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88	5	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89	14	45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
90	4	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
91	3	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
92	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
93	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
94	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
95	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	"7K1"	"8A1"	"8A2"	"8D1"
83	0	0	0	0
84	0	0	0	0
85	0	0	0	0
86	0	0	0	0
87	1	0	0	0
88	0	0	0	0
89	0	0	0	0
90	1	0	0	1
91	0	0	0	0
92	0	0	0	1
93	1	0	0	0
94	1	0	0	0
95	1	0	0	0
96	0	0	0	0
97	0	0	0	0

L'examen du premier graphique (Figure 1), a permis de mettre en évidence une rupture de la période 1983-1997 en 1990. On peut voir sur la figure 3 l'évolution de la cpue moyenne par an sur toute la période. Nous choisissons par conséquent de séparer notre étude de la flottille lorientaise en effectuant une première analyse entre 1983 et 1990 puis une seconde analyse entre 1991 et 1997. Sur la période *avant 1990* les cpue sont plus importantes que sur la période *après 1990*. De par les connaissances sur cette pêcherie on sait que l'année 1990 a été une période charnière entre une activité mono-spécifique *avant 1990* et une activité plus diversifiée.

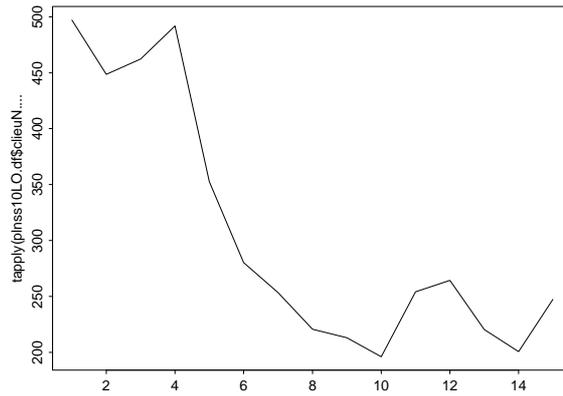


Figure 3 : évolution de la moyenne annuelle des captures par unité d'effort (tous les bateaux confondus) entre 1983 et 1997. Les années sont numérotées de 1 à 15.

Avant 1990

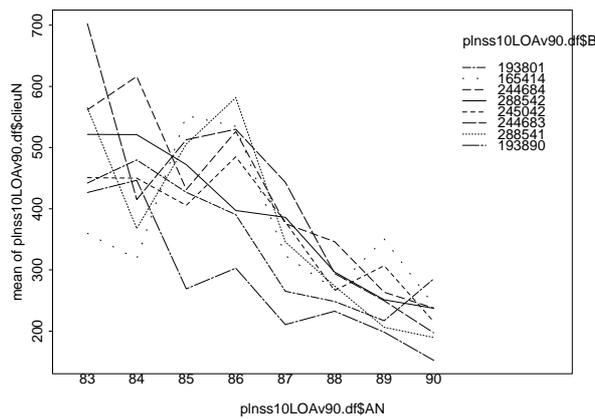


Figure 4 : évolution de la moyenne annuelle des captures par unité d'effort entre 1983 et 1990 pour chaque bateau

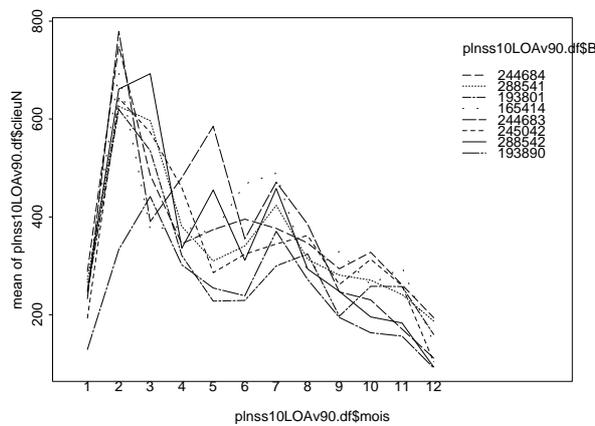


Figure 5 : évolution de la moyenne mensuelle des captures par unité d'effort sur la période 1983-1990 pour chaque bateau

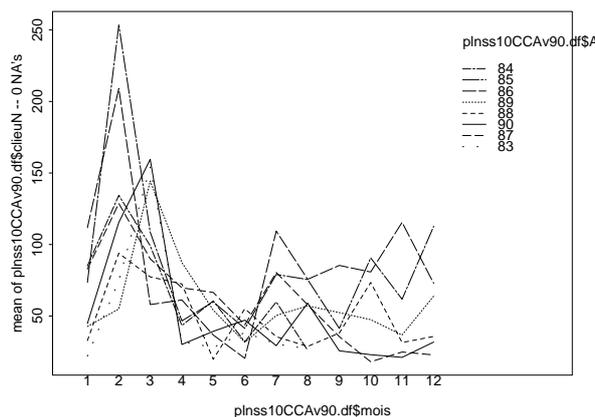


Figure 6 : évolution de la moyenne mensuelle des cpue pour chaque année

Sur la figure 4 on voit très nettement la décroissance régulière de la cpue sur la période avec une certaine variabilité par bateau. Si tous les bateaux avaient eu la même histoire sur la période, les trajectoires auraient été parallèles. Cela laisse donc supposer qu'il existe un effet Bateau-Année.

Sur la figure 5 il apparaît un pic en février-mars qui s'atténue au cours du temps (Figure 6).

Après 1990

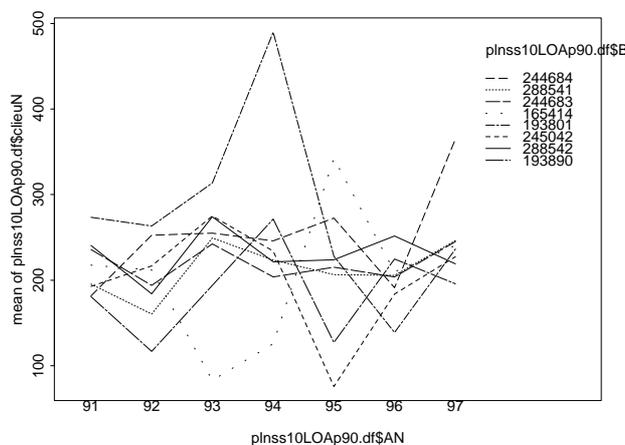


Figure 7 : évolution de la moyenne annuelle des captures par unité d'effort entre 1991 et 1997 pour chaque bateau

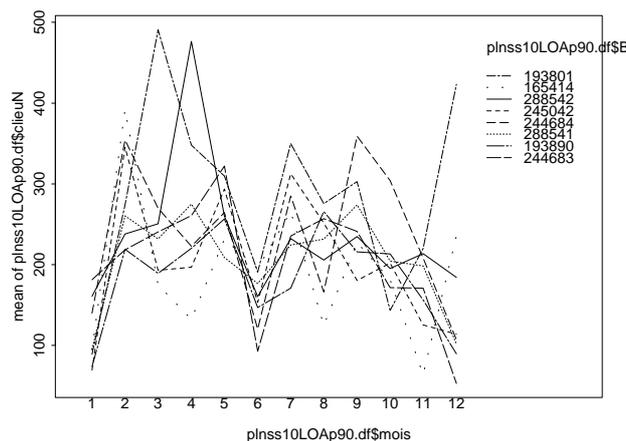


Figure 8 : évolution de la moyenne mensuelle des captures par unité d'effort sur la période 1991-1997 pour chaque bateau

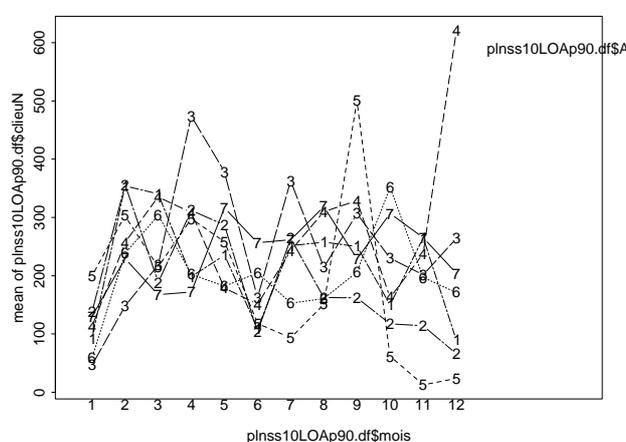


Figure 9 : évolution de la moyenne mensuelle des captures par unité d'effort (tous bateaux confondus) pour chaque année entre 1991 et 1997 (les années sont numérotées de 1 à 7)

Sur cet ensemble de figures, on constate une stabilisation de la chute des cpue et une disparition du pic de cpue au début de l'année. Sur la figure 7, un bateau de la flottille lorientaise se détache du groupe en 1994. Il s'agit d'une très grosse capture que l'on peut attribuer à un accident ou à une erreur de notation.

Intéressons nous maintenant à la flottille Concarnoise.

- **Flottille concarnoise**

Observons l'histogramme de répartition de la flottille concarnoise sur les zones de pêche au cours de la période 1983-1990:

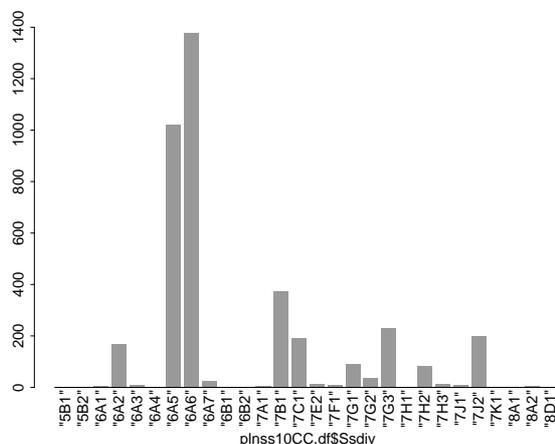


Figure 10 : Temps de pêche par Sous-Division (en heures)

On constate une plus grande diversité dans les zones fréquentées par la flottille concarnoise par rapport à la flottille lorientaise. Il apparaît que ces bateaux n'attendent pas d'avoir atteint les divisions les plus lointaines pour pêcher mais commencent déjà en cours de route ou continuent à leur retour.

Les sous_divisions les plus fréquentées par ordre décroissant sont 6A5 (ouest Ecosse) et 6A6 (nord-ouest Irlande) suivies de 7B1, 7C1 (ouest Irlande), 7J2 (sud-ouest Irlande), 7G3, 7G1 (sud-est Irlande) puis 7H2 (ouest Bretagne) et 6A2 (nord-ouest Ecosse).

La flottille concarnoise a eu un comportement différent et plus diversifié pour la distribution dans ces zones au cours de la période que la flottille lorientaise. Les Sous-divisions les plus au nord ont eu une fréquentation intensifiée en fin de période, tandis que celles plus au sud ont eu une fréquentation assez chaotique mais sans tendance particulière sur la période.

	"5B1"	"5B2"	"6A1"	"6A2"	"6A3"	"6A4"	"6A5"	"6A6"	"6A7"	"6B1"	"6B2"	"7A1"
83	0	0	0	4	0	0	9	1	2	0	0	0
84	0	0	0	1	0	0	16	2	0	0	0	0
85	0	0	0	7	0	0	44	58	0	0	0	0
86	0	0	0	13	0	0	53	39	1	0	0	2
87	0	0	0	0	0	0	36	36	1	0	0	0
88	0	0	1	9	0	1	61	73	6	0	1	1
89	0	0	0	2	0	1	70	90	1	0	1	0
90	0	0	0	3	0	0	51	83	2	0	0	0
91	0	0	1	30	0	0	139	117	2	0	0	0
92	0	1	1	17	5	0	100	88	0	0	0	0
93	0	0	0	27	1	1	118	110	2	0	0	1
94	1	0	0	3	0	0	95	158	0	0	0	1
95	0	0	1	22	2	0	111	169	3	0	0	0
96	0	0	0	19	0	0	64	214	3	0	0	0
97	0	0	0	12	1	0	55	139	0	0	0	0
	"7B1"	"7C1"	"7E2"	"7F1"	"7G1"	"7G2"	"7G3"	"7H1"	"7H2"	"7H3"	"7J1"	"7J2"
83	7	0	0	1	0	0	15	0	9	0	0	2
84	7	2	0	0	1	1	8	0	4	0	0	3
85	18	9	0	0	12	2	36	0	0	0	1	11
86	27	25	3	1	15	2	33	2	10	4	1	13
87	24	14	1	2	1	2	19	0	4	2	1	17
88	57	9	3	1	9	5	16	0	6	2	1	35
89	51	11	2	2	13	5	31	0	7	3	3	16
90	33	7	1	1	20	9	46	0	17	3	0	19

91	29	19	0	0	12	6	13	1	13	0	0	10
92	24	6	0	2	2	0	3	0	3	0	0	5
93	19	16	0	0	1	3	8	0	4	1	0	9
94	29	29	1	1	0	0	3	0	4	0	0	6
95	6	19	0	0	1	1	0	0	1	0	1	10
96	25	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	27
97	16	19	2	0	3	0	0	0	0	0	0	18

	"7K1"	"8A1"	"8A2"	"8D1"
83	0	0	0	0
84	1	0	0	0
85	0	0	0	0
86	0	0	0	0
87	0	0	1	0
88	0	2	3	0
89	0	0	0	0
90	0	0	0	0
91	0	0	0	0
92	0	0	0	0
93	0	0	0	0
94	0	0	0	0
95	0	0	0	0
96	0	0	0	0
97	1	0	0	0

Notons que ces deux flottilles partagent un certain nombre de zones de pêche, ce qui pousserait à croire qu'elles travaillent sur un même stock. En moyenne sur la période il ne semble pas y avoir sur ces zones communes de partage saisonnier entre les deux groupes.

Contrairement à la flottille lorientaise, la flottille concarnoise n'a pas connu la même chute de ses cpue. Sur la Figure 11, on observe une forte décroissance des cpue de 1987 à 1990 puis un regain des cpue plus franc que pour la flottille lorientaise dès 1993. Cette relative similitude des comportements nous pousse à nouveau découper notre étude en deux parties, *avant 1990* et *après 1990*.

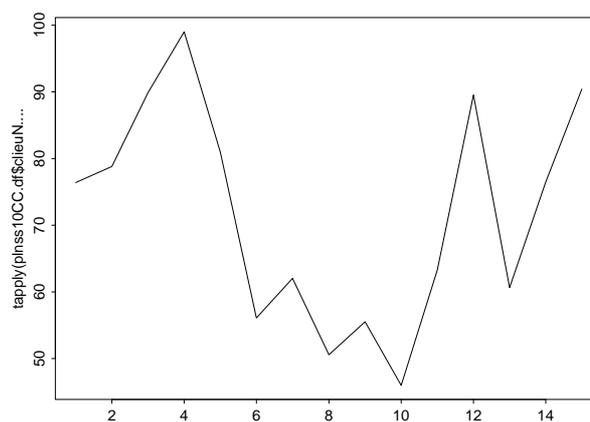


Figure 11 : évolution de la moyenne annuelle des captures par unité d'effort (tous les bateaux confondus) entre 1983 et 1997. Les années sont numérotées de 1 à 15.

Avant 1990

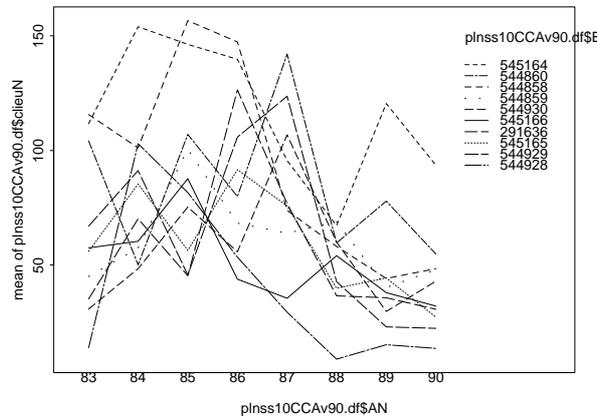


Figure 12 : évolution de la moyenne annuelle des captures par unité d'effort sur la période 1983-1990 pour chaque bateau

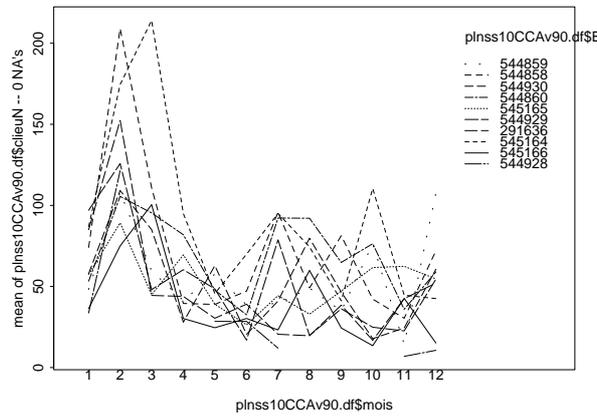


Figure 13 : évolution de la moyenne mensuelle des captures par unité d'effort sur la période 1983-1990 pour chaque bateau

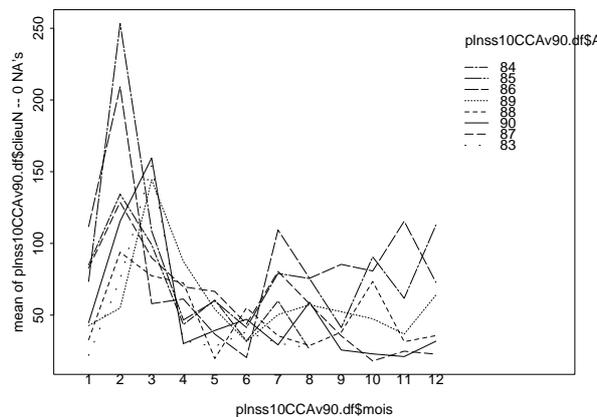


Figure 14 : évolution de la moyenne mensuelle des captures par unité d'effort (tous bateaux confondus) pour chaque année entre 1983 et 1990

Sur ces graphiques, on voit apparaître que les cpue sont en moyenne plus fortes au 1^{er} trimestre, et plus faibles en mai-juin. Ce qui pousse à penser qu'il y a un effet saisonnier important.

Après 1990

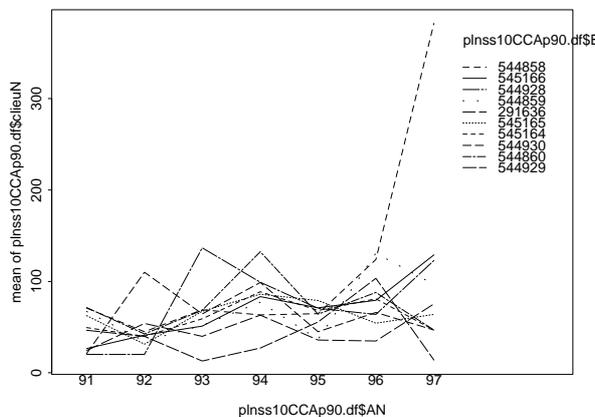


Figure 15 : moyenne annuelle des cpue entre 1991 et 1997 pour chaque bateau

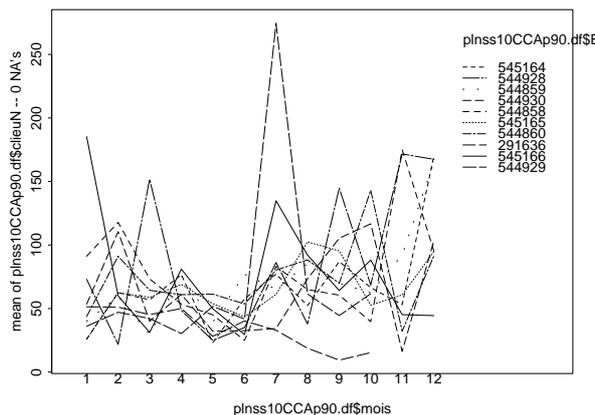


Figure 16 : moyenne mensuelle des cpue entre 1991 et 1997 pour chaque bateau

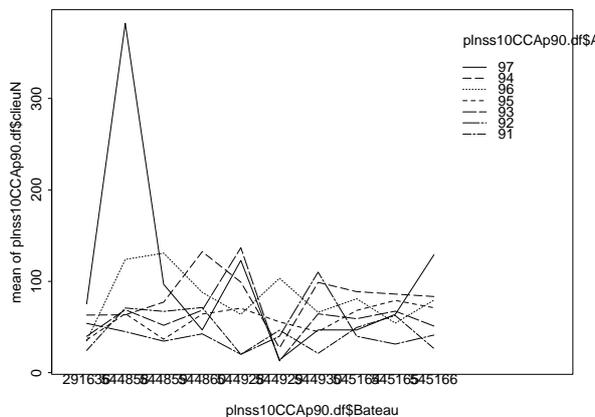


Figure 17 : moyenne mensuelle des cpue (tous bateaux confondus) pour chaque année

Les cpue semblent moyennes sur toute la période. On dénote toute fois une légère augmentation en fin d'année. Comment expliquer cette apparente transformation de la

distribution moyenne des cpue sur l'année au cours de la période ? Serait-ce du à un déplacement du poisson, à un changement du comportement des pêcheurs ?

Cette étude plus fine pour les bateaux concarnois montre le phénomène observé pour la flottille lorientaise : disparition des fortes captures en début d'année. Ce qui nous conforte dans l'idée qu'il s'agit bien du même stock pêché.

IV.4.2. Une approche par analyse de la variance

Nous présentons dans cette section une approche par analyse de la variance pour détecter quelles variables et interactions entre variables expliquent le plus la variabilité des cpue.

Une tentative d'analyse de la variance sur l'ensemble des bateaux ciblant le lieu noir et sur toute la période 1987-1990 a montré un grand nombre d'interactions significatives ne permettant pas d'interprétation des effets simples mesurant l'efficacité relative des bateaux.

Ceci nous a poussé à continuer notre analyse séparée par flottille et par période.

Nous présentons dans le premier paragraphe (Flottille Concarnoise, *Avant 1990*) la démarche à suivre et nous donnerons simplement les résultats obtenus dans les autres cas

- **Flottille concarnoise**

Avant 1990

Pour apprécier l'effet des variables bateau, année, sous-division et mois sur la puissance de pêche locale, nous effectuons l'analyse de la variance suivante :

```
aov(clieuN~Bateau*AN+Ssdiv+mois,data=plnss10CCAv90.df)
summary(aov)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	615917	68435.3	4.526305	0.0000067
AN	7	606602	86657.4	5.731516	0.0000015
Ssdiv	22	1437529	65342.2	4.321732	0.0000000
mois	11	1133043	103003.9	6.812671	0.0000000
Bateau:AN	63	426379	6767.9	0.447630	0.9999456
Residuals	1492	22558225	15119.5		

Cette analyse montre que tous les effets simples choisis pour expliquer la variabilité de la cpue sont significatifs et contrairement à ce que l'on aurait pu s'attendre, la variable bateau-année n'est pas significative. Si l'on choisit de modéliser ces données en supprimant la variable croisée bateau-année, on pourra facilement interpréter les valeurs des coefficients associés aux effets simples.

Envisageons des effets saisonniers et spatiaux par bateau. A la vue du résultat de l'analyse de la variance suivante on peut envisager de négliger ces 2 types d'interactions.

```
AovCCAv903_aov(clieuN~Bateau*(mois+Ssdiv)+AN,data=plnss10CCAv90.df)
summary(AovCCAv903)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	615917	68435.3	4.556112	0.0000062

mois	11	1432444	130222.2	8.669610	0.0000000
Ssdiv	22	1285920	58450.9	3.891399	0.0000000
AN	7	458809	65544.1	4.363632	0.0000850
Bateau:mois	95	995613	10480.1	0.697721	0.9872225
Bateau:Ssdiv	99	1546037	15616.5	1.039679	0.3790247

Doit-on prendre en compte des modifications annuelles des comportements moyens spatiaux et saisonniers ? L'analyse qui suit nous pousserait à ne garder qu'un effet année-sous-division, c'est à dire une modification des zones de captures moyennes sur la période.

```
AovCCAv904_aov(clieuN~Bateau+AN*(Ssdiv+mois),data=plnss10CCAv90.df)
summary(AovCCAv904)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	615917	68435.3	4.732416	0.0000032
AN	7	606602	86657.4	5.992508	0.0000007
Ssdiv	22	1437529	65342.2	4.518527	0.0000000
mois	11	1133043	103003.9	7.122895	0.0000000
AN:Ssdiv	84	1739953	20713.7	1.432390	0.0075078
AN:mois	71	999314	14074.8	0.973300	0.5416765
Residuals	1400	20245336	14461.0		

```
AovCCAv909_aov(clieuN~Bateau+(AN+mois)*Ssdiv,data=plnss10CCAv90.df)
summary(AovCCAv909)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	615917	68435.3	4.945425	0.000001467
AN	7	606602	86657.4	6.262233	0.000000302
mois	11	1382811	125710.1	9.084352	0.000000000
Ssdiv	22	1187760	53989.1	3.901483	0.000000004
AN:Ssdiv	84	1739953	20713.7	1.496862	0.003079205
mois:Ssdiv	110	2411003	21918.2	1.583903	0.000199134
Residuals	1361	18833648	13838.1		

Les effets retenus pour le reste de l'étude sont donc les suivants : Bateau, année*sous-division, mois*sous-division. Cela signifierait que tous les bateaux concarnois avant 1990 ont des puissances de pêche locales qui évoluent en moyenne annuelle de la même façon. Néanmoins les captures par unité d'effort pour cette même flottille avant 1990 semblent se déplacer dans l'espace au sein même de l'année et sur l'ensemble de la période.

```
AovCCAv908_aov(clieuN~Bateau+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10CCAv90.d
f)
```

```
summary(AovCCAv908)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	615917	68435.3	4.945425	0.000001467
AN	7	606602	86657.4	6.262233	0.000000302
Ssdiv	22	1437529	65342.2	4.721909	0.000000000
mois	11	1133043	103003.9	7.443500	0.000000000
AN:Ssdiv	84	1739953	20713.7	1.496862	0.003079205
mois:Ssdiv	110	2411003	21918.2	1.583903	0.000199134
Residuals	1361	18833648	13838.1		

Après 1990

```
AovCCAp901_aov(clieuN~Bateau*AN+Ssdiv+mois,data=plnss10CCAp90.df)
summary(AovCCAp901)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Bateau  9   198948  22105.3  1.327517 0.2170507
  AN    6   549188  91531.4  5.496841 0.0000116
  Ssdiv 22  3261286 148240.3  8.902446 0.0000000
  mois  11   381285  34662.3  2.081615 0.0187067
Bateau:AN 54  1544440  28600.7  1.717594 0.0009924
Residuals 2171  36150703  16651.6
```

L'analyse de la variance réalisée pour cette flottille sur la période *après 1990* conforte les observations effectuées sur les figures 15 et 16. L'effet saisonnier est beaucoup moins significatif que pour la période *avant 1990*. Par contre, dans ce cas on observe un effet bateau-année non négligeable, autrement dit ces bateaux de Concarneau évolueraient de manière beaucoup plus indépendante sur cette période.

En raisonnant de la manière que pour la période avant 1990, mais en conservant la variable bateau-année, on obtient :

```
aov(clieuN~Bateau*AN+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10CCAp90.df)
summary(aov)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Bateau  9   198948  22105.3  1.51378 0.1372060
  AN    6   549188  91531.4  6.26812 0.0000015
  Ssdiv 22  3261286 148240.3 10.15157 0.0000000
  mois  11   381285  34662.3  2.37369 0.0064863
Bateau:AN 54  1544440  28600.7  1.95859 0.0000465
  AN:Ssdiv 55  3306704  60121.9  4.11718 0.0000000
mois:Ssdiv 84  3171313  37753.7  2.58539 0.0000000
Residuals 2032  29672686  14602.7
```

Les effets retenus pour cette flottille sur cette période sont : Bateau*année, année*sous-division, et mois*sous-division.

En ce qui concerne l'évolution spatio-temporelle des cpue de la flottille concarnoise après 1990, on constate les mêmes phénomènes que pour la période avant 1990. Par contre la puissances de pêche locale par bateau sur cette période n'est plus aussi homogène au sein de cette flottille (interaction bateau-année).

- **Flottille lorientaise :**

Avant 1990

Pour apprécier l'effet des variables bateau, année, sous-division et mois sur la puissance de pêche locale, nous effectuons l'analyse de la variance suivante :

```
aov(clieuN~Bateau*AN+Ssdiv+mois,data=plnss10LOAv90.df)
summary(AovLOAv901)
      Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
Bateau  7   4628986  661284  5.96206 0.0000006
  AN    7  34327834  4903976 44.21367 0.0000000
  Ssdiv 16  16692052 1043253  9.40585 0.0000000
```

```

      mois    11  63642318  5785665  52.16287  0.0000000
Bateau:AN   49   6069927   123876   1.11685  0.2683131
Residuals 3194 354263747  110915

```

On voit à nouveau mais de façon un peu moins flagrante que pour les bateaux de Concarneau, que la flottille lorientaise semble se comporter de la même manière sur toute la période (effet bateau-année pas significatif), contrairement à ce que l'on pouvait pressentir sur la figure 4.

En ajoutant les autres interactions comme pour l'étude de la flottille concarnoise, on obtient les résultats suivants :

```

aov(clieuN~Bateau+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10LOAv90.df)
summary(aov)

```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	7	4628986	661284	6.49857	1.252096e-07
AN	7	34327834	4903976	48.19234	0.000000e+00
Ssdiv	16	16692052	1043253	10.25225	0.000000e+00
mois	11	63642318	5785665	56.85687	0.000000e+00
AN:Ssdiv	53	19208260	362420	3.56157	0.000000e+00
mois:Ssdiv	73	23944397	328005	3.22337	0.000000e+00
Residuals	3117	317181016	101758		

Après 1990

La première analyse de la variance que pour la période avant 1990 fait à nouveau apparaître le peu de significativité de la variable croisée bateau-an.

```

aov(clieuN~Bateau*AN+Ssdiv+mois,data=plnss10LOAp90.df)
summary(aov)

```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	7	1423217	203316.7	2.606656	0.0111618
AN	6	1244267	207377.8	2.658722	0.0142794
Ssdiv	12	3003208	250267.3	3.208595	0.0001410
mois	11	5013296	455754.2	5.843075	0.0000000
Bateau:AN	42	3468262	82577.7	1.058701	0.3702698
Residuals	1956	152566093	77999.0		

Appliquant la même procédure de recherche des interactions expliquant une partie de la variabilité des cpue, on a :

```

aov(clieuN~Bateau*AN+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10LOAp90.df)
summary(aov)

```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	7	1423217	203316.7	2.629151	0.0105329
AN	6	1244267	207377.8	2.681667	0.0135504
Ssdiv	12	3003208	250267.3	3.236285	0.0001253
mois	11	5013296	455754.2	5.893500	0.0000000
Bateau:AN	42	3468262	82577.7	1.067838	0.3554878
AN:Ssdiv	37	3701039	100028.1	1.293495	0.1119036
mois:Ssdiv	52	4486830	86285.2	1.115781	0.2667356
Residuals	1867	144378224	77331.7		

IV.4.3. Choix du modèle

Les cpue sont des valeurs positives plutôt asymétriques, il est clair qu'une transformation des cpue par une application de la fonction logarithme népérien, va artificiellement diminuer la variance des données et mieux « coller » à une distribution normale. Comme il a été noté dans le paragraphe Traitement statistique de la partie méthodologie, cette transformation des données cpue en $\log(\text{cpue})$ entraîne une estimation biaisée des cpue. Néanmoins si l'estimation des $\log(\text{cpue})$ est précise, le biais est très faible (Laurec et Perodou 87). En appliquant cette transformation aux données le modèle ajusté sur les $\log(\text{cpue})$ (modèle à effets additifs avec interactions) est transformé en un modèle à effets multiplicatifs avec interactions.

- **Flottille concharnoise**

Avant 1990

Tout d'abord, tentons d'ajuster un modèle linéaire simple sur les cpue puis les $\log(\text{cpue})$. Comme on l'a déjà noté dans ce rapport le fait que le plan soit déséquilibré entraîne une importance dans l'ordre d'apparition des variables. Chaque ligne des tableaux de résultats doit donc être interprétée successivement par ordre d'apparition.

- `lm(clicuN~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10CCA
v90.df,singular.ok=T)`
`summary(lm)`
Residual standard error: 117.6 on 1361 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.2967
F-statistic: 2.362 on 243 and 1361 degrees of freedom, the p-value
is 0
- `drop1(lm)`
Model:
`clicuN ~ Bateau + AN + Ssdiv + mois + AN * Ssdiv + mois * Ssdiv`

	Df	Sum of Sq	RSS	Cp
<none>			18833648	25586639
Bateau	9	268433	19102081	25605986
AN:Ssdiv	73	1957736	20791384	25524013
mois:Ssdiv	110	2411003	21244651	24953260
- `lm(log(clicuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10CCA
90.df,singular.ok=T)`
`summary(lm)`
Residual standard error: 0.7246 on 1361 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.4889
F-statistic: 5.357 on 243 and 1361 degrees of freedom,
the p-value is 0
- `anova(lm)`
Analysis of Variance Table

Response: `log(clicuN)`

Terms added sequentially (first to last)

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	75.8324	8.42582	16.04753	0.0000000000
AN	7	116.0434	16.57763	31.57318	0.0000000000
Ssdiv	22	226.4956	10.29525	19.60798	0.0000000000
mois	11	90.1836	8.19851	15.61460	0.0000000000
AN:Ssdiv	84	70.0240	0.83362	1.58768	0.0007886089
mois:Ssdiv	110	104.8858	0.95351	1.81602	0.0000014843
Residuals	1361	714.5988	0.52505		

```

> drop1(lm)
Model:
log(clieun) ~ Bateau + AN + Ssdiv + mois + AN * Ssdiv + mois * Ssdiv
      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>                714.5988 970.8252
  Bateau    9    19.7250 734.3237 981.0992
AN:Ssdiv  73    63.2886 777.8874 957.4559
mois:Ssdiv 110   104.8858 819.4845 960.1991

```

Comme on s’y attendait la transformation des données cpue avec la fonction logarithme « améliore » l’ajustement. La fonction drop1() permet d’évaluer la suppression une à une des variables du modèle considéré. La première ligne du tableau rappelle la variance expliquée par le modèle original et chacune des lignes suivantes donne les statistiques associées au modèle « allégé ». La statistique Cp est un critère de sélection des variables : si la valeur du Cp est plus petite que celle du modèle initial cette variable n’apporte pas beaucoup d’information au modèle. En regardant les deux tableaux précédent, on serait donc tenté de ne considérer que les effets simples. En ajustant un modèle sans aucune interaction on perd néanmoins beaucoup beaucoup de variance expliquée, puisque l’on passe d’un R² égal à 0.49 à un R² égal à 0.36.

Nous proposons ensuite une analyse de la puissance de pêche locale à partir des coefficients du modèle. Dans chacun des cas présentés ci-dessous la valeur 0 des coefficients désigne la valeur moyenne. Les comparaisons seront donc effectuées par rapport à cette valeur moyenne.

Variations de l’efficacité relative des bateaux de la flottilles carnoise ciblant le lieu noir avant 1990 (Figure 18):

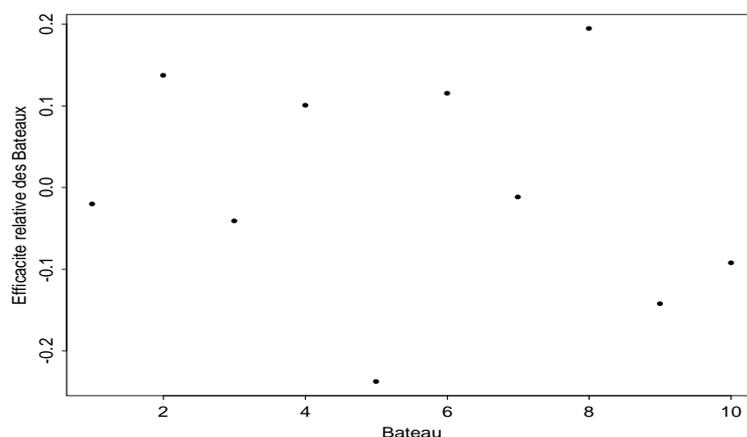


Figure 18 : coefficient multiplicatif de l’ effet Bateau par Bateau

L'ensemble des coefficients se trouve dans l'intervalle $[-0.24 ; 0.19]$, c'est à dire que les puissances de pêche varient entre 0.8 ($\exp(-0.25)$) et 1.2 ($\exp(0.2)$). On constate une certaine homogénéité des bateaux. Un seul bateau (bateau 5) se détache avec un coefficient très faible.

Etude des résidus :

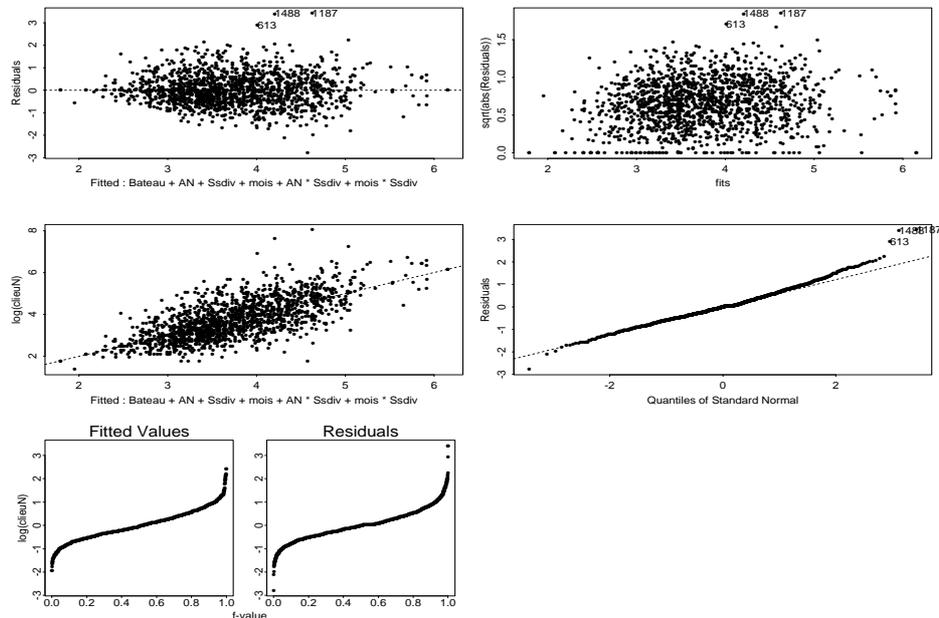


Figure 19 : résumé des diagnostics sur l'ajustement

En ce qui concerne les autres variations de l'efficacité relative (annuelle, mensuelle, spatiale), il n'est pas possible d'interpréter directement les coefficients des effets simples comme pour les bateaux étant données les interactions existantes sur ces variables. Par contre si l'on considère le modèle sans interaction (proposé après l'étude de la fonction drop()) qui explique un peu moins la variabilité des cpue, on pourra proposer une interprétation de ces coefficients. Il faut toute fois considérer ces informations comme moins précises que les variations d'efficacité relative des bateaux.

Ajustement du modèle sans interaction :

```
lm(log(clieuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois,data=plnss10CCA90.df,singular.ok
=T)
summary(lm)
Residual standard error: 0.7563 on 1555 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.3638
F-statistic: 18.14 on 49 and 1555 degrees of freedom, the p-value is
0
```

Variations de l'efficacité relative annuelle de la flottilles concarnoïse ciblant le lieu noir avant 1990 (Figure 20):

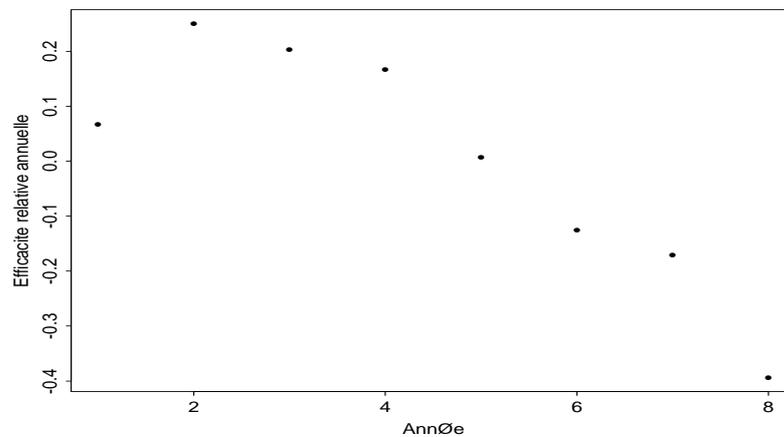


Figure 20 : coefficient multiplicatif annuel dans le modèle sans interaction (années entre 1983 et 1990 numérotées de 1 à 8)

On observe une chute de l'efficacité relative annuelle sur la période.

Variations de l'efficacité relative spatiale de la flottilles concarnoïse ciblant le lieu noir avant 1990 (Figure 21):

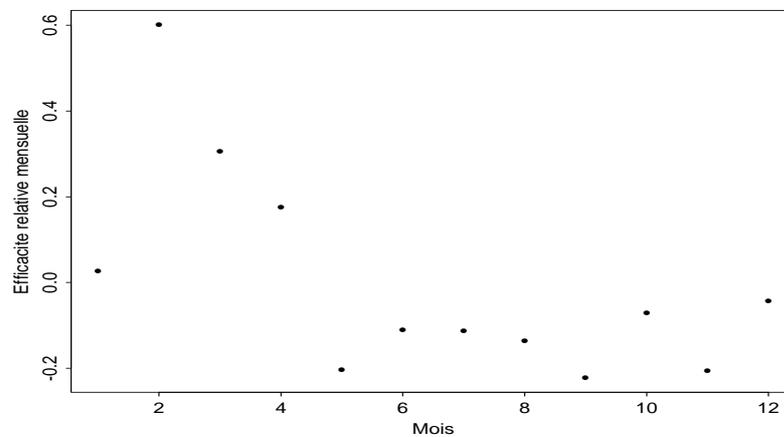


Figure 21 : coefficient multiplicatif sous-division dans le modèle sans interaction (les sous-divisions dans leur ordre d'apparition 6A1 6A2 6A4 6A5 6A6 6A7 6B2 7A1 7B17C1 7E2 7F1 7G1 7G2 7G3 7H1 7H2 7H3 7J1 7J2 7K1 8A1 8A2)

L'efficacité relative spatiale semble être assez homogène. Trois sous-divisions se détachent du lot : 7C1, 7H1 et 7K1.

Variations de l'efficacité relative mensuelle de la flottilles concarnoïse ciblant le lieu noir avant 1990 (Figure 22):

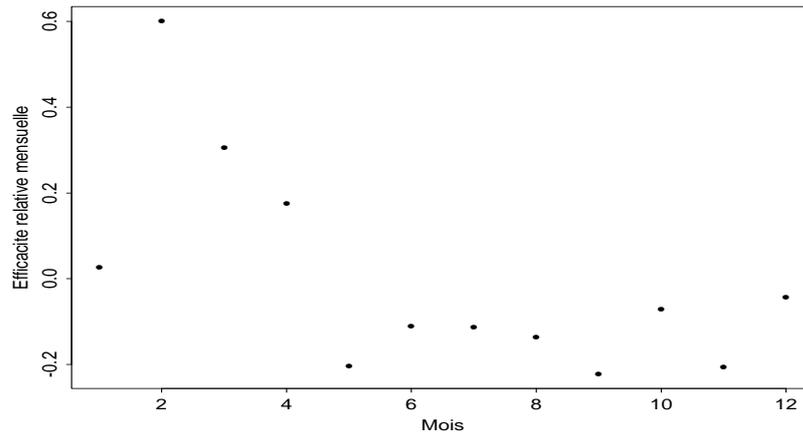


Figure 22 : coefficient multiplicatif mensuel dans le modèle sans interaction (les mois sont numérotés de 1 à 12)

On constate une efficacité relative plus importante au début de l'année avec un pic en février.

Remarque : Pour affiner l'ajustement, on a cherché à ajuster un modèle linéaire généralisé avec l'hypothèse que les observations étaient distribuées selon une loi gamma (les cpue étant des variables positives continues) mais la déviance du modèle choisi n'était pas meilleure que celle obtenue avec un modèle linéaire simple sur les données transformées.

```
gllgammaCCAv90_glm(clicuN~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv, family=Gamma, data=plnss10CCAv90.df)

summary(gllgammaCCAv90, correlation=F)
(Dispersion Parameter for Gamma family taken to be 0.614698 )

Null Deviance: 1667.143 on 1604 degrees of freedom

Residual Deviance: 716.736 on 1361 degrees of freedom
Number of Fisher Scoring Iterations: 7
```

Après 1990

On ajuste de la même façon un modèle linéaire simple sur les données de cpue transformées par la fonction logarithme. Contrairement au modèle ajusté sur la période avant 1990, l'effet Bateau-Année (analyse de la variance) n'est pas négligé.

```
> lmmultCCAp90_lm(log(clicuN)~Bateau*AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv, data=plnss10CCAp90.df, singular.ok=T)
summary(lmmultCCAp90, correlation=F)
Residual standard error: 0.8062 on 2032 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.3375
F-statistic: 4.295 on 241 and 2032 degrees of freedom,
the p-value is 0
> drop1(lmmultCCAp90)
<none> 1320.813 1635.416
Bateau:AN 54 55.8061 1376.619 1621.022
AN:Ssdiv 46 83.5870 1404.400 1659.203
mois:Ssdiv 84 149.9124 1470.725 1676.127
```

```

➤ anova(lmmultCCAp90)
Analysis of Variance Table
Response: log(clieuN)
Terms added sequentially (first to last)

```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	9	21.078	2.34198	3.60301	0.0001819565
AN	6	67.569	11.26155	17.32528	0.0000000000
Ssdiv	22	190.772	8.67146	13.34057	0.0000000000
mois	11	81.619	7.41993	11.41517	0.0000000000
Bateau:AN	54	66.237	1.22661	1.88708	0.0001201113
AN:Ssdiv	55	95.586	1.73792	2.67370	0.0000000007
mois:Ssdiv	84	149.912	1.78467	2.74562	0.0000000000
Residuals	2032	1320.813	0.65001		

La fonction `drop1()` nous montre que l'interaction bateau-année n'est pas très importante dans l'explication de la variabilité des cpue. Cependant la valeur du R^2 n'étant pas très élevée nous choisissons de conserver cette information. Néanmoins afin de proposer une analyse de la puissance de pêche locale par bateau nous proposons aussi un ajustement sans cette interaction.

```

lm(log(clieuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss10C
CAp90.df,singular.ok=T)
summary(lm)
Residual standard error: 0.8124 on 2086 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.3095
F-statistic: 4.999 on 187 and 2086 degrees of freedom, the p-value is
0

```

Variations de l'efficacité relative des bateaux de la flottilles concarnoise ciblant le lieu noir après 1990 (Figure 23):

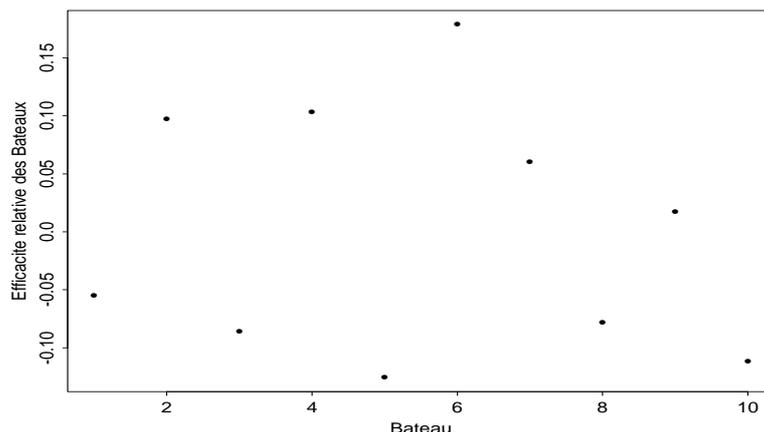


Figure 23 : coefficient multiplicatif Bateau pour chaque bateau issu du modèle linéaire sans l'interaction bateau-année sur les données transformées par application de la fonction logarithme

Sur cette période le domaine de variation du coefficient d'efficacité relative par bateau [-0.13, 0.19] est plus réduit que celui de la période avant 1990. Ce qui signifie que l'écart d'efficacité entre les bateaux de cette flottille s'est réduit.

On retrouve le bateau (bateau 5) peu efficace par rapport aux autres de la flottille sur la période avant 1990, toujours aussi peu efficace. Un autre bateau (bateau 6) moyen sur la période précédente semble se détacher en gain d'efficacité relative.

Etude des résidus du modèle :

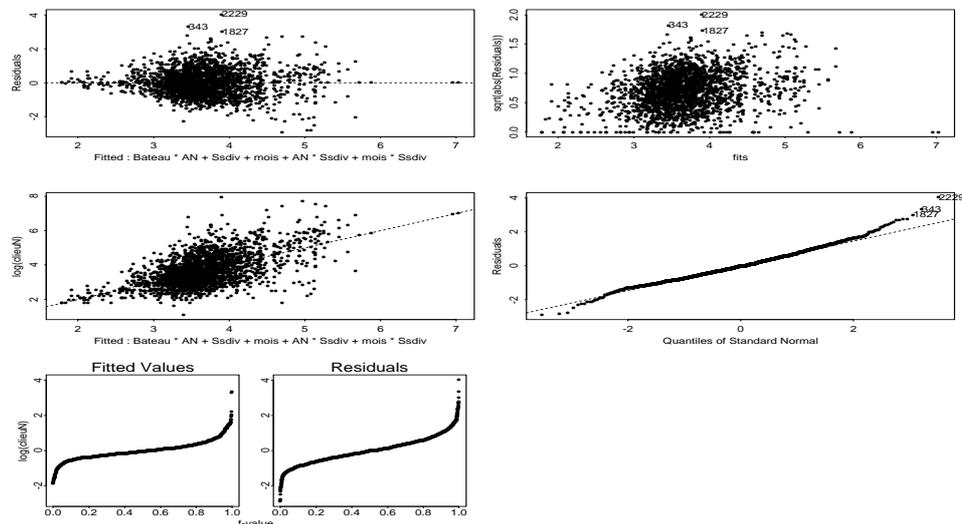


Figure 24 : résumé des diagnostics de l'ajustement

- **Flottille lorientaise**

Comme pour la flottille concarnoise, on ajuste un modèle linéaire simple sur les données transformées des cpue (par la fonction logarithme).

Avant1990

```
➤ lm(log(clieuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss
10LOAv90.df,singular.ok=T)
summary(lm)
Residual standard error: 0.8096 on 3117 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.3886
F-statistic: 11.86 on 167 and 3117 degrees of freedom, the p-value is
0

➤ drop1(lmmultLOAv90)
      Df Sum of Sq      RSS      Cp
<none>      2043.150 2263.394
  Bateau   7    50.5574 2093.708 2304.774
 AN:Ssdiv 47    70.9657 2114.116 2272.744
 mois:Ssdiv 73   117.3628 2160.513 2285.055

➤ anova(lmmultLOAv90)
Analysis of Variance Table
Response: log(clieuN)
Terms added sequentially (first to last)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)
Bateau	7	57.923	8.27469	12.62374	0.000000e+00
AN	7	246.330	35.19005	53.68542	0.000000e+00
Ssdiv	16	231.945	14.49653	22.11570	0.000000e+00
mois	11	556.570	50.59723	77.19039	0.000000e+00
AN:Ssdiv	53	88.291	1.66588	2.54144	8.267199e-09
mois:Ssdiv	73	117.363	1.60771	2.45270	1.702840e-10
Residuals	3117	2043.150	0.65549		

Ici la fonction drop1() nous confirme l'importance des interactions spatio-temporelles.

Variations de l'efficacité relative des bateaux de la flottille concarnoise ciblant le lieu noir avant 1990 (Figure 25):

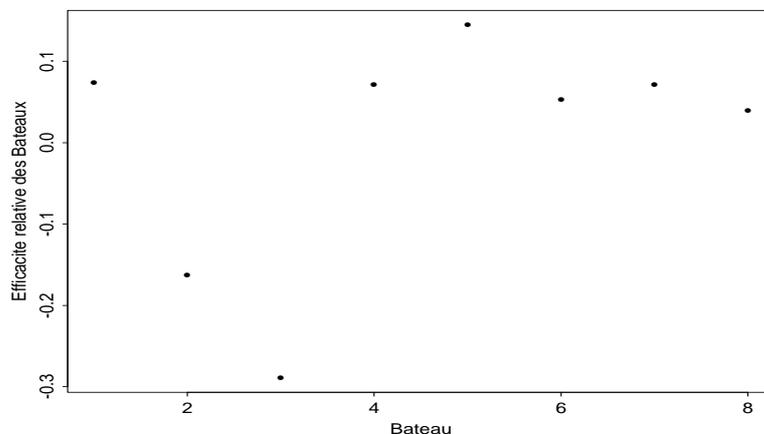


Figure 25 : coefficient multiplicatif Bateau par Bateau

Sur cette période 1983-1990, les coefficients d'efficacité relative pour la flottille lorientaise varient entre -0.3 et 0.14

Deux bateaux (bateau 2 et 3) se détachent très clairement en terme d'efficacité relative du reste de la flottille avec des coefficients très faibles. Peut-on expliquer ces différences par des caractéristiques techniques particulières ? A priori, non car leurs caractéristiques sont très semblables au reste de la flottille. Doit-on expliquer cette faiblesse par un réel manque d'efficacité ou tout simplement à un facteur de ciblage de ces bateaux plus faible que les autres ?

Etude des résidus :

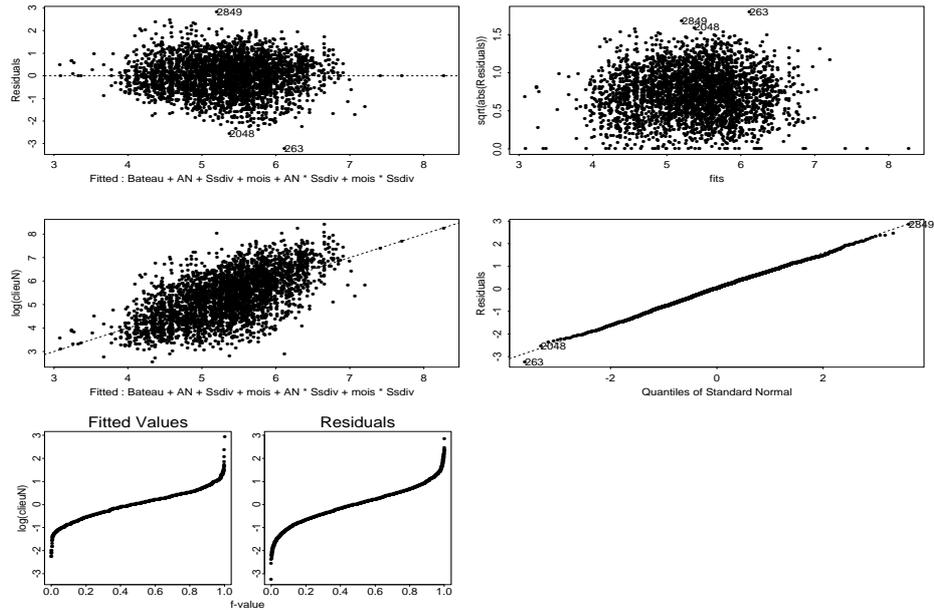


Figure 26 : résumé des diagnostics de l'ajustement

Après 1990

```

➤ lm(log(clieuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss
  10LOAp90.df,singular.ok=T)
summary(lm)
Residual standard error: 0.9077 on 1909 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.196
F-statistic: 3.723 on 125 and 1909 degrees of freedom, the p-value is
0

➤ drop1(lmmultLOAp90)
Single term deletions

Df Sum of Sq      RSS       Cp
<none>                1572.935 1780.572
  Bateau    7   13.01371 1585.949 1782.051
  AN:Ssdiv 29   44.11534 1617.050 1776.898
  mois:Ssdiv 52   60.35550 1633.290 1755.236

➤ anova(lmmultLOAp90)
Analysis of Variance Table

Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value      Pr(F)
  Bateau    7    15.039   2.14836  2.60737 0.01114728
    AN     6    18.728   3.12139  3.78830 0.00093460
  Ssdiv   12   107.305   8.94209 10.85261 0.00000000
  mois   11   123.991  11.27189 13.68018 0.00000000
  AN:Ssdiv 37    58.009   1.56781  1.90278 0.00089630
  mois:Ssdiv 52    60.356   1.16068  1.40867 0.02989594
  Residuals 1909  1572.935   0.82396

```

La fonction `drop1()` confirme à nouveau l'importance des interactions spatio-temporelles dans l'ajustement.

Variations de l'efficacité relative des bateaux de la flottilles concarnoise ciblant le lieu noir après 1990 (Figure 27):

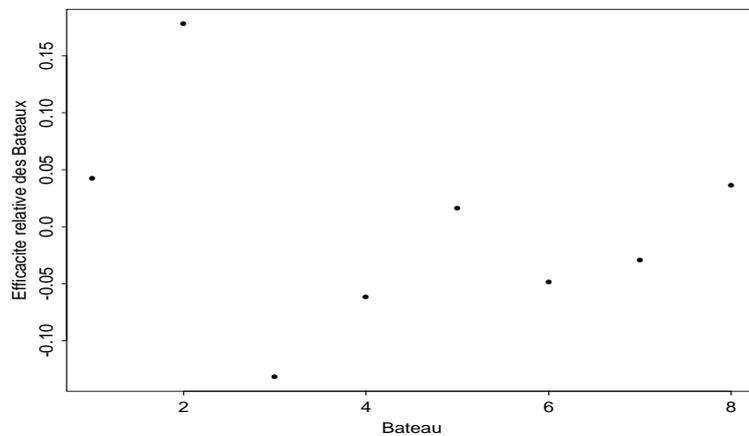


Figure 27 : coefficient multiplicatif Bateau par Bateau

Comme pour la flottille concarnoise, on constate une réduction de l'intervalle de variation des coefficients d'efficacité relative des bateaux sur la période 1991-1997.

On observe à nouveau le détachement de deux bateaux. Le bateau 2 qui avait une efficacité relative très faible dans la période avant 1990 se retrouve avec l'efficacité relative la plus grande. Le bateau 3 se détache à nouveau, en conservant une efficacité relative très faible.

Ces bateaux ayant le même âge, la même taille et la même puissance, les différences d'efficacité doivent être expliquées autrement, et notamment par des différences de stratégie. Un indicateur de ciblage pourrait à cet égard s'avérer d'une grande utilité. Le filtre de 10% utiliser pour sélectionner les bateaux ciblant le lieu noir étant peut-être un peu faible dans ce cas.

Notons cependant que la très faible valeur du R2 ne permet pas d'accorder énormément de crédit à ces coefficients.

Etude des résidus

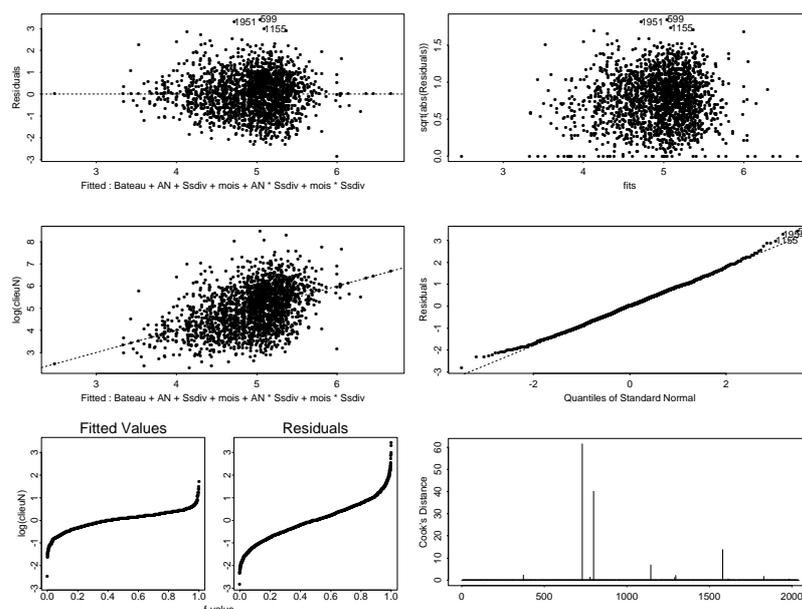


Figure 28 : résumé des diagnostics de l'ajustement

IV.4.4. Explication de la puissance de pêche par des caractéristiques techniques

Nous avons vu dans les paragraphes précédents qu'une étude en deux périodes sur chacun des groupes était préférable. Rappelons que l'ultime but de ce travail est d'expliquer des variations d'efficacité locale ou globale par des caractéristiques techniques. Si l'on continue à traiter séparément chacune des flottilles qui possède au sein même de leur groupe des caractéristiques techniques identiques ou alors très voisines, on ne pourra pas mettre en évidence ce genre de relations (pas de contrastes). Il apparaît alors indispensable de regrouper les deux flottilles pour les étudier tout d'abord sur la période avant 1990 puis sur la période après 1990.

Les bateaux de Douarnenez et ceux qui avaient changé en cours de période de port d'attache ont été à nouveau pris en compte, ce qui ne pose pas de problème particulier puisque le quartier n'intervient pas dans l'analyse.

Avant 1990

Avant de se lancer dans l'explication des coefficients d'efficacité relative par bateau, il est nécessaire de réajuster un modèle linéaire simple avec tous les navires sur la période avant 1990.

```
➤ lm23BatAvt90_lm(log(clieuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssd
  iv,data=plnss10compAv90.df,singular.ok=T)
summary(lm23BatAvt90,correlation=F)
anova(lm23BatAvt90)
Residual standard error: 0.811 on 6030 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.564
F-statistic: 23.28 on 335 and 6030 degrees of freedom, the p-value is
0

➤ Analysis of Variance Table
Df Sum of Sq Mean Sq F Value Pr(F)
  Bateau 22 3182.357 144.6526 219.9104 0.000000e+00
    AN 7 326.583 46.6547 70.9276 0.000000e+00
  Ssdiv 27 458.537 16.9829 25.8185 0.000000e+00
  mois 11 682.887 62.0806 94.3791 0.000000e+00
AN:Ssdiv 113 161.681 1.4308 2.1752 1.567124e-11
mois:Ssdiv 155 318.322 2.0537 3.1222 0.000000e+00
Residuals 6030 3966.412 0.6578
```

On constate une nette amélioration de l'explication par le modèle ($R^2=0.56$) de la variabilité des cpue par rapport aux analyses effectuées en prenant les flottilles séparément.

Etude des résidus

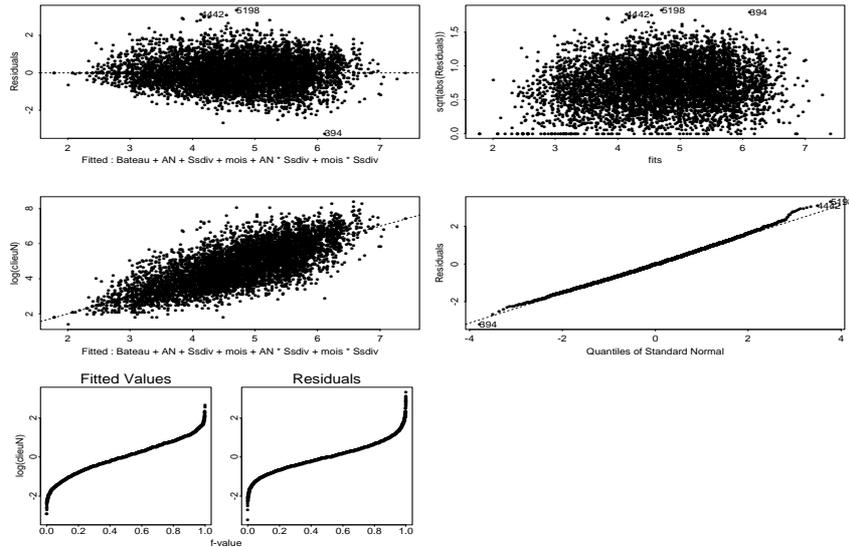


Figure 29 : résumé des diagnostics de l'ajustement

Variations de l'efficacité relative des bateaux ciblant le lieu noir avant 1990 (Figure 30):

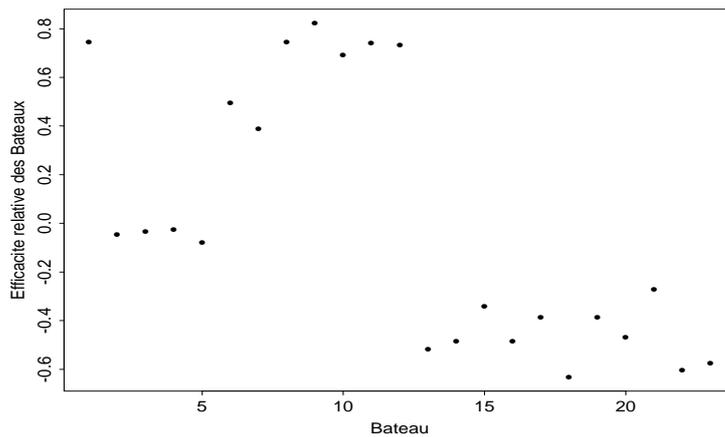


Figure 30 coefficient multiplicatif Bateau par bateau

On observe que les coefficients d'efficacité relative pour l'ensemble des bateaux ciblant le lieu noir sur la période 1983-1990 varient entre -0.7 et 0.8 (intervalles beaucoup plus grands pour chacune des flottilles prise séparément). Les bateaux de la flottille orientale possèdent les coefficients les plus forts (de 0.4 à 0.8), et les bateaux concarnois les plus faibles (de -0.7 à -0.3).

De 1983 à 1990 certains bateaux ont évolués techniquement : changement de puissance, de jauge ou de longueur. Pour expliquer l'efficacité relative de chaque bateau par ces caractéristiques physiques (âge, longueur, puissance et jauge) on se propose d'associer à chaque bateau une unique valeur pour chacune de ces variables. Cette valeur sera une moyenne pondérée par le temps de pêche. Par exemple, si un bateau a une puissance $P1$ pour un temps total de pêche $tp1$ et une puissance $P2$ pour un temps de pêche $tp2$, alors sa puissance moyenne sera $(tp1*P1+tp2*P2)/(tp1+tp2)$.

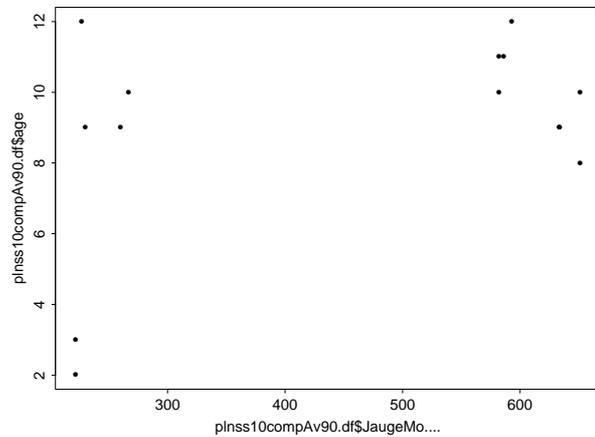
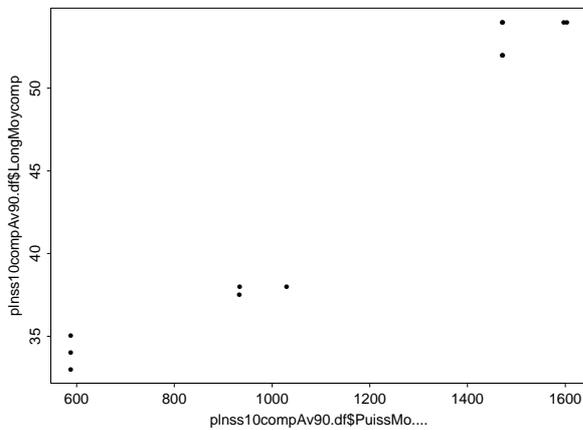
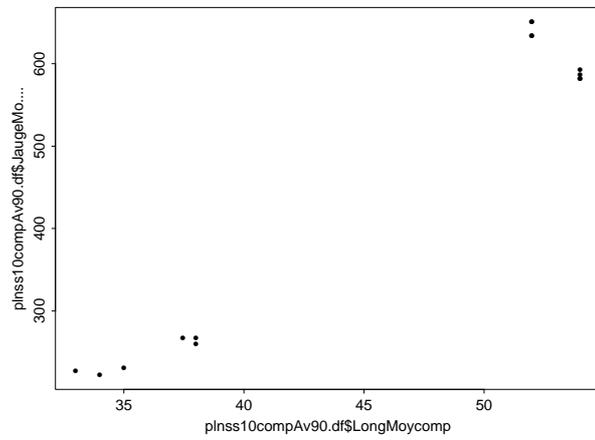
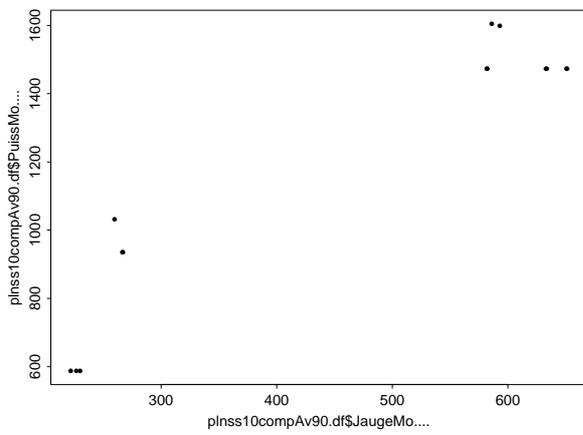
En ce qui concerne la variable âge, le problème ne se pose pas puisque chaque année la variable âge est incrémentée de 1 pour chaque bateau. Il suffit par conséquent de prendre sa valeur pour une année fixée.

A priori ces variables doivent être très corrélées. Regardons la matrice des corrélations.

	Puiss	Jauge	Long	âge
Puiss	1.0000000	0.9513044	0.9784383	0.7295716
Jauge	0.9513044	1.0000000	0.9831878	0.6082161
Long	0.9784383	0.9831878	1.0000000	0.6605588
âge	0.7295716	0.6082161	0.6605588	1.0000000

Comme on pouvait s’y attendre la puissance, la jauge et la longueur sont très fortement corrélées. La variable âge est légèrement moins corrélée aux trois autres.

Quelques représentations graphiques :



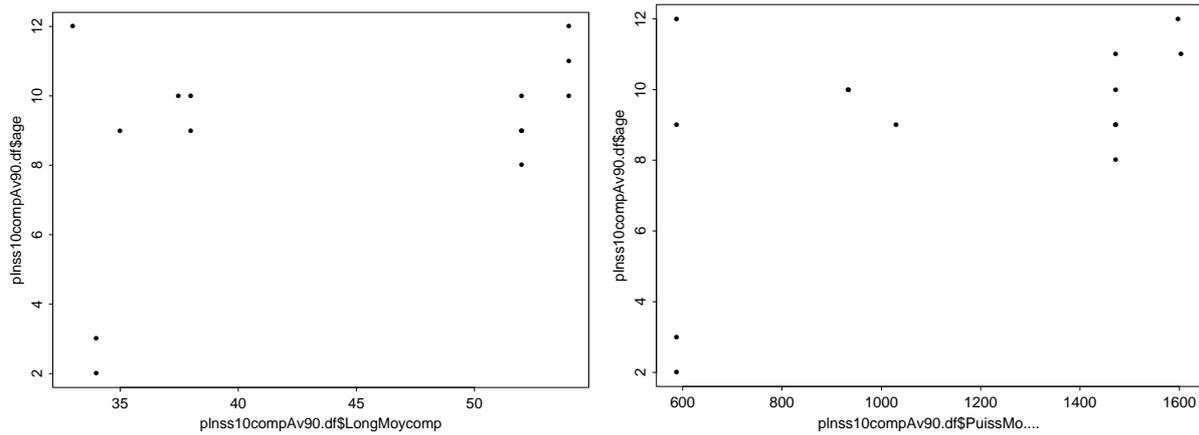


Figure 31 : de gauche à droite et de haut en bas ; le graphique 1 représente la puissance moyenne en fonction de la capacité de la jauge pour chaque bateau ; le graphique 2 représente la capacité de jauge moyenne en fonction de la longueur moyenne ; le graphique 3 la longueur moyenne en fonction de la puissance moyenne ; le graphique 4 l'âge en fonction de la capacité de la jauge ; le graphique 5 représente l'âge en fonction de la longueur moyenne ; le graphique 6 représente l'âge en fonction de la puissance moyenne.

Cherchons maintenant quelle caractéristique technique explique le mieux la variabilité de l'efficacité relative des bateaux ciblant le lieu noir avant 1990. On effectue dans un premier temps une simple régression linéaire des valeurs des coefficients multiplicatifs des effets bateaux (Figure 30) sur les variables techniques prises séparément puis dans un second temps sur ces mêmes variables couplées avec la variable âge.

la puissance

```
testlm1_lm(CoeffB~PuissMoycomp,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm1)
Residual standard error: 0.1358 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9386
F-statistic: 321.1 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
3.331e-14
```

la longueur

```
testlm2_lm(CoeffB~LongMoycomp,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm2)
Residual standard error: 0.1574 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9175
F-statistic: 233.4 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
7.546e-13
```

la jauge

```
testlm3_lm(CoeffB~JaugeMoycomp,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm3)
Residual standard error: 0.1542 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9208
F-statistic: 244.2 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
4.872e-13
```

l'âge

```
testlm4_lm(CoeffB~âge,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm4)
Residual standard error: 0.4042 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.4559
F-statistic: 17.6 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
0.0004075
```

En regardant la valeur du « multiple R-squared », on peut dire que la puissance (suivie de la jauge suivie de la longueur) explique le plus l'efficacité relative des bateaux. L'âge par contre n'apparaît pas comme une bonne variable indicatrice de la puissance locale des bateaux. L'âge étant une variable un peu moins corrélée à la puissance, la jauge et la longueur que le sont ces trois variables entre-elles, on peut espérer qu'une adjonction de l'âge dans les modèles linéaires précédents pourrait améliorer l'ajustement.

la puissance et l'âge

```
testlm5_lm(CoeffB~PuissMoycomp+âge,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm5)
Residual standard error: 0.1367 on 20 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9407
F-statistic: 158.8 on 2 and 20 degrees of freedom, the p-value is
5.338e-13
```

la longueur et l'âge

```
testlm6_lm(CoeffB~LongMoycomp+âge,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm6)

Residual standard error: 0.1581 on 20 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9207
F-statistic: 116.1 on 2 and 20 degrees of freedom, the p-value is
9.875e-12
```

la jauge et l'âge

```
testlm7_lm(CoeffB~JaugeMoycomp+âge,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm7)
Residual standard error: 0.1441 on 20 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9341
F-statistic: 141.8 on 2 and 20 degrees of freedom, the p-value is
1.537e-12
```

Au final le modèle le plus explicatif de l'efficacité relative des bateaux ciblant le lieu noir sur la période avant 1990 est donc un modèle linéaire simple avec pour variables explicatives la puissance et l'âge, sachant que la puissance, la jauge et la longueur sont très fortement corrélées. On voit d'ailleurs très bien sur les trois derniers modèles que la variance expliquée par un modèle ayant pour variables explicatives la puissance et l'âge ou la longueur et l'âge ou la jauge et l'âge donnent des résultats très voisins. Notons toutefois que l'on a une faible variabilité dans les valeurs des puissances, des longueurs et des tailles de jauge.

Après 1990

On raisonne de la même manière que pour la période avant 1990.

```
➤ lm(log(clieuN)~Bateau+AN+Ssdiv+mois+AN*Ssdiv+mois*Ssdiv,data=plnss
10compAp90.df,singular.ok=T)
summary(lm)
Residual standard error: 0.8696 on 5408 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.4395
F-statistic: 16.76 on 253 and 5408 degrees of freedom, the p-value
is 0

➤ anova(lm23BatAp90)
Analysis of Variance Table
Response: log(clieuN)
Terms added sequentially (first to last)
```

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(>F)
Bateau	22	1934.645	87.93842	116.2987	0.00000e+00
AN	6	107.727	17.95444	23.7448	0.00000e+00
Ssdiv	24	509.343	21.22261	28.0669	0.00000e+00
mois	11	197.550	17.95912	23.7510	0.00000e+00
AN:Ssdiv	79	153.007	1.93679	2.5614	1.80278e-12
mois:Ssdiv	111	303.621	2.73532	3.6175	0.00000e+00
Residuals	5408	4089.219	0.75614		

Comme pour la période avant 1990, le regroupement de tous les bateaux après 1990 améliore le modèle.

Etude des résidus :

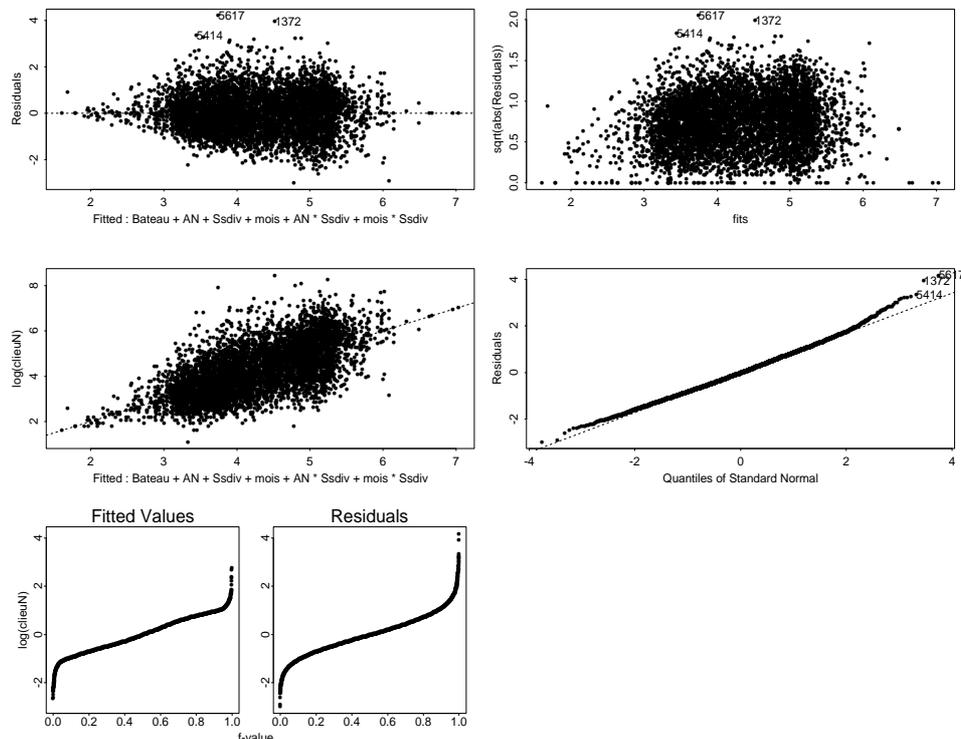


Figure 32 : résumé des diagnostics de l'ajustement

Variations de l'efficacité relative des bateaux ciblant le lieu noir après 1990 (Figure 33):

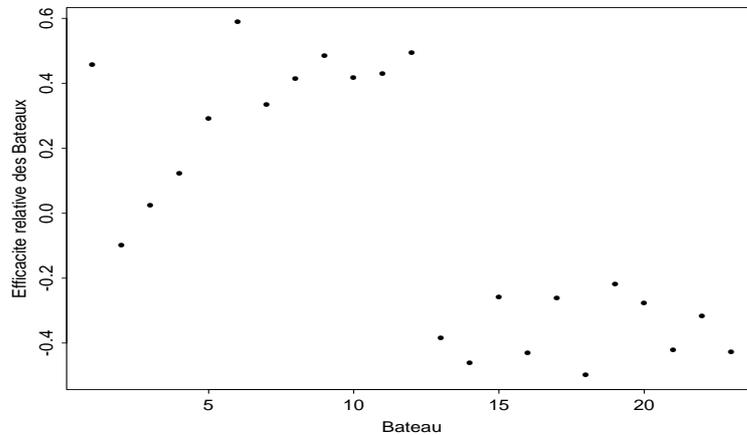


Figure 33 : coefficient multiplicatif Bateau par Bateau

Sur cette période 1991-1997, l'intervalle de variation des coefficients d'efficacité relative des bateaux est plus petit [-0.6,0.6]. Les bateaux concarnois ont un peu gagné en efficacité par rapport aux bateaux lorientais sur cette période.

Comme sur la période avant 1990, de 1991 à 1997 certains bateaux ont évolué techniquement : changement de puissance, de jauge ou de longueur. Pour expliquer l'efficacité relative de chaque bateau sur cette période par ces caractéristiques physiques (âge, longueur, puissance et jauge) on fait la même transformation que pour la période avant 1990 pour associer à chaque bateau une unique valeur pour chacune de ces variables. Cette valeur sera obtenue en pondérant par le temps de pêche.

Regardons la matrice des corrélations.

	Puiss	Long	Jauge	âge
Puiss	1.0000000	0.9420289	0.9665781	0.7529973
Long	0.9420289	1.0000000	0.9814426	0.6231921
Jauge	0.9665781	0.9814426	1.0000000	0.6738093
âge	0.7529973	0.6231921	0.6738093	1.0000000

On observe à nouveau de fortes corrélations.

Quelques représentations graphiques :

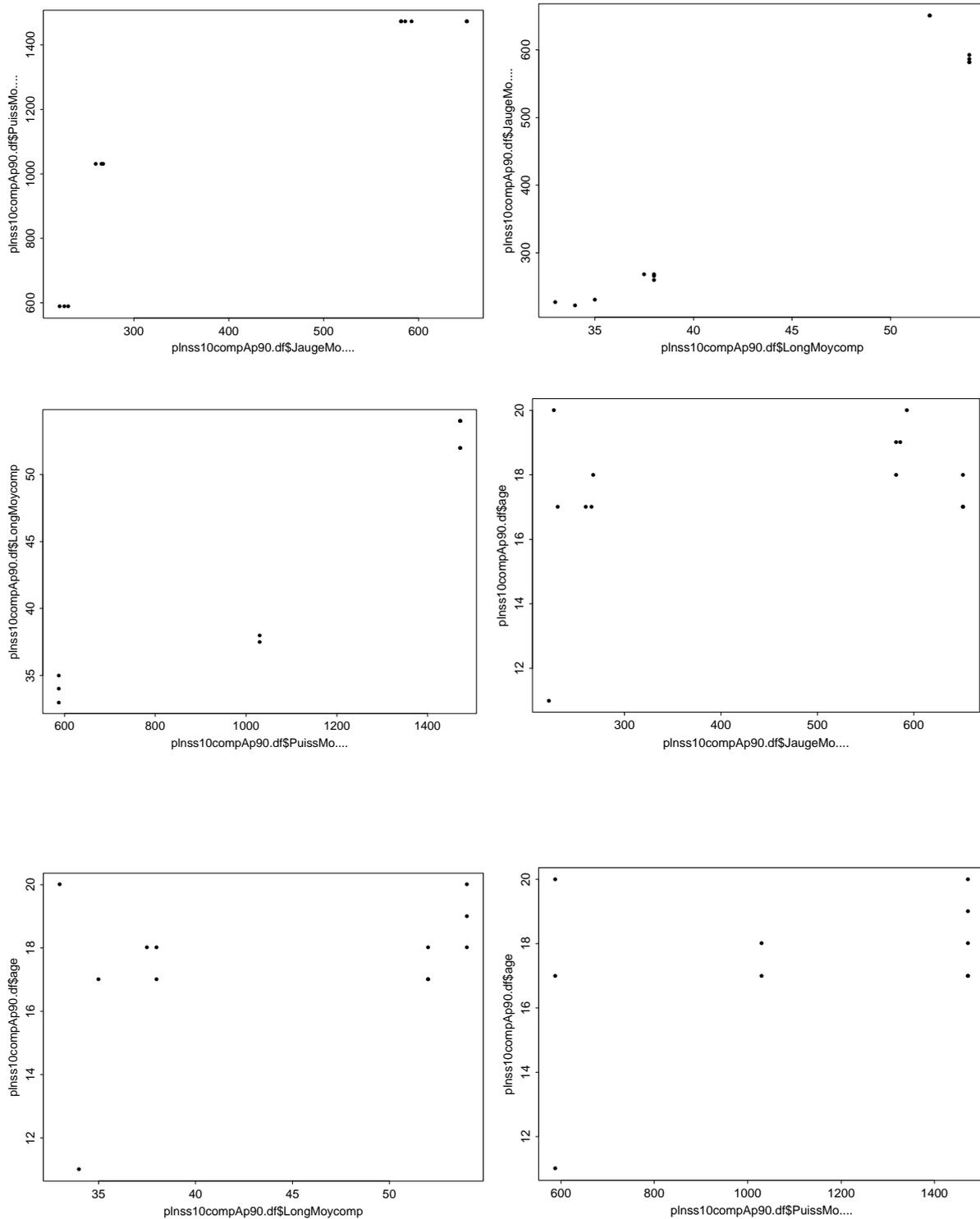


Figure 34: de gauche à droite et de haut en bas ; le graphique 1 représente la puissance moyenne en fonction de la capacité de la jauge pour chaque bateau ; le graphique 2 la capacité de jauge moyenne en fonction de la longueur moyenne ; le graphique 3 la longueur moyenne en fonction de la puissance moyenne ; le graphique 4 représente l'âge en fonction de la capacité de la jauge ; le graphique 5 représente l'âge en fonction de la longueur moyenne ; le graphique 6 représente l'âge en fonction de la puissance moyenne.

Cherchons maintenant quelle caractéristique technique explique le mieux la variabilité de l'efficacité relative des bateaux ciblant le lieu noir après 1990. On effectue ici une simple régression linéaire des valeurs des coefficients multiplicatifs des effets bateaux (Figure 28) sur les variables techniques prises séparément étant données leurs très fortes corrélations.

la puissance

```
testlm1_lm(CoeffB~PuissMoycomp,data=plnss10compAp90.df)
summary(testlm1)
Residual standard error: 0.1015 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9346
F-statistic: 300.1 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
6.506e-14
```

la longueur

```
testlm2_lm(CoeffB~LongMoycomp,data=plnss10compAp90.df)
summary(testlm2)
Residual standard error: 0.149 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8592
F-statistic: 128.1 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
2.12e-10
```

la jauge

```
testlm3_lm(CoeffB~JaugeMoycomp,data=plnss10compAp90.df)
summary(testlm3)
Residual standard error: 0.1742 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8075
F-statistic: 88.07 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
5.82e-09
```

l'âge

```
testlm4_lm(CoeffB~âge,data=plnss10compAp90.df)
summary(testlm4)
Residual standard error: 0.2851 on 21 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.4843
F-statistic: 19.72 on 1 and 21 degrees of freedom, the p-value is
0.0002264
```

Comme pour la période avant 1990, l'efficacité relative sur l'ensemble des bateaux ciblant le lieu noir sur la période 1991-1997 semble le mieux expliquée par la puissance motrice des bateaux. On peut noter que dans cette période la longueur et la jauge explique un peu moins la variabilité de l'efficacité relative des bateaux, la valeur du « multiple R-Squared » passant de 0.9175 à 0.8592 pour la longueur et de 0.9208 à 0.8075 pour la jauge. L'âge apparaît comme une variable peu caractéristique de l'efficacité sur cette période.

la puissance et l'âge

```
testlm5_lm(CoeffB~PuissMoycomp+âge,data=plnss10compAp90.df)
summary(testlm5)
Residual standard error: 0.1021 on 20 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.937
F-statistic: 148.6 on 2 and 20 degrees of freedom, the p-value
is 9.911e-13
```

la longueur et l'âge

```
testlm6_lm(CoeffB~LongMoycomp+âge,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm6)
Residual standard error: 0.1475 on 20 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8685
F-statistic: 66.05 on 2 and 20 degrees of freedom, the p-value
is 1.545e-09
```

la jauge et l'âge

```
testlm7_lm(CoeffB~JaugeMoycomp+âge,data=plnss10compAv90.df)
summary(testlm7)
Residual standard error: 0.1639 on 20 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8377
F-statistic: 51.6 on 2 and 20 degrees of freedom, the p-value is
1.27e-08
```

Comme sur la période avant 1990 le modèle linéaire simple avec pour variables explicatives la puissance et l'âge donne les meilleurs résultats. On constate une légère dégradation des R^2 par rapport à la période avant 1990.

IV.4.5. Conclusion

Dans cette partie, nous avons dans un premier temps étudié séparément la flottille concarnoise et lorientaise ciblant le lieu noir entre 1983 et 1990 sur deux périodes, avant 1990 et après 1990. Dans les deux cas, on a constaté une diminution de l'intervalle de variation de l'efficacité relative des bateaux. Ce qui signifie que les moins puissants se sont rapprochés des moyennement puissants et les plus puissants ont un peu perdu de leur efficacité relative. On a observé quelques spécimens (1 dans chaque groupe) qui ont eu une véritable modification de leur efficacité relativement aux autres bateaux (chute ou gain). Cette analyse ne permet pas d'expliquer l'évolution de la puissance de pêche locale sur toute la période mais uniquement sur chacun des morceaux (avant 1990 et après 1990), lorsque le modèle le permet (pas d'interaction avec la variable AN).

L'analyse de l'efficacité annuelle pour la flottille concarnoise sur la période 1983-1990 a montré une chute de cette dernière à partir de 1984. L'existence d'interactions spatio-temporelles pour les autres modèles n'a pas permis de valider les observations faites sur les

graphiques du début d'analyse, à savoir le même phénomène pour la flottille lorientaise sur la même période et une stabilisation de cette efficacité pour les deux flottilles entre 1991 et 1997.

Dans un second temps nous avons regroupé les flottilles et 5 autres bateaux ayant ciblé le lieu noir sur toute la période 1983-1990 (mais ne s'identifiant pas aux deux flottilles précédemment décrites) pour faire une analyse comparative des puissances de pêche locales sur les deux période 1983-1990 et 1991-1997 et les expliquer par des caractéristiques techniques. Comme on avait pu le voir sur les graphiques montrant l'évolution des captures par unité d'effort sur toute la période, la flottille lorientaise apparaît plus efficace que la flottille concarnoise. On a pu aussi mettre évidence une réduction de l'écart entre les puissances de pêche locales de la flottille concarnoise et la flottille lorientaise.

Enfin nous avons voulu voir si les caractéristiques techniques des bateaux permettaient d'expliquer cette variabilité des puissances de pêche. Il est clairement apparu que la puissance motrice des bateaux était un bon indicateur de cette dernière et que l'efficacité relative des bateaux était très bien expliquée par un modèle linéaire prenant en compte la puissance motrice du bateau et son âge. Il faut noter que les modèles ajustés ne font pas apparaître l'évolution de l'écart entre les deux flottilles. Quelles sont les raisons pour lesquelles la flottille concarnoise s'est rapprochée en terme de puissance de pêche de la flottille lorientaise ?

Il est intéressant de noter qu'au sein même de chaque flottille où les bateaux présentent des caractéristiques techniques très semblables (puissance motrice, longueur, jauge, âge) on distingue des variations de puissance de pêche locale. Est-ce du à de la chance, un savoir-faire difficilement quantifiable, des déplacements de poissons aléatoires,... ? D'autres variables comme le nombre d'hommes à bord, l'engin utilisé, l'expérience du capitaine du bateau (nombre de sorties pratiquant ce métier), l'expérience du capitaine avec ce bateau, un indice d'abondance issu de données scientifiques, etc., permettraient vraisemblablement de formuler des conclusions plus précises.

Une autre question reste posée : les diminutions de captures et la modification de la stratégie de pêche à partir de 1990 (pêche plus diversifiée) sont-elles l'image d'une diminution du stock ou d'un déplacement des lieux d'habitat du lieu noir ou les deux ?

CINQUIEME PARTIE

DISCUSSION

V.1. Sur les données.....	227
V.2. Sur les hypothèses, sur les modèles.....	228
V.3. Sur la méthode	229

V. Discussion

V.1. Sur les données

Les données disponibles ne sont pas toujours aussi précises et fines que souhaitées. Lorsqu'une marée fait l'objet de plusieurs séquences de pêche (changement de secteurs de pêche et/ou d'engin au cours de la sortie), se pose en effet le problème de la ventilation des débarquements totaux de la marée (seule donnée accessible par les criées) dans les diverses zones fréquentées. Généralement fondée sur des indications portées dans le livre de bord pour les espèces principales, cette ventilation peut, en l'absence de renseignement, s'effectuer au prorata du temps de pêche de chaque séquence, supposant –a priori- une constance des cpue d'une séquence à l'autre. Des informations précises (trait par trait) permettraient, en plus d'une augmentation des 'observations', de mettre en évidence les parfois fortes variations de cpue entre les traits.

Les cpue sont calculées à partir des seuls débarquements. Ainsi un bateau réellement efficace dans la capture d'une espèce mais qui rejette une partie de ces prises pourra être considéré –a posteriori- d'une moindre efficacité. Ce biais peut-être d'autant plus gênant que l'on raisonne tous groupes d'âges confondus. Des données de débarquements par catégorie commerciale pourraient permettre une meilleure approche de ce problème d'une possible efficacité différente selon les classes d'âge. Cependant, la complexité de l'interprétation des résultats et les réserves sur la qualité et l'homogénéité de telles données risquent de ne pas apporter la lumière espérée.

La tentative d'explication des efficacités individuelles (locales ou globales) se heurte le plus souvent à la méconnaissance des modifications technologiques survenues au cours de l'histoire du bateau. Une enquête a été initiée par cette étude pour répertorier tout équipement supplémentaire (sondeur, ordinateur, GPS ...), toute modification des caractéristiques du navire (re-motorisation par exemple), voire tout changement d'engins (adoption de chaluts jumeaux notamment). Les résultats de cette enquête devrait permettre d'expliquer les sauts d'efficacité identifiés simplement en comparant les cpue moyennes individuelles à la cpue moyenne de la flottille année après année.

Les caractéristiques techniques dont nous disposons ne sont pas forcément très pertinentes. Ainsi la notion de 'Puissance motrice' est-elle souvent trop vague pour être utilisée comme explication d'une quelconque efficacité. La 'Puissance de traction' serait vraisemblablement une variable plus intéressante à utiliser, mais cela nécessiterait des informations détaillées sur l'existence de réducteur, de tuyère...

Plus grave sans doute est le manque d'information détaillé sur les engins utilisés. Dans le cas des chaluts de fond, seule la longueur de la corde de dos est parfois mentionnée, mais aucune indication sur l'ouverture verticale, ou sur le 'type' de chalut qui permettrait de la calculer. Grâce aux enrouleurs le plupart des navires ont maintenant la possibilité d'utiliser plusieurs chaluts au cours de la même marée, ce qui ne simplifie pas les analyses...

Enfin, des variables externes pourraient être utilement incorporées à l'analyse, comme des données météo, surtout pour les petites unités.

V.2. Sur les hypothèses, sur les modèles

Les résidus sont supposés mutuellement indépendants et leur distribution est d'espérance nulle et de variance constante. Notons que l'hypothèse de normalité de cette distribution n'est pas obligatoire pour avoir le droit d'utiliser le modèle puisqu'il repose sur la méthode d'estimation des moindres carrés. Par contre elle le devient dès lors qu'il est utile d'encadrer l'estimation des coefficients du modèle par des intervalles de confiance, ou que l'on fait des analogies avec la méthode d'estimation du maximum de vraisemblance.

Rappelons que la normalité des résidus permet d'explicitier la distribution des différents paramètres du modèle. Sans cette hypothèse, supposant l'indépendance et la nullité de la moyenne des résidus vérifiée, les inférences présentent néanmoins une certaine robustesse (Laurec et Fonteneau, 1979).

Les abondances sont dites apparentes pour ne pas oublier qu'elles rendent compte de la densité réelle du poisson à travers les résultats de la pêche qui dépendent du comportement du pêcheur à l'égard de l'espèce et de l'efficacité de l'engin de pêche.

La condition générale d'application d'un modèle intégrant l'année est la constance d'une année sur l'autre des puissances de pêche des navires et des abondances apparentes des strates spatio-saisonniers. C'est l'hypothèse principale dite de reproductibilité des structures (Laurec et Fonteneau, 1979). D'autre part la composante annuelle d_k de l'abondance apparente est supposée constante à l'intérieur d'une année k et la même pour tous les bateaux (Laurec et Le Gall, 1975).

L'absence de liaison entre les valeurs des coefficients et celles des variances associées (homoscédasticité) semble dans l'ensemble confirmée. Dans certains cas, l'analyse de la distribution de fréquence des rendements selon les variables qualitatives montre que la variance est quasi proportionnelle au carré de la moyenne. L'utilisation d'un modèle linéaire généralisé (GLM) (McCullagh and Nelder, 1989), avec une distribution de type gamma, permettrait vraisemblablement un meilleur ajustement des données.

L'indépendance des résidus est plus difficile à accepter car des liaisons entre résidus existent et s'expliquent par la présence de corrélations spatio-temporelles de rendements. Les bateaux ne sont pas répartis au hasard dans les strates spatio-temporelles mais se rassemblent en groupes autour des meilleures concentrations de poissons. Dans ce cas, le modèle linéaire rend compte de la densité de ces concentrations et pas de l'abondance réelle du stock de poissons. Dans ces conditions il serait plus intéressant d'étudier la taille et le nombre des concentrations comme le suggère Gauthiez (1997) plutôt que les cpue moyennes. Cela peut se faire par l'étude des corrélations entre résidus et aussi par l'analyse de nouvelles données sur les mouvements des navires et leurs distributions spatio-temporelles.

Si des phénomènes de dépendance entre facteurs explicatifs existent, ils contredisent l'hypothèse principale du modèle dite de reproductibilité des structures. Les coefficients du modèle simple sans interaction ne sont alors pas estimables en présence d'une telle corrélation entre variables. Et le danger de la méthode est que de telles relations puissent exister de façon cachée. A défaut d'être systématiquement calculées, les interactions entre bateaux et années peuvent être mises en évidence graphiquement par l'absence de parallélisme dans les trajectoires dans le temps des puissances de pêche des navires. Cela signifie que les puissances de pêche des bateaux varient d'une année à l'autre et/ou que la tendance annuelle

n'est pas proportionnelle à l'abondance. Il est aussi possible que des variations d'abondance soient confondues avec des changements de stratégie de pêche, comme un changement d'espèce-cible, et/ou de territoire de pêche, et/ou d'engin de pêche (passage d'un chalut de fond à un chalut à grande ouverture verticale). Elles contredisent donc l'hypothèse principale du modèle et les coefficients du modèle deviennent indéterminés (Anon, 1981). Toutefois ces interactions entre variables augmentent la valeur prédictive du modèle avec interactions – la part de la variance expliquée s'accroît, ce qui n'est pas à négliger dans une activité aléatoire comme la pêche - mais diminuent fortement sa valeur explicative et opérative: si les effets croisés sont significatifs, les effets simples pris isolément n'ont en effet pas grande signification.

L'intégration d'un indice d'abondance évalué à partir de données scientifiques permettrait d'éviter cette confusion et surtout d'ajouter de la compréhension dans ces modifications de comportements éventuelles.

De façon à améliorer -a posteriori- le plan d'échantillonnage, des critères de sélection des données initiales sont à rechercher pour dégager un sous-ensemble de cpue qui présentent peu d'interactions dans les facteurs explicatifs et pour limiter ainsi la corrélation due aux données expérimentales disponibles. C'est ce que fait Biseau (1998) en classant au préalable les cpue en fonction du pourcentage dans les débarquements de la séquence de pêche considérée de(s) espèce(s) cible(s). L'emploi de données de cpue sélectionnées à partir de marées dirigées doit permettre d'éliminer en grande partie la colinéarité d'origine expérimentale liée au caractère multispécifique de la pêche au chalut.

Cette notion de valeur seuil élimine du même coup la question des captures nulles. Dans la base de données, il manque évidemment les captures nulles. L'information est donc tronquée. Cela entraîne un biais qui est d'autant plus grand que la biomasse est plus petite. Par conséquent l'indice annuel d'abondance diminue moins vite qu'une réelle diminution d'abondance du stock exploité.

V.3. Sur la méthode

Si l'utilisation de valeurs seuils d'espèces 'cibles' dans les débarquements pour sélectionner les séquences de pêche (Kimura, 1981 ; Biseau, 1998) est couramment admise, la discussion doit porter sur le choix de raisonner ou non par métier. Dans le premier cas, on ne mesure que la capacité à choisir le bon endroit une fois le choix du métier effectué. Dans le deuxième, c'est à dire tous métiers confondus, le choix du métier est intégré dans la capacité stratégique. La prise en compte du métier signifie implicitement qu'un bateau a une efficacité technique vis à vis d'un même stock différente selon qu'il pratique tel ou tel métier. Or c'est vraisemblablement parce qu'il est efficace pour la capture d'un stock qu'un bateau (patron) décide d'en faire une espèce cible. La vérité se situe sans doute entre les deux, et ce n'est pas l'analyse des statistiques de débarquements qui permettra de trancher puisque le métier pratiqué est estimé à partir des résultats obtenus et non déterminé par le choix a priori du pêcheur.

La variable 'pchum', n'est pas totalement pertinente car, contrairement aux caractéristiques des navires qui ne changent pas (en théorie) au cours de l'année, l'utilisation des chaluts jumeaux devrait être prise en compte au niveau de l'observation, au même titre que le Rectangle ou le Mois. Mais, d'une part, il nous a semblé que la quantification d'un effet

Bateau dans son ensemble était un objectif indispensable et, d'autre part, la codification des chaluts jumeaux dans les statistiques de pêche est encore très imparfaite pour certaines flottilles. Aussi l'utilisation de cette variable dès la première analyse nous a paru inopportune. Il n'en demeure pas moins que, contrairement aux autres facteurs, l'utilisation des chaluts jumeaux n'est pas lié au bateau mais à la séquence de pêche. On peut cependant admettre que la part du temps de pêche annuel du bateau consacré aux chaluts jumeaux est une information indispensable pour l'explication de l'effet Bateau.

L'utilisation du temps de pêche total du bateau sur l'année comme facteur de pondération de l'analyse semble naturelle pour donner plus d'influence aux bateaux qui ont pêché beaucoup, elle a été utilisée dans la plupart des cas. Pour certaines analyses, le nombre d'observations aurait semblé donner de meilleurs résultats mais, dans la mesure où l'on a utilisé le temps de pêche pour calculer une cpue, c'est qu'on lui accorde un certain crédit (même si l'on sait pertinemment que, pour les plus petits bateaux, le temps de pêche est estimé mensuellement). Enfin le nombre d'observations, i.e. de séquences de pêche, dépend de la précision des données initiales. Ainsi pour un même temps de pêche, un bateau fréquentant plusieurs rectangles, au cours de plusieurs marées et qui remplit un livre de bord aura autant d'observations que de rectangles * marées (dans la mesure où ces séquences satisfont les critères de sélection), alors qu'un navire effectuant le même temps de pêche mais ne remplissant pas de livre de bord se verra attribuer une observation par mois. Même si le nombre de séquences de pêche ne peut pas être considéré comme uniquement artificiel alors qu'il témoigne de la qualité des données de base, une pondération par le temps de pêche a été retenue.

La notion de Port d'attache n'a pas été retenue, en dépit d'indéniables effets explicatifs, car son utilisation éventuelle dans un modèle prédictif est peu fondée. Il n'y a en effet que peu de raisons objectives pour qu'un bateau changeant de port d'attache ait une efficacité différente. Cet effet Port recouvre néanmoins des considérations qu'il ne faut pas négliger telles que l'importance de la communication d'informations en mer entre 'collègues' (le réseau d'échange n'étant pas forcément lié au port), ou des contraintes commerciales qui peuvent influencer sur le métier pratiqué.

Nous avons pris le parti d'étudier les puissances de pêche en deux temps : estimation de l'effet Bateau, puis tentative d'explication de cet effet par les variables disponibles. L'estimation directe des effets des caractéristiques du navire, de l'engin, des équipements pourrait être utilement envisagée. Les éventuelles évolutions techniques peuvent ainsi être directement prises en compte, sans que l'on ne soit obligé de recourir à des moyennes pondérées par le temps de pêche (puissance motrice, chaluts jumeaux). Cette approche a également l'immense avantage statistique de n'avoir que peu de paramètres à estimer. La contrepartie de cette simplification vient du fait que l'effet éventuel de toute variable (caractéristique du navire, de l'engin...), non identifiée dans le modèle, ne pouvant être isolé, viendra s'ajouter aux résidus, voire polluer l'estimation de l'effet Secteur-Période.

Conclusion

La qualité des ajustements proposés varie grandement selon les stocks et les années étudiées. Dans certains cas la part de la variabilité de la cpue expliquée par les effets Bateau et spatio-temporels est très faible, mettant en évidence que le hasard ou la chance, voire l'aptitude individuelle à contourner les règles lorsqu'elles existent (horaires de pêche), a un rôle extrêmement important, voire prépondérant dans ces cas, dans le succès de la pêche... et chacun sait que la modélisation du hasard, sans parler de celle de la fraude, n'est pas une mince affaire! Ceci étant dit, la qualité des données joue évidemment un rôle fondamental. Des informations imprécises voire tronquées (? !) tant sur les captures que sur les temps de pêche ne peuvent conduire qu'à des analyses aux résultats médiocres.

Même si les caractéristiques techniques des navires sont en général assez fortement corrélées, il est intéressant de noter que la puissance motrice n'apparaît pas systématiquement comme le meilleur facteur explicatif de l'efficacité individuelle. Si c'est en général le cas lorsque une pêche dite 'de masse' est pratiquée (lieu noir en 1986, voire morue), la puissance motrice semble peu pertinente pour expliquer l'efficacité des navires ciblant les baudroies ou le merlu. C'est également le cas pour le lieu noir en 1997, lorsque la dégradation de l'état du stock ne permet plus de 'faire du tonnage' sur des concentrations facilement trouvées. La recherche de la bonne zone de pêche devient alors un aspect très important du succès de la pêche (puissance de pêche globale) et, à cet égard, la puissance motrice continue à jouer un rôle prépondérant. Enfin, il faut noter que l'efficacité des langoustiniers de mer Celtique n'est absolument pas expliquée par les variables retenues, mais vraisemblablement par l'expérience ou la qualité des équipements.

La prise en compte de l'engin utilisé est bien évidemment fondamentale. L'état actuel des Statistiques de pêche française ne permet pas de rendre compte de l'importance réelle de l'adoption de nouvelles techniques comme les chaluts jumeaux. Cependant l'utilisation de cette information, même partielle, permet d'améliorer sensiblement l'explication des efficacités individuelles (baudroies).

Diverses enquêtes en cours sur les engins et les équipements (électroniques par exemple) devraient permettre d'affiner les résultats, en intégrant, autant que faire se peut l'historique des modifications.

Contrairement à ce que l'on pouvait attendre, les variations d'efficacité individuelle au cours du temps sont difficiles à mettre en évidence et, dans les exemples étudiés, on ne trouve pas les 'dérives de puissance de pêche' que l'on a coutume de soupçonner, voire de quantifier arbitrairement. Les études pluriannuelles menées sur l'exemple de la praire et du lieu noir, portant sur un groupe très restreints de navires présents sur toute la période, il est fort possible que les gains d'efficacité soient réalisés lors de l'apparition dans la pêcherie de bateaux neufs. Il n'en demeure pas moins que des modifications de puissance motrice ou l'adoption d'engins plus performants conduit à une augmentation de l'efficacité globale de la pêcherie. On a vu sur l'exemple de la praire que l'effet Patron (non pris en compte dans l'analyse par manque de données complètes) permet vraisemblablement d'expliquer des variations d'efficacité individuelle.

Toute tentative de réduction de l'effort de pêche par une diminution du nombre de bateaux ou de la puissance motrice mise en œuvre devrait prendre en compte les efficacités relatives des navires et leur dérive au cours du temps. Il est probable que, jusqu'à un certain point, une diminution du nombre total de kW ne conduit qu'à une stabilisation de l'effort effectif dans la mesure où les bateaux, survivants aux plans de sortie de flotte, sont de plus en plus efficaces. De plus, la très forte disparité de l'influence des principales caractéristiques techniques sur les efficacités des navires selon les stocks pris en compte complique considérablement cette approche.

Enfin, en plus de l'effort effectif, il est nécessaire de tenir compte des possibilités pour les flottilles d'accroître leur temps de pêche global (en augmentant le nombre ou la durée des marées, en adoptant le système des bases avancées qui diminue le temps de route) ou de procéder à des reports d'effort d'un secteur à l'autre, ou d'une cible à une autre. Cet effort potentiel, partie intégrante de ce qu'il est convenu d'appeler 'capacité de capture', est extrêmement difficile à appréhender. Ne pas prendre en compte cet aspect dans le dispositif de régulation risque d'annihiler toute tentative de modération de l'effort de pêche sur un stock...

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABRAHAMSON, M.V. and M.C. HEALEY. 1990. Variation in the competitive abilities of fishermen and its influence on the spatial distribution of the British Columbia salmon troll fleet. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 47:1116-1121
- ALLEN, R.L., and R. PUNSLY. 1984. Catch rates as indices of abundance of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*, in the eastern Pacific Ocean. *Inter-Am. Trop. Tuna Comm. Bull.* 18(4): 303-379.
- ANON, 1981. Report of the Ad Hoc Working Group on the Use of Effort Data in Assessments. ICES CM 1981/G:5,65p.
- BISEAU, A. 1991. Relationships between fishing powers and some vessels characteristics commonly used to estimate "fishing capacity". Example of the Celtic Sea French fishing fleets. ICES C.M. 1991/B:24, 29p.
- BISEAU, A. 1991. Use of fishing powers to estimate strategic choices of the Celtic Sea French fleets. ICES C.M. 1991/B:25, 20p.
- BISEAU, A. 1998. Definition of a directed fishing effort in a mixed-species trawl fishery, and its impact on stock assessments. *Aquat. Living Resour.*, 1998, 11(3), 119-136.
- FOURNIER, D.A., 1986. Some remarks on "Determinants of catching power in the British Columbia salmon purse seine fleet" by Hilborn and Ledbetter. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 43:1084-1086
- GASCUEL, D. 1995. Efforts et puissances de pêche: redéfinir des concepts et exemple d'application. 1er forum halieumétrique, Rennes, 29 juin-1er juillet 1993. Actes du colloque. ORSTOM . 159-181.
- GAUTHIEZ F., 1997. Structuration spatiale des populations de poissons marins démersaux. Caractérisation, conséquences biométriques et halieutiques. Thèse de doctorat ENGREF.
- GAVARIS, S. 1980. Use of a multiplicative model to estimate catch rate and effort from commercial data. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 37:2272-2275.
- GILLIS, D.M., R.M. PETERMAN, and A.V. TYLER. 1993. Movement dynamics in a fishery: Application of the Ideal Free Distribution to spatial allocation of effort. *Can.J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 323-333.
- HILBORN, R., and M. LEDBETTER. 1985. Determinants of catching power in the British Columbia salmon purse seine fleet. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.* 42:51-56.
- HILBORN, R., and C.J. WALTERS. 1992. Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, New York. 570pp.
- LARGE P.A., 1992. Use of multiplicative model to estimate relative abundance from commercial CPUE data. *ICES J. mar. Sci.*, 49:253-261.
- LAUREC A. and J.Y. Le GALL, 1975. De-seasonalising of the abundance index of species. Application to the Albacore (*Thunnus alalunga*) monthly catch per unit of effort (CPUE) by the Atlantic Japanese longline fishery. *Bull. Far. Seas res. Lab.*, 12, 145-169.

- LAUREC A. and J.C. Le GUEN, 1981. Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1. Concepts et modèles. Rapports Scientifiques et techniques N° 45. Publication du CNEXO.
- LAUREC, A. 1977. Analyse et estimation des puissances de pêche. *J.Cons.int.Explor.Mer*,37(2):173-185.
- LAUREC, A., et A. FONTENEAU. 1979. Estimation de l'abondance d'une classe d'âge: utilisation des cpue de plusieurs engins, en différentes zones et saisons. *Rec. Doc. Scient. CICTA*, 8 (1): 79-100
- LAUREC, A., et J.B. PERODOU. 1987. Regards statistiques et informatiques sur l'analyse des puissances de pêche et des abondances apparentes. *Doc. CIEM*. 1987/D:9.
- LAURENT A.G., 1963. Lognormal distribution and the translation method : description and estimation problems. *J. Americ. Statist. Assoc.*, 58, 231:235.
- McCULLAGH P. and J.A. NELDER, 1989. *Generalized Linear Models*. 2nd édition. Chapman and Hall, London, 511p.
- MILLISCHER, L., D. GASCUEL. et A. BISEAU. 1998. Estimation of the overall fishing power : a study of the dynamics and fishing strategies of Brittany industrial fleets. *Aquat. Living Resour*, Sous presse.
- POPE J.A., 1975. Measurement of fishing effort. *Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, 168 : 102p.
- PHILIPPEAU, G. 1989. *Théorie des plans d'expérience. Application à l'agronomie*. ITCF.
- ROTHSHILD, B.J. 1977. Fishing effort, p 96-115. In J.A.Gulland (ed.) *Fish population dynamics*. John Wiley & Sons Ltd., Toronto, Ont. 372p.
- SISSEWINE, M.P., and E.W. BOWMAN. 1978. An analysis of some factors affecting the catchability of fish by bottom trawls. *ICNAF Res.Bull.*13:81-87.
- STOCKER, M., and D.FOURNIER. 1984. Estimation of relative fishing power and allocation of effective effort, with catch forecasts, in a multispecies fishery. *Int.North Pac.Fish.Comm.Bull.* 42:3-9.
- TOMASSONNE, R., S. AUDRAIN, E. LESQUOY DE TURCKHEIM ET C. MILLIER 1992. La régression ; nouveaux regards sur une ancienne méthode statistique. *Collection Actualités scientifiques et agronomiques de l'INRA n°13*, 188p.
- VIGNEAUX, M. 1996a. Analysis of spatial structure in fish distribution using commercial catch and effort data from the New Zealand hoki fishery. *Can.J.Fish.Aqua.Sci.* 53: 963-973.
- VIGNEAUX, M. 1996b. Analysis of vessel movements and strategies using commercial catch and effort data from the New Zealand hoki fishery. *Can.J.Fish.Aqua.Sci.* 53: 2126-2136.
- WEISBERG S., 1985. *Applied linear regression*. John Wiley and sons, second edition : 324p.
- WINTERS, G.H., and J.P. WHEELER. 1985. Interaction between stock area, stock abundance, and catchability coefficient. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 989-998.