

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

**ETUDE D'UNE GESTION OPTIMALE DES PECHERIES
DE LANGOUSTINES ET DE POISSONS DEMERSAUX
EN MER CELTIQUE**

(Rapport final de la 2ème phase)

La Division Conservation et Informatique de la Direction Générale de la C.E.E. pour les Pêcheries et l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER) ont participé aux travaux.

AVANT-PROPOS

La Mer Celtique est importante pour les bateaux "celtes". Elle est en particulier vitale pour les flottilles bretonnes qui la fréquentent à longueur d'année et une grande partie de l'activité des laboratoires halieutiques de Bretagne-Sud est tournée vers l'étude de ses pêcheries. Le laboratoire de l'IFREMER de LORIENT y consacre la moitié de son énergie et le contrat passé avec la CEE a décuplé l'intérêt pour la Mer Celtique.

Le travail présenté ici a été programmé en équipe à l'intérieur du laboratoire de LORIENT dirigé par J.P. MINET. Des spécialisations se sont faites jour et des équipes se sont formées sur des sujets particuliers. A. LAUREC a assuré le soutien méthodologique. Les problèmes de puissance de pêche ont été traités par J.B. PERODOU, E. PICHOT et D. NEDELEC, sur les fichiers de la base de données gérées par G. LE LOUARN de l'Administration des Affaires Maritimes. L'échantillonnage des rejets a été traité par A. BISEAU, J. L. DURAND et J.J. RIVOALEN. La biologie et la dynamique des populations de baudroies ont été traitées par H. DUPOUY et B. KERGOAT, celles des gadidés et de la langoustine par A. CHARUAU et J.L. AVRILLA.

Une équipe du Collège de France sous la direction de M.H. du BUIT (CNRS) avec G. AUBIN-OTTENHEIMER, J.L. TESSON et F. MAHEUX, s'est attachée aux problèmes concernant la cardine et la raie fleurie. S. LE BIHAN et P. LEMOIGNE, du Comité Régional des Pêches et des Cultures Marines, présidé par L. LEROUX, ont assuré l'échantillonnage des rejets.

LORIENT, le 22 Octobre 1985

Anatole CHARUAU

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS

SOMMAIRE

RESUME

INTRODUCTION

1 - LA BASE DE DONNEES STATISTIQUES SUR LA MER CELTIQUE

- 1.1 Introduction
- 1.2 Le système français de recueil des données
 - 1.2.1. Evolution
 - 1.2.2. Description
 - 1.2.3. Acquisition des données - Intégration des divers éléments
- 1.3 Constitution de la base de données
 - 1.3.1. Les fichiers de référence
 - 1.3.2. Le fichier des données
- 1.4 Accès à la base de données
 - 1.4.1. Fidélité des données
 - 1.4.2. Délais de constitution des fichiers
 - 1.4.3. Traitement et consultation des fichiers
 - 1.4.4. Cohérence dans la série statistique
- 1.5 Conclusion

2 - EVALUATION DES REJETS EN POISSON

- 2.1 Rappel du protocole d'échantillonnage
 - 2.1.1. Procédure
 - 2.1.2. Partition de la population cible en strates
- 2.2 Choix de l'estimateur
- 2.3 Strates vides ou incomplètes
- 2.4 Résultats
- 2.5 Discussion
- 2.6 Conclusion

3 - EVALUATION DE L'ETAT DES RESSOURCES MAJEURES

- 3.1 Description des techniques utilisées
 - 3.1.1. Estimation des courbes de croissance
 - 3.1.2. Analyse des cohortes de JONES
 - 3.1.3. Rendements et fécondités par recrue
 - 3.1.4. Biomasse féconde par recrue
- 3.2 Les baudroies
- 3.3 Le merlan
- 3.4 Le merlu
- 3.5 La morue
- 3.6 La cardine
- 3.7 La julienne
- 3.8 La raie fleurie
- 3.9 La langoustine

4 - ANALYSE DES PUISSANCES DE PECHE

4.1 Techniques d'analyse

4.2 Illustrations

5 - CONCLUSION

6 - BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE 1 - Etude des anneaux de croissance inscrits dans les corps vertébraux de Raja naevus

ANNEXE 2 - Données sur la croissance de la baudroie blanche (Lophius piscatorius) des côtes françaises de l'Atlantique (Divisions CIEM VII et VIII)

ANNEXE 3 - Sur quelques caractéristiques biologiques de la cardine (L. whiffiagonis) capturé par les navires français sur le Plateau Celtique en 1984

RESUME

A - RAPPEL DES BUTS DE L'ETUDE

L'étude générale, programmée de 1984 à 1986, vise à fournir un avis sur les pêcheries de Mer Celtique. Cette zone a été choisie car elle est fréquentée par les flottilles de la CEE avec cependant, pour le moment, une dominante française quasi exclusive. Les activités qui s'y exercent peuvent être cernées plus facilement que partout ailleurs car les pêcheries côtières sont très peu développées. Le produit final consistera dans la présentation d'un certain nombre d'hypothèses sur les stratégies d'aménagement adaptables à la Mer Celtique. La voie choisie consiste, dans un premier temps, dans des études analytiques, stock par stock, puis dans leur synthèse dans un modèle intégrant les interactions entre flottilles en relation en particulier avec la recherche des espèces-cibles. Un modèle bio-économique, dérivé du précédent, permettra de simuler les conséquences des procédures habituelles d'aménagement sur la gestion des stocks et des flottilles.

B - TRAVAUX EFFECTUES EN 1985

Le présent rapport est consacré à :

a) La base de données relatives à la Mer Celtique et à une première exploitation de ces données.

Le mode de collecte des données, leur structure et leur archivage sont présentés. Les possibilités d'accès à la base et les restrictions en raison de son caractère confidentiel sont exposées. La constitution de cette base rencontre encore quelques obstacles en ce qui concerne la cohérence des séries statistiques informatisées. Lorsque cette cohérence sera assurée, une étude de la stratégie globale des flottilles sur les années antérieures sera réalisée. L'exploitation des données, pour cette année, a été limitée à quelques exemples sur la flottille du Guilvinec pour le calcul des puissances de pêche. Des exemples sur la stratégie de la flottille sont également présentées. En raison des limites de la série statistique, il n'a pas été possible de pousser très loin l'analyse des puissances de pêche.

b) l'étude analytique par stock et à la présentation d'un premier diagnostic sur chaque espèce.

Ces espèces dont l'étude a été programmée étaient par ordre d'importance dans les débarquements globaux : les baudroies, le merlan, le merlu, la morue, la cardine, la julienne, la raie fleurie, la langoustine et le lieu jaune. Dans la pratique, il n'a pas été porté d'avis sur le merlu, traité par un groupe de travail du CIEM, ni sur la julienne et le lieu jaune, par manque de données. Dans le bilan exposé, une séparation très nette existe entre les pêcheries de gadidés, merlan, morue, merlu et les pêcheries de poissons démersaux à comportement benthique. L'analyse a été effectuée par la méthode de JONES, mais une des conditions d'application de cette analyse, celle de l'équilibre des conditions d'exploitation, n'est pas toujours réalisée.

Malgré des C.P.U.E. en constante augmentation, les gadidés semblent surexploités, mais il sera nécessaire d'en préciser le degré à l'aide de diagnostics sur des données antérieures. Les rendements en merlan et morue semblent très tributaires des recrutements. Le merlu, en raison de sa croissance lente et de la vulnérabilité des immatures est classiquement "l'espèce surexploitée".

Les espèces à comportement benthique : baudroie, cardine, raie fleurie et langoustine sont soit, pleinement exploitées comme la raie fleurie, légèrement surexploitées comme les baudroies et la cardine ou sous-exploitées comme la langoustine. Ces espèces ont une croissance lente et les mortalités par pêche qui leur sont appliquées sont toujours très faibles. Elles peuvent échapper à la pêche en raison de la grande étendue de leurs pêcheries ou de leur comportement benthique prononcé qui affecte leur capturabilité.

Globalement les stocks de Mer Celtique semblent bien gérés. La seule inquiétude pourrait venir des gadidés qui présentent des signes de surexploitation, non encore alarmants puisque les premiers résultats de 1985 montrent encore une augmentation importante de leur C.P.U.E.

INTRODUCTION

L'étude porte sur les pêcheries d'espèces démersales de la Mer Celtique. Elle concerne les subdivisions CIEM VII f, g, h et partiellement VII e, à l'ouest du 5 ° W, et VIII a, à l'ouest du 6 ° W. Son but est d'analyser les stratégies d'aménagement les mieux adaptées aux diverses pêcheries de Mer Celtique. En raison de leur originalité, due en particulier à une grande variété dans la nature des fonds et à une bathymétrie de grande amplitude (de 60 m à 600 m), l'intérêt de l'étude dépasse le cadre de la Mer Celtique. Elle doit permettre de tester sur le plan conceptuel des techniques de gestion permettant de prendre en compte les contraintes biologiques et économiques liées à l'exploitation des stocks.

La première année de l'étude a eu pour thèmes :

- la description des flottilles opérant en Mer Celtique
- la description d'une base de données couvrant les activités de ces flottilles
- la mise en place d'un échantillonnage des débarquements sous la halle à marée des ports concernés par la Mer Celtique
- la mise en place d'un échantillonnage des rejets et un développement théorique de la méthode utilisée.

Ces travaux ont été très avancés en 1984 mais non parachevés. En 1985, le travail a été consacré à l'utilisation des données pour effectuer des évaluations de stock sur les espèces principales. En raison de la nature des données à notre disposition : compositions en taille des captures, paramètres de croissance et de sélectivité, âge à première maturité, mortalité naturelle, la méthode d'analyse des populations virtuelles de JONES basée sur les compositions en taille a été choisie. Cette évaluation sur les stocks a été complétée d'une analyse très fine de l'activité des flottilles par le calcul des puissances de pêche. Cependant, tant que la base de données concernant la Mer Celtique n'est pas totalement cohérente, il sera difficile d'effectuer des analyses sur des périodes assez longues pour dégager des stratégies de pêche, mais d'ores et déjà, les méthodes sont prêtes pour la modélisation finale.

Les problèmes qui restent à résoudre sont relatifs à l'harmonisation des données statistiques avec les pays de la CEE fréquentant la Mer Celtique.

Il est probable qu'un certain équilibre se maintiendra entre ces pêcheries en raison d'un système de transfert d'effort vers l'extérieur de la pêcherie, pour les gadidés, lorsque les rendements économiques baissent, ou à l'intérieur, par transfert de l'effort entre pêcheries benthiques et démersales.

Ce type de stratégie spontanée sera décrit et fera partie des scénarii d'exploitation qui seront analysés dans la troisième partie de l'étude.

1 - LA BASE DE DONNEES STATISTIQUES SUR LA MER CELTIQUE

1.1 Introduction

L'utilisation des statistiques de pêche s'effectue à deux plans différents:

- un niveau de décisions, internationales pour les déclarations de captures par division et le suivi des quotas de pêche, et locales pour établir des plans de pêche par groupes de navires. Les données utilisées à cet effet sont synthétiques.

- un niveau scientifique pour l'exploitation des données biologiques et la formation d'avis à l'aide de modèles mathématiques sophistiqués. Dans ce cas, les données doivent être détaillées et adaptées.

Quelque soit le niveau, le profit que l'on peut tirer des données est lié à la qualité des statistiques de base qui recouvrent :

- l'effort et sa répartition spatio-temporelle,
- le poids des débarquements par espèce et une indication sur leur provenance,
- l'environnement lié aux circonstances de la pêche et pouvant influencer sur la qualité de l'effort.

Dans la pratique, à tous les niveaux d'utilisation, le fichier élémentaire est la campagne de pêche dont l'effort et les captures sont ventilés par zone. Un système informatisé d'exploitation peut répondre de façon satisfaisante à toutes les demandes à partir du moment où toute l'information d'origine a été archivée. C'est la voie qui a été choisie pour la base de données sur la Mer Celtique. Telle qu'elle est présentée ici, elle est encore incomplète car le problème à résoudre est celui de la cohérence des données entre les séries. Par ailleurs, elle ne concerne que les captures des navires français responsables du 3/4 des débarquements.

1.2. Le système de recueil des données statistiques

1.2.1. Evolution du système

La Mer Celtique ne représente pas un cas particulier dans le domaine des statistiques. On peut même dire que les activités des flottilles qui l'exploitent ont été plus rapidement et mieux suivies que les autres en raison surtout du poids économique qu'elles représentent. La mise en place réelle du

système date des années 1970. Avant cette date, il s'agissait d'une ventilation basée sur la connaissance empirique des habitudes des navires. Ces approximations assez fidèles étaient rendues possibles :

- par une relative sédentarité des navires souvent inféodés à un secteur de pêche déterminé. C'est la raison pour laquelle, dans un premier temps, les divisions CIEM ont été subdivisées en sous-secteurs correspondant à des zones de pêche ou de façon encore plus fine à des bancs. Dans les zones côtières, le morcellement pouvait correspondre à des pêcheries ou s'exerçaient les activités de chaque port.

- par la flexibilité des flottilles due à la participation de nombreux bateaux à des pêches saisonnières : merlan en Mer d'Irlande, pour les navires industriels et semi-industriels, lieu noir dans le Nord et le Nord-Ouest des Iles Britanniques pour les navires industriels, germon dans le Golfe de Gascogne pour les langoustiniers de Mer Celtique etc.. Ces pêches étaient bien circonscrites dans le temps et dans l'espace et les statistiques de débarquement traitant d'une espèce, même en l'absence de log-book pouvaient être considérées comme fiables.

En revanche, l'effort de pêche ne pouvait être connu avec la même exactitude car son évaluation nécessite toujours une enquête sur la durée et la localisation de chaque campagne de pêche. Le calcul de la CPUE par espèce n'est donc pas réalisable avec précision et il est impossible de suivre l'évolution des rendements sur de longues séries historiques.

Finalement, sans contrainte extérieure internationale et en raison d'une commercialisation des produits de la mer sans problème, le recueil de données statistiques détaillées a été long à évoluer. Cette évolution s'est précipitée à partir de 1970 sous la pression d'un certain nombre de facteurs:

- le besoin de connaître avec précision la capture et l'effort dans des zones et à des époques déterminées pour la défense juridique des droits de pêche.

- la tenue précise des quotas de pêche au fur et à mesure de leur consommation.

- le besoin, pour des raisons scientifiques, de connaître les débarquements par flottille, par unité de temps, par zone précise, par catégorie commerciale, pour chaque espèce, ces données étant assorties d'une connaissance précise de la CPUE utilisée, après diverses pondérations, comme indice d'abondance.

- et, facteur déterminant, la généralisation du support informatique pour le stockage et le traitement des données.

1.2.2. Description du système

Les enquêtes effectuées sur toute activité humaine, surtout quand les objectifs immédiats ne semblent pas évidents, sont mal accueillies.

Les innovations dans ce domaine sont prises pour des atteintes aux libertés, dans un milieu aussi fermé que celui de la pêche. La véritable ouverture vers l'extérieur a été liée à la prise de conscience de l'exploitation de ressources communes au sein de la CEE. C'est ainsi que depuis 1970, des efforts ont été faits pour améliorer la collecte et le traitement des données recueillies, avec pour idée directrice d'effectuer la saisie et le traitement sur un site aussi proche que possible du lieu de débarquement.

Ce système doit :

- fournir un ensemble de données statistiques à partir duquel on peut traiter quantitativement tous les aspects économiques, scientifiques, juridiques et humains des pêches maritimes.

- fournir un bilan de ce secteur d'activité et des éléments prospectifs pour sa gestion optimale.

- intégrer les données de captures par zone, les débarquements et la commercialisation.

Le système de base comprend dans sa simple expression par navire :

- le recueil des données concernant les apports : quantités par espèce et l'effort avec une évaluation des captures par zone de pêche.

- la ventilation de la capture suivant les indications du pêcheur ou au prorata de l'effort.

- la sommation des divers éléments : effort, débarquements, prix, par métier et par zone.

Cependant, un tel système ne peut fonctionner sans qu'il existe à divers niveaux des tests vérifiant la vraisemblance des informations, en particulier la compatibilité de l'espèce et du secteur de capture ou du volume de la capture et du tonnage du navire. Des fichiers de référence décrivent les caractéristiques physiques des navires : puissance, tonnage, longueur, permettant de les ranger en métier, les limites bathymétriques et géographiques des secteurs, les limites de répartition des espèces.

1.2.3. Acquisition des données - Intégration des divers éléments

Les campagnes de pêche font l'objet de déclarations administratives et commerciales et c'est à partir de ces éléments que peuvent s'échafauder les statistiques de pêche.

A - Le "Log-Book"

Il s'agit du livre de bord imposé par la Commission des Communautés Européennes dans le cadre de la politique commune des pêches. Son introduction a amené une amélioration considérable dans le recueil des données. La fiche de pêche française qui l'a précédé était un résumé des caractéristiques de la marée. Dans la majorité des cas, elle était remplie à l'arrivée du navire par l'enquêteur du système statistique sur les indications du patron. En raison de la grande mobilité des navires, dans les années 1980, il est probable que les zones fréquentées pendant un court laps de temps n'étaient pas répertoriées sur la fiche de pêche et que la plus grande partie de la capture était affectée à la zone où la capture la plus importante avait été faite.

La description journalière de la capture et de l'effort a introduit une amélioration dans la qualité des données. Son caractère obligatoire permet également de toucher un nombre plus important de navires et favorise une grande régularité dans le dépôt des documents.

B - Les données pondérales de débarquement

Dans le même temps, l'enregistrement des quantités débarquées peut se faire directement par transfert sur support informatique des données de la halle à marée. Ce transfert automatisé est le mode le plus fiable et le plus sûr, il est garant de l'exactitude de la saisie des données. Ce perfectionnement a été introduit récemment car dans les années antérieures la saisie de la production s'effectuait manuellement. En pratique, la base de données statistiques a subi, au cours des dix dernières années, des perfectionnements en relation directe avec ceux de la micro-informatique. Cette technique a permis de développer la saisie sur des sites très proches de ceux des débarquements. Cette évolution rapide n'est cependant pas sans danger car, même s'il s'agit de perfectionnements, la cohérence des séries statistiques peut être affectée :

- dans l'évaluation de l'effort, dont les critères d'estimation journalière ont été revus,

- dans la fréquentation de zones de pêche marginales non décrites dans l'ancien système.

1.3. Constitution de la base de données

La base de données est constituée par le croisement de fichiers décrivant l'effort, et de fichiers décrivant les débarquements. Ce croisement ne peut cependant s'effectuer sans garantie de vraisemblance et des tests sont prévus à tous les niveaux de la saisie, grâce à des fichiers de référence. Par ailleurs, l'activité des navires doit être classée par type ou métier et rattachée à des zones de pêche.

Les fichiers de référence et de classement sont ceux des navires, des espèces et des secteurs. Ils servent à organiser les fichiers d'effort et de production.

1.3.1. Les fichiers de référence

A - Le fichier des navires

Il rassemble des caractéristiques sommaires des navires. Pour les traitements aboutissant aux fichiers de base, trois notions simples sont utilisées : le port de débarquement, la puissance motrice pour le calcul de l'effort, le classement en métier suivant la longueur, le tonnage et la puissance. La Mer Celtique est exploitée essentiellement par deux classes de navires : les navires semi-industriels (1) et les artisans (2). Ce fichier de base évolutif est actuellement assez sommaire. Un fichier annexe décrivant l'évolution des caractéristiques techniques du navire, chaluts, moyens de relevage du chalut, moyens de localisation, l'évolution du nombre d'hommes de l'équipage, le mode ou l'organisme de gestion est en cours d'élaboration et doit lui être adjoint. Ces informations supplémentaires permettront d'effectuer des analyses plus fines en relation avec les impératifs économiques ou sociaux.

B - Le fichier des espèces

Il décrit toutes les espèces capturées par les navires concernés. On y relève des données sur la biologie et la commercialisation de l'espèce :

- ses limites de répartition bathymétriques et géographiques,
- sa présentation pour l'application d'un coefficient correcteur suivant qu'elle est vendue, entière, éviscérée, salée, etc...
- le poids de l'unité de vente (poids de la caisse),
- le prix minimal d'intervention (prix de retrait),
- l'équivalence entre catégories locales et catégories CEE.

Chaque port possède un fichier particulier des espèces en raison des habitudes locales de tri et de présentation du poisson.

C - Le fichier des secteurs

Le fichier des secteurs comprend les limites géographiques et bathymétriques de chacun des rectangles statistiques et son équivalence dans les divisions et subdivisions CIEM.

(1)

navires possédés et gérés par un armement et dont le tonnage est généralement supérieur à 100 tonnes.

(2)

navires dont le patron est le propriétaire, leur tonnage moyen est de 50 tonnes.

1.3.2. Le fichier des données statistiques

A - L'effort

L'unité de base introduite dans le système est l'heure effective de pêche, déduction faite du temps de manoeuvre de l'engin de pêche. Cette donnée est fournie jour après jour pour chaque secteur de pêche. En Mer Celtique, l'engin de pêche utilisé est surtout le chalut et l'effort correspond à son temps de transit sur le fond. Dans le cas de la non indication du nombre d'heures de chalutage, la journée de pêche est donnée égale à 20 heures. Le calcul de l'effort est effectué par pondération du nombre d'heures de pêche par la puissance du navire.

B - Les débarquements

Toutes les données concernant les espèces débarquées sont fournies par les halles à marée sous forme de fichiers informatiques. Ces fichiers sont affectés de codes permettant de repérer les navires et les espèces. Ils comportent tous les renseignements concernant la transaction commerciale effectuée au moment de la vente de la pêche du bateau. L'élément de base pour une espèce est la catégorie commerciale avec description du nombre de caisses, du poids et du prix dans la catégorie. On notera qu'il n'existe pas encore de pesées sous la halle à marée et que les poids sont évalués suivant le nombre de caisses.

C - Croisement de l'effort et des débarquements

Le log-book contient les données de base qui vont permettre de ventiler les captures par zone suivant les indications du patron. Ces indications sont quotidiennes et fournissent :

- la position des opérations de pêche,
- le nombre d'heures de pêche effective,
- le nombre d'opérations de pêche,
- une évaluation du poids de la capture pour les espèces principales.

En posant le principe que le patron effectue la même erreur d'évaluation dans chaque secteur, la capture totale par espèce est ventilée suivant les pourcentages indiqués. Quand ces évaluations n'existent pas, la ventilation se fait au nombre d'heures de pêche par zone.

Au cours de ce croisement, des tests de compatibilité entre espèces et secteur sont constamment effectués et permettent une intervention manuelle sur le fichier, le cas le plus fréquent étant la présence de petites quantités d'une espèce juste à la limite de sa répartition.

Le fichier de synthèse des données s'organise en deux parties:

- a) Les données relatives à l'effort (tab. 1).

Cette partie comprend :

- les caractéristiques techniques du navire, tonnage, puissance, longueur, type de métier et d'engin de pêche,
- un résumé de la marée avec la date et l'heure de départ, la date et l'heure de retour, le nombre d'heures d'absence, le poids débarqué et le montant de la vente.
- toutes les indications d'effort extraites du log-book avec une rubrique par rectangle statistique (et sa correspondance en division CIEM) fréquenté et les caractéristiques de l'engin utilisé : son maillage, sa dimension et le nombre d'opérations de pêche.
- la répartition de la capture par espèce telle que la préconise le patron, avec une ligne par espèce décrite.

b) Enfin, les données de débarquement (tab.) proprement dites synthétisent les informations fournies par la halle à marée, espèce, catégorie, présentation, poids, prix de vente, facteurs correctifs du poids et enfin des tests indiquant si la compatibilité de l'espèce et du secteur a été forcée ou non.

1.4. Accès à la base de données

Pour le moment, cette base ne comporte que les données élémentaires dont beaucoup sont confidentielles et l'accès en est limité. Cependant, des fichiers cumulés existent et permettent de faire des calculs sur les efforts, la capture totale et les captures par unité d'effort par secteur pour un groupe de navires.

1.4.1. Fidélité des données

L'exactitude des données recueillies repose essentiellement sur la confiance accordée au pêcheur. On peut penser que les motivations sont suffisantes pour que dans la plupart des cas les indications soient fidèles. Cependant, on admettra aussi que ces motivations peuvent être contradictoires. La finalité première du système est de tenir à jour la consommation des quotas par espèce et par zone de pêche. Même si les pêcheurs sont avertis des dangers de la surexploitation des stocks, les quotas sont une contrainte et on peut redouter que des captures soient affectées abusivement à des zones sans quotas ou dans lesquelles les quotas ne sont pas totalement utilisés. Les contrôles effectués en mer sont le plus sûr garant de l'exactitude des données et de la régularité avec laquelle sont remplis les livres de bord. En retour, il est indispensable que les renseignements fournis demeurent confidentiels pendant un laps de temps assez long. La taille des rectangles statistiques est suffisamment grande pour éviter que des lieux de pêche précis dont la connaissance est le fruit d'une longue expérience soient livrés au public. Pourtant, la révélation immédiate de la position de la pêche d'une flotille sur une concentration de poissons peut être préjudiciable

tableau 1 . Descriptif du fichier de base

Log - book : description du bateau, de la campagne et de la capture

quartier maritime	puissance	jauge	métier	longueur	année	engin	maillage	dimension de l'engin	date et heure de sortie	date et heure de retour	durée de la marée en heures	poids total débarqué	prix de vente	total
10XX02	850571	10300	33650	934	000000	26	1229	1001	1112	1032	3024	20200	234075	
numéro	secteur CIEM	engin	maillage	dimension de l'engin	utilisation	temps de pêche								
129999999006A70006A7093400000002600040010														
129999999007A10007A10934000000026000220080														
129999999007F10007F10934000000026000120030														

numéro	espèce	matrice de ventilation par secteur
129999999311501000000000		
12999999932020000000100		
12999999932050040060000		
12999999932100100000000		
12999999932110000000100		
12999999933760000100000		
12999999938070033000067		

Fichier de la halle à marée : description par espèce et par catégorie commerciale en poids et prix.

espèce	catégories locales et CEE	caractéristiques commerciales	poids par catégorie	prix par catégorie	correction pondérale	correction pondérale	incompatibilités
1299999993102000012211L000007000002090100111111							
1299999993103000012211L0000020000006550100111111							
1299999993113000012211L000021000003930100111111							
1299999993115202012211L000012000001200100111111							
1299999993115303012211L000030000001200100111111							
1299999993202000012311L000016000002400100117111							
1299999993202301212211L000007000002000100117111							
1299999993202401312211L000020000003890100117111							
1299999993202502012311L000009000001110100117111							
1299999993202602012211L000010000001940100117111							
1299999993202703012211L000010000001800100117111							
1299999993202804012211L000010000001990100117111							
1299999993205101012211L000017000001980100124111							
1299999993205202012211L000055000007100100124111							
1299999993205303012211L000025000003340100124111							
1299999993205404012211L000062000006840100124111							
1299999993205505012211L000023000002470100124111							
1299999993210101012211L000015000001410100117111							
1299999993210202012211L000137000014140100117111							
1299999993210303012211L000102000008990100117111							

à cette flotille. La concurrence sur une même pêcherie pourrait entraîner une surexploitation momentanée et surtout, du point de vue du pêcheur, une surproduction entraînant une baisse des revenus. Enfin, les données statistiques sont assorties de prix et cette déclaration au grand jour des sommes gagnées indispose souvent la profession.

1.4.2. Délais de constitution des fichiers

En théorie, la constitution des fichiers est immédiate après le dépôt du log-book. La collecte, la centralisation et la saisie des données est assurée par l'administration et les organismes scientifiques. Des procédures automatiques sont mises en place pour détecter les erreurs, mais un retour aux sources est toujours réalisable avant la synthèse.

Les premières vérifications synthétiques sont effectuées sur chaque flotille du port de débarquement d'où l'intérêt de la proximité du lieu de traitement. Les délais de constitution des fichiers qui permettent de boucler les fichiers élémentaires mensuels sont d'un mois pour chaque port.

1.4.3. Traitement et consultation des fichiers

A l'issue de la saisie des statistiques de pêche, deux groupes de fichiers sont constitués : l'un comprend des données prétraitées et regroupées pour des éditions rapides et utilitaires, l'autre les données de base sous leur forme la plus élémentaire pour des traitements plus fins.

A - Les fichiers d'édition

Les données y sont regroupées par port, par métier et espèce. Les programmes de consultation permettent aux scientifiques et à l'administration d'accéder à diverses rubriques utiles pour suivre les captures, l'effort et les prix par zone de pêche. Ces données servent à suivre la consommation des quotas et à effectuer la plupart des calculs requis pour les évaluations de stocks au sein du CIEM.

B - Les fichiers de données élémentaires

Ces fichiers reprennent de manière détaillée les informations de base rassemblées sur chaque marée. Dans ce fichier, seul disparaît l'information journalière, en effet, l'effort et les ventilations par espèce sont cumulés dans chaque rectangle statistique. C'est sur ce fichier que peuvent être réalisées des manipulations pour des études particulières et fines. Ce fichier est le plus riche et devrait permettre de traiter des séries statistiques importantes. Les opérations prévues sur ce type de données seront essentiellement : la désaisonnalisation des indices d'abondance, le calcul des puissances de pêche et l'étude de la stratégie des flottilles.

1.4.4. Cohérence dans la série statistique

Un des points principaux à clarifier avant l'exploitation des fichiers anciens sera d'assurer une continuité dans la présentation et l'unité des données. Des problèmes particuliers vont surgir cependant. Ils sont liés à de

nouvelles définitions de certains éléments comme les zones de pêche, l'effort, le poids de la capture.

A - La zonation en divisions CIEM

La zonation est restée immuable depuis de nombreuses années. Même si la fiche de pêche française a été divisée à nouveau en zones plus petites, il n'en reste pas moins que des regroupements pourraient être souhaitables, regroupements rendus possibles maintenant par le découpage en rectangles statistiques. Il a été indiqué plus haut qu'en raison de la grande mobilité des navires, des strates qui semblaient vides vont être remplies en raison des détails actuels des données au détriment de secteurs habituellement plus fréquentés.

B - L'effort

Dans le passé, l'unité était le jour de pêche sans appréciation du temps effectif de traction du chalut qui est indiqué maintenant sur le livre de bord. Or, depuis la modernisation des flottilles, les habitudes de pêche, et en particulier le temps de manoeuvre du chalut ont changé. Par exemple, la différence de temps de manoeuvre entre un chalutier pêche arrière et latéral est très importante et au bout d'une campagne de pêche, elle peut se solder par un gain de 5 % à 10 % pour le chalutier pêchant par l'arrière.

Pour les langoustiniers cette différence est encore plus flagrante, en effet, avant l'avènement des langoustiniers "pêche arrière", ces bateaux ne pêchaient pas la nuit, la langoustine étant inaccessible, et la journée de pêche correspondait de façon variable à un laps de temps de 12 heures en décembre et 19 heures en juin. Actuellement les langoustiniers changent de type de pêche et souvent d'engin à la tombée de la nuit et s'orientent vers la capture du poisson sur les fonds avoisinant les vasières à langoustine. On notera que le problème peut être encore compliqué lorsqu'un chalutier à pêche latérale est transformé en pêche arrière.

L'appariement des séries statistiques en ce qui concerne l'effort sera nécessaire et nécessitera des enquêtes sur l'évolution des habitudes de pêche des navires.

C - Le poids de la capture.

Actuellement, le poids de la capture résulte d'une évaluation effectuée à partir d'un nombre de caisses. Au moment du déchargement du bateau, le poisson est trié et les caisses, de contenance uniforme dans toutes les halles à marée, sont remplies à 50 kg. Le taux de remplissage est donc variable suivant l'espèce et la catégorie commerciale. Il est évident, en particulier pour les grandes catégories, qu'un individu en plus ou en moins peut faire varier le poids dans des proportions non négligeables. Le principe d'une correction moyenne par espèce, par catégorie et par port n'a pu être retenue en raison de la complexité de son application d'autant que la qualité du personnel assurant le tri est en cause. Ainsi on note que la référence de 50 kg correspond à une surévaluation quand les pêcheurs trient eux-mêmes leur pêche et à une sous évaluation quand il s'agit du personnel de la halle à marée. Dans la pratique, il est préférable de se fier à une évaluation du poids effectuée au moment de la vente par un personnel exercé. La pratique de la pesée systématique des caisses de poissons avant la vente n'est pas en vigueur partout en raison d'obstacles techniques.

Tout laisse croire que ces pesées feront apparaître une augmentation artificielle des tonnages débarqués qui se répercutera sur les indices d'abondance de façon lente dans la mesure où l'équipement des halles à marée s'effectuera progressivement.

1.5. Conclusion

L'introduction du livre de bord et de données de débarquement mieux organisées a diminué en 1985 le temps d'interprétation et amélioré la qualité des statistiques de pêche. En raison de l'obligation journalière de la tenue des documents de bord et du transfert automatique sur support informatique des données de débarquements, le gain en efficacité est très important, ce qui a permis d'étendre le système à tous les ports ayant une activité en Mer Celtique. Le problème qui demeure encore cependant, est celui de la mise à hauteur de données anciennes déjà collectées et qui ont seulement fait l'objet d'un traitement sommaire pour les déclarations de capture par division CIEM. Le souci majeur, à terme, étant d'obtenir des données cohérentes pour des traitements complets en relation avec la biologie des pêches, mais aussi l'activité des navires. La connaissance de l'évolution des puissances de pêche, de la stratégie des flottilles sont indispensables pour expliquer les modifications apparentes des indices d'abondance par espèce.

2 -

EVALUATION DES REJETS EN MER CELTIQUE DES NAVIRES FRANCAIS PECHANT LE POISSON

2.1. Rappel du protocole d'échantillonnage

La population cible est celle formée de tous les traits de l'ensemble de la flottille de chalutiers opérant en Mer Celtique. L'unité d'échantillonnage de base est donc le trait.

Pour chaque trait échantillonné, on étudie la caractéristique "nombre de poissons rejetés par classe de taille et par espèce".

2.1.1. Procédure

Un certain nombre de bateaux, choisis au hasard dans la flottille des chalutiers à poisson de Bretagne Sud, ont été chargés de la récolte des échantillons. Un prélèvement a été effectué par 24 heures en le décalant de deux traits par jour. Une partie des rejets prélevée à la pelle a été mise dans un sac ou pochon de base.

Le traitement de l'information consiste donc à remonter du pochon de base aux rejets du trait puis à ceux de la marée-bateaux. Une extrapolation à l'ensemble de la flottille est alors effectuée. Pour chaque niveau les variances ont été calculées.

2.1.2. Partition de la population cible en strates

Compte-tenu de la complexité de la flottille et de la superficie de la Mer Celtique, nous avons procédé à deux stratifications:

- par type d'exploitation : semi-industriels et artisans.
- de façon spatio-temporelle pour les semi-industriels et temporelle (1 strate par trimestre) pour les artisans.

Les strates spatiales choisies sont :

- 1 - Nord Mer Celtique (NMC) : VII g2 + VII g3
- 2 - Centre Mer Celtique (CMC) : VII g1 + VII h3
- 3 - Est Mer Celtique (EMC) : VII e2 + VII f1
- 4 - Sud Mer Celtique (SMC) : VII h1 + VII h2 + VIII a2

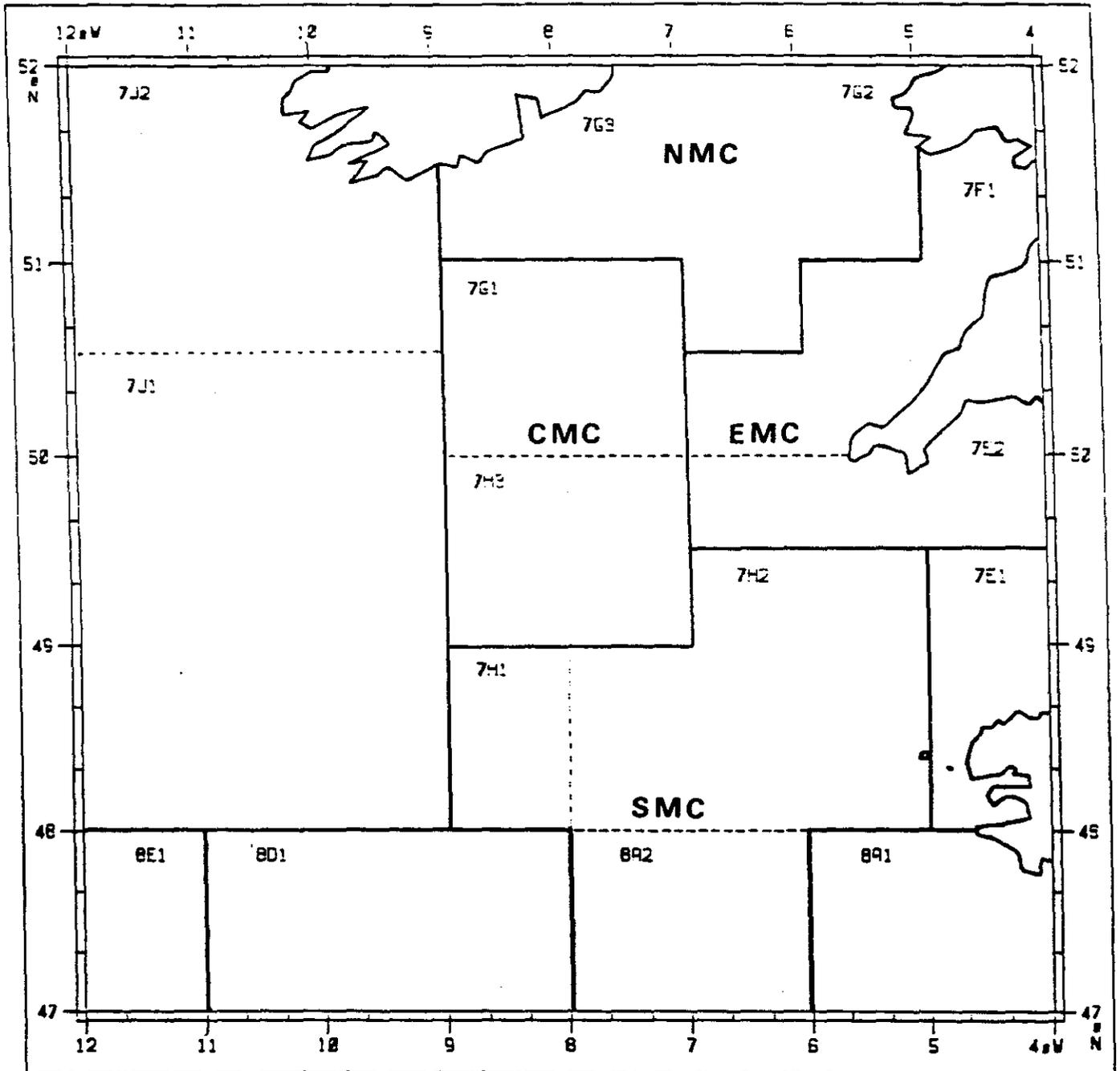


Figure 1 - Mer Celtique - Division CIEM - Strates spatiales choisies pour l'échantillonnage des rejets.

2.1.3. Sous échantillonnage dans une strate

A l'intérieur de chaque strate, les traits correspondant à une marée/bateau forment une grappe. Pour chacune des grappes retenues, les traits échantillonnés forment un sous-échantillon. Les rejets, pour un trait donné, ont été étudiés en totalité, ou en partie, dans ce dernier cas, ils ont été rapportés au tout.

2.2. Choix de l'estimateur

Pour une strate donnée, on a recherché une estimation de la moyenne par élément de la caractéristique (moyenne en nombre des rejets par trait) que l'on a multiplié ultérieurement par le nombre d'éléments dans la population (nombre de traits dans la strate).

Les formules utilisées sont celles de COCHRAN (1977).

On considère que la strate comporte N marée/bateaux dont n sont échantillonnés (i = 1...n). L'estimation des rejets moyens par trait est notée \hat{Y}_r

Dans la grappe i, d'effectif M_i , la moyenne observée sur les m_i traits étudiés est :

$$\bar{y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_j \hat{y}_{i,j}$$

où $\hat{y}_{i,j}$ est l'estimation des rejets pour le jème trait étudié de la grappe i.

On a alors :

$$\hat{Y}_r = \frac{\sum_i M_i \bar{y}_i}{\sum_i M_i}$$

La variance des rejets moyens par trait est estimée par :

$$v(\hat{Y}_r) = \frac{1}{n} \left(1 - \frac{n}{N}\right) \frac{1}{n-1} \sum_i \frac{M_i^2}{\bar{n}^2} (\bar{y}_i - \hat{Y}_r)^2 + \frac{n}{N} \frac{1}{(n\bar{n})^2} \sum_i \frac{M_i^2}{m_i} s_{2,i}^2$$

$$\bar{n} = \frac{1}{n} \sum_i M_i$$

Pour obtenir le total des rejets dans la strate, on multiplie les rejets moyens par trait par le nombre total de traits de la strate T, soit : $\hat{Y} = T \cdot \hat{Y}_r$

$$v(\hat{Y}) = T^2 \cdot v(\hat{Y}_r)$$

2.3. Strates vides ou incomplètes

Au terme de l'échantillonnage (voir tab 2), quatre strates vides subsistent : le Centre Mer Celtique, 1er et 2ème trimestres et l'Est Mer Celtique, 3ème et 4ème trimestres. Les rejets par trait pour ces strates sont extrapolés à partir de strates voisines similaires. Le facteur de calibration a été calculé pour les trimestres permettant une comparaison de ces strates.

Soit par exemple :

$$CMC1 = SMC1 \times (CMC3 + CMC4)/(SMC3 + SMC4)$$

$$EMC4 = NMC4 \times (EMC1 + EMC2)/(NMC1 + NMC2)$$

Pour les strates dans lesquelles on ne dispose que d'un seul bateau échantillonné, la variance a dû être estimée. La relation entre la variance et le nombre d'individus rejetés est donnée par :

$$\sigma^2 = a \cdot r^b$$

Les coefficients a et b sont calculés en régressant la variance sur l'abondance (régression Log-Log) pour toutes les strates voisines de celles considérées, pour une espèce donnée et par classe de taille. Le détail des calculs n'est pas donné.

Une variance a donc pu être déduite pour toutes les strates incomplètes, y compris les strates vides pour lesquelles l'abondance a été calculée par la méthode qui précède.

2.4. Résultats

Rappelons que seuls les rejets des espèces commercialisées ont été échantillonnés et pour les seuls bateaux pêchant le poisson. Les rejets sont dus à l'existence d'une taille marchande légale ou pour certaines espèces, comme les grondins, à des pratiques commerciales.

2.4.1. Nombre d'individus rejetés par espèce

2 bis et 2 ter
Les tableaux donnent le nombre moyen d'individus rejetés pour les espèces étudiées, par trait de chalut.

Outre les grondins rouge et gris (respectivement 84 et 24 individus rejetés par trait), les espèces les plus rejetées sont la cardine (31), la raie fleurie (14), la limande (15) et le merlan (14).

Parmi les rejets des navires semi-industriels, ceux de limande, limande-sole et merlan sont les plus importants, alors que les bateaux artisans rejettent principalement des cardines et des raies fleuries. Ceci ne fait que refléter la différence entre les zones pratiquées ainsi qu'entre les espèces recherchées par ces deux métiers.

		SEMI-INDUSTRIELS				ARTISANS
		NMC	CMC	EMC	SMC	
	NBR DE MAREES ECHANTILLONNEES	6	0	2	1	4
TRIMESTRE 1 1985	NBR DE TRAITS ECHANTILLONNEES	22	0	10	11	28
	NBR DE TRAITS TOTAUX	4408	873	1058	5696	16033
	NBR DE MAREES ECHANTILLONNEES	4	0	2	4	4
TRIMESTRE 2 1985	NBR DE TRAITS ECHANTILLONNES	24	0	3	24	35
	NBR DE TRAITS TOTAUX	7286	2318	1998	7714	19391
	NBR DE MAREES ECHANTILLONNEES	4	4	0	3	1
TRIMESTRE 3 1984	NBR DE TRAITS ECHANTILLONNES	29	13	0	13	10
	NBR DE TRAITS TOTAUX	9013	1481	2710	5268	19725
	NBR DE MAREES ECHANTILLONNEES	1	4	0	3	1
TRIMESTRE 4 1984	NBR DE TRAITS ECHANTILLONNES	8	12	0	9	11
	NBR DE TRAITS TOTAUX	8157	1241	1068	6251	17297

TABLEAU 2 - REPARTITION DES BATEAUX-MAREES ET DES TRAITS ECHANTILLONNES

ESPECE	TRIM. 1	TRIM. 2	TRIM. 3	TRIM. 4
BAUDROIE BLANCHE	5.26	1.19	.56	1.77
CARDINE MALE	2.97	11.76	21.54	19.13
CARDINE FEMELLE	5.05	10.84	20.44	27.60
LIMANDE	10.28	14.81	20.48	12.89
LIMANDE SOLE	7.48	9.75	9.77	10.76
PLIE	5.98	9.91	2.20	.69
LINGUE FRANCHE	.25	.36	.79	.27
EGLEFIN	1.21	7.99	8.47	13.2
MERLAN	12.92	15.29	15.61	12.56
MERLU	4.3	.92	1.64	2.59
MORUE	.15	.68	3.01	0
GRONDIN GRIS	22.65	25.52	15.75	30.69
GRONDIN ROUGE	85.82	118.09	48.30	85.63
RAIE FLEURIE FEMELLE	4.65	8.25	1.28	15.04
RAIE FLEURIE MALE	3.88	8.75	1.28	14.47

TABLEAU 2 bis EVOLUTION TRIMESTRIELLE DES REJETS MOYENS PAR TRAITIS

ESPECE	TRIM. 1	TRIM. 2	TRIM. 3	TRIM. 4
BAUDROIE BLANCHE	5.26	1.19	.56	1.77
CARDINE MALE	2.97	11.76	21.54	19.13
CARDINE FEMELLE	5.05	10.84	20.44	27.60
LIMANDE	10.28	14.81	20.48	12.89
LIMANDE SOLE	7.48	9.75	9.77	10.76
PLIE	5.98	9.91	2.20	.69
LINGUE FRANCHE	.25	.36	.79	.27
EGLEFIN	1.21	7.99	8.47	13.2
MERLAN	12.92	15.29	15.61	12.56
MERLU	4.3	.92	1.64	2.59
MORUE	.15	.68	3.01	0
GRONDIN GRIS	22.65	25.52	15.75	30.69
GRONDIN ROUGE	85.82	118.09	48.30	85.63
RAIE FLEURIE FEMELLE	4.65	8.25	1.28	15.04
RAIE FLEURIE MALE	3.88	8.75	1.28	14.47

TABLEAU 2 bis EVOLUTION TRIMESTRIELLE DES REJETS MOYENS PAR TRAITIS

ESPECE	REJETS MOYENS PAR TRAIT	ECART TYPE	COEF. DE VARIA. EN %
BAUDROIE BLANCHE	2.78	.58	21
CARDINE MALE	14.48	2.83	20
CARDINE FEMELLE	16.41	3.70	23
LIMANDE	14.98	2.74	18
LIMANDE SOLE	9.54	1.75	18
PLIE	4.74	2.09	44
LINGUE FRANCHE	.43	.14	29
EGLEFIN	9.55	2.15	23
MERLAN	14.23	2.85	20
MERLU	2.21	.35	15
MORUE	1.05	.45	43
GRONDIN GRIS	23.52	3.74	16
GRONDIN ROUGE	84.45	12.42	15
RAIE FLEURIE FEMELLE	7.35	1.71	23
RAIE FLEURIE MALE	7.11	1.36	19

NOMBRE TOTAL DE TRAITS : 138 986

TABLEAU 2 TER REJETS MOYENS PAR TRAITS

Les taux de rejet varient beaucoup d'une espèce à l'autre (voir tableau 1) : 80 % des cardines mâles pêchées sont rejetées, 24 % des femelles. Le taux de rejet des raies fleurie est proche de 50 % alors qu'il ne dépasse pas 15 % pour les gadiformes : merlan, morue, merlu, et pour les deux espèces de baudroies.

Le tableau 2bis donne les variations saisonnières des rejets moyens par trait.

2.4.2. Composition en taille des rejets (Tab 3 à 11)

Une légère différence dans les compositions en taille des rejets entre les artisans et les semi-industriels semblerait indiquer un meilleur tri chez les premiers.

La courbe de tri manuel est fonction de considérations subjectives. Une comparaison entre le tri appliqué sur les navires semi-industriels et celui des artisans, à maillage égal, pourrait amener un élément de réflexion. De même que l'étude d'une relation, éventuelle, mais vraisemblable, entre le tri et la quantité de poisson capturée pour le trait.

2.5. Discussion

Avant d'étudier les inférences statistiques liées à l'estimation des rejets des chalutiers à poisson de Mer Celtique, il faut signaler que seules ces estimations ont été prises en compte pour les analyses de cohorte de JONES pour les espèces étudiées.

Assimiler les rejets aux rejets totaux introduit un biais important qui a été négligé dans un premier temps. L'étude des rejets des bateaux langoustiniers se poursuit actuellement, une vingtaine de navires a été échantillonné à ce jour.

DESTANQUE (in CHARUAU et MORIZUR, 1982) indique que les deux espèces principalement rejetées par les langoustiniers sont le merlu (56 % de rejets) et la cardine (33 %). Il faudrait y ajouter les baudroies, non étudiées à l'époque, et dont les rejets sont loin d'être négligeables.

Le changement de pratiques dans la capture de la langoustine intervenu depuis a vraisemblablement amené une baisse du taux de rejets pour le merlu et, dans une moindre mesure, ceux de la cardine et des baudroies.

L'estimation des rejets des chalutiers langoustiniers permettra de faire tomber ce biais.

Le coefficient de variation du nombre d'individus moyens rejetés par trait de chalut fluctue de 15 à 25 % selon les espèces.

Il demeure qu'un certain nombre de biais subsistent et que des approximations ont été nécessaires pour arriver à ces résultats:

a) Les contraintes, d'emploi du temps, en particulier, obligent à supposer que la variabilité estimée entre les grappes reflète correctement la variabilité réelle entre les marées bateaux de la strate considérée. L'impact de ce décalage entre population cible et population échantillonnée n'est pas quantifiable.

b) En général, une partie seulement des rejets d'un trait a été échantillonnée. La variabilité entre les pochons, reste jusqu'à présent inconnue mais les calculs sont en cours. La suppression du terme de correction de population finie dans le deuxième terme de la variance donne un majorant de cette variance. De plus la variance entre les unités secondaires (traits) intègre une composante de variabilité interne.

Si l'influence de cette composante ne peut être isolée, elle est négligeable quant à la valeur finale de la variance. En effet on constate, voir l'exemple du merlan, que la part de la variance totale qui revient à la variabilité inter-traits est très faible (1) devant celle de la variabilité inter-marées-bateaux (351).

c) L'application des formules relatives aux échantillonnages aléatoires simples conduit à surestimer les variances car le caractère systématique de l'échantillonnage des traits de chalut (1 sur 6) n'est pas pris en compte.

d) L'utilisation de l'estimateur rapport, quotient de deux variables aléatoires, amène un biais dans l'estimation du rejet moyen par trait. La valeur du biais de l'estimateur rapport $\hat{R} = \bar{y}/\bar{x}$, donnée par COCHRAN (1977) est $-(1/\bar{X}) \cdot \text{cov}(\hat{R}, \bar{x})$

$$\text{cov}(\hat{R}, \bar{x}) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i}{x_i} - \frac{1}{n} \sum_i \frac{y_i}{x_i} \right) (x_i - \bar{x})$$

où Y_i = rejets de la marée
et X_i = nbe de traits de la marée i .

La covariance traduit la liaison existant entre les rejets par trait et le nombre de traits effectués par un bateau dans la strate, ce qui paraît vraisemblable dans la mesure où il existe un lien entre l'importance des rejets et la capture commerciale.

COCHRAN ajoute la relation suivante :

$$| \text{biais sur } \hat{R} | / \sigma_{\hat{R}} \leq \sigma_{\bar{x}} / \bar{x}$$

ce qui corrobore le fait que le biais diminue rapidement quand le nombre de marées échantillonnées augmente.

Un rapide calcul sur l'exemple précité (merlan NMC3) montre que la part du biais dans l'erreur quadratique moyenne n'est pas toujours négligeable.

On a : biais sur R = 7.56 et $\hat{\sigma}_R = 18.76$
soit : biais/ $\hat{\sigma}_R = 40 \%$

2.6. Conclusion

Les estimations obtenues sont précieuses même si les intervalles de confiance sont parfois importants. Il n'en demeure pas moins que la stratégie d'échantillonnage adoptée a permis, pour un coût relativement modeste, l'obtention des taux de rejets des principales espèces débarquées par les chalutiers à poisson opérant en Mer Celtique.

La participation des pêcheurs à l'échantillonnage s'est révélée bonne ; leur sensibilité aux problèmes de gestion des ressources explique cette motivation.

Il était bien sûr difficile au départ de prévoir le nombre de marées-bateaux échantillonnés par strate. Le choix d'un bateau n'implique pas forcément le choix d'un secteur de pêche, celui-ci restant de la seule décision du patron. Néanmoins l'ensemble des strates a été correctement couvert.

La survie des rejets est un élément important à prendre en compte lors de l'analyse de cohortes. SAILA (1983) et JEAN (1960) pensent que la quasi totalité des rejets sont morts avant leur retour dans l'eau. La survie est liée au temps passé sur le pont, à la température ambiante et à la taille du poisson. Pour les raies, TESSON, (com. pers.) pense que l'absence de vessie natatoire permet un taux de survie non nul. CHARUAU (1982) donne 20 à 50 % de survie pour les langoustines de Mer Celtique.

Chapitre 3

EVALUATION DE L'ÉTAT DES RESSOURCES MAJEURES

3.1. DESCRIPTION DES TECHNIQUES UTILISEES

Le but étant d'obtenir un premier diagnostic sur l'état d'exploitation des ressources, les techniques développées par JONES (1974) ont tenu une place centrale. On a, cela étant, cherché à les adapter en tant que de besoin, et à éviter certains risques inhérents à leur utilisation (PEREIRO, 1984 ; LAUREC et MESNIL, 1985).

3.1.1. Estimation des courbes de croissance

Lorsque l'on dispose de couples longueur-âge, après lecture directe de l'âge, l'ajustement des courbes a été fait par moindres carré (écart entre longueurs moyennes observées et longueurs prédites à un âge donné).

Il a été choisi d'opérer un ajustement des longueurs moyennes observées et non des longueurs individuelles comme le fait ALLEN (1966), car cela évite tout grave risque lié à une non normalité marquée des longueurs individuelles pour un âge donné.

Cette approche correspond à la méthode de TOMLINSON et ABRAMSON (1961). Elle permet, par le programme BGC3 (in ABRAMSON, 1971) d'obtenir outre une estimation \hat{K} et \hat{L}_∞ de K et L_∞ , d'estimer la matrice de variance covariance correspondante, dont on pourrait déduire des ellipsoïdes de confiance. La régression étant non linéaire cette inférence ne correspond qu'à une approximation.

KIMURA (1980) a dans cet esprit traité l'ajustement de la courbe de VON BERTALANFFY comme un problème de régression non linéaire classique (DRAPER et SMITH, 1966). On en déduit des domaines de confiance qui sont plus adaptés par leur forme à la nature du problème. Nous avons pu utiliser un programme écrit par GROS (Centre IFREMER de Brest), correspondant à l'article de KIMURA. Des contraintes logistiques (ce programme est écrit en Hewlett-Packard Basic, ce qui impose une resaisie des données) n'ont toutefois pas permis l'application de la technique à toutes les espèces.

Sur la langoustine, on disposait en outre de résultats de marquages. Les quelques dizaines de couples de capture-recapture ont été traitées par le programme BGC 4 (ABRAMSON, 1971).

Par ailleurs, l'analyse des distributions de longueurs, à la recherche de modes, étagés au long d'une courbe de VON BERTALANFFY, soit par la technique d'HASSELBLAD (1966) telle qu'adaptée par le programme NORMSEP, (ABRAMSON, 1971), soit par la technique de SHEPHERD (1985).

L'ensemble des techniques qui viennent d'être évoquées se heurte couramment à un problème classique : la croissance aux premiers âges, dans la phase quasi-linéaire, peut être décrite de façon satisfaisante par toute une famille de courbes. Si la longueur moyenne pour deux âges i et $i + 1$ est disponible, tout couple K, L^∞ permettra une description correcte de la croissance sur cette plage dès lors que (cf. diagrammes de FORD-WALFORD) :

$$l_{i+1} = L^\infty(1 - e^{-K}) + l_i e^{-K}$$

soit encore :

$$\boxed{L^\infty = \frac{l_{i+1} - l_i e^{-K}}{1 - e^{-K}}} \quad (1)$$

Lorsque par une technique quelconque on définit un domaine de confiance, il s'étale couramment le long d'une ligne d'équation analogue à l'équation (1), où l_i et l_{i+1} seraient les longueurs moyennes observées sur deux groupes d'âges. Si plus de deux groupes d'âges sont disponibles, mais qu'ils correspondent tous à la phase quasi-linéaire, on peut vérifier que, compte tenu en outre des erreurs diverses, il sera virtuellement impossible de lever l'ambiguïté.

Même les captures-recaptures analysées sur la langoustine laissent subsister une forte incertitude, faute de recapture après des délais de liberté importants.

La question constante qui s'est posée fut donc celle de la "séparation de K et L^∞ ". Il est nécessaire pour ce faire (cf. rapport du groupe de travail de Mazara del Vallo) de disposer d'arguments complémentaires. Plutôt que

de faire appel à des considérations empiriques sur la relation entre L^∞ et la taille des plus grands animaux observés, nous avons préféré faire appel à une technique qui, par analyse des distributions de longueurs permette d'estimer L^∞ et Z/K , au prix de l'hypothèse de constance de Z au delà d'une longueur l_b . Le choix s'est porté sur la méthode de POWELL (1979), avant toute chose parce qu'elle est la plus simple à programmer. Ultérieurement, la comparaison avec d'autres méthodes (cf. WETHERALL et al., 1985), sera tentée(1). La longueur l_b ne saurait être la première longueur dans les captures, car dans ce cas la constance de Z paraît invraisemblable. Elle ne peut non plus être trop proche de L^∞ car la technique deviendrait fragile. Plusieurs essais auront pu être effectués, au voisinage souvent de la longueur d'acquisition de la maturité sexuelle (on peut espérer une constance de la vulnérabilité au-delà de ce stade).

Par ailleurs, dans sa version la plus simple, la méthode de POWELL de base néglige toute variabilité individuelle de croissance, il est possible d'adapter la procédure pour évaluer la sensibilité des résultats vis à vis de la variabilité individuelle des L^∞ .

En effet, si $\Theta = Z/K$, et si le coefficient de variabilité des L^∞ individuels est α , de telle sorte que la variance des L^∞ individuels est $\alpha^2 \bar{L}^2$, \bar{L}^∞ étant la valeur moyenne dans la population, les calculs de POWELL montrent que :

$$E(l) = \bar{L}^\infty - \left(\frac{\Theta}{\Theta+1}\right) (\bar{L}^\infty - l_b) = \bar{l}$$

$$V(l) = \frac{2 [(\bar{L}^\infty - l_b)^2 + \alpha^2 \bar{L}^2]}{(\Theta+1)(\Theta+2)} + (E(l) - l_b)^2$$

$E(l)$ et $V(l)$ désignant les espérances et variances des longueurs observées dans les captures au delà de l_b .

Si $\alpha = 0$, on en déduit (WETHERALL et al, 1985) :

$$L^\infty = \bar{l} + \frac{2 V(l) (\bar{l} - l_b)}{(\bar{l} - l_b)^2 - V(l)}$$

$$\Theta = \frac{2 V(l)}{(\bar{l} - l_b)^2 - V(l)}$$

(1) Le problème le plus délicat est celui de l'influence de la variabilité individuelle des L^∞ , qui, en général, ne pourra être que conjecturée. WETHERALL et al. (1985) recommandent à cet égard d'utiliser une technique dite de régression, dont les mérites nous paraissent à première vue moindres que ce que suggèrent les auteurs précités.

Si $\alpha \neq 0$ il faudra résoudre l'équation :

$$A L^2 + B L + C = 0$$

avec

$$A = T - 2 (\bar{P} - P_b) (1 + \alpha^2)$$

$$B = T (\bar{P} - 3 P_b) + 4 P_b (\bar{P} - P_b)^2$$

$$C = T P_b (2 P_b - \bar{P}) - 2 P_b^2 (\bar{P} - P_b)^2$$

avec

$$T = E (P - P_b)^2$$

Enfin, en matière de croissance, nous avons tenté autant que possible de séparer mâles et femelles.

Pour appliquer la technique de POWELL cela n'a pas toujours été possible, les mensurations au débarquement ne pouvant, par exemple, se faire sexe par sexe sur les baudroies. Dans ce cas, il a paru important de prendre en compte une variabilité individuelle importante des L_∞ ($.1 < \alpha < .2$).

Il est même évident que, dans certains cas, il serait utile d'utiliser des courbes de VON BERTALANFFY, distinctes, avant et après la maturité. En l'état actuel des données, cela est apparu comme un luxe hors de portée. Tout au plus pour Raja neavus a-t-on été amené à renoncer à extrapoler après la maturité une courbe de croissance ajustée essentiellement d'après les données disponibles sur les immatures.

3.1.2. Analyse des cohortes de JONES

A. Généralités

Le logiciel utilisé procède fondamentalement par rétrocalcul, un taux d'exploitation terminal $E+$ étant demandé. Le calcul se fait à chaque étape par résolution directe de l'équation des captures, et non comme le faisait originellement JONES (1974) en adaptant l'approximation de POPE. Seules les études de sensibilité seront effectuées en utilisant cette approximation (LAUREC et MESNIL, 1985a).

Les histogrammes utilisés font appel au pas le plus fin possible, les regroupements ayant été évités, conformément aux suggestions de LAUREC et MESNIL (1985,a). Des lissages ont parfois été pratiqués.

B. Définition du groupe +

L'impact de la variabilité individuelle des K et L_{∞} a été analysée par la procédure des mêmes auteurs. Elle a conduit, conformément aux suggestions de PEREIRO (1984), de PEREIRO et PALLARES (1984) à former un groupe + dont la borne inférieure soit largement en dessous du L_{∞} utilisé, et déterminée de façon à ce que les risques de biais soient modérés. La technique de JONES néglige en effet la variabilité individuelle des K et L_{∞} . Les mortalités par pêche obtenues dans les grandes longueurs seront ainsi souvent nettement inférieures aux véritables valeurs.

La technique d'analyse de LAUREC et MESNIL (1985,a) calcule des coefficients de "décalage", dont le produit avec les coefficients de variations et covariations des K et L_{∞} individuels (au sens d'une dispersion et non au sens statistique) donnera une approximation des décalages relatifs entre mortalités vraies et calculées par la technique de JONES. Les coefficients ont été systématiquement calculés, ce qui a permis de choisir la borne du groupe +. Ils n'ont pas été reportés dans le texte pour ne pas alourdir celui-ci, mais sont disponibles.

Par ailleurs, tous les problèmes de sensibilité, tant aux incertitudes sur les paramètres de croissance qu'aux erreurs d'échantillonnages deviennent graves à l'approche de L_{∞} . Les groupes + débiteront couramment pour une valeur voisine de 60 à 70 % de L_{∞} . En tout état de cause ils ne dépasseront pas 80 % de L_{∞} . Les calculs entrepris ont d'ailleurs démontré qu'en règle générale c'est sur les stocks soumis aux plus faibles mortalités qu'il paraissait possible de s'approcher le plus de L_{∞} . En ce sens les exemples traités par PEREIRO (1984), LAUREC et MESNIL (1985) incitent à un pessimisme qu'il serait imprudent de généraliser.

Choisir un groupe + débutant largement avant L^∞ amène d'abord à négliger de possibles variations de capturabilité dans les grandes tailles. Ce problème paraît mineur, dans la mesure où au-delà de 70 % de L^∞ la maturité sera très généralement atteinte, et que sur les pêcheries au chalut étudiées on craint peu une sélectivité en cloche, telle que peut en présenter le filet maillant.

Cela étant les problèmes de convergence vis à vis du taux d'exploitation terminal E^+ deviennent plus graves. En effet, pour une longueur intermédiaire $l < L^+$, L^+ définissant le début du groupe + on sait que la convergence se fera en suivant un coefficient $e^{-F(l, L^+)}$, $F(l, L^+)$ étant la mortalité totale cumulée entre les longueurs l et L^+ . Ne pas prendre une valeur forte pour L^+ vient réduire $F(l, L^+)$ et donc les bénéfices de la convergence. Il devient donc important de "bien choisir" E^+ . Deux critères sont concevables et ont été utilisés :

- le souci d'obtenir un F^+ , dans le groupe + qui soit "en continuité" avec ce qui est obtenu pour les longueurs inférieures,
- les indications de la méthode de POWELL quant à Z/K sur les grandes tailles (de Z on déduit F^+ et E^+ connaissant F^*).

C. Convergence et non convergence

Il demeure que les incertitudes subsistantes sont parfois considérables, notamment parce qu'un certain nombre de stocks sont soumis à des mortalités modérées. Dans un tel contexte, il est hors de propos d'obtenir une bonne précision dans l'estimation des $F(l)$, mortalité à la longueur l . Tout au plus peut-on garantir qu'elles sont modérées. On sait en effet que les valeurs les plus fortes que puissent restituer l'analyse des cohortes correspondent à un E^+ égal à 1 (F^+ infini). Même dans ce cas les mortalités aux longueurs inférieures sont souvent faibles. L'analyse des cohortes de JONES apparaît alors comme un outil démontrant que le taux d'exploitation ne peut être fort actuellement, mais incapable de préciser sa valeur exacte.

Dans certains cas pour améliorer l'estimation, il a aussi été fait appel à des considérations sur les sex-ratios. Pour un certain nombre d'espèces (ex. cardine, langoustines) l'évaluation de la distribution de longueur des captures

a pu se faire séparément pour mâles et femelles. L'argument de simplicité conduit à supposer un sex-ratio initial équilibré. Cet argument est conforté par la similitude des captures aux longueurs inférieures à la taille d'acquisition de la maturité. Dans ce contexte, les analyses de cohortes ont été "forcées" pour conduire à des recrutements équivalents de mâles et femelles. Sur le sexe le plus exploité (les mâles pour les langoustines, les femelles pour les cardines), et qui de plus sont dans ces cas particuliers ceux pour lesquels les L^∞ sont les plus élevés, l'analyse des cohortes a été conduite par rétrocalcul. Le recrutement ainsi calculé a été injecté pour l'autre sexe, l'analyse des cohortes étant conduite par voie directe.

D. Sensibilité vis à vis de K, L^∞ et M

L'analyse des cohortes de JONES suppose connues K, L^∞ et M, opère à partir d'une estimation de l'histogramme des captures. Il en résulte un champ d'incertitudes, qui a été exploré systématiquement à l'aide des techniques développées par LAUREC et MESNIL (1985). Les résultats obtenus ont guidé la manière d'utiliser la technique. Il n'est pas apparu utile d'exposer systématiquement les résultats, car plus importantes que les incertitudes sur les résultats intermédiaires que sont les mortalités par âge, les incertitudes sur les niveaux d'exploitation, et notamment les rendements par recrue, constituent la question finale.

Pour mémoire, LAUREC et MESNIL (1985a) ont utilisé des coefficients de sensibilité d'ordre 1 et 2 en K, L^∞ , M et E^+ , issus de développements limités. Ainsi, F (K, θ) mortalité par pêche calculée à la longueur θ pour une valeur donnée de K peut être dérivée aux ordres 1 et 2. Un développement limité permettra d'approcher F (K + ΔK , θ) par :

$$F(K, \theta) + \frac{\partial F}{\partial K} \Delta K + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} (\Delta K)^2$$

Les coefficients de sensibilité définis seront alors

$$\text{à l'ordre 1 } \left(\frac{1}{F(K, \theta)} \frac{\partial F}{\partial K} K \right) \text{ et à l'ordre 2 } \left(\frac{1}{2F} \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} K^2 \right)$$

Ces coefficients permettent entre autre d'apprécier la vulnérabilité des mortalités par pêche calculées vis à vis des incertitudes sur K. On définit de façon analogue les coefficients relatifs à L^∞ , M (et E^+ , qui sur ce cas ramène au problème de convergence du paragraphe C).

Ils sont calculés au prix d'approximation et en l'état actuel des logiciels ne s'appliquent qu'aux analyses des cohortes par rétrocalculs.

E. Hypothèses d'équilibre

Les analyses de cohortes sur les histogrammes constitués sur une seule année (voire pour Raja naevus sur une fraction d'année) ne peuvent l'être qu'au prix d'une double hypothèse de constance sur les années passées, partant d'une part sur l'effort, d'autre part sur le recrutement. Cette hypothèse sera discutée espèce par espèce, et elle paraîtra plus ou moins acceptable selon les cas. Reste que, de toutes façons, conformément aux intentions affichées et aux termes du contrat, les analyses conduites ne prétendent qu'à un premier diagnostic sur l'état d'exploitation des ressources.

F. Le problème des rejets

Pour nombre de stocks des rejets apparaissent, correspondant à une sélectivité manuelle. Une courbe de tri doit donc être définie. A l'exception des langoustines rejets et débarquement ont fait l'objet d'évaluations séparées. Dans ce cas la courbe de tri, définie par les valeurs T_i est simplement obtenue en effectuant pour chaque intervalle (P_i, P_{i+1}) le rapport entre débarquement D_i et captures $C_i = D_i + Re_i$, Re_i étant les rejets correspondants. Il n'a été procédé à aucun ajustement de la courbe de tri à un modèle théorique quelconque, tel que la logistique, ni même à un lissage.

Pour la langoustine une courbe de tri obtenue lors des travaux antérieurs a été utilisée.

Une survie non nulle des rejets a pu être admise dans certains cas. Il a été supposé constant et sera noté S.

Le nombre total des décès occasioné par la pêche sur l'intervalle (l_i, l_{i+1}) est alors :

$$D_i + R_i (1 - S) = C_i (T_i + (1 - T_i) (1 - S)) = C_i (1 - S + S T_i)$$

L'analyse des cohortes se fait sur l'ensemble des décès. La mortalité par pêche calculée est composite. Elle comporte une part "évidente" F_i^1 , celle associée aux débarquements, une part "occulte", correspondant aux rejets n'ayant pas survécu F_i^2 . Une troisième composante a parfois été évoquée, correspondant aux animaux blessés ou tués par le passage de l'engin, et non capturés. Nul compte n'a été tenu ici de cette possible composante, car il est apparu trop difficile d'évaluer son importance possible.

Quand deux composantes seulement sont considérées, $F_i = F_i^1 + F_i^2$

avec : $F_i^1 = F_i \left(\frac{T_i}{1 - S + S T_i} \right)$

3.1.3. Rendements et fécondités par recrue

A. Discrétisation

Les calculs ont été faits en complétant la croissance linéaire déjà utilisée dans l'analyse des cohortes d'une relation taille-poids $W = aL^b$. Conformément à la procédure utilisée par JONES (1974, 1979 et 1981) le pas de base définissant les histogrammes a été conservé par souci de simplicité.

A l'intérieur de chaque intervalle de longueur un poids constant a été attribué, égal à $w_i = a \bar{l}_i^b$ pour l'intervalle (l_i, l_{i+1}) avec $\bar{l}_i = (l_i + l_{i+1})/2$

Les calculs ont été poursuivis pas à pas, jusqu'à un dernier intervalle débutant en L_F . La croissance ultérieure est alors négligée. Tous les animaux "gardent" le poids $a L_F^b$. Il est essentiel pour que cette approximation ne conduise pas à des aberrations que L_F soit proche de L_∞ . Cela implique en général que L_F soit supérieur à la longueur mar-

quant le début du groupe + dans l'analyse des cohortes, dont on a indiqué qu'elle était généralement nettement inférieure à L_{∞} . Si, par exemple, le groupe + de l'analyse des cohortes débute à 70 % de L_{∞} , le poids correspondant sera sensiblement égal à $W_{\infty}/3$.

Il serait totalement aberrant de négliger la croissance pondérale au-delà de ce seuil. La longueur L_F sera donc choisie en général aussi proche que possible de L_{∞} .

B. Description des régimes d'exploitation

Avant toute chose on a considéré des variations globales de l'effort, traduites par un multiplicateur(1) de l'effort (PAULIK et BAYLIFF, 1967) par rapport à la situation présente, tenue pour référence, il est aussi supposé que les variations du niveau d'exploitation se font à profil d'exploitation (Fishing pattern) constant. Si l'on envisage une augmentation globale de 50 % de l'effort, elle conduira à un nouveau vecteur de mortalité par pêche, dont la valeur pour l'intervalle (l_i, l_{i+1}) sera $1,5 F_i$ (F_i est la mortalité calculée par l'analyse des cohortes). De façon générale, avec un multiplicateur m on sera conduit aux mortalités par pêche $m F_i$.

Il a aussi été envisagé, quoique de façon plus ponctuelle, de calculer l'impact d'augmentations de maillage. Cela suppose que soit décrite la sélectivité des engins. Seul le chalut a été considéré, la sélectivité étant décrite par une courbe logistique. Le taux de rétention à la longueur l est ainsi, pour un maillage C :

$$r_c(l) = \frac{1}{1 + e^{-d(l - l_{50})}}$$

(1) Cette procédure nous est apparue plus logique que celle utilisée généralement au C.I.E.M., essayant de définir un F global ou moyen. Le passage de l'une à l'autre procédure est cependant immédiat.

On a supposé que $l_{50} = sf \times C$, sf étant le classique facteur de sélectivité. En outre, on a supposé que α évoluait avec le maillage, conformément aux propositions de DARDIGNAC et DE VERDELHAN (1978) :

$$a = \frac{\lambda}{C} \quad \text{Cela équivaut à supposer constant l'écart de sélection relatif :}$$

$$\frac{l_{75} - l_{25}}{l_{50}}$$

Là encore, le schéma commun de discrétisation a été utilisé. Sur l'intervalle (l_i, l_{i+1}) le taux de rétention $r_C(l_i)$ est uniformément appliqué.

Si pour le maillage de référence C^* le taux de rétention est $r^*(l_i)$, pour le maillage C il sera $r_C(l_i)$. A effort constant la mortalité par pêche deviendra $F_i \frac{r_C(l_i)}{r^*(l_i)}$ conformément aux calculs de JONES (1979,1981).

Si, en outre, un multiplicateur de l'effort m est appliqué, la nouvelle mortalité par pêche sera $m_i F_i$ avec $m_i = m \frac{r_C(l_i)}{r^*(l_i)}$

Les normes de tri et les taux de survie n'ayant pas changé, la partition se fera de même en mortalité liée aux débarquements, et mortalité liée aux rejets. La part de la première est :

$$\frac{T_i}{1 + S(T_i - 1)}$$

celle de la seconde est :

$$\frac{(1 - T_i)(1 - S)}{1 + S(T_i - 1)}$$

C) Rendements par recrue

Ils ont été calculés par application des règles qui viennent d'être exposées. Pour chaque stock, et éventuellement sexe par sexe, la courbe reliant le rendement par recrue au multiplicateur des efforts a été tracée. La sensibilité vis à vis des paramètres K , L^∞ , M et E^+ a été quantifiée par des coefficients analogues à ceux évoqués précédemment, et définis dans LAUREC et MESNIL (1985,b). Ces coefficients ont été calculés spécifiquement pour deux modifications du niveau d'exploitation: multiplication par 0.5 et 1.5, cela pour évaluer la fiabilité globale du diagnostic global quant à l'état des pêcheries.

Les résultats des calculs de sensibilité seront évoqués au niveau des évaluations par stock. Il n'a pas paru utile de donner à chaque fois la valeur obtenue pour les coefficients. Leur valeur a évidemment gouverné les commentaires sur la sensibilité des résultats.

A titre d'exemple sur la baudroie blanche (Lophius piscatorius), et pour un multiplicateur de l'effort de 1,5 le rendement par recrue serait ramené à 86 % de la valeur de référence, et ce, avec les valeurs suivantes pour les paramètres d'entrée: $K = .108$, $L^\infty = 125.$, $M = .15$, $E^+ = .6$. Si Y_r est le rendement par recrue relatif, la technique de LAUREC et MESNIL (1985,a,b) permet de calculer :

$$\alpha_K = \frac{dY_r}{dK} \quad \beta_K = \frac{K}{Y_r} \alpha_K$$

$$\alpha_{KK} = \frac{d^2 Y_r}{dK^2} \quad \beta_{KK} = \frac{K^2}{Y_r} \alpha_{KK}$$

et les coefficients analogues pour les autres paramètres (α_L , α_{LL} , α_M , α_{MM} , α_E ; α_{EE} n'ayant pas été calculé, il pourrait l'être; et les β associés).

Les coefficients croisés $\alpha_{KL} = \frac{d^2 Y_r}{dK dL^\infty}$ et $\beta_{KL} = \frac{KL^\infty}{Y_r} \alpha_{KL}$ ont aussi été calculés.

Les résultats apparaissent ci-dessous :

α_K	α_L	α_M	α_E	α_{KK}	α_{KL}	α_{LL}	α_{MM}
-2.02	-0.0046	1.45	-0.09	51.9	-0.055	.00024	.35
β_K	β_L	β_M	β_E	β_{KK}	β_{KL}	β_{LL}	β_{MM}
-2.25	-.67	.25	-.065	.35	-.86	2.15	.0045

Des développements limités permettent alors d'approcher les variations de Y_r résultant de variations des paramètres d'entrée. Ainsi passer de $M = 0.15$ à $M = .25$ conduirait, si l'on s'en tient à un développement d'ordre 1, à une valeur de Y_r de $.86 + (1.45) (.10) = 1.005$. L'introduction du terme de deuxième ordre amène peu de modification, conduisant à l'approximation : $.86 + (1.45) (.10) + (.35) (.01) = 1.0085$.

Il apparait donc qu'il faut monter à des valeurs de $M \geq .25$ pour ne plus obtenir de pertes dans le rendement par recrue avec un multiplicateur de 1.5.

De même, on peut voir que les résultats sont modérément robustes vis à vis des incertitudes sur E^+ . En effet, passer de $E^+ = .6$ à $E^+ = .7$ amènerait en première approximation à $Yr = .75$, et à $.95$ si E^+ est ramené à $.5$.

On pourrait vérifier en utilisant les coefficients relatifs à K et L^∞ la qualité des approximations fournies, puisque les calculs de rendement par recrue ont été expressément repris pour différentes valeurs de K et L^∞ :

Dans la mesure où la sensibilité vis à vis des paramètres de croissance est apparue comme particulièrement intéressante, les courbes de rendement par recrue ont été tracées pour les valeurs extrêmes de K et L^∞ , pour les domaines de confiance à 95 % lorsque ceux-ci ont pu être déterminés.

3.1.4. Biomasse féconde par recrue

Elles ont été calculées en complétant les informations précédemment évoquées par celles relatives à des ogives de maturité. Ces ogives ont été décrites par des courbes logistiques, réparamétrées selon, d'une part, la longueur où la maturité paraît acquise pour 50 % des individus, d'autre part, l'écart des longueurs correspondant respectivement à 25 et 75 % de maturité.

Ces biomasses fécondes, ou fécondité, par recrue, ont été rapportées à celles d'un stock vierge. Elles apparaissent donc en pourcentage.

Quand les histogrammes de captures étaient disponibles sexe par sexe, le calcul a été conduit sur les seules femelles. Dans le cas des baudroies les analyses n'ont pu être faites qu'au prix d'un artifice, créant

un groupe + à la longueur de maturité à 50 %, supposant le sex-ratio équilibré dans les captures pour toutes les longueurs inférieures, et globalement au-delà. Un K et un L^∞ spécifiques des femelles ont été injectés. Le E^+ a été choisi en fonction des niveaux d'exploitation calculés dans les analyses antérieures plus fines.

3.2. LES BAUDROIES : Lophius piscatorius
L. budegassa (Lophiidés).

3.2.1. Biologie Générale

A - Distribution

Deux espèces de baudroies composent les captures commerciales européennes :

- La première, Lophius piscatorius ou baudroie blanche est la plus répandue puisqu'on la rencontre depuis la Norvège jusqu'au Sénégal y compris en Mer du Nord et en Méditerranée. La principale zone de production se situe sur le Plateau Celtique.

- La seconde, Lophius budegassa ou baudroie noire a son aire de distribution limitée entre l'ouest des Îles Britanniques et la Mauritanie. On n'en rencontre pas en Mer du Nord ni en Manche. Elle est par contre présente en Méditerranée.

Sur le plan bathymétrique, L. piscatorius se rencontre depuis la zone de marée jusqu'à 1000 m voire 1500 m de profondeur tandis que L. budegassa n'apparaît qu'à des sondes supérieures à 70-80 m et disparaît au delà de 400-500 m.

B - Approche du cycle biologique

a) Reproduction

Bien que nous ne disposions pas d'étude fine en la matière nos premières observations indiquent que la première reproduction intervient entre 40 et 60 cm chez L. piscatorius et entre 25 et 35 cm chez L. budegassa du Plateau celtique. Les oeufs sont émis en grand nombre (plusieurs millions) dans des rubans muqueux long de plusieurs mètres. Ces rubans flottants sont entraînés par les courants et se fractionnent sous l'effet des vagues, ce qui permet d'assurer une bonne dispersion de la ponte. L'éclosion des oeufs survient au bout de quelques jours. Les larves à l'éclosion mesurent entre 3 et 5 mm (KARLOVAC, 1968). En l'état actuel des connaissances sur ces espèces, il n'est pas possible de dire si la reproduction donne lieu à des migrations de géniteurs ni à quelle fréquence elle survient. La présence de rubans de ponte a par contre été signalée en Mai, Juin, Juillet, Août à l'ouest de la Grande-Bretagne (BOWHAN, 1919).

b) Phase de la vie planctonique

A partir de l'éclosion, les larves évoluent dans le plancton jusqu'à la métamorphose finale qui intervient entre 40 et 70 mm (KARLOVAC et KARLOVAC, op.cit.). On ne connaît pas la durée de cette phase planctonique mais il est fort probable qu'elle est relativement longue (plusieurs mois) compte tenu de la taille particulièrement grande nécessaire pour atteindre la phase benthique. Notons également que la phase planctonique permet de poursuivre le phénomène

de dispersion de la ponte. Toutefois, c'est également une phase critique favorisant les fortes fluctuations du recrutement.

c) Phase de vie benthique

Après la métamorphose les baudroies vivent sur le fond. En effet, leur morphologie les rend peu aptes à la nage. Les types de fonds occupés par les baudroies sont très variables depuis les fonds vaseux à langoustines jusqu'aux fonds rocheux. Les densités maximales correspondant toutefois à des fonds de sable grossier. Des réactions mimétiques ont été observées chez les baudroies suivant les types de fond occupés. Ce comportement est lié, soit à un mode de défense contre les prédateurs, soit un mode de capture des proies (chasse à l'affût).

Les baudroies sont essentiellement ichthyophages. Les poissons démersaux constituent une grande part de leur diète (gadidés en particulier). D'après nos observations, le cannibalisme semble important. La taille des proies ingérées est particulièrement élevée. Il n'est pas rare en effet de trouver des proies presque aussi longue que la baudroie qui les a capturées.

A l'inverse, hors le cas de cannibalisme, on connaît peu de chose sur les prédateurs des baudroies. Il est probable qu'à partir d'une taille de 30 à 40 cm, peu de prédateurs soient capables d'ingérer les baudroies dont la largeur de la tête est considérable (environ la moitié de la longueur totale) et le poids déjà important (500 g à 1 kg). Le mimétisme des baudroies est un mécanisme qui vient également conforter l'hypothèse d'une faible capturabilité par les prédateurs.

C) Croissance, taille maximale, poids maximum
(Cf annexe 2)

On dispose de peu d'études sur la croissance des baudroies d'Europe.

Pour Lophius piscatorius FULTON (1902) indiquait une taille de 46,5 cm à 3 ans pour l'ouest de la Grande Bretagne tandis que GUILLOU (1978) ne donnait que 19 cm à 3 ans pour le Plateau Celtique et le Golfe de Gascogne. Pour la Méditerranée TSI MENIDIS et ONDRIAS (1981) indiquent 63 cm au même âge. De tels écarts sont loin de s'expliquer par les seules différences des secteurs d'étude. Il faut plutôt voir là les conséquences de la difficulté de lire les anneaux de croissance sur les otolithes..

Nous avons donc repris la méthodologie en retenant parmi les pièces dures l'illicium ou filament pêcheur comme indiquant le mieux les anneaux de croissance. Nous arrivons ainsi à 31 cm à 3 ans et à une croissance moyenne de 10 cm/an au cours des 5 premières années pour cette espèce sur le Plateau Celtique et dans le Golfe de Gascogne (voir l'étude de la croissance de la baudroie blanche en annexe). Ces résultats sont corroborés par l'analyse modale des distributions de longueur.

Pour Lophius budegassa les otolithes sont plus lisibles et les différences entre auteurs sont plus faibles : ainsi pour GUILLOU (1978) la taille à 3 ans est de 16,5 cm contre 24,6 cm pour TSIMENIDIS et ONDRIAS (1981) et de 24,5 cm à 5 ans pour le premier contre 34,9 cm pour les seconds. Nos données, encore préliminaires pour cette espèce, sont plus proches de celles de TSIMENIDIS et ONDRIAS (soit entre 30 et 36 cm à 5 ans).

La taille maximale observée pour ces espèces est de:
 - 150 cm pour Lophius piscatorius pour un poids vif de 40 à 50 kg.
 - 90 cm pour Lophius budegassa pour un poids de 9 à 12 kg.

Ce qui correspond à une longévité de l'ordre de 20 ans dans les deux cas.

3.2.2. Descriptif halieutique

A - Evolution des captures dans la zone du CIEM

Les captures totales internationales dans les régions CIEM I à X sont passées de 36 000 tonnes en 1975 à 45 000 tonnes en 1981. La Mer du Nord fournit environ 10 % des captures totales, le reste provenant presque exclusivement des fonds situés depuis l'ouest des Iles britanniques jusqu'au nord de l'Espagne (Cap Finistere). Deux pays assurent 75 % des captures totales : la France et l'Espagne. Le reste est réalisé essentiellement par la Grande Bretagne et l'Irlande.

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Production en tonnes							
TOTAL CIEM	36 355	38 613	36 501	39 881	42 311	54 410	44 480*
TOTAL FRANCE	13 229	13 095	13 570	15 678	18 936	22 776	21 892
TOTAL ESPAGNE	13 546	14 702	12 282	14 029	12 235	19 032	10 984*
TOTAL GRANDE BRETAGNE	5 307	6 125	5 771	5 497	5 579	6 590	5 792
TOTAL IRLANDE		10	130	144	329	827	1 010

*Chiffres probablement sous-estimés de 5 000 tonnes

Tableau 13

B - Ventilation des captures par décision CIEM

a) Captures françaises

La ventilation des captures françaises (source CIEM) est effectuée dans le tableau pour les années 1973 à 1981.

Commentaires :

A l'exception de l'année 1973 pour laquelle la moitié de la production est assignée au secteur VIa (alors que l'essentiel de ces 7 300 tonnes provenait de la Division VII), la ventilation par secteur géographique nous paraît très réaliste.

Le Plateau Celtique qui recouvre l'essentiel de la production de la Division VII ainsi que le secteur VIIIa2 assure à lui seul 80 % de la production globale de la France en Baudroies.

Précisons que depuis 1981 la production globale se situe entre 20 000 et 22 000 tonnes.

b) Captures espagnoles

Le record producteur de Baudroies dans le CIEM, après la France, est l'Espagne. La ventilation des données espagnoles par secteur CIEM est présentée dans le tableau 13.

Commentaires :

- Depuis 1977 la ventilation des captures espagnoles semble peu crédible.

- De même pour 1981 le total des captures est sous-estimé. D'après les scientifiques espagnols (OLASO et PEREDA, 1983) le total de 1981 serait de 15 600 t au lieu de 10 900 t. Sur ce total on peut considérer que plus de la moitié des prises proviennent du Plateau Celtique soit 8 000 à 10 000 t pour 1981. Ces chiffres sont les derniers en notre possession mais l'on peut penser que la situation des années récentes n'a pas évolué sensiblement.

c) Autres captures internationales

Les autres pays producteurs de baudroies de la région du Plateau Celtique sont : la Grande Bretagne, l'Irlande et la Belgique. Leur production réunie peut-être estimée à 3 000 tonnes soit, Grande Bretagne : 2 000 t, Irlande 500 t, Belgique 500 t.

Globalement la production totale de baudroies du Plateau Celtique se situe dans une fourchette de 27 000 t à 32 000 tonnes ce qui la place en tête du tonnage et de la valeur des prises dans ce secteur.

On peut considérer par ailleurs que toutes ces captures sont réalisées au chalut de fond, bien que des captures marginales sont signalées à la palangre et au filet maillant

Evolution des C.P.U.E.

Les seules sources dont nous disposons pour suivre l'évolution des C.P.U.E. est fournie par les statistiques françaises du port de Concarneau (tableau 14). Il s'agit en fait des données concernant les chalutiers semi-industriels concarnois pour les années 1977 à 1983 :

Catégories commerciales	1	2	3	4	5	Total
1977	3,4	6,9	7,8	10,9	6,6	35,5
1978	3,7	4,9	8,0	13,6	9,7	39,9
1979	3,5	4,0	9,6	17,4	15,9	50,4
1980	3,6	4,4	9,3	15,9	22,7	55,8
1981	3,7	6,8	7,8	15,4	25,4	61,0
1982	3,0	7,3	9,6	14,3	21,2	55,5
1983	2,7	9,9	9,5	24,9	12,2	59,1

C.P.U.E. (en kg par jour de pêche et par 100 ch) des baudroies débarquées à Concarneau par les navires semi-industriels.

Tableau 14

Les captures des chalutiers concarnois provenant pour l'essentiel de la division VII (et le reste de la division VI), on peut constater que de 1977 aux années 1980-1981 la C.P.U.E. s'est accrue de 70 % sur le Plateau Celtique pendant cette période même si l'on ne peut exclure une certaine amélioration technique des engins. Les captures françaises ayant doublé pendant ce temps sur le Plateau Celtique (passant de 9 000 tonnes à 18 000 tonnes) on peut également conclure que l'effort français s'est accru. Cet accroissement de l'effort a surtout été manifeste pour la catégorie des chalutiers artisans hauturiers (principalement représentés dans le quartier du Guilvinec qui est devenu le premier centre producteur de baudroies pendant cette période avec 9 500 tonnes soit près de la moitié des captures françaises).

La production espagnole indique également une forte progression pour l'année 1980. Cette tendance se retrouve aussi pour l'Irlande et la Grande-Bretagne.

3.2.3. Dynamique des populations.

A- Choix des paramètres à entrer dans le modèle de JONES.

a) Paramètres de la croissance et de la relation taille - poids vif

* Croissance de Lophius piscatorius.

. Source des informations : DUPOUY et KERGOAT - Communication CIEM 1985 G:36.

Voici les résultats obtenus par les modèles d'ajustement sur les données présentées dans cette communication :

. le BGC₂ : mâles : $K = 0.107 \pm 0.014$ L infini 133.8 ± 10.07
femelles : $K = 0.067 \pm 0.012$ L infini 188.1 ± 21.74

. le programme de MENESGUEN (méthode du COMPLEX)

mâles : $K = .128$ L infini = 121.08 cm
femelles : $K = 0.094$ L infini = 150.00 cm

Les paramètres de V.B. issus du BGC₂ et du programme de MENESGUEN se situent pratiquement sur la courbe de la relation $K - L$ infini définie par DUPOUY et KERGOAT (voir figure 19) toutefois compte tenu de ce que nous savons sur les tailles maximales atteintes (150 cm pour les femelles - 110-120 cm pour les mâles) nous avons préféré retenir des hypothèses de L infini généralement plus basses que celles issues de ces deux modèles (soit L infini 105 cm, 125 cm, 140 cm pour les deux sexes combinés) :

- hypothèse haute : $K = 0.095$ L infini = 140.0 cm
- hypothèse moyenne : $K = 0.108$ L infini = 125.0 cm
- hypothèse basse : $K = 0.139$ L infini = 105.0 cm

* Croissance de Lophius budegassa

Sources bibliographiques : GUILLOU (1978) pour les divisions CIEM VII et VIII, TSIMENIDIS et ONDRIAS (1981) pour la Méditerranée.

Les divergences trop fortes entre ces auteurs ne peuvent s'expliquer par la seule situation géographique différente.

Nos recherches préliminaires sur le sujet nous permettent d'avancer pour le Plateau Celtique une longueur Lt à 5 ans comprise entre 30 et 36 cm contre 24,5 cm pour GUILLOU et 34,9 pour les auteurs grecs.

Les tailles maximales rencontrées pour L.budegassa sont de 95-100 cm pour les femelles et 80 à 85 cm pour les mâles. Par ailleurs les valeurs de L infini sont légèrement inférieures aux tailles maximales. On peut donc retenir en première analyse une valeur de L infini pour les femelles comprise entre 85 et 95 cm et pour les mâles entre 75 et 80 cm. Pour les deux sexes combinés on a donc avancé les trois hypothèses suivantes :

$K = .090$; L infini : 90 cm
 $K = .115$; L infini : 80 cm
 $K = .093$; L infini : 80 cm

* Relations taille - poids-vif

Source : OLASO et PERERA (communication CIEM 1983 G : 81) pour les deux espèces ; zone de prélèvement : Golfe de Gascogne.

Lophius piscatorius mâles + femelles : $W = 0.021 L_t^{2.885}$ en grammes
Lophius budegassa mâles + femelles : $W = 0.021 L_t^{2.896}$ en grammes

b) Mortalité naturelle

Compte tenu de la longévité de ces deux espèces (une vingtaine d'années) et de la faible prédation qu'elles subissent, un coefficient de mortalité naturelle de $M = .15$ nous semble le plus adéquat (par comparaison avec les espèces pour lesquelles un M de $.20$ est retenu).

c) Taille à la première maturité

Nous ne disposons que d'éléments fragmentaires sur le cycle de reproduction et l'acquisition de la première maturité. Nos observations préliminaires tendent à nous indiquer pour :

- L. piscatorius une première maturité entre 40 et 60 cm
- L. budegassa une première maturité entre 25 et 35 cm

d) Ogive de sélectivité des chaluts pour les baudroies.

Aucune étude n'est disponible sur le sujet. Toutefois en première analyse et par comparaison avec les autres groupes de poissons, on peut situer les baudroies d'après leur rapport largeur maximale/longueur totale, entre les poissons plats et les gadidés soit un facteur de sélection compris entre 2 et 3. La progressivité du phénomène de sélection est toutefois plus difficile à cerner.

Pour les besoins de l'étude on retiendra :

maillage de 80 mm $L_{25} = 16$ cm $L_{50} = 20$ cm $L_{75} = 24$ cm
maillage de 100 mm $L_{25} = 20$ cm $L_{50} = 25$ cm $L_{75} = 30$ cm

B. Estimation des mortalités par pêche et des rendements par recrue.

a) Choix des E terminaux.

Le modèle de POWELL permet à partir des histogrammes de distributions de longueur des captures, à l'équilibre, de fournir des couples $(L_{\infty} ; Z/K)$ où Z est l'estimation de la mortalité totale et K le paramètre de l'équation de VON BERTALANFFY. Pour obtenir ces estimations, on fixe une longueur inférieure à partir de laquelle on considère que Z/K est constant, c'est à dire que la sélectivité du chalut ne joue plus. Cette largeur (L.B.) a été fixée à 35 cm. En outre puisque nous avons une estimation de K et de M on peut en déduire la valeur de Z et donc de E . Cette valeur de E nous donne un point de départ pour établir le E terminal nécessaire à l'analyse des cohortes de JONES. Les résultats sont exposés dans le tableau suivant :

	L. Piscatorius (M=.15 K=.11)			L. Budegassa (M=.15 K=.10)		
L.B (cm)	L_{∞} (cm)	Z/K	E	L_{∞}	Z/K	E
35.0	116.0	3.42	.60	103.6	3.42	.56
37.5	125.8	4.04	.66	96.0	2.77	.46
40.0	140.4	5.17	.73	86.4	2.08	.28

Pour L. piscatorius nous retiendrons un E terminal compris entre .5 et .7 et pour L. budegassa entre .3 et .5.

b) Analyse de la convergence des F et importance du recrutement.

- * Pour L. piscatorius les valeurs des F pour chaque classe de longueur sont présentées dans la figure 21 . La convergence est bonne, quelque soit l'hypothèse de croissance retenue et pour les E terminaux testés (.5 et .7). Dans tous les cas l'estimation du recrutement (à partir des seules captures françaises) se situe dans une fourchette étroite soit entre 10.4 et 13.0 millions d'individus de 1,5 ans ($L_t = 12$ cm). Ce chiffre doit être multiplié par un facteur 1.7 à 1.8 pour tenir compte des captures totales ; ce qui permet d'estimer le recrutement global de la Mer Celtique entre 18 et 20 millions d'individus de baudroie blanche par an, en moyenne.
- * Pour L. budegassa la convergence de F (figure 22) est nettement moins bonne pour les E terminaux retenus (.3 et .5). En conséquence l'estimation du recrutement est beaucoup plus lâche soit une fourchette de 5,8 millions à 10,4 millions d'individus de 2 ans ($L_t = 12$ cm). Ces valeurs reposant sur les seules captures françaises, on peut avoir une estimation du recrutement global pour le Plateau Celtique en baudroie noire en multipliant ce chiffre par un facteur 1,7 à 1,8 soit 10 millions à 19 millions d'individus.
- * Les coefficients de mortalité par pêche sont maximum pour des longueurs comprises entre 35 et 60 cm pour L. piscatorius et entre 25 et 35 cm pour L. budegassa. Les valeurs de F sont alors respectivement, suivant les hypothèses de croissance :

L. piscatorius			L. budegassa		
L_{∞}	K	F sup.	L_{∞}	K	F sup.
140 cm	.095	.32 à .36	90	.090	.10 à .13
125 cm	.108	.29 à .31	80	.115	.10 à .13
105 cm	.139	.22 à .24	80	.093	.06 à .08

c) Analyse des rendements par recrue.

* Lophius piscatorius

L'analyse des rendements par recrue a été développée en retenant un E terminal de .6. Les courbes obtenues pour chacune des hypothèses de croissance étudiée sont présentées dans la figure 23 (haut). Les résultats essentiels sont repris dans le tableau 15 .

On constate que dans la situation actuelle de l'effort, le rendement par recrue est compris entre 0,9 et 1,10 kg, alors que le rendement maximal est compris entre 0,9 et 1,30 kg. En suivant les deux premières hypothèses de croissance, on peut espérer un accroissement de 10 à 15 % du rendement sous réserve d'une réduction de l'effort de 40 à 50 %. Toutefois si l'on considère la troisième hypothèse on se trouve déjà pratiquement à l'optimum de l'effort.

* Lophius budegassa

L'analyse des rendements par recrue a été développée en retenant un E terminal de .4. Les courbes obtenues pour chacune des hypothèses de croissance sont présentées dans la figure 23 (bas). Les résultats essentiels sont repris dans le tableau 321. On constate que les rendements actuels sont compris entre 0,26 et 0,38 kg par recrue alors que le rendement maximal est compris entre 0,31 et 0,40 kg. Ce gain potentiel de 5 à 20 % ne peut être obtenu que par une augmentation de l'effort de pêche d'un facteur multiplicatif de 1,5 à 2,5 fois l'effort actuel. Toutefois compte tenu de l'aspect des courbes très aplati autour de l'optimum, une grande partie de ce gain peut-être attendu par une augmentation modérée de l'effort (1,20 à 1,40 fois l'effort actuel).

d) Evolution de la biomasse féconde en fonction de l'effort de pêche.

Le calcul de la biomasse féconde a été réalisé en constituant un groupe + dans les cohortes en taille à partir de la longueur du point 50 % de maturité et en appliquant les paramètres de croissance des baudroies femelles.

* Lophius piscatorius

Nous avons retenu pour l'analyse, un point 50 % de maturité de 50 cm, les points 25 % et 75 % de maturité étant fixés respectivement à 40 et 60 cm. Les paramètres de croissance des femelles suivants ont été retenus : L infini 140 cm et $K = .095$, la valeur de la mortalité naturelle M étant de .15 et le taux d'exploitation appliqué au groupe +, $E_t = .6$. On constate que la courbe (figure 24 haut) présente une concavité très forte, le niveau de la biomasse féconde étant actuellement de 11 % seulement de celle du stock vierge. Une réduction de 50 % de l'effort de pêche entraînerait une augmentation de plus du double de la biomasse féconde (28 % du stock vierge) alors qu'une augmentation de 50 % de l'effort entraînerait une réduction de moitié de la biomasse féconde (5,6 % du stock vierge).

* Lophius budegassa

Le point 50 % de maturité a été fixé à 30 cm et le point 25 % et 75 % respectivement à 25 et 35 cm. Les paramètres de croissance des femelles L infini 90 cm et $K = 0.090$, la valeur de $M = .15$ et le taux d'exploitation $E_t = .4$.

La courbe (figure 24 bas) est beaucoup moins concave que la précédente puisque la biomasse féconde actuelle est de 35 % de celle du stock vierge. Une réduction de l'effort de 50 % amènerait la biomasse féconde à 55 % du stock vierge et une augmentation de 50 % de l'effort entraînerait la biomasse féconde à 24 % de celle du stock vierge.

3.2.4. Conclusions et discussion.

Le diagnostic global sur les stocks de baudroies du Plateau Celtique peut être avancé de la manière suivante :

- Le stock de baudroie blanche est légèrement surexploité si l'on considère d'une part la situation du maximum de rendement par recrue et d'autre part le faible niveau de la biomasse féconde.
- Le stock de baudroie noire est par contre sous-exploité. Toutefois, pour parvenir au maximum de rendement par recrue on devrait doubler l'effort de pêche, ce qui entraînerait une réduction de presque la moitié de la CPUE et également une réduction de plus de la moitié de la biomasse féconde actuelle.
- Les deux espèces étant en grande partie pêchées sur les mêmes lieux de pêche il semble que le choix en matière de gestion de stock doive se porter de préférence sur la baudroie blanche qui représente plus des 3/4 des captures pondérales du Plateau Celtique.

Par ailleurs les compositions en taille ne semblent pas indiquer de grandes fluctuations annuelles du recrutement pour les deux espèces étudiées. On notera cependant que l'analyse des CPUE indique une tendance à l'accroissement des rendements depuis 1980 particulièrement pour les petits et moyens individus. Le mélange des deux espèces de baudroies dans les débarquements français ne permet pas de tirer pour l'instant de conclusions parmi les hypothèses possibles (amélioration des techniques de pêche ou accroissement de l'abondance de l'une ou de l'autre espèce ?). Notons que l'étude réalisée ici n'a été menée qu'à travers les captures françaises, qui bien que prédominantes, ne représentent pas l'ensemble des captures internationales sur le Plateau Celtique. Le diagnostic global ne reste donc vrai que si les diagrammes d'exploitation des autres pays et particulièrement de l'Espagne ne diffèrent pas sensiblement de celui des captures françaises.

Enfin, signalons que l'ensemble du diagnostic suppose l'existence d'un stock inféodé à la seule Mer Celtique, pour chacune des espèces. S'il s'avérait par la suite que ces populations de baudroies appartiennent à un ensemble plus vaste incluant le Golfe de Gascogne, secteur où les maillages des chaluts sont plus petits et les diagrammes d'exploitation différents, les conclusions présentées ici pourraient s'avérer par trop optimistes.

Espèce	Hypothèse de croissance		Rendement actuel en kg	Rendement maximum en kg	Effort correspondant	Nombre de recrues en millions
	L inf. (cm)	K				
<u>L. piscatorius</u> (M=.15 E _t =.6)	140	0.095	1,10	1,27	0,50	10,5
	125	0.108	1,03	1,12	0,60	10,9
	105	0.139	0,883	0,886	1,10	12,7
<u>L. budegassa</u> (M=.15 E _t =.4)	90	0.090	0,378	0,397	1,50	6,3
	80	0.093	0,261	0,314	2,50	9,0
	80	0.115	0,364	0,396	1,80	6,4

Tableau 15 : Principaux résultats de l'analyse des rendements par recrue effectuée pour les baudroies L. piscatorius et L. budegassa, sous trois hypothèses de croissance.

3.3. LE MERLAN : Merlangius merlangus (Gadidés)

La pêche de merlan de Mer Celtique se situe sur son pourtour côtier. Elle s'étend entre l'isobathe de 90 m et la zone côtière. Elle affecte la forme d'un triangle dont la pointe est tournée vers l'embouchure de la Mer d'Irlande. Dans la partie centrale, sur la fosse des Smalls, elle se superpose à la pêche de langoustine.

Les débarquements de merlan en provenance de Mer Celtique sont le résultat de deux types d'activité :

- une pêche dirigée vers les gadidés en général : merlan, morue, merlu,
- une pêche dirigée vers la langoustine pour laquelle le merlan constitue 12 % des prises accessoires.

3.3.1. Biologie générale

C'est un gadidé des eaux côtières. Les adultes dépassent rarement l'isobathe de 100 m, les juvéniles vivent près des côtes.

A - Reproduction

a) Sex-ratio :

Il n'a jamais été étudié en Mer Celtique. En Mer du Nord, il est déséquilibré en faveur des femelles : 65 % pour 35 % de mâles.

b) Maturité :

La taille à première maturité se situe vers 32 cm. Aucune ogive de maturité n'a été déterminée.

c) Ponte-recrutement :

La période de ponte est longue, de février à mai. Les oeufs sont pélagiques. L'incubation dure 10 jours, la vie pélagique 1 mois. Pendant cette période, la larve s'associe à une méduse et quand ses capacités natatoires sont suffisantes, elle effectue, en sa compagnie, sa migration vers la côte. A ce moment, elle se nourrit sur le fond. Les plus jeunes merlans apparaissent dans les captures commerciales en décembre près des côtes à une taille de 20 cm.

B - Comportement

Le merlan adulte préfère les fonds de graviers littoraux, mais on le trouve également sur les hauts fonds sableux, proche des pêcheries de langoustine. Sa nourriture jusqu'à 20 cm est variée, à base de poissons, crustacés, annélides. Puis il devient ichthyophage exclusif (99%). Son comportement est démersal, il accompagne les déplacements nycthémeraux des proies et vit toujours légèrement décollé du fond.

3.3.2. Description halieutique

A - Moyens de capture -Calendrier de pêche.

En Mer Celtique, le merlan est exploité exclusivement au chalut de fond : les bateaux spécialisés le pêchent avec un chalut à grande ouverture. Les meilleures captures se font sur les concentrations de géniteurs durant les quatre premiers mois de l'année. En septembre, il existe également une augmentation des captures sur la zone centrale (Smalls) due à une concentration qui semble trophique. Sur l'année, l'essentiel des captures provient du Sud Irlande et du Nord de la Cornouaille.

B - La flotille

Le merlan en provenance de la Mer Celtique est débarqué à 75 % par 80 navires dits "semi-industriels" (30 m de long pour 800 ch.) spécialisés dans la capture des gadidés en général. Ce sont typiquement des navires dont la rentabilité ne peut être assurée que par des tonnages importants de gadidés et lorsque les rendements baissent en Mer Celtique, ils se dirigent vers l'Ouest et le Nord-Ouest des Iles britanniques sur les concentrations de lieux noirs.

C - Apports et C.P.U.E..

a) Apports

Les débarquements moyens globaux annuels de merlan en Mer Celtique se situent depuis 1980 autour de 8000 tonnes. Avant cette date, ils étaient de 6000 tonnes (Tab.15).

b) C.P.U.E.

Avant 1980, la capture par unité d'effort (puissance motrice en ch/100) des navires spécialisés était de 123 kg par jour, depuis elle est de 147 kg/jour (Tab.15).

Il est difficile d'expliquer cette augmentation car plusieurs faits ont pu y concourir :

- * une augmentation de maillage en 1979,
- * une modernisation des bateaux,
- *
une meilleure application de l'effort lorsque les rendements sont optimaux,
- * une série de bons recrutements.

3.3.3. Dynamique des populations

A - Les paramètres

a) Croissance

L'étude systématique de la croissance n'a jamais été effectuée en Mer Celtique. Il existe des lectures d'âge effectuées en routine sur

les otolithes, dans le cadre du groupe de travail CIEM, Mer d'Irlande, Canal de Bristol, mais des indéterminations subsistent sur l'âge des plus gros individus. Les paramètres de la croissance ont été déterminés de deux manières :

- La L_{∞}

Elle a été calculée grâce à la méthode de POWELL qui donne une valeur de 66,2 cm.

- k

Des couples L_{∞} et k ont été calculés à partir des lectures d'âge ajustées par les moindres carrés (BGC2).

A partir de ces couples, et pour une L_{∞} de 66,2 cm une valeur de k a été extrapolée. Les paramètres les plus vraisemblables adoptés pour la courbe de croissance sont les suivants :

$$\begin{aligned} L_{\infty} &= 66,2 \text{ cm} \\ k &= 0,175 \end{aligned}$$

b) Sélectivité

Aucune étude de sélectivité n'a été effectuée pour le merlan de la Mer Celtique. La valeur que nous avons adoptée est proche de celle calculée pour la Manche et la Mer d'Irlande : $SF = 3,7$
 $(L_{75} - L_{50}) / L_{50} = 0,15$

c) Maturité

La taille à première maturité se situe vers 32 cm. il n'a pas été déterminé d'ogive de maturité. La fécondité est importante et n'a pas été estimée.

B - Evaluations

a) Mortalités par pêche (tab.16)

La composition en taille utilisée est issue de celles établies de façon trimestrielle sur les débarquements des navires semi-industriels de Lorient spécialisés dans la pêche des gadidés (fig.5) Les paramètres de croissance sont ceux présentés ci-dessus. Le calcul des mortalités par pêche est très peu sensible à la valeur du E terminal. La convergence des vecteurs F est bonne et une valeur de $E = 0,7$ a été choisie pour les analyses de population virtuelle. La mortalité par pêche ne dépasse pas 0,9. Elle est très cohérente sur toute la gamme des tailles pleinement exploitées et décroît rapidement lorsque la sélectivité se fait sentir à partir de 31 cm. La classe d'âge la plus exploitée est le groupe 2. Les valeurs obtenues pour le recrutement sont stables quelle que soit la valeur du E terminal et donnent $34,55 \times 10^6$ recrues.

b) Rendements par recrue (fig. 14).

Les rendements par recrue ont été calculés pour le couple de paramètres l_{00} et k le plus vraisemblable et deux couples encadrant ces valeurs. Dans des limites raisonnables de variations des paramètres de croissance, il n'y a pas de modifications considérables du profil d'exploitation et les pertes en rendement par recrue pour le maintien de l'effort actuel sont négligeables.

Le stock de merlan de Mer Celtique est surexploité modérément mais suffisamment pour être très tributaire de la qualité des recrutements. Ainsi, il est probable que l'augmentation spectaculaire des captures en 1980 tient d'une part au recrutement exceptionnel de 1978 et à l'augmentation de maillage qui par hasard ont coïncidé.

3.4. LE MERLU : Merluccius merluccius (Gadidés)

Le merlu européen est largement distribué dans tout l'Atlantique nord-est du Sud de l'Islande à la Mauritanie, mais c'est du Plateau Celtique à Gibraltar qu'il est le plus abondant. Un certain nombre de présomptions et de preuves indirectes ont conduit à traiter comme des stocks séparés :

- les merlus de l'Ouest des Iles Britannique, du Plateau Celtique et du Golfe de Gescogne.

- les merlus des côtes hispano-portugaises.

Cette étude recouvre donc le premier stock. Cependant en raison de la complexité de la gestion des stocks de merlus, il ne nous sera pas possible, momentanément, de formuler d'avis. L'évaluation de ces stocks fait l'objet d'une réunion du groupe de travail merlu à l'intérieur du CIEM et on se réfèrera avec profit à son rapport récent (ANON, 1986).

3.4.1. Biologie générale

A - Reproduction

a) Maturité - Fécondité

La maturité sexuelle ne survient pas au même âge pour les deux sexes. Chez les femelles, elle se situe vers 57 cm (groupe 6), chez les mâles vers 40 cm (groupe 5).

La fécondité varie suivant la taille. Une femelle émet 113000 oeufs à 60 cm, 345000 à 1 m.

b) Période de reproduction

Elle est très étalée dans le temps, mais l'essentiel de la ponte s'effectue de mars à juin.

B - Recrutement et nourriceries

En Mer Celtique, les plus petits individus apparaissent dans les captures en avril à une taille comprise entre 15 et 20 cm et en juillet, on peut considérer que le recrutement est terminé. Les jeunes merlus sont particulièrement abondants sur les fonds vaseux du Sud de l'Irlande et de la vasière des Smalls.

C - Migrations

Les déplacements du merlu sont complexes et incomplètement connus. On peut distinguer :

- des déplacements progressifs qui s'étendent à toute la vie des poissons et qui déterminent la répartition

moyenne des différents groupes d'âge selon la profondeur ou selon la latitude ;

- des mouvements saisonniers qui se traduisent par des oscillations plus ou moins importantes autour des positions moyennes ;

- des déplacements verticaux qui semblent liés à la recherche de la nourriture pendant la nuit.

Des échanges importants, sans que l'on puisse en chiffrer l'ampleur, existent entre le Golfe de Gascogne et les zones plus au nord. Il est ainsi probable que les merlus âgés de plus de 7 ans migrent vers le nord le long du talus continental vers l'Ouest des Iles Britanniques.

D - Régime alimentaire

Les merlus adultes se nourrissent surtout de poissons : merlan bleu, chinchard. Les merlus du groupe O se nourrissent surtout d'euphausiacés.

3.4.2. Description halieutique

A - Répartition des captures par pays

Les captures effectuées sur le stock nord de merlu (divisions CIEM IV, VI, VII, et VIIIa, b) s'élevaient en 1979 à 52 000 tonnes dont 6 700 dans l'Ouest des Iles Britanniques, 19 100 dans la division VII, la plus grande partie des captures revenait à la France: 7 100 tonnes et à l'Espagne 11 600 tonnes. Ces chiffres sont officiels et ont été déterminés par les experts des pays concernés. En 1981, le CIEM déclarait officiellement 15 500 tonnes de merlu dans toute la zone VII. Dans le VII f, g, h, j, k, les captures étaient de 10 861 tonnes, 1876 pour l'Espagne, 1 028 pour la Grande Bretagne et 343 pour l'Irlande. Ce que l'on sait par ailleurs des captures espagnoles laisse penser que la valeur déclarée par ce pays est très sous-estimée.

Ce problème de l'évaluation précise des captures de merlu est capital, car sans une connaissance précise des débarquements, les analyses sur ce stock et les prédictions de capture sont vouées à l'échec.

B - Distribution des captures sur la pêcherie de Mer celtique

Comme cela a été fait pour les autres espèces, il est nécessaire de replacer le merlu dans les captures (en tonnes) des diverses flottilles opérant en Mer Celtique :

* LORIENT - semi-industriels/cible : gadidés

	Merlan	Morue	Merlu	Julienne
VII f + VII g	4281	2380	1224	307

* LE GUILVINEC - artisans/cible : baudroie

	Baudroie	Cardine	Julienne	Merlu
VII h	1870	349	599	195

* SAINT GUENOLE - artisans langoustiniers

	Langoustine	Baudroie	Merlu
VII g	1020	655	145
VII h	124	144	16

Malgré sa distribution quasi universelle sur toute l'étendue de la Mer Celtique, le merlu est surtout capturé par les flottilles spécialisées dans la pêche des gadidés. Sur les autres pêcheries, il est présent, mais en proportion bien moindre.

C - Calendrier des pêches

La capture du merlu s'effectue toute l'année de façon régulière. Il existe cependant une augmentation importante des petits individus dans les captures à partir du mois d'Avril.

3.4.3. Dynamique des populations

Il n'est pas dans notre intention de porter un diagnostic circonstancié sur le stock dans le cadre de ce travail et nous présenterons seulement les paramètres nécessaires à une analyse de population virtuelle sur les longueurs.

A - Croissance

Les lectures d'âge sur les otolithes sont particulièrement difficiles et il est pour le moment impossible d'établir en routine des clés taille-âge. En revanche les paramètres de la croissance ont été établis globalement pour les mâles et les femelles :

$$\begin{aligned}L_{\infty} &= 114 \text{ cm} \\k &= 0,095\end{aligned}$$

$$\text{La courbe taille-poids est : } W = 0,0053 L^{3,10}$$

B - Sélectivité

La connaissance de la sélectivité est bonne :

$$\begin{array}{rcl} & SF & = 3.6 \\ (L 75 - L50)/L50 & & = 0.395 \end{array}$$

C - Compositions en taille (Fig. 4)

Les compositions en taille des merlus débarqués ont été établies trimestriellement. Les compositions en taille des rejets leur ont été ajoutées.

3.5. LA MORUE : Gadus morhua (Gadidés)

Il n'existe pas d'étude particulière sur la biologie de la morue de Mer Celtique. Il s'agit d'un stock assez isolé ne pouvant avoir d'échanges qu'avec celui de Mer d'Irlande et le stock de morues en limite de répartition la plus méridionale. En dessous de 51° N, les captures deviennent sporadiques. Jusqu'en 1980, la capture moyenne annuelle dans cette zone était de 3000 tonnes, après cette date, cette moyenne s'est élevée à 6200 tonnes avec un maximum à 8165 tonnes en 1981 (Tab. 15). Le même phénomène a été signalé pour le merlan à la même période. De la même manière, les C.P.U.E. ont plus que doublé.

5.5.1. Biologie générale

A - Maturité, reproduction, recrutement

Il n'existe pas d'étude particulière sur la maturité. On considère généralement que tous les individus du groupe 3 (70-76 cm) sont matures. Les concentrations de géniteurs apparaissent de février à mars, le groupe 1 en abondance dans les captures à partir du 3ème trimestre. Le groupe 0 n'existe pratiquement jamais dans les captures commerciales. En novembre et décembre des années 1977 à 1980, des campagnes pour l'évaluation de l'abondance des groupes 0 de gadidés ont eu lieu en Mer Celtique. Elles n'ont jamais fait apparaître de concentration de juvéniles. Dans l'évaluation des rejets effectués en 1985, aucun mode individualisé n'apparaît en dessous de 30 cm.

Le schéma général, extrapolé d'autres observations, pourrait être le suivant :

- ponte de février à mars dans une zone côtière,
- les oeufs éclosent après 12 jours de vie pélagique,
- les larves sont pélagiques pendant 2 à 4 mois puis tombent sur le fond,
- recrutement à la pêcherie au cours du 3ème trimestre à une taille de 42 cm.

Il n'est pas exclu qu'il existe des échanges avec la Mer d'Irlande. Les captures effectuées en Baie de Cardigan et le long des côtes du Wexford dans le Canal Saint-Georges sont souvent constituées de petits individus aux 3ème et 4ème trimestres.

B - Comportement

Les morues vivent en banc dans la journée et se dispersent pendant la nuit.

Leur nourriture est très variée et composée à 5,5 % de polychètes, 24 % de crustacés, 70,5 % de poissons (DU BUIT, 1982). A l'inverse de ce qui se passe en Mer D'Irlande, il semble que la prédation sur la langoustine soit très faible.

3.5.2. Description halieutique

La morue est distribuée sur toute l'étendue de la Mer Celtique. Les zones de concentration se situent cependant dans les régions côtières et coïncident avec celles du merlan.

A Moyens de capture - flottille

La morue est essentiellement capturée au chalut, en même temps que le merlan par les navires semi-industriels sans que l'on puisse dire quelle est l'espèce-cible. Elle constitue une capture accessoire appréciée des langoustiniers qui débarquent 15 % des apports totaux.

B Apports et C.P.U.E.

Comme pour le merlan, les apports ont brusquement été modifiés à partir de 1980. La capture moyenne était de 3000 tonnes/an entre 1975 et 1980, depuis, elle est passée à 6200 tonnes. Dans le même temps, la C.P.U.E. a doublé exactement, passant de 36,8 à 73,5 kg. La raison de cette augmentation spectaculaire n'a pu être encore élucidée.

3.5.3. Dynamique des populations

A - Les paramètres

a) Croissance

Des lectures d'âge sur les otolithes sont effectuées en routine sur les morues débarquées au port de Lorient. Les paramètres de croissance ont été calculés de deux manières :

- L_{∞}

La méthode de POWELL a été utilisée et a donné une série de valeurs cohérentes pour L_{∞} oscillant autour d'une moyenne de 109,5 cm.

- k

Les couples L_{∞} et k ont été calculés à partir des lectures d'âge ajustées par moindres carrés (BGC2).

A partir de ces couples et pour une L_{∞} de 109,5 cm, une valeur de k a été extrapolée.

Les paramètres adoptés pour la courbe de croissance sont donc les suivants :

- $L_{\infty} = 109,5$ cm
- $k = 0,380$
- $t_0 = 0,25$

b) Sélectivité

Aucune étude de la sélectivité de la morue n'a été réalisée en Mer Celtique. Un facteur de 3,9, habituellement admis pour cette espèce a été retenu. La valeur de $L_{75} - L_{50}$ a été extrapolée d'autres observations :

$$\begin{aligned} SF &= 3,9 \\ (L_{75} - L_{50})/L_{50} &= 0,15 \end{aligned}$$

c) Maturité- fécondité

La première maturité sexuelle intervient entre 2,5 ans et 3,5 ans. A 53 cm, 5 % des morues sont matures, à 73 cm, 100 %.

B - Evaluations

L'analyse des tailles selon la méthode de JONES a été effectuée à l'aide des paramètres indiqués plus haut. La composition en taille utilisée (fig.) est celle établie à partir des échantillonnages trimestriels effectués sur les navires semi-industriels de Lorient spécialisés dans la pêche des gadidés. Elle ne concerne que l'année 1984. Ultérieurement, il sera possible de fournir une analyse plus fine en utilisant les données des années antérieures. On notera que la morue fait l'objet d'une évaluation au cours de la réunion du groupe de travail du CIEM sur l'évaluation des stocks de Mer d'Irlande et du Canal de Bristol.

a) Calcul des mortalités par pêche (tab.18).

Les mortalités par pêche sont relativement modérées pour les morues de grande taille entre 70,5 cm et 107,5 cm, c'est-à-dire pour les poissons des groupes 4 et au-dessus. Pour les groupes d'âge les plus jeunes, la mortalité est très élevée, atteignant 1,38 pour le groupe 2. Cette valeur n'est pas cohérente avec celle calculée par l'analyse de cohortes sur les âges. La seule explication que l'on puisse donner est un comportement en banc beaucoup plus marqué pour ces individus et sur lesquels la mortalité par pêche est la plus grande. Ensuite les morues s'éparpillent sur toute l'étendue du plateau celtique avec une préférence cependant pour les eaux en-dessous de 100 m. Le profil des captures des langoustiniers qui pêchent au-delà des zones côtières riches en gadidés est très différent et la proportion des individus de grande taille est prépondérante dans leurs apports. La convergence des mortalités par pêche est excellente pour les valeurs de E situées entre 0,7 et 0,8. Le recrutement a été évalué à 2700×10^6 recrues, ce qui correspond également à la valeur utilisée dans l'analyse de cohortes sur les âges.

b) Rendements par recrue (fig.13).

Les rendements par recrue ont été calculés pour trois hypothèses sur la croissance. Deux de ces valeurs encadrant celle adoptée comme décrivant convenablement la croissance. Dans les trois cas, le rendement optimal se situerait en dessous de la valeur actuelle de F .

Pour réduire le rendement à 50 ou 60 % de sa valeur actuelle, il serait nécessaire de multiplier l'effort par 1,5 ou 2 fois.

Comme pour tous les gadidés, la production du stock est très tributaire du niveau de recrutement puisqu'une grande partie de la capture s'effectue au détriment des individus de deux et trois ans. Ainsi il n'est pas exclu que l'excellent recrutement de 1978 qui s'est produit juste au moment de l'augmentation de maillage à 80 mn soit responsable de l'augmentation spectaculaire des captures depuis 1980.

La morue, comme les autres gadidés de Mer Celtique, est surexploitée. Une production soutenue est impossible en raison du niveau d'effort important et les captures reflètent les valeurs du recrutement deux ou trois années auparavant.

3.6. LA CARDINE : Lepidorhombus whiffiagonis
(Bothidés - Scophtalmidés)

La cardine est présente sur tous les fonds vaseux et sablo-vaseux de l'Atlantique nord-est.

La Mer Celtique constitue sa limite de répartition méridionale et au Sud du 47° sa capture devient sporadique. Son centre de dispersion se situe à l'Ouest des Iles Britanniques et de la Bretagne, des zones Ouest-Ecosse à la Mer Celtique. On la capture de 50 à 800 m, mais son préférendum se situe entre 100 m et 300 m. Il existe un certain étagement des tailles avec la profondeur, les plus gros individus se situant plus profondément (cf. annexe 3). Le stock de Mer Celtique est individualisé par rapport à celui de la Manche et de la Mer d'Irlande, mers peu profondes où elle est peu abondante. Elle est capturée de façon continue de la Mer Celtique à l'Ouest Irlande sans que l'on puisse dire s'il s'agit d'un même stock.

3.6.1. Biologie générale

A - Cycle vital - Reproduction

Une cardine de 45 cm pond environ $4.401 \cdot 10^5$ oeufs. L'oeuf est pélagique et l'incubation dure cinq jours. La larve perd sa symétrie et tombe sur le fond lorsqu'elle atteint 20 à 30 mm, au bout de 3 mois. La taille à première maturité est estimée à 25 cm pour les mâles et 28 cm pour les femelles, soit vers 3 ou 4 ans. L'évolution mensuelle des rapports gonado-somatique (cf. annexe 3) situe la reproduction en mars-avril.

B - Nutrition

Les crustacés dominant dans l'alimentation des petits individus, puis au fur et à mesure de l'augmentation de la vitesse de nage et de la dimension de la bouche, les poissons deviennent prépondérants. En Mer Celtique, le régime alimentaire varie suivant la profondeur (M.H. DU BUIT 1982). Il est constitué :

- dans la zone sud de 1/3 de poissons, 1/3 de crustacés et 1/3 de mollusques et polychètes

- dans la zone nord-est, de 90 % de poissons. Parmi ceux-ci, Trisopterus minutus et esmarkii dominant. On peut également rencontrer du sprat, ce qui implique pour la cardine un comportement démersal marqué.

A - Les flotilles

La cardine est capturée par tous les bateaux pêchant en Mer Celtique. Mais dans tous les cas, il s'agit d'une capture accessoire, des gadidés, de la langoustine ou de la baudroie. Dans ce dernier cas, il serait plus juste de dire que la baudroie et la cardine sont recherchées ensemble avec une préférence pour la baudroie. Nous donnons ci-dessous la capture en tonnes de cardine de trois flottilles spécialisées pour 1984 :

* LORIENT - semi-industriels gadidés :

	Merlan	Morue	Cardine
VII f + VII g	4281	2380	161

* CONCARNEAU - semi-industriels baudroies :

	Baudroie	Cardine
VII h 2550		1200

* SAINT GUENOLE - artisans langoustiniers :

	Langoustine	Cardine
VII g 1020		428
VII h 124		70

B - Evolution des captures

Les captures internationales en Mer Celtique ont toujours été regroupées pour les divisions VII g à VII k, si bien qu'il est très difficile de reconstituer les captures dans la zone qui nous intéresse : VII e 1, f, g, h, et VIII a2. De façon globale, on peut dire que les captures de cardine ont augmenté de 21000 tonnes en 1973 à 32000 en 1981 dans les divisions CIEM I à X. L'Espagne assurerait 62 % des captures totales, la France 23 %, l'Irlande et la Grande Bretagne se partageaient le reste. Pour fixer les idées, la capture actuelle dans le VII j-k est actuellement de 25000 tonnes dont 17000 tonnes pour l'Espagne. En Mer Celtique proprement dite, la capture française avoisine 5000 tonnes dont 60% sont pêchés en VII g2, g3 et h2.

C - Evolution des C.P.U.E.

a) Annuelles

La série statistique commence en 1975. La C.P.U.E. était de 26.5 KG/jour/100 ch, elle est montée à 35.3 kg en 1980 s'est stabilisée pendant 3 ans puis a diminué pour retrouver actuellement sa valeur de 1975.

b) Mensuelles - Calendrier de pêche

Pour les navires semi-industriels spécialisés de Concarneau, la C.P.U.E. atteint 47 kg en février-mars sur les concentrations de géniteurs puis décroît brusquement jusqu'à 22 kg tout le reste de l'année.

Pour les navires artisans du même port, la C.P.U.E. est constante toute l'année, variant légèrement autour de 14 kg.

3.6.3. Dynamique des populations

A - Les paramètres

Les compositions en taille (fig. 6) ont été établies sur une base trimestrielle à partir d'échantillons mesurés sur les débarquements des navires recherchant les espèces à comportement benthique. Au débarquement, les sex-ratio sont déséquilibrés. L'adjonction des rejets permet de ramener le sex ratio à 50 % jusqu'à une taille de 28 cm. Cette longueur est proche de la longueur à la première maturité des mâles et laisse supposer qu'il existe pour eux un phénomène migratoire associé à une croissance plus lente qui déséquilibre ensuite le sex-ratio. Les captures s'effectuent surtout au détriment des femelles.

a) Croissance

Des lectures d'otolithes ont été effectuées sur des échantillons mensuels. Les données ont été traitées par les méthodes de GROS (1984) MENESGUEN (1983) et POWELL (1985).

- Femelles :

MENESGUEN : $L_{\infty} = 55,0$ $k = 0,172$ $r_0 = 0,442$

GROS : $L_{\infty} = 60,0$ $k = 0,219$ avec comme bornes inférieure et supérieure :

$L_{\infty} = 76,2$ $k = 0,153$

$L_{\infty} = 50,6$ $k = 0,291$

POWELL : On obtient
 $L_{\infty} = 57,5$ et $Z/K = 2,169$

La valeur de k est déduite de l'intervalle de confiance de la méthode de GROS $k = 0,245$ et $Z = 0,53$

- Mâles

MENESGUEN : $L_{\infty} = 38,8$ $k = 0,325$ $t_0 = 0,023$

GROS : $L_{\infty} = 44,5$ $k = 0,249$ avec comme bornes inférieure et supérieure :

$L_{\infty} = 58,1$ $k = 0,162$

$L_{\infty} = 37,1$ $k = 0,354$

POWELL : $L_{\infty} = 45,5$ et $Z/K = 2,750$
 $k = 0,240$ $Z = 0,66$

Les valeurs choisies pour les évaluations ont finalement été :

- Pour les femelles : $L_{\infty} = 60,0$ $k = 0,219$
Pour les mâles : $L_{\infty} = 38,8$ $k = 0,325$

Les relations taille-poids sont les suivantes :

$$\begin{array}{lcl} \text{Femelles} & : & W = 0,004 L^{3,149} \\ \text{Mâles} & : & W = 0,008 L^{2,903} \end{array}$$

L est en cm et W en grammes.

b) Taille à première maturité

Pour les mâles elle a été estimée par l'observation macroscopique des gonades, pour les femelles, elle a été confirmée par l'étude du rapport gonado-somatique :

Mâles : 25 cm, écart de taille entre 25 % et 75 % de maturité : 4 cm.

Femelles : 28 cm, écart de maturité : 5 cm.

c) Sélectivité

Ils proviennent de données espagnoles :

$$\begin{array}{l} SF = 0,225 \\ (L75-L50)/L50 = 0,23 \end{array}$$

d) Mortalité naturelle

Pour les femelles, elle a été choisie à 0,2, valeur communément employée pour les poissons plats.

Pour les mâles, il semble que la mortalité naturelle soit plus élevée. En effet, leur croissance étant plus lente, ils sont soumis à la prédation d'autres espèces plus longtemps. Par ailleurs, s'ils sont soumis à un phénomène migratoire en dehors de la période de reproduction, la mortalité naturelle apparente est plus élevée. Pour ces raisons, la valeur choisie pour les mâles est de 0,3.

B - Evaluations

L'analyse des populations virtuelles à l'aide de la méthode de JONES a été effectuée en utilisant les paramètres décrits.

a) Calcul des mortalités par pêche

- Femelles (Tab.19)

La convergence des vecteurs F est médiocre. Le taux d'exploitation le plus vraisemblable est $E = 0,6$.

Le recrutement est évalué à 21×10^6 individus

- Mâles (Tab • 20)

Pour les mâles, le phénomène de convergence n'apparaît pas du tout. Les vecteurs F augmentent comme les F terminaux. En choisissant le $E = 0,15$ terminal, on équilibre les mortalités par pêche des mâles et des femelles, mais on obtient un recrutement égal à 13.10 individus soit un sex-ratio non équilibré de 38 % de mâles. Si on injecte le recrutement calculé pour les femelles, dans une analyse de cohortes directe pour les mâles, on obtient des valeurs semblables de F pour une hypothèse de croissance (MENESGUEN) qui avait été rejetée et un $E = 0,4$ terminal.

Les hypothèses sur les paramètres des mâles étant trop aléatoires et comme ils représentent une très petite fraction du stock exploité, nous avons préféré baser notre diagnostic sur le stock de cardines seulement sur les femelles.

b) Sensibilité aux paramètres de croissance

Dans des limites vraisemblables, les mortalités par pêche, très basses varient peu. La valeur de $F = 0,3$ calculée à partir du Z/K donné par la méthode de POWELL semble être la plus vraisemblable pour les classes pleinement exploitées. Dès que la sélectivité se fait sentir, les mortalités par pêche décroissent pour s'annuler très rapidement. (Tab.21) •

C - Rendements par recrue (Fig. 16)

Les courbes de rendement par recrue ont été tracées suivant diverses hypothèses de croissance. Dans tous les cas le maximum est obtenu pour une valeur de F légèrement inférieure à la valeur actuelle. Cependant, même pour une augmentation de l'effort pouvant aller jusqu'à deux fois la valeur actuelle, la perte en rendement par recrue est négligeable.

De même la robustesse à l'égard de la mortalité naturelle est très bonne et des variations de M affectent peu les rendements actuels.

Le diagnostic porté sur la cardine de Mer Celtique est le premier sur ce stock et confirme un certain nombre de pressentiments basés sur la connaissance de l'évolution de la C.P.U.E. dans les dernières années.

Il s'agit d'un stock disséminé sur une très grande étendue et sur lequel la pression de pêche est finalement assez faible. Il subit le contre coup de l'effort sur la baudroie et se trouve en régime de légère surexploitation.

Les rendements par recrue ne sont pas menacés et très voisins de l'optimum, une augmentation de l'effort n'apporterait aucune amélioration des rendements. Les captures s'effectuent surtout sur les grands individus, les petits, en dessous de 20 cm, sont pratiquement absents des pêches. Cependant, ces grands poissons sont exclusivement des femelles et une augmentation importante de l'effort pourrait affecter la fécondité par recrue.

3.7 LA JULIENNE : Molva molva (Gadidés)

En Mer Celtique, on ne rencontre communément qu'une seule lingue, la lingue franche ou julienne. Elle est très largement répartie sur toute son étendue au-delà de 150 m avec une préférence entre 200 et 300 m. Elle est commune dans les eaux européennes et en Méditerranée Occidentale, absente dans les mers peu profondes : Mer du Nord et Mer Baltique. Les débarquements totaux actuels de julienne en Mer Celtique se situent autour de 6000 tonnes (5900 en 1983). Cette production est en augmentation depuis 10 ans (4200 tonnes en 1975). La julienne mène une vie erratique et elle est présente partout sur le Plateau Celtique, mais toujours en petite quantité. C'est un poisson démersal à comportement benthique souvent capturé en même temps que les raies, la baudroie et la cardine.

3.7.1. Biologie générale

A - Reproduction

Il n'existe pas d'importants rassemblements de géniteurs en une ou deux frayères mais de petites concentrations en de multiples endroits, aux environs de 200 m, sur des fonds de graviers, à une température voisine de 7° C, de mars à juillet.

La fécondité individuelle est exceptionnellement élevée : 20 à 60 millions d'oeufs pélagiques qui sont entraînés par les courants vers les eaux peu profondes. On ne connaît pas la durée d'incubation, mais on trouve les plus jeunes lingues à une taille de 4 à 8 cm, à la fin de l'année, 8 mois après la ponte, entre 25 et 50 m.

B - Recrutement

Il n'existe pas de renseignements sur le recrutement de la julienne et les individus de petite taille sont rarement capturés.

C - Migrations

La migration de la julienne s'effectue verticalement :

- Les adultes vivent entre 300 et 500 m et font une migration annuelle de reproduction vers 200 m.

- Les immatures, au fur et à mesure de leur croissance, descendent vers les zones de reproduction et après 4 ans rejoignent les adultes au-dessous de cette profondeur.

Il existe ainsi un étagement des poissons en fonction de leur taille, les plus grands se situant plus profondément.

D - Régime alimentaire

La lingue franche est un prédateur très actif. Les jeunes se nourrissent de Crustacés et de Céphalopodes alors que les adultes sont surtout ichthyophages.

3.7.2. Description halieutique

La julienne est une prise accessoire typique. Elle est capturée par les chalutiers en même temps que toutes les autres espèces dites cibles : gadidés, langoustine, baudroie, cardine. A titre indicatif, nous donnons la composition en poids (tonnes) des captures de quelques flottilles spécialisées pour 1984 :

* LORIENT - semi industriels - cible : gadidés

	Merlan	Morue	Merlu	Julienne
VII f + VII g	4281	2380	1224	307

* LE GUILVINEC - artisans - cible : baudroie

	Baudroie	Cardine	Julienne
VII h	1870	349	599

* SAINT-GUENOLE - artisans langoustiniers

	Langoustine	Julienne
VII g	1020	154
VII h	124	35

La proportion de julienne dans les captures augmente avec la profondeur.

Le calendrier des indices d'abondance calculés d'après les débarquements de la flottille du Guilvinec montre une très nette augmentation des captures en mars, avril et mai, période qui coïncide avec le début des concentrations de ponte. Ces indices de rendement sont en kg pour 100 heures de pêche et 100 ch de puissance motrice, dans la division VII h :

Janvier :	85	Avril :	388	Juillet :	224	Octobre :	145
Fevrier :	121	Mai :	300	Août :	194	Novembre :	89
Mars :	270	Juin :	200	Septembre :	205	Décembre :	60

Il n'existe pas de stratégie particulière de pêche appliquée à cette espèce.

3.7.3. Dynamique des populations

A - Croissance

L'étude de la croissance de la lingue franche en Mer Celtique n'a pas encore été abordée. Une seule étude a été réalisée pour le stock de l'Ouest Ecosse. A titre indicatif, nous donnons ci-dessous les valeurs calculées pour les deux sexes (MOGUEDET, 1985, in press) :

	Mâles	Femelles
L_{∞}	124,3	184,7
k	0,17	0,09
to	0,734	0,245

Les mâles grandissent beaucoup plus rapidement que les femelles mais arrêtent plus tôt leur croissance.

B - Relation taille/poids

La relation a été calculée pour chacun des sexes en Ouest Ecosse :

- pour les mâles : $W = 0,00312 L^{3,12}$
- Pour les femelles : $W = 0,00303 L^{3,15}$
avec W en grammes et L en cm.

A taille égale, les femelles sont plus pesantes que les mâles.

C - Sélectivité

Aucune étude n'a été réalisée sur la sélectivité de la lingue franche. Il est probable qu'un tel travail ne pourra aboutir en raison de l'absence quasi totale de petits individus dans les captures. Seule une étude théorique basée sur le périmètre de la section la plus haute de l'animal pourrait être envisagée.

3.7.4. Conclusion

La différence de croissance en longueur, entre les mâles et les femelles est très importante, en poids, elle est moindre car, à taille égale, les femelles sont plus lourdes que les mâles et dans la première partie de la courbe, jusqu'à 7 ans (80 cm) les croissances coïncident. Au-delà, lorsqu'on s'approche de la L_{∞} , elles divergent rapidement. Ainsi, à 10 ans, un mâle mesure 1 m pour 8,2 kg. Or, la plus grande partie des captures s'effectue aux dépens des individus de taille supérieure à 1 m et il semble illusoire de vouloir effectuer une

abondante. On l'observe également en Mer du Nord. L'aire de répartition est limitée au Nord par le 60ème parallèle, au Sud par les côtes marocaines. Habituelle dans l'Ouest de l'Irlande et en Mer d'Irlande, R. naevus manifeste sa plus forte concentration en Mer Celtique et au Nord du Golfe de Gascogne. Elle se rencontre particulièrement dans la partie occidentale de la Manche et aux accores Sud du Plateau Celtique, sur des fonds à ridins, où cette espèce représente 80 % de la totalité des captures de raies. Vers le Sud, en abordant le Golfe de Gascogne, la population commence à se clairsemer.

B - Reproduction

a) Cycle de reproduction

La fécondation chez R. naevus est interne et la reproduction du type ovipare. Le sex-ratio, géographiquement stable montre une majorité de femelles (57 % en moyenne) (DU BUIT, 1974).

La taille à la maturité, évaluée à partir du développement des ptérygopodes, organes mâles d'accouplement se situe à 59 cm chez les mâles. La taille de première ponte est également de 59 cm chez les femelles. La maturité apparaît entre 6 et 7 ans pour mâles et les femelles.

Lors de l'accouplement, le mâle émet des spermatophores qui seront gardés en réserve dans la glande nidamentaire de la femelle. Après l'ovulation, l'ovocyte passe dans l'oviducte où il est fécondé. L'oeuf pénètre dans une capsule kératinisée à demi-formée, située dans la glande nidamentaire. Après formation complète, l'ovothèque descend dans l'utérus puis est déposé dans le milieu extérieur. Les dimensions de la capsule sont 6,5 x 3,5 cm.

L'observation des ovaires montre que les ovocytes se répartissent en deux groupes. On distingue de petits ovocytes translucides de diamètre inférieur à 10 mm et des ovules plus gros (20 mm) de couleur jaune. Le premier groupe est constitué d'ovules en phase de repos, le deuxième d'ovules à maturité. Les tailles intermédiaires sont très peu fréquentes. Les ovules en phase de repos passent par une phase de croissance rapide les amenant à la phase de maturation. La durée du cycle ovarien est de 204 jours.

b) Période de ponte

Il existe peu de données sur la fécondité et le rythme des pontes chez R. naevus. Durant toute l'année on remarque une proportion stable de femelles présentant des ovules matures, ce qui n'indique pas une saison préférentielle de maturation. Tous les ovules ayant dépassé la phase de repos achèvent leur cycle normal. Il n'y a pas atresie ovocytaire.

La présence d'ovothèque chez les femelles peut représenter un critère de ponte mais un comptage de capsules formées dans l'utérus sous-estime le nombre réellement pondus. En effet, lors de la prise dans le chalut, les raies se débattent et perdent souvent leurs oeufs.

Par des observations sur les débarquements de la région de Plymouth, CLARK (1922) trouve des ovothèques de février à juin, mais il faut souligner que cette période coïncide avec la saison exclusive de pêche des raies. DU BUIT (1974) a observé des capsules formées tout au long de l'année.

c) Fécondité

Chez R. naevus la saison de ponte dure environ sept mois (204 jours) ; en appliquant un taux de ponte égal à 0,5, qui semble le plus répandu chez les raies, la fécondité s'éleverait à 102, ou, si l'on tient compte de l'espacement des premières pontes, à 90 oeufs par an. Cette production semble normale pour une raie dont la famille réunit les espèces les plus fécondes des Elasmobranches.

d) Durée d'incubation

A partir d'une observation en aquarium portant sur un individu, CLARK (1922) a enregistré une durée d'incubation de 212 jours (8 mois et demi). Il n'y a pas de données récentes sur ce sujet.

La taille du juvénile à l'éclosion est de 12 cm (CLARK, 1922).

C - Régime alimentaire

Jusqu'à 50 cm, R. naevus se nourrit essentiellement de crustacés (amphipodes, isopodes, décapodes) et d'annélides polychètes. Chez les plus grands individus, le régime se compose en grande partie de poissons (90 %) (DU BUIT, 1974 ; HOLDEN et TUCKER, 1974). Ce sont le plus souvent des callyonymes, des merlans bleus, des pleuronectes et des larves (DU BUIT, 1974).

Le pourcentage d'activité trophique ne varie pas en fonction du sexe ni de la saison, excepté en Mer Celtique où l'on enregistre une diminution en été et en automne (DU BUIT, 1974).

D - Comportement

Des concentrations de raies en bancs unisexués ont été observées à certaines saisons dans les eaux côtières proches de Plymouth. HOLDEN (1975) remarquant un phénomène similaire pour R. clavata pense qu'il s'agit non pas d'une migration trophique, mais d'un rassemblement de géniteurs. Les mâles restent localisés dans la zone considérée, les femelles s'y déplacent à la période de l'accouplement, de janvier à avril.

Il n'a pas été mis en évidence un comportement particulier de ce type chez R. naevus. Excepté les travaux de STEVEN (1933) qui ont montré l'existence de bancs unisexués de mâles, il n'y a pas de données sur les migrations éventuelles et la mobilité de cette espèce.

3.8.2. Description halieutique (Tab.16)

Les captures de raie fleurie en Mer Celtique sont en majorité réalisées dans le Sud de la Mer Celtique par les navires français. Elle est associée à la baudroie et à la cardine. A certaines périodes de l'année, elle est importante dans les captures des bateaux artisans. 60 % des captures proviennent des zones VII h2 et VIII a2. Les meilleures captures sont faites en hiver. Il n'existe pas de saison définie pour la pêche de la raie fleurie. C'est typiquement une capture accessoire.

Aucune expérience de sélectivité n'a été réalisée sur cette espèce et il est difficile d'extrapoler à partir de ce qui est connu sur d'autres, la capacité de volvation des ailes entraînant certainement un échappement au-delà de la largeur critique qui serait calculée ainsi. Pour la capture, des espèces à comportement benthique, le gréement du chalut est modifié pour râcler plus efficacement le fond. Il existe une variation nyctémérale marquée des captures, la nuit étant plus propice à la capture des raies.

3.8.3. Dynamique des populations de raies fleuries

La raie fleurie est une prise accessoire sur les pêcheries benthiques du sud de la Mer Celtique. Mais il est absolument impossible de donner une tendance à l'évolution des captures ou des C.P.U.E. en raison du manque de statistiques précises. Les raies sont souvent mélangées et portent des appellations différentes selon les ports et dans le cadre de cette étude, il n'a pas été possible de refaire une série statistique cohérente.

La composition en taille utilisée ne porte que sur le premier semestre 1985 sur des échantillonnages effectués dans les ports de Concarneau et du Guilvinec. Les estimations de rejets pendant la période étudiée ont été jointes à ces échantillonnages (Fig. 9).

A - Les paramètres

a) Croissance

Une évaluation, des paramètres de croissance, sexes séparés, a été réalisée à partir de lectures d'âge sur les corps vertébraux (cf. annexe 1). Un ajustement au modèle de VON BERTALANFFY, selon la méthode des moindres carrés a été effectué

en utilisant la méthode d'ABRAMSON-TOMLINSON (BGC2). Les paramètres des équations de croissance sont les suivants :

	L _∞	k	t ₀
pour les mâles :	85.47	0.162	0.943
pour les femelles :	85.40	0.156	1.200

Cette étude a été complétée d'une analyse de la distribution des longueurs par la méthode de POWELL qui donne :

pour les mâles :	Z/K = 1.375	L _∞ = 71.25
pour les femelles :	Z/K = 1.463	L _∞ = 71.59

Les valeurs au L_∞ obtenue par le programme BGC2 étant nettement supérieures aux plus grandes tailles observées, il est plus réaliste de retenir l'estimation de L_∞ donnée par la méthode de POWELL.

En l'absence de domaine de confiance pour les paramètres de croissance, nous avons calculé une autre estimation de k avec l'équation :

$$\ln (L_{\infty}/(L_{\infty} - L_t)) = k (t-t_0)$$

L_t est la longueur moyenne à l'âge t pondérée par l'effectif de la classe. Les paramètres ainsi estimés sont :

	L _∞	k
pour les mâles	71.25	0.217
pour les femelles	71.59	0.203

Les relations taille-poids sont :

pour les mâles :	W = 0.0023 L ^{3,244}
pour les femelles :	W = 0.00211 L ^{3,265}

b) Mortalité naturelle

La valeur de M = 0.15 a été utilisée. Elle est généralement adoptée chez les élasmobranches. Il est probable qu'une partie des rejets survit après avoir été rejetée à la mer, mais en l'absence de données, nous avons considéré ce taux comme égal à 0.

c) Maturité sexuelle

La taille à la première maturité est fixée à 60 cm chez les mâles et les femelles.

B - Les évaluations

a) Estimation des mortalités par pêche

* Convergence et choix du taux d'exploitation sur la dernière classe de taille.

Le choix de la taille du groupe + de la distribution est déterminant pour assurer une bonne convergence. Dans l'analyse qui suit ce groupe a été placé très proche de la Loo, soit 70 cm pour les mâles et 69 cm pour les femelles. L'écart engendré par divers E terminaux n'engendre pas de très grandes différences dans les mortalités par pêche. Une valeur de $E = 0.5$ a été choisie pour le taux d'exploitation terminal.

* Mortalités par pêche (Tab.22)

Les mortalités par pêche sont très faibles (entre 0.13 et 0.17). Il n'existe pas d'autres données sur la même espèce. En Mer d'Irlande, sur d'autres espèces F varie entre 0.20 et 0.40 avec des différences entre les sexes liées à un comportement saisonnier en vue de la reproduction. La mortalité par pêche est vraisemblablement du même ordre de grandeur que la mortalité naturelle, ce qui est compatible avec les résultats issus de la méthode de POWELL.

b) Rendements par recrue (fig. 18)

Les rendements maximaux par recrue pour les mâles et les femelles correspondent exactement à la valeur de la mortalité par pêche actuelle. Une variation du multiplicateur de l'effort entre 0.5 et 1.5 n'entraînerait que des modifications infimes du rendement par recrue.

La légère différence en rendement par recrue entre les deux sexes ne peut s'expliquer que par un régime de mortalité différente ou un léger biais dans l'échantillonnage puisque les croissances sont identiques.

c) Fécondités par recrue (fig. 18)

La taille à première maturité se situe à 80 % de la Loo, ce qui peut entraîner une altération très forte de la biomasse féconde exploitée par rapport au stock vierge. La fécondité par recrue se situe actuellement à 592 g/recrue pour une valeur de 4190 g/recrue pour le stock vierge. La fécondité individuelle est faible mais régulière (90 oeufs/an) et le stock apparaît donc sensible aux variations de la mortalité par pêche.

d) Sensibilité aux paramètres de croissance.

La croissance de la raie fleurie suit le modèle de VON BERTALANFFY jusqu'à la maturité sexuelle, après, elle se ralentit considérablement ou s'annule. L'analyse de JONES et le calcul

des rendements par recrue est très sensible aux variations des paramètres de croissance. Dans une analyse ultérieure, il sera probablement préférable de décrire la croissance à l'aide de deux modèles, selon la loi de croissance habituelle jusqu'à la maturité sexuelle, au-delà, selon un modèle à trouver.

Cette étude sommaire a permis de donner une première approche de l'état du stock de raie fleurie en Mer Celtique. Elle a porté sur une période courte et sur des données restreintes ne portant pas sur la totalité d'un cycle biologique. Cependant des quelques grandes lignes tirées, on peut porter un premier diagnostic:

- les mortalités par pêche sont modérées et les rendements par recrue se situent à une valeur optimale.

- La relation stock-recrutement doit être très forte et il est nécessaire d'être vigilant et d'éviter tout ce qui pourrait faire baisser la fécondité par recrue.

Ce stock est modérément exploité, mais ne pourrait supporter indéfiniment un accroissement de l'effort en raison d'une diminution prévisible de la biomasse féconde. La raie fleurie est toujours une capture accessoire tributaire de la gestion préconisée sur les autres espèces et en particulier sur la baudroie.

3.9. LA LANGOUSTINE : Nephrops norvegicus (Nephropidés)

La répartition de la langoustine n'est pas limitée par la profondeur ou la température. En raison de son comportement terricole, seule la nature du fond est importante et les populations de langoustines sont toujours inféodées à des fonds vaseux ou sablo-vaseux consolidés à granulométrie fine. Les unités d'exploitation sont donc aussi nombreuses que les aires sédimentologiques élémentaires adéquates.

En raison de son caractère sédentaire absolu, la langoustine est également très dépendante de la nourriture disponible sur son habitat. Ces deux éléments ont une grande influence sur les paramètres biologiques de la langoustine : différence de mortalité par pêche suivant les sexes, croissance différentielle en raison de conditions trophiques variées, variations nyctémérales de la C.P.U.E., variations du sex-ratio dans les captures.

3.9.1. Biologie générale

A - Reproduction

Pour les mâles, la taille à première maturité n'a pas été déterminée. Son calcul pourrait être effectué en repérant la mue de puberté grâce à une relation d'allométrie.

Pour les femelles, à 31 mm, 50 % des individus sont matures. La période de ponte commence en août et se termine début novembre. Les langoustines femelles disparaissent dans leurs terriers et réapparaissent en avril au moment de l'éclosion. Le taux des femelles par rapport au reste de la population varie de 0,2 pendant l'incubation, à 0,6 en mai-juin aussitôt après l'éclosion, à un moment où elles se nourrissent après la mue pendant laquelle s'effectue l'accouplement. En raison de la croissance différentielle entre mâle et femelle, le taux global des femelles passe de 0,4 pour une longueur de 30 mm à une valeur voisine de 0 pour une longueur de 50 mm.

B - Vies pélagique et larvaire

Il n'existe aucune observation sur la vie pélagique et larvaire de la langoustine en Mer Celtique. Dans le Golfe de Gascogne, la séquence des événements est la suivante :

- Ecllosion en février,
- première capture des individus les plus petits (groupe 0) à 13 mm en octobre,
- apparition d'un mode à 24 mm en juin suivant (groupe 2), soit 18 mois après l'éclosion.

En Mer Celtique un mode apparait à 24 mm également 18 mois après l'éclosion (groupe 3). On peut penser que, au moins dans les premières années de la vie de la langoustine, les schémas de croissance en Mer Celtique et dans le Golfe de Gascogne sont semblables.

C - Recrutement

En dessous de 24 mm, on capture très peu de langoustines, même avec des chaluts à très petites mailles.

3.9.2 Description halieutique

La pêche de la langoustine a toujours été une pêche traditionnelle dans laquelle se sont spécialisées un certain nombre de flottilles attachées à des ports comme St Guénolé, Loctudy ou les Sables d'Olonne. Cette spécialisation, aléatoire sur le plan de la rentabilité, tend à disparaître depuis 5 ans et ces flottilles, même si leur espèce-cible reste toujours la langoustine sont très mobiles et peuvent s'orienter momentanément vers d'autres zones et d'autres espèces. L'évolution des débarquements dans les dix dernières années ne reflète donc pas les potentialités actuelles de capture. Avant 1980, la moyenne annuelle se situait autour de 4500 tonnes, depuis, elle avoisine les 3500.

A - Moyens de capture

La pêche de la langoustine en Mer Celtique s'effectue surtout au chalut. Deux types sont actuellement utilisés :

- un chalut de petite taille, (22 m) dit "bigouden", lesté lourdement (système du double bourrelet) et spécialisés dans la pêche de la langoustine : il est utilisé sur les fonds durs et tourmentés.

- un chalut dont le dessin est issu des chaluts nordiques. Il est léger, de grandes dimensions (48 m à 55 m), plus efficace sur le poisson en raison de son ouverture verticale importante mais réservé aux fonds doux en raison de sa fragilité.

B - La flottille

La pêche de la langoustine en Mer Celtique est pratiquée par 150 navires. C'est une spécialisation réservée aux bateaux de taille égale ou inférieure à 20 m. Au-dessus de cette longueur, la capture de langoustine et d'espèces associées est insuffisante pour assurer la rentabilité des navires. Le langoustinier est un navire très mobile qui exploite les zones à forts rendements momentanés. Lorsque ces rendements baissent, il s'oriente vers la pêche du poisson sur les zones voisines des pêcheries de langoustine.

C - Le calendrier des pêches

La pêche de la langoustine est maximale de février à août, périodes qui correspondent à l'activité la plus grande des langoustines mâles et femelles. Les prises extrêmes journalières moyennes sont de 500 kg en avril pour 100 kg en octobre.

D - Les unités d'exploitation

On en distingue généralement deux :

- Sur les Smalls (VII g2), vasière située à l'entrée de la Mer d'Irlande. Les langoustines y sont abondantes mais de petite taille.

- sur les bancs centraux (VII g1 et VII h3). Les fonds y sont durs, mais la langoustine de grande taille est très recherchée.

3.9.3. Dynamique des populations

A - Les paramètres

a) Croissance

La croissance de la langoustine de Mer Celtique est très mal connue. Des estimations des paramètres L_∞ et k ont été faites, mais elles utilisent les taux d'accroissement observés dans le Golfe de Gascogne. Jusqu'à 24 mm les croissances sur les deux pêcheries semblent coïncider. Dans le Golfe cette taille est celle des "50 % à maturité sexuelle" pour les femelles, la mue de puberté pour les deux sexes se situant vers 21 mm. En Mer Celtique, la taille des "50 % à maturité sexuelle" est de 31 mm pour les femelles. Il est probable qu'à partir d'une taille voisine de 24 mm les croissances divergent. Un calcul des paramètres de la loi de Bertalanffy a été effectué sur la base des observations effectuées dans le Golfe de Gascogne en ce qui concerne le taux d'accroissement à la mue et le rythme des mues. Si l'on compare ces paramètres à ceux calculés récemment sur la pêcherie voisine de Mer d'Irlande, ils semblent très surestimés pour les L_∞ et sous estimés pour les k :

	L _∞	k
MER D'IRLANDE	40,5 33,0	0,23 0,41
MER CELTIQUE	73,0 52,3	0,062 0,078

Pour la présente étude, nous avons utilisé les L_{∞} données par la méthode de POWELL et les valeurs de k extrapolées:

Pour les mâles : $L_{\infty} = 68,2$ $k = 0,124$
Pour les femelles : $L_{\infty} = 49,2$ $k = 0,170$

b) Mortalité naturelle

La mortalité naturelle a été évaluée dans une fourchette se situant entre 0,2 et 0,4; une hypothèse plausible la situerait légèrement au-dessus de 0,3 quand il y a prédation importante par la morue comme en Mer d'Irlande et légèrement en dessous quand il n'y a pas de prédation.

. Maturité

En Mer Celtique, la taille à la première maturité est de 31 mm. L'ogive de maturité a été calculée, p est le taux d'individus matures par classe de taille L :

$$p = 1/(1 + e^{- (0.42 L - 13.00)})$$

. Sélectivité manuelle : rejets

Pour l'évaluation des rejets, une courbe de sélectivité manuelle a été appliquée suivant la taille :

$$P = 1/(1 + e^{- (0.52 L - 17.8)})$$

Le taux de survie des rejets employé a été celui calculé en Mer Celtique en 1982, soit 30 %.

. Sélectivité

Deux chaluts de type différent sont utilisés sur la pêcherie de Mer Celtique (cf. 2.1.). On sait qu'ils ont des sélectivités différentes, mais on ne connaît pas les taux d'utilisation de l'un et de l'autre. Dans le cas présent, nous avons conservé les paramètres de la sélectivité du chalut de type bigouden qui nous donnera des résultats dans l'hypothèse de la sélectivité la plus élevée.

$$SF = 0.5$$

$$(L75 - L50)/L50 = 0.43$$

B - Evaluations

a) Calcul des mortalités par pêche (Tab.24)

La composition en taille des captures employée pour l'application du modèle de JONES est une moyenne des compositions observées de 1981 à 1984. Les rejets ont été recalculés à partir d'une courbe de tri établie en 1982. Les calculs ont été réalisés seulement sur les mâles qui constituent la majeure partie de la capture, les paramètres de croissance des femelles sont en effet trop évasifs

La convergence des vecteurs mortalités par pêche F donnés par l'analyse de JONES est bonne. Elle est peu sensible au taux d'exploitation terminal. Une valeur de 0,6 a été choisie. L'influence des paramètres de croissance variant dans des limites raisonnables n'apporte pas de changements importants à la valeur des F.

b) Rendements par recrue (Fig. 15).

Ils ont été calculés pour le couple adopté des paramètres de croissance. La F max pourrait être atteinte en multipliant l'effort actuel par 1,5 mais l'augmentation des rendements serait négligeable.

On peut conclure sur cette espèce en disant qu'elle est actuellement sous exploitée. Des analyses sur des données anciennes seront nécessaires pour confirmer si cette sous-exploitation est le résultat de la nouvelle stratégie des langoustiniers ou s'il en a toujours été ainsi. Il est utile aussi de faire remarquer comme limitation au diagnostic que :

- les femelles n'ont pas été prises en compte dans les calculs, mais que le biais introduit est négligeable puisqu'elles ne constituent que le 1/4 des captures totales.

- en raison des nouveaux maillages adoptés, une réévaluation des rejets doit être faite et qu'elle est actuellement en cours. Elle sera disponible dans la troisième phase de l'étude pour être intégrée au modèle bioéconomique.

- ce diagnostic est porté de façon globale sur toute l'étendue de la Mer Celtique alors qu'elle a été divisée en quatre unités d'exploitation (Nephrops Working Group, 1984).

4 - ANALYSE DES PUISSANCES DE PÊCHE

Ce chapitre occupe une position centrale en aménagement des pêcheries car :

- il fournit, à partir des statistiques de capture et d'effort, un indice d'abondance qui renforce le diagnostic sur l'état quantitatif des ressources,

- il traite des stratégie et tactique de pêche d'après les secteurs fréquentés et les espèces recherchées.

Pour la première année d'étude, il ne sera présenté qu'une esquisse faisant ressortir les voies de recherche choisies et les techniques d'analyse utilisées.

4.1 Techniques d'analyse

La technique utilisée est celle de ROBSON (1966). Elle calcule les puissances de pêche pour différents engins en utilisant un découpage en strates spatio-temporelles. Elle a fait l'objet d'un programme informatique (BERUDE in ABRAMSON, 1971).

On considère que la C.P.U.E. de l'engin j dans la strate spatio-temporelle k s'exprime de la façon suivante :

$$C_{j,k} = P_j \cdot Q_k \cdot E_{j,k}$$

P_j est la puissance de pêche Q_k est un facteur caractéristique de la strate k proportionnel à la fois à l'abondance et à la capturabilité locale au stock

$E_{j,k}$ est un résidu inexpliqué.

Le passage du modèle multiplicatif au modèle additif se fait par transformateur logarithmique :

$$\text{Log}(C_{j,k}) = \text{Log}(P_j) + \text{Log}(Q_k) + E_{j,k}$$

Les P_j et Q_k sont des grandeurs relatives. On prend arbitrairement un engin et une strate comme éléments de référence.

La détermination des composantes du modèle est faite selon l'ajustement par les moindres carrés sans faire d'hypothèse sur la structure des résidus tels que :

$$\sum_{j,k} (\text{Log}(C_{j,k}) - (\text{Log}(P_j) + \text{Log}(Q_k)))^2 \text{ soit minimal}$$

Les différences de puissance de pêche ainsi trouvées devront s'expliquer en partie par les différences dans les caractéristiques physiques et l'existence de diverses catégories de bateaux, facteurs ou ensembles qu'il faudra faire apparaître. On prendra soin, pour motif

confidentiel, de ne pas publier ces relations individuellement mais sur des moyennes.

La stratégie des flottilles sera analysée en comparant les facteurs Q_k d'abondance apparenté par secteur et époque aux efforts de pêche associés. On devrait voir l'effort se concentrer sur les zones les plus denses des espèces les plus recherchées.

Ensuite la comparaison des puissances de pêche par espèce mettra en évidence les tactiques adoptées par les bateaux sur les lieux de pêche.

En dernier lieu, lorsqu'on disposera d'une série statistique sur plusieurs années, on recherchera des indices annuels d'abondance à l'aide du modèle multiplicatif à dérive annuelle constante mis au point par LAUREC et FONTENEAU (1979). Ce modèle exprime la C.P.U.E. de l'engin j , dans la strate k pour l'année y de la façon suivante :

$$C_{yjk} = U_y \cdot P_j \cdot Q_k \cdot E_{yjk} \quad \text{avec :}$$

- U_y : tendance de l'année y
- P_j : Puissance de l'engin j
- Q_k : facteur saisonnier de la strate k
- E_{yjk} : Résidu inexpliqué

C'est une généralisation du modèle précédent qui repose sur l'hypothèse de reproductibilité annuelle des facteurs de capturabilité saisonnière et de puissance de pêche.

4.2 Illustration

L'exemple porte sur 362 observations réalisées par 66 bateaux du Guilvinec qui pêchent au chalut de fond en Mer Celtique. La période étudiée couvre les cinq premiers mois de l'année 1984. Comme première observation, on voit sur la fig 25 qu'il n'y a pas de corrélation entre la puissance de pêche de baudroie et la puissance motrice, l'effet de ce facteur étant probablement dissimulé derrière les effets d'autres facteurs. Par contre l'influence des deux catégories de bateaux "pêche latérale" et pêche arrière sur les puissances se remarque sur la figure 26 la catégorie "pêche arrière" dispose d'un pouvoir de capture supérieur à la catégorie "pêche latérale".

Du point de vue de la stratégie de pêche adoptée, la figure 27 indique une corrélation positive entre la densité apparente du baudroie et l'effort de pêche, ce qui met en évidence un déploiement préférentiel de l'effort dans les secteurs et aux époques où la densité en baudroie est élevée.

Du point de vue maintenant de la tactique de pêche, en comparant les puissances de pêche par espèce, on voit sur la figure 28 tout d'abord qu'il n'y a pas d'opposition entre les pouvoirs de capture en baudroie et cardine, et qu'au contraire il y a même une corrélation

positive. Secondairement, on y voit une spécialisation, les bateaux organisés en pêche latérale disposent d'une puissance vis à vis de la cardine plus élevée que les bateaux organisés en pêche arrière. On peut penser que les bateaux en pêche latérale seraient orientés de préférence vers les espèces plus benthiques.

Enfin, la tactique des bateaux vis à vis du merlu est représentée sur la figure 29 . Les puissances de pêche de baudroies forment un ensemble relativement homogène par opposition à l'hétérogénéité des puissances de pêche de merlu qui n'ont, d'autre part, aucune corrélation avec celles de baudroie. Tout se passe comme si les bateaux à merlus avaient réussi, sans affecter leur pêche principale de baudroie, à obtenir à une meilleure tactique où plus simplement au hasard.

5 - CONCLUSION

L'analyse présentée a porté sur six stocks dont trois, les baudroies, la cardine et la raie fleurie étaient abordés pour la première fois. En raison de leur nouveauté, ces évaluations ont été réalisées sur un volume limité de données en utilisant la méthode de JONES (1981). Ce premier diagnostic est un point de départ et sera suivi d'analyses plus fines portant sur la totalité de la pêcherie. Cette année, nous nous sommes limités à donner une tendance dans l'évolution des stocks suivant l'effort. A l'avenir, il sera possible d'effectuer une synthèse en jugeant des interactions provoquées par des niveaux d'exploitation différents selon les espèces. Ces analyses sur les stocks eux-mêmes seront complétées par des études des puissances de pêche et de la stratégie des navires à long et à court termes.

En 1985, les buts que nous nous étions fixés ont été atteints. L'application de la méthode de JONES a été faite sur les compositions en taille des captures puisque nous possédions une estimation des rejets. Les données ne couvrant que l'année 1984, l'hypothèse d'équilibre n'a pu être respectée. Par ailleurs, les paramètres de croissance n'étaient pas toujours connus avec précision et des études de sensibilité ont été réalisées pour tester l'influence des variations de ces paramètres, sur les analyses, dans des limites connues. Les stocks ont été considérés comme des entités, mais dans les analyses futures, il faudra tenir compte des variations d'effort sur les espèces les plus recherchées et de leurs répercussions sur les autres. La diversité est une des caractéristiques principales des pêcheries de Mer Celtique. Cette diversité est due en particulier au fait que cette zone constitue pour beaucoup d'espèces la limite sud de leur répartition. Les conditions thermiques y sont optimales pour une croissance rapide des espèces nordiques. Le but de cette étude est d'intégrer à terme dans un modèle bioéconomique toutes les composantes de ces stocks y compris les données économiques et les stratégies de capture. Divers schémas d'exploitation mettant en jeu des procédures habituelles d'aménagement : quotas, réglementation des maillages et de l'effort seront testés à l'aide de ce modèle.

Dans cette première partie de l'étude, quatre espèces ou groupes d'espèces typiques ont été isolées : les gadidés, essentiellement le couple merlan-morue, la baudroie et la langoustine. Les autres espèces sont des captures accessoires de ces espèces principales avec tous les intermédiaires possibles puisque toutes les espèces sont présentes mais à des degrés divers sur toute l'étendue du Plateau Celtique. Trois pêcheries ont été cernées :

- une pêcherie de gadidés, merlan, morue, merlu, située dans la zone côtière du Sud Irlande et de la Cornouaille
- une pêcherie de langoustine sur les vasières centrales jusqu'à 120 m
- une pêcherie de baudroies, des vasières aux accores du plateau.

Le diagnostic porté sur les gadidés montre qu'ils sont fortement exploités. Il s'agit d'espèces à croissance rapide, sauf pour le merlu et dont les rendements sont élevés mais fluctuants. Les captures s'effectuent surtout au détriment des groupes d'âge jeunes : deux à quatre qui peuvent constituer jusqu'à 90 % des captures en nombre. Elles sont tributaires du recrutement et leurs fluctuations reflètent celles des recrutements des trois ou quatre années précédentes. Le changement de régime dans leur exploitation depuis 1980, avec une augmentation spectaculaire de la C.P.U.E. et des captures, correspond vraisemblablement à une série de bons recrutements confortés par l'augmentation de maillage imposée en 1978.

Les stocks de poissons à comportement benthique : baudroies, cardine et raie fleurie et le stock de langoustine sont pleinement exploités ou légèrement surexploités. Ce sont des espèces à croissance lente. Pour les baudroies, la cardine et la raie fleurie, leurs pêcheries couvrent de grandes étendues et l'effort par unité de surface est relativement faible. La langoustine échappe à la pêche pendant une bonne partie de l'année. La capturabilité de ces espèces à comportement benthique est mal connue mais il est probable que malgré des dispositifs permettant de râcler le fond elle n'est pas totale. Les mortalités par pêche sont faibles mais dans tous les cas les rendements par recrue sont voisins de l'optimum. Cependant, pour la raie fleurie, qui est actuellement pleinement exploitée, une augmentation de la mortalité par pêche pourrait réduire la fécondité par recrue en raison d'une forte relation stock-recrutement.

Le diagnostic d'ensemble apparait de bonne augure et, si des mesures de gestion doivent être prises, elles doivent être judicieuses pour éviter des reports d'effort d'une espèce sur l'autre. A cet effet, il est utile de garder en mémoire le problème des associations d'espèces pour la fixation de quotas locaux. Les niveaux de capture doivent être cohérents et tenir compte des abondances relatives des espèces les unes par rapport aux autres. Ainsi pour la cible baudroie, les captures de cardine, julienne et raie fleurie sont inévitables, pour la cible merlan-morue, celle du merlu, pour la langoustine celles du merlu et de fla baudroie etc... En fait une régulation existe déjà puisque, saisonnièrement, lorsque les captures baissent en dessous du seuil de rentabilité, l'effort est reporté sur des pêcheries moins exploitées. Ainsi les bateaux pêchant les gadidés font des incursions dans l'Ouest Ecosse en automne et en hiver et les langoustiniers fréquentent de plus en plus la pêcherie de Porcupine au printemps et en été. Des reports de moindre importance existent à l'intérieur de la Mer Celtique entre gadidés et baudroie-cardine.

Enfin, un des aspects les plus intéressants de cette étude tient à l'exploitation de la base de données pour le calcul des puissances de pêche. L'utilisation qui en est faite est encore limitée puisque la cohérence de la série statistique n'est pas encore totalement assurée. Les premiers résultats sont intéressants et permettront d'une part de définir les critères de rentabilité pour tous les types de navire et d'autre part de décrire les stratégies de pêche et dans une certaine mesure de prévoir l'orientation des flottilles.

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMSON N.J., 1971. Computer programmes for fish stock assesment. F.A.O. Fish. Biol. Tech. Pap. 101. 4P + Unapg.
- ALLEN K.R., 1966. A method of fitting growth curves of the Von Bertalanffy type to observed data. J. Fish. Res. Board Can. 23:167-179.
- ANON., 1986. Report of the Hake Working Group. ciem, Doc. C.M. 1986/Asses : 4 (Mimeo).
- CHARUAU A. et MORIZUR Y., 1981. Description et activité des flottilles françaises opérant en Mer Celtique. CIEM, C.M. 1981/K : 35 (Miméo).
- CLARK, R.S., 1922. Rays and skates (Raiae). N°1. Egg-capsules and young. J. mar. Biol. Ass. U.K., 12:577-643.
- COCHRAN W.G., 1977. Sampling techniques. 3rd Edition Wiley and Sons, New-York.
- DARDIGNAC J. et DE VERDELHAN C., 1978. Relation entre l'écart de sélection et la taille de retenue à 50 % dans la sélectivité du merlu. CIEM, C.M. B:21, 14 p. Mimeo.
- DRAPER N.R. et SMITH H., 1966. Applied regression analysis Wiley and sons N.Y., 407 p.
- DUBUIT M.H., 1974. Contribution à l'étude des populations de raies du Nord-Est Atlantique des Faeroe au Portugal. Thèse de doctorat d'Etat en Sciences naturelles. Université Paris VI.
- DUBUIT M.H., 1982. Essai d'évaluation de la prédation de quelques téléostéens en Mer Celtique. J. Cons. Int. Expl. Mer, 40 (1):37-46.
- DUPOUY H. et KERGOAT B., 1985. Données sur la croissance de la Baudroie blanche (Lophius piscatorius) des côtes françaises de l'Atlantique (Divisions CIEM VII et VIII). CIEM, C.M. 1985/G:36.
- GUILLOU A. et NJOCK J.C., 1978. Analyse des structures de la pêche dans les ports de la côte Atlantique française de 1961 à 1975 et des incidences du chalutage sur les stocks des principales espèces concernées par cette activité dans les mers adjacentes. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 42 (1 et 2): 17-164.
- HOLDEN M.J., 1972. The growth rates of Raja brachyura, R. clavata and R. montagui as determined from tagging data. J. Cons. Int. Explor. Mer, 34 (2):161-168.
- HOLDEN M.J., 1975. The fecundity of Raja clavata in British waters. J. Cons. Int. Explor. Mer, 36 (2):110-118.
- HOLDEN M.J. & TUCKER R., 1974. The food of Raja clavata Linnaeus 1758. Raja montagui Fowler 1910, Raja naevus Müller and Henle 1841 and Raja brachyura Lafont 1873 in British waters. J. Cons. Int. Expl. Mer, 35:189-93.
- JEAN Y., 1963. Discards of fish at sea by northern New Brunswick draggers. J. Fish. Res. Board Can. 20 (2):497-524.

- JONES R., 1974. Assessing the long term effect of changes in fishing effort and mesh size from length composition data CIEM, CM 1974/F:33. 13P. Mimeo.
- JONES R., 1979. An analysis of a nephrops stock using length composition data, Rapp. P.V. Reun. CIEM, 175:254-269.
- JONES R., 1981. The use of length composition data in fish stock assesments (with notes on V.P.A. and cohort analysis) F.A.O. Fish. Circ. Firm/C 734:53P.
- KARLOVAC J. et KARLOVAC O., 1968. Lophius piscatoriusL. dans les eaux de la haute Adriatique, dans toutes les phases de la vie. Rapp. Comm. Int. Mer Medit., 19 (3):537-540.
- KIMURA D., 1980. Likelihood methods for the Von Bertalanffy growth curves. Fish. Bull. 77 (4):765-776.
- LAUREC A. et FONTENEAU A., 1979. Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation des CPUE de plusieurs engins en différentes zones et saisons. Rec. Doc. Scient. I.C.C.A.T., 8 (1):79-100.
- LAUREC A. and MESNIL B., 1985, A. Analytical investigation of errors in mortality rates estimated from length distribution of catches. ICLARM/KISR Conférence on the theory and application of length-based methods for stock assesments. Mazara del valo, 11-16/2/85. Italy., 51P + Unpag.
- LAUREC A. et MESNIL B., 1985, B. Rendement par recrue et analyse des cohortes de JONES. Etude de la sensibilité. CIEM, C.M. 1985/G:23 15P.
- OLASO I. et PEREDA P., 1983. The Angler-Fish (Lophius piscatorius L. and L. budegassa Spinola) in the European North Atlantic coast. CIEM, C.M. 1983/G:51.
- PAULIK G.J. and BAYLIFF W.H., 1967. A generalized computer programm for the Ricker model of equilibrium yield per recruitment. J. Fish. Res. Board Can., 24 (2): 249-259.
- PEREIRO J.A., 1984. Estimation of fishing mortality in the northern stock of hake from length distribution (R. JONES) using 6 years average catch per length (1977-1982) CIEM C.M. 1984/G:62 7P. Mimeo.
- PEREIRO J.A. and PALLARES P., 1984. Consequences of introducing errors in the value of input parameters in the length distribution analysis (R. JONES) CIEM, C.M. 1984/G:61 17P Mimeo.
- POWELL D.G., 1979. Estimation of mortality and growth parameters from the length frequency of a catch. Rapp. P.V. Reun. CIEM 175:167-169.
- ROBLES R., FERNANDEZ A. et PEREIRO F.J., 1980. Mesh selection of hake, blue whiting, horse mackerel, megrim, sole and nephrops in nylon codends on Galicia and Portugal shelf. CIEM, C.M. 1980/B:12.
- ROBSON D.S., 1966. Estimations of the relative fishing power of individual ship. Res. Bull. Int. Comm. N-W. Atlant. Fish., 3:5-14.
- SAILA S.B., 1983. Importance and assessment of discards in commercial fisheries. F.A.O. Fisheries Circular n°765, Rome.
- SHEPHERD J.G., 1985. A weakly parametric method for the analysis of length composition data. ICLARM/KISR Conference on the theory and application of length-based methods for stock assessments. Mazara del valo, 11-16/2/85. Italy 10P. + Unpag. Mimeo.

- TOMLINSON P.R. et ABRAMSON N.J., 1961. Fitting a Von Bertalanffy growth curve by least square. State of California Dptmt of Fish and Game, Fish. Bull. n°116:18p.
- TSIMENIDIS N. CH. et ONDRIAS J. CH., 1980. Growth studies on the Angler-Fishes Lophius piscatorius L. 1758 and Lophius budegassa Spinola 1807 in greek waters. *Thalassographica*, 3 (2):83-84.
- WETHERALL J.A., POLOVINA J.J. and RALSTON S., 1985. Estimating growth and mortality in steady state fish stocks from length-frequency data. ICLARM/KISR Conference on the theory and application of length-based methods for stock assessments. Mazara del valo, 11-16/2/85. Italy 37P. + Unapg Mimeo.
-

REJETS DE BAUDROIE BLANCHE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
12	1572	1058
13	2400	463
14	6289	3454
15	1572	1058
16	10775	4498
17	19452	5721
18	27038	8017
19	24669	9542
20	43292	17703
21	32364	11688
22	21550	11328
23	28649	13493
24	28716	16756
25	15652	5971
26	23235	8184
27	8913	2890
28	4803	2308
29	-	-
30	1895	1431
31	3378	1249
32	1871	1001
33	715	638
34	6405	5306
35	-	-
36	935	464
37	-	-
38	935	464
39	-	-
40	-	-
41	-	-
42	-	-
43	666	497

Tableau 3 : baudroie blanche

REJETS DE BAUDROIE NOIRE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
13	11718	7433
14	2522	1714
15	14326	6748
16	24759	14127
17	18133	7479
18	14480	9235
19	11138	8301
20	5956	2676
21	17866	10953
22	16045	8906
23	28651	11319
24	11713	5191
25	3147	1681
26	14495	12896
27	1531	685
28	3168	911
29	2890	2364
30	1868	1442
31	-	-
32	3928	3927
33	-	-
34	1572	1346
35	-	-
36	-	-
37	-	-
38	2296	2335
39	3444	3502
40	-	-
41	-	-
42	1783	1099
43	594	370
44	-	-
45	-	-
46	-	-
47	-	-
48	-	-
49	-	-
50	594	370

Tableau 4 : baudroie noire

REJETS DE MERLAN

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
14	8385	5022
15	3309	1860
16	3060	2781
17	3272	2783
18	317	1121
19	1436	1156
20	1585	294
21	10322	4585
22	12624	4161
23	26384	7237
24	43164	10347
25	88727	23192
26	125438	26828
27	225199	51313
28	246292	56799
29	318066	66938
30	240673	55563
31	197538	59399
32	134673	34914
33	51870	11593
34	67011	21101
35	24736	7638
36	36322	11734
37	17055	7944
38	19724	6360
39	7295	3740
40	8799	4201
41	6347	3324
42	6106	3258
43	6582	4906
44	15802	10324
45	8375	6297
46	6076	4434
47	3769	2803
48	506	366
49	-	-
50	-	-
51	5570	5270
52	2044	1544
53	-	-
54	-	-
55	518	1544

Tableau 5 : merlan

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
14	950	970
15	-	-
16	86	77
17	86	77
18	7593	4186
19	1136	858
20	5737	2728
21	5370	2796
22	12968	3827
23	12524	5465
24	22275	5598
25	21648	6733
26	65913	14425
27	32664	6113
28	22134	8321
29	20734	9239
30	20177	11081
31	9735	7122
32	12001	5993
33	2576	1951
34	4549	3000
35	3363	3532
36	1345	1419
37	5076	2248
38	-	-
39	3288	3911
40	193	198
41	-	-
42	-	-
43	4821	5669
44	-	-
45	125	159
46	-	-
47	978	765
48	518	488
49	1013	962
50	2024	1488
51	-	-
52	1484	848
53	978	765
54	1013	731
55	-	-
56	-	-
57	518	488
58	-	-
59	-	-
60	-	-
61	-	-
62	-	-
63	518	488

Tableau 6 : merlu

REJETS DE MORUE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
24	2683	2447
25	-	-
26	5194	3126
27	4906	2218
28	12785	5599
29	6803	3878
30	10145	6553
31	16435	8134
32	16770	8026
33	7830	5762
34	17292	12673
35	18924	13845
36	8882	5148
37	7178	5258
38	4894	3578
39	-	-
40	-	-
41	-	-
42	-	-
43	1519	1083
44	506	366
45	-	-
46	-	-
47	-	-
48	1791	934
49	759	349

Tableau 7 : morue

REJETS DE CARDINE MÂLE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
16	34973	25816
17	36195	29345
18	12982	10397
19	19741	14958
20	55049	23998
21	76512	29117
22	142375	16005
23	142235	38421
24	217921	86850
25	277658	87027
26	254844	65634
27	290422	127688
28	240858	69620
29	97963	32411
30	62384	39050
31	17753	6709
32	7262	3199
33	7001	1394
34	10370	8926
35	1519	1083
36	-	-
37	1036	723
38	-	-
39	-	-
40	-	-
41	-	-
42	-	-
43	1013	732

Tableau 8 : cardine mâle

REJETS DE CARDINE FEMELLE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
15	4717	3276
16	29877	16740
17	12969	6131
18	48700	23135
19	19884	9714
20	70144	53785
21	93251	23285
22	95364	14711
23	144965	59405
24	266214	89290
25	216143	48529
26	253728	86869
27	330445	67524
28	221123	46939
29	198202	60238
30	128904	45928
31	41253	14979
32	43450	14949
33	39559	11256
34	34934	12660
35	24961	9102
36	8349	6063
37	12429	6151
38	2026	1202
39	5768	2999
40	1632	1133
41	604	447
42	-	-
43	86	77
44	506	366
45	506	366
46	4752	2956
47	-	-
48	-	-
49	-	-
50	1024	573

Tableau 9 : cardine femelle

REJETS DE RAIE NAEVUS MALE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
13	7076	6269
14	9435	8447
15	2359	2009
16	9751	7743
17	3145	2706
18	37869	28059
19	12579	11379
20	14365	8231
21	17073	7325
22	10375	8697
23	16823	8400
24	51128	21909
25	48845	18253
26	40820	20837
27	17595	8598
28	19293	10269
29	41518	22762
30	49892	27670
31	40146	61111
32	48135	14793
33	50017	16601
34	34161	12248
35	45141	14383
36	27390	8661
37	19648	8402
38	33334	17780
39	36410	10452
40	60635	16019
41	35710	12428
42	42751	10118
43	30220	10380
44	35238	9826
45	21422	6047
46	25923	11000
47	11418	6221
48	6942	4201
49	6246	5886
50	2368	573
51	3160	2076
52	-	-
53	-	-
54	-	-
55	-	-
56	2359	3015

Tableau 10 : raie fleurie mâle

REJETS DE RAIE FLEURIE FEMELLE

TAILLE	ABONDANCE	ECART TYPE
13	7076	5546
14	9435	7399
15	2359	1845
16	9751	6810
17	3145	2461
18	37869	25933
19	12579	9870
20	10454	5968
21	15021	7146
22	13819	8250
23	19119	14745
24	42872	16823
25	44319	50964
26	43050	20475
27	15607	6625
28	22933	11643
29	36647	23670
30	44717	12048
31	37130	10681
32	59894	19130
33	42113	19125
34	38259	17369
35	47240	17294
36	30865	8172
37	28096	11801
38	29851	23922
39	31048	9321
40	51945	17140
41	31389	7964
42	35616	15868
43	27622	9913
44	40304	23077
45	42658	18232
46	9613	4322
47	15468	7199
48	6065	3689
49	506	366
50	2368	1003
51	-	-
52	-	-
53	-	-
54	-	-
55	-	-
56	2359	1643

Tableau 11 : raie fleurie femelle

REJETS MER CELTIQUE

ESSEGE MERLAN TRIMESTRE : 3 SECTEUR : NNC

Rejets totaux et calcul de variance par la moyenne par element - Echantillonnage a deux niveaux

	TOTAL	MOYENNE	REJETS TOTAUX	VARIANCE
	ECH.	/TRAIT	DE LA MAREE	INTER-TRAITS
1 GUY M L				
traits ech	6	100	12.88	760
traits tot	19			46.411
2 HELENA				
traits ech	4	518	74.67	4260
traits tot	40			1556.274
3 TEVIEC				
traits ech	33	737	60.56	4637
traits tot	78			4297.170
4 SYMPHONIE				
traits ech	1	0	0.00	0
traits tot	20			0.000

nombre de traits totaux de la strate..... 9013

NEE	CAPTURE	VARIANCE	VARIANCE	VARIANCE	TOTAL	VARIANCE	
TRAITS	MOYENNE	CAPT MOY	INTRA-MAREE	INTER-MAREE	REJETS	TOTALE	CV %
TOT.	/ TRAIT	/ TRAIT	MOYENNE				
9013	47.95	351.74	1.84	350.71	432192	28575100000.00	39.1

Tableau 12

Tableau 15 : Merlan - Morue

Apports totaux en tonnes et CPUE moyenne annuelle en kg/jour/100 ch
des navires spécialisés de Lorient dans les divisions VIIIf + VIIg

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
MERLAN											
Apports	5680	4979	6225	6075	6943	6002	8420	8467	7491	8486	7325
C P U E	106.1	100.8	119.5	149.2	140.8	113.1	136.0	138.0	130.0	164.1	168.5
MORUE											
Apports	2144	3021	3683	2271	2752	3507	5660	8165	6600	5308	5350
C P U E	46.5	36.6	38.1	30.7	32.3	40.4	59.9	79.5	71.7	62.7	93.6

Tableau 16 : Raie fleurie - 1983

CPUE en kg/100kw/heure des flottilles artisanales
de Concarneau et Loctudy par zone de pêche

	VIIh ₁ , h ₂ VIIIa ₂	VIIg ₁ , h ₃	VIIe ₂ , f ₁	VIIg ₂ , g ₃
Janvier	1.56	.11	2.23	.14
Février	1.63	.08	1.07	.27
Mars	1.66	.07	-	.05
Avril	.54	-	-	.05
Mai	1.79	.04	.48	.10
Juin	.34	-	.72	.02
Juillet	.11	-	.72	.03
Août	.36	.005	.77	.03
Septembre	.65	.02	.70	.01
Octobre	.57	.01	.59	.006
Novembre	.59	.002	.71	.03
Décembre	.46	-	.65	.02

ESPECE : MERLAN

K= .175 L-INF= 66.2 M= .2 GROUPE+ = 52.5+

TAUX DE SURVIE DES REJETS 0

E. TERMINAL	.30	.70	.90
RECRUTEMENT	34.5 E+06	34.6 E+06	34.6 E+06
15.5	0.000	0.000	0.000
16.5	0.000	0.000	0.000
17.5	0.000	0.000	0.000
18.5	0.000	0.000	0.000
19.5	0.000	0.000	0.000
20.5	0.000	0.000	0.000
21.5	0.000	0.000	0.000
22.5	0.000	0.000	0.000
23.5	0.000	0.000	0.000
24.5	0.020	0.000	0.010
25.5	0.040	0.000	0.000
26.5	0.080	0.090	0.000
27.5	0.190	0.000	0.000
28.5	0.320	0.000	0.000
29.5	0.430	0.000	0.000
30.5	0.570	0.320	0.000
31.5	0.700	0.720	0.000
32.5	0.810	0.830	0.000
33.5	0.860	0.890	0.900
34.5	0.850	0.890	0.890
35.5	0.770	0.810	0.820
36.5	0.770	0.810	0.820
37.5	0.780	0.830	0.840
38.5	0.710	0.760	0.770
39.5	0.700	0.760	0.780
40.5	0.680	0.750	0.770
41.5	0.600	0.670	0.690
42.5	0.580	0.660	0.690
43.5	0.560	0.650	0.680
44.5	0.540	0.650	0.680
45.5	0.530	0.650	0.700
46.5	0.470	0.610	0.660
47.5	0.450	0.610	0.670
48.5	0.000	0.670	0.740
49.5	0.440	0.670	0.780
50.5	0.360	0.620	0.750
51.5	0.340	0.640	0.820
52.5	0.100	0.400	1.800

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
 - TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E.TERMINAUX -

Tableau 17 Merlan

ESPECE MORUE

K= .38

L-INF= 109.5

M= .2

GROUPE+ = 107.5+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : 0

E. TERMINAL	.30	.70	.90
RECRUTEMENT	2.75 E+06	2.70 E+06	2.70 E+06
24.5	0.020	0.020	0.020
26.5	0.080	0.080	0.080
28.5	0.150	0.150	0.150
30.5	0.300	0.300	0.300
32.5	0.480	0.490	0.490
34.5	0.570	0.580	0.580
36.5	0.590	0.600	0.600
38.5	0.600	0.610	0.610
40.5	0.700	0.710	0.710
42.5	0.780	0.790	0.790
44.5	0.690	0.710	0.710
46.5	0.600	0.610	0.610
48.5	0.530	0.540	0.540
50.5	0.560	0.570	0.570
52.5	0.750	0.780	0.780
54.5	0.960	0.990	0.990
56.5	1.180	1.220	1.220
58.5	1.330	1.380	1.390
60.5	1.300	1.360	1.370
62.5	1.080	1.140	1.140
64.5	0.840	0.880	0.890
66.5	0.750	0.800	0.800
68.5	0.640	0.690	0.690
70.5	0.510	0.550	0.560
72.5	0.430	0.470	0.470
74.5	0.420	0.450	0.460
76.5	0.390	0.420	0.430
78.5	0.340	0.370	0.380
80.5	0.350	0.390	0.390
82.5	0.360	0.400	0.410
84.5	0.360	0.410	0.420
86.5	0.380	0.440	0.440
88.5	0.410	0.480	0.490
90.5	0.430	0.510	0.520
92.5	0.460	0.560	0.580
94.5	0.410	0.530	0.540
96.5	0.380	0.500	0.530
98.5	0.300	0.420	0.450
100.5	0.200	0.300	0.320
102.5	0.200	0.320	0.350
104.5	0.150	0.270	0.310
106.5	0.160	0.300	0.150
108.5	0.100	0.500	1.800

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
 - TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E.TERMINAUX -

Tableau 18 : Morue

ESPECE CARDINE FEMELLE

K= .219 L-INF= 60 M= .2 GROUPE+ = 45+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : 0

E. TERMINAL	.40	.60	.70
RECRUTEMENT	24.6 E+06	21.1 E+06	20.1 E+06
15.0	0.002	0.002	0.002
16.0	0.012	0.014	0.014
17.0	0.005	0.006	0.007
18.0	0.019	0.022	0.023
19.0	0.008	0.009	0.010
20.0	0.027	0.032	0.033
21.0	0.038	0.045	0.047
22.0	0.038	0.045	0.047
23.0	0.061	0.072	0.075
24.0	0.094	0.104	0.140
25.0	0.098	0.115	0.121
26.0	0.129	0.153	0.161
27.0	0.186	0.220	0.232
28.0	0.155	0.184	0.195
29.0	0.179	0.213	0.226
30.0	0.187	0.225	0.238
31.0	0.169	0.204	0.217
32.0	0.177	0.216	0.230
33.0	0.183	0.224	0.239
34.0	0.193	0.238	0.255
35.0	0.194	0.241	0.259
36.0	0.208	0.261	0.282
37.0	0.231	0.293	0.318
38.0	0.234	0.300	0.328
39.0	0.258	0.337	0.370
40.0	0.260	0.346	0.383
41.0	0.239	0.325	0.362
42.0	0.251	0.350	0.394
43.0	0.248	0.355	0.405
44.0	0.221	0.327	0.378
45.0	0.133	0.300	0.467

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
 - TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E. TERMINAUX -

Tableau 19 : Cardine femelle

ESPECE CARDINE MALE

K= .325 L-INF= 30.8 M= .3 GROUPE+ = 30+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : 0

E. TERMINAL	.10	.15	.40
RECRUTEMENT	18.0 E+06	13.0 E+06	7.0 E+06
15.0	0.000	0.000	0.000
16.0	0.014	0.019	0.034
17.0	0.014	0.019	0.036
18.0	0.005	0.007	0.014
19.0	0.008	0.011	0.021
20.0	0.020	0.027	0.051
21.0	0.030	0.041	0.077
22.0	0.058	0.080	0.151
23.0	0.055	0.076	0.146
24.0	0.088	0.122	0.239
25.0	0.117	0.167	0.337
26.0	0.114	0.162	0.343
27.0	0.141	0.203	0.453
28.0	0.129	0.189	0.454
29.0	0.082	0.122	0.316
30.0	0.033	0.053	0.200

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
- TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E.TERMINAUX -

Tableau 20 : Cardine mâle

ESPECE : CARDINE FEMELLE

M= .2 GROUPE+ =45+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : 0

K	.291	.219	.153	.245
L-INF	50.6	60.0	76.2	57.5
E. TERMINAL	.50	.60	.70	.60
RECRUTEMENT	26.0 E+06	21.1 E+06	19.0 E+06	20.9 E+06
15.0	0.002	0.000	0.000	0.000
16.0	0.012	0.014	0.015	0.000
17.0	0.005	0.006	0.007	0.000
18.0	0.018	0.022	0.024	0.023
19.0	0.008	0.009	0.010	0.000
20.0	0.026	0.032	0.035	0.034
21.0	0.036	0.045	0.050	0.047
22.0	0.036	0.045	0.050	0.047
23.0	0.057	0.072	0.081	0.075
24.0	0.086	0.134	0.153	0.139
25.0	0.073	0.115	0.133	0.119
26.0	0.094	0.153	0.178	0.158
27.0	0.165	0.220	0.260	0.227
28.0	0.136	0.184	0.221	0.189
29.0	0.154	0.213	0.259	0.218
30.0	0.160	0.225	0.277	0.229
31.0	0.142	0.204	0.255	0.207
32.0	0.147	0.216	0.273	0.218
33.0	0.149	0.224	0.288	0.225
34.0	0.155	0.238	0.312	0.239
35.0	0.153	0.241	0.322	0.240
36.0	0.161	0.261	0.355	0.259
37.0	0.175	0.293	0.407	0.289
38.0	0.173	0.300	0.425	0.294
39.0	0.187	0.337	0.489	0.328
40.0	0.183	0.346	0.514	0.335
41.0	0.164	0.325	0.495	0.311
42.0	0.168	0.350	0.549	0.333
43.0	0.161	0.355	0.574	0.335
44.0	0.139	0.327	0.545	0.306
45.0	0.200	0.300	0.467	0.300

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
 - TABLEAU DES MORTALITES PAR PECHE SELON LES PARAMETRES DE CROISSANCE -

Tableau 21 : Cardine femelle

ESPECE RAIE FLEURIE MALE

K= .217

L-INF= 71.25

M= .15

GROUPE+ = 70+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : 0

E. TERMINAL	.20	.50	.80
RECRUTEMENT	2.40 E+06	2.18 E+06	2.10 E+06
20.0	0.030	0.040	0.040
22.0	0.020	0.020	0.020
24.0	0.020	0.020	0.020
26.0	0.020	0.020	0.020
28.0	0.020	0.030	0.030
30.0	0.070	0.080	0.090
32.0	0.030	0.030	0.040
34.0	0.110	0.120	0.130
36.0	0.080	0.090	0.090
38.0	0.100	0.120	0.120
40.0	0.150	0.170	0.180
42.0	0.140	0.160	0.170
44.0	0.110	0.130	0.140
46.0	0.160	0.190	0.200
48.0	0.130	0.150	0.160
50.0	0.110	0.130	0.140
52.0	0.140	0.170	0.180
54.0	0.110	0.140	0.150
56.0	0.130	0.170	0.180
58.0	0.100	0.130	0.140
60.0	0.100	0.140	0.150
62.0	0.130	0.180	0.190
64.0	0.140	0.200	0.220
66.0	0.110	0.180	0.210
68.0	0.110	0.210	0.280
70.0	0.037	0.150	0.600

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
- TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E.TERMINAUX -

Tableau 22 : Raie fleurie mâle

ESPECE : RAIE FLEURIE FEMELLE

K= .203

L-INF= 71.59

M= .15

GROUPE+ = 68+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : 0

E. TERMINAL	.20	.50	.80
RECRUTEMENT	2.29 E+06	2.01 E+06	1.95 E+06
20.0	0.020	0.020	0.020
22.0	0.020	0.020	0.020
24.0	0.020	0.020	0.020
26.0	0.030	0.030	0.030
28.0	0.060	0.070	0.070
30.0	0.030	0.040	0.040
32.0	0.120	0.130	0.140
34.0	0.130	0.150	0.160
36.0	0.110	0.130	0.130
38.0	0.050	0.060	0.060
40.0	0.130	0.160	0.160
42.0	0.150	0.170	0.180
44.0	0.220	0.250	0.270
46.0	0.070	0.090	0.090
48.0	0.100	0.120	0.130
50.0	0.090	0.110	0.120
52.0	0.110	0.140	0.150
54.0	0.140	0.180	0.190
56.0	0.100	0.130	0.140
58.0	0.130	0.170	0.190
60.0	0.120	0.170	0.190
62.0	0.170	0.250	0.280
64.0	0.110	0.180	0.210
66.0	0.150	0.290	0.390
68.0	0.037	0.150	0.600

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
 - TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E.TERMINAUX -

Tableau 23 : Raie fleurie femelle

ESPECE LANGOUSTINE MALE

K= .124

L-INF= 68.2

M= .3

GROUPE+ = 59.5+

TAUX DE SURVIE DES REJETS : .3

E. TERMINAL	.30	.60	.90
RECRUTEMENT	318. E+06	293. E+06	285. E+06
24.5	0.000	0.000	0.000
25.5	0.000	0.000	0.000
26.5	0.020	0.020	0.020
27.5	0.050	0.050	0.050
28.5	0.110	0.120	0.120
29.5	0.120	0.130	0.130
30.5	0.080	0.080	0.080
31.5	0.100	0.110	0.110
32.5	0.140	0.150	0.150
33.5	0.140	0.180	0.180
34.5	0.160	0.180	0.180
35.5	0.160	0.170	0.180
36.5	0.180	0.190	0.200
37.5	0.180	0.200	0.200
38.5	0.190	0.200	0.210
39.5	0.200	0.230	0.230
40.5	0.200	0.230	0.240
41.5	0.190	0.220	0.230
42.5	0.190	0.230	0.240
43.5	0.180	0.220	0.220
44.5	0.170	0.190	0.200
45.5	0.160	0.190	0.200
46.5	0.150	0.190	0.200
47.5	0.140	0.180	0.190
48.5	0.140	0.180	0.190
49.5	0.150	0.180	0.200
50.5	0.140	0.190	0.200
51.5	0.140	0.190	0.210
52.5	0.140	0.190	0.220
53.5	0.150	0.190	0.230
54.5	0.140	0.200	0.230
55.5	0.140	0.210	0.250
56.5	0.140	0.220	0.280
57.5	0.130	0.230	0.300
58.5	0.150	0.290	0.410
59.5	0.130	0.450	2.700

- MORTALITE PAR PECHE EN FONCTION DE LA CLASSE DE TAILLE -
 - TABLEAU DE CONVERGENCE EN FONCTION DE DIFFERENTS E TERMINAUX -

Tableau 24 : Langoustine mâle

Figure 2

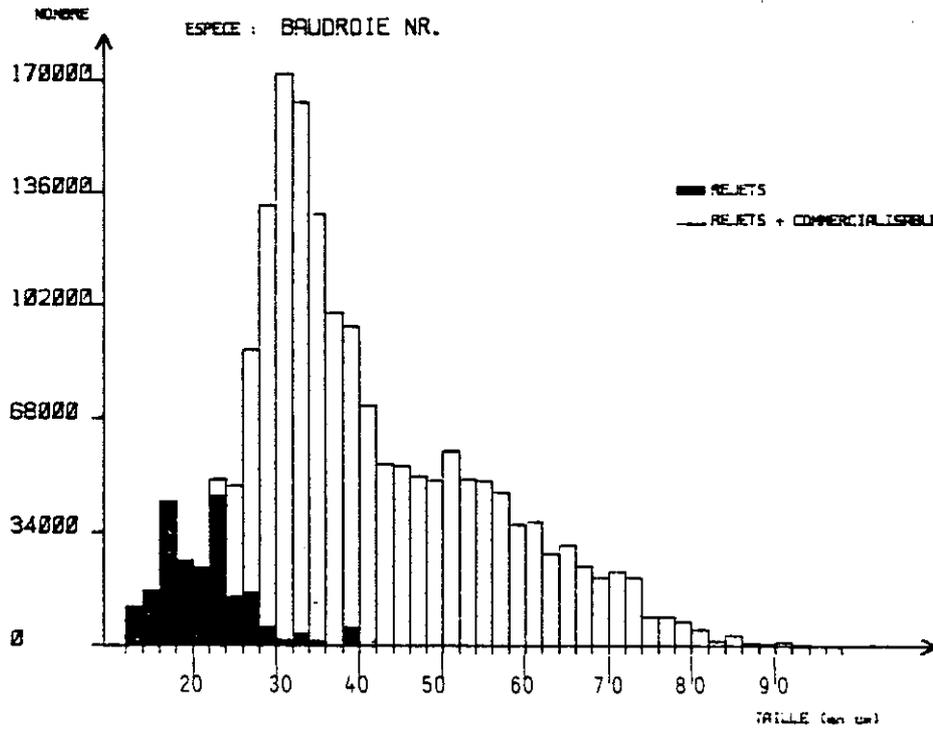


Figure 3

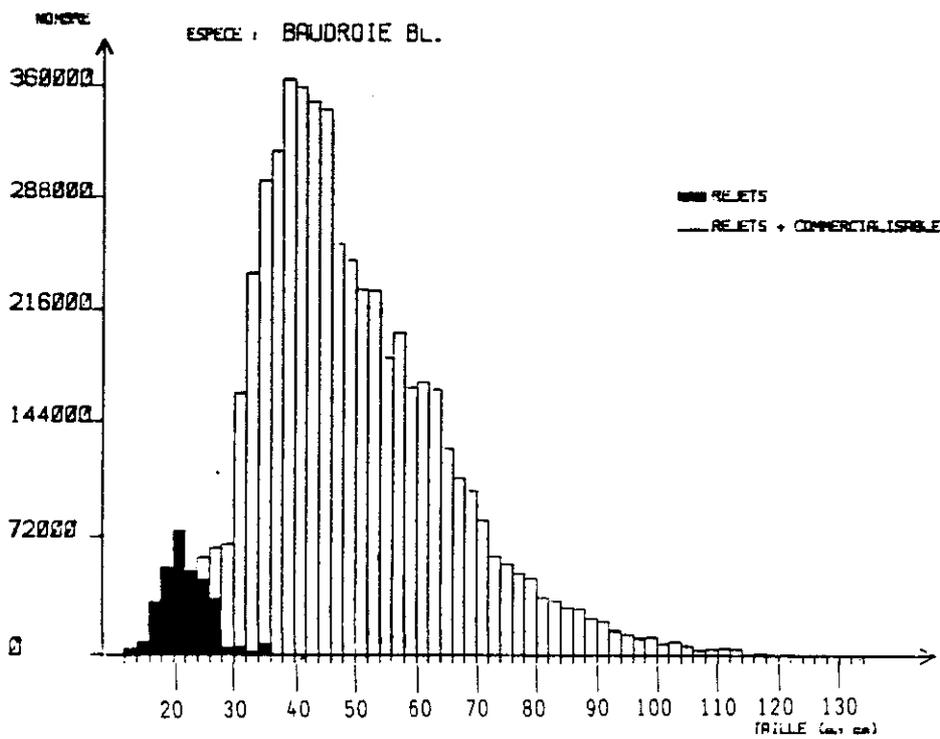


Figure 5

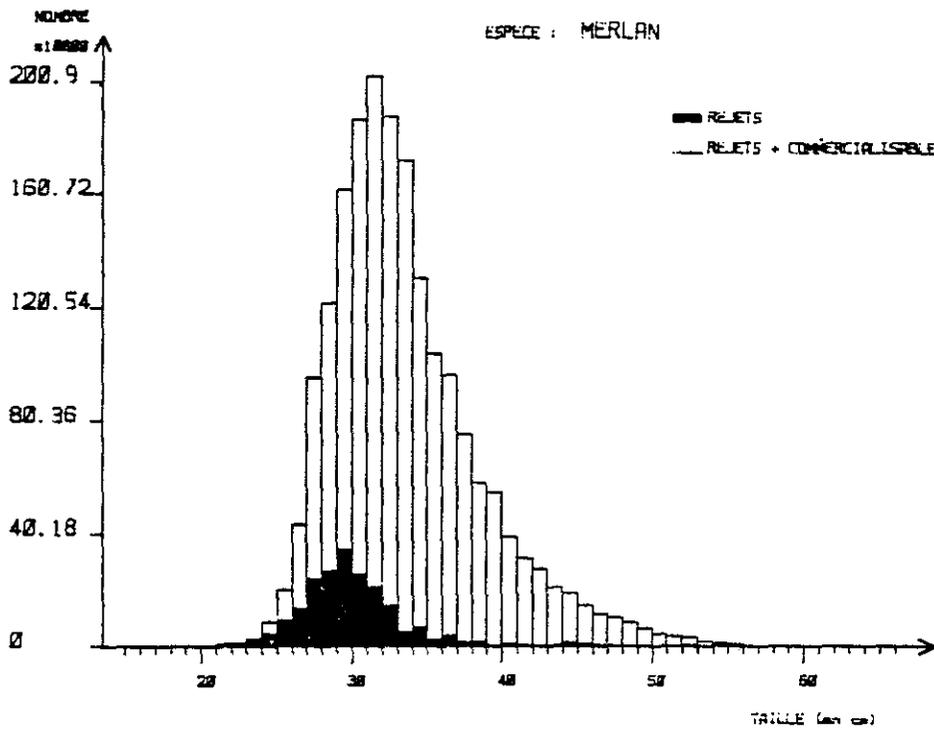
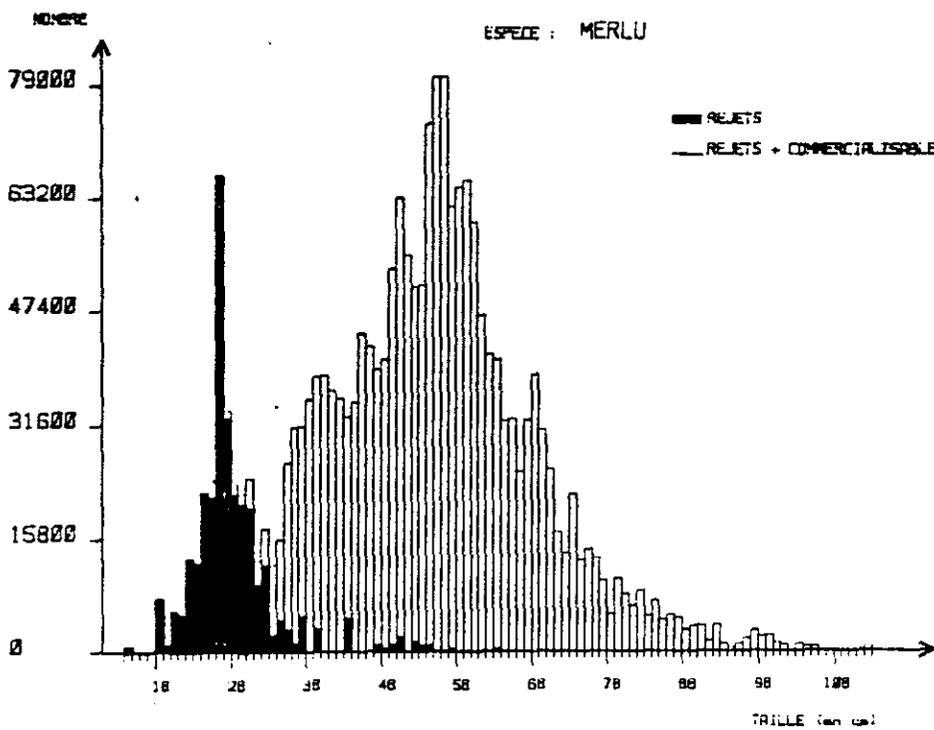


Figure 4



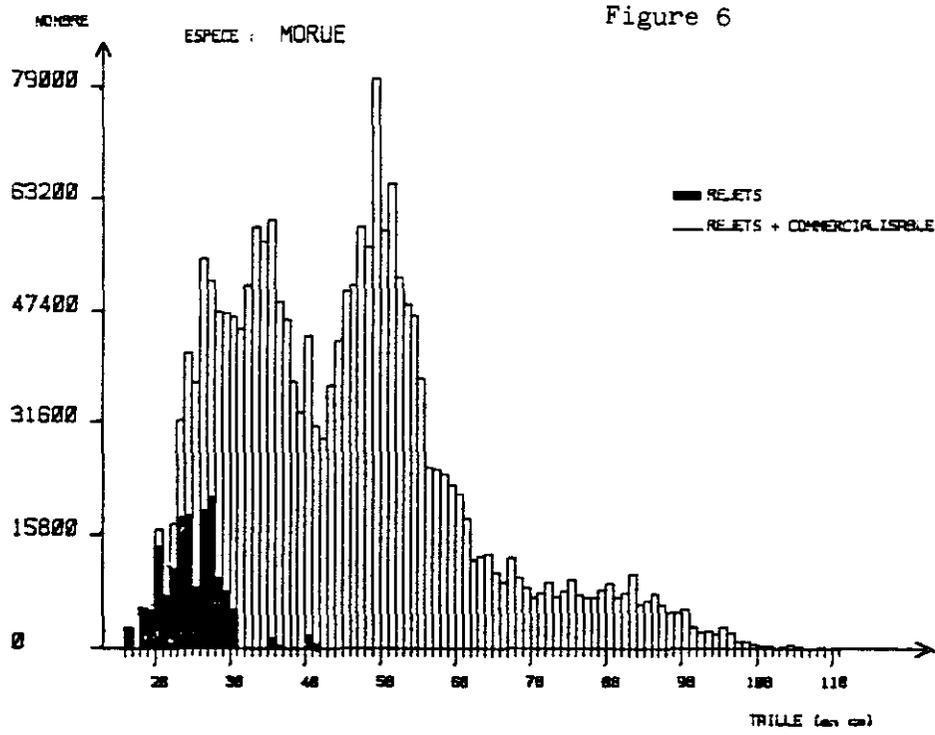


Figure 7

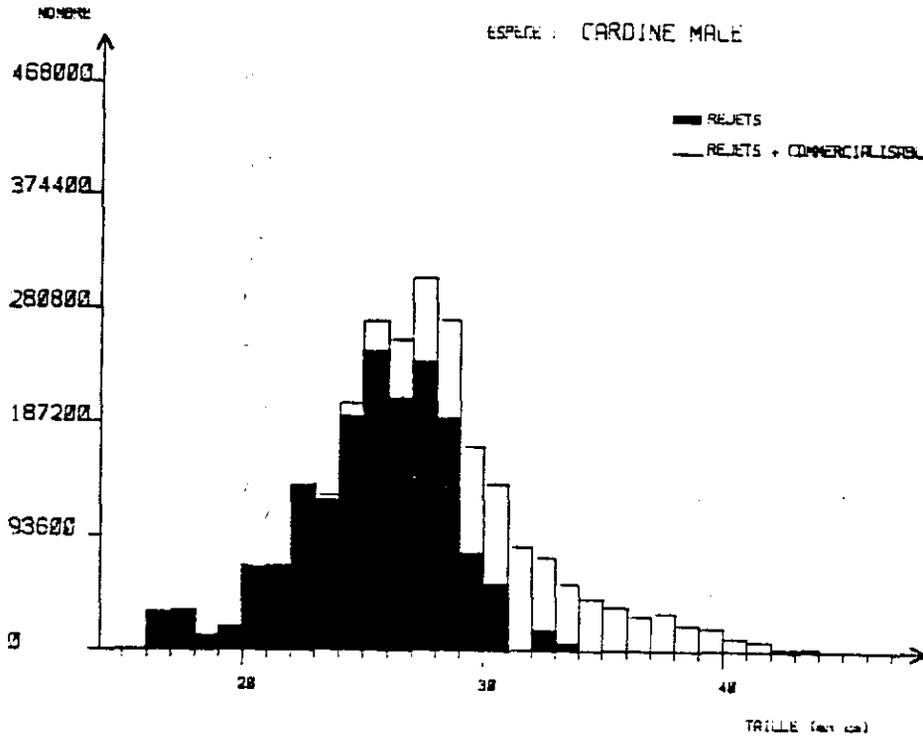


Figure 8

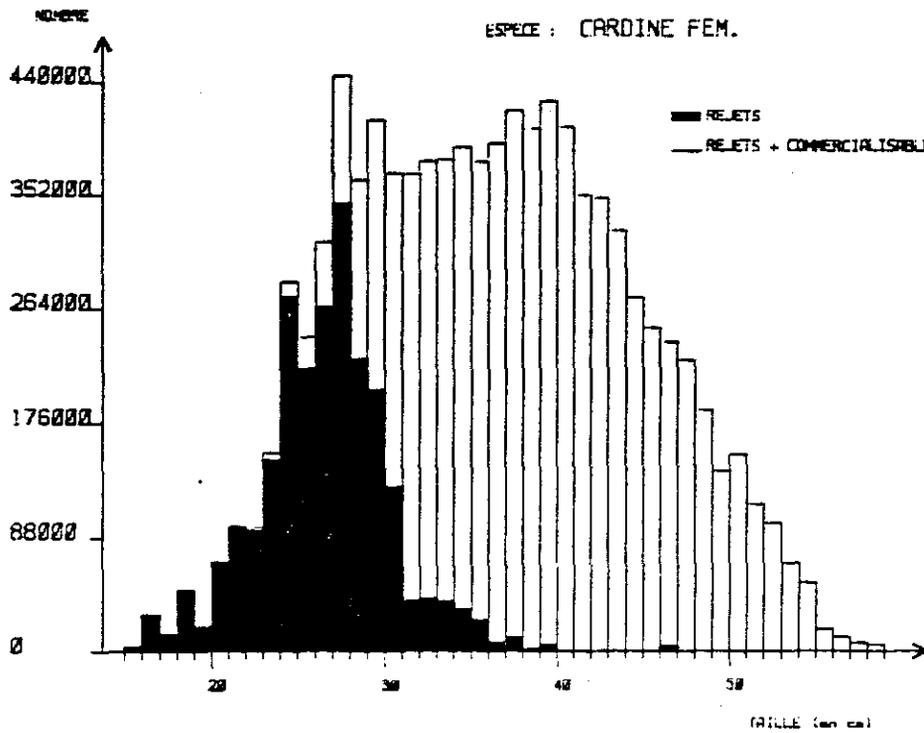


Figure 9

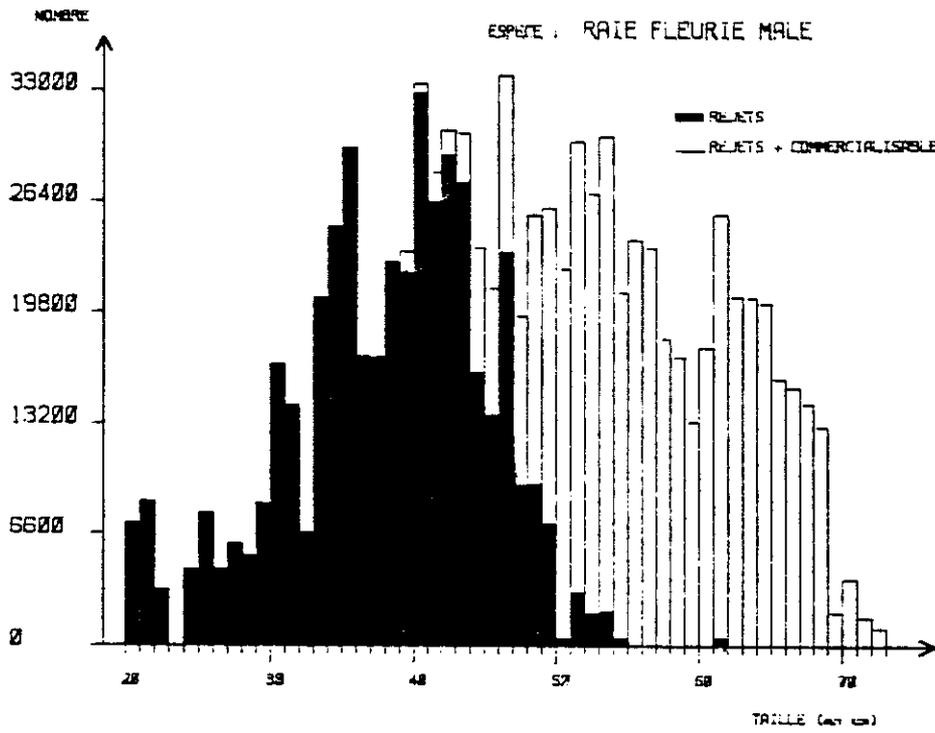


Figure 10

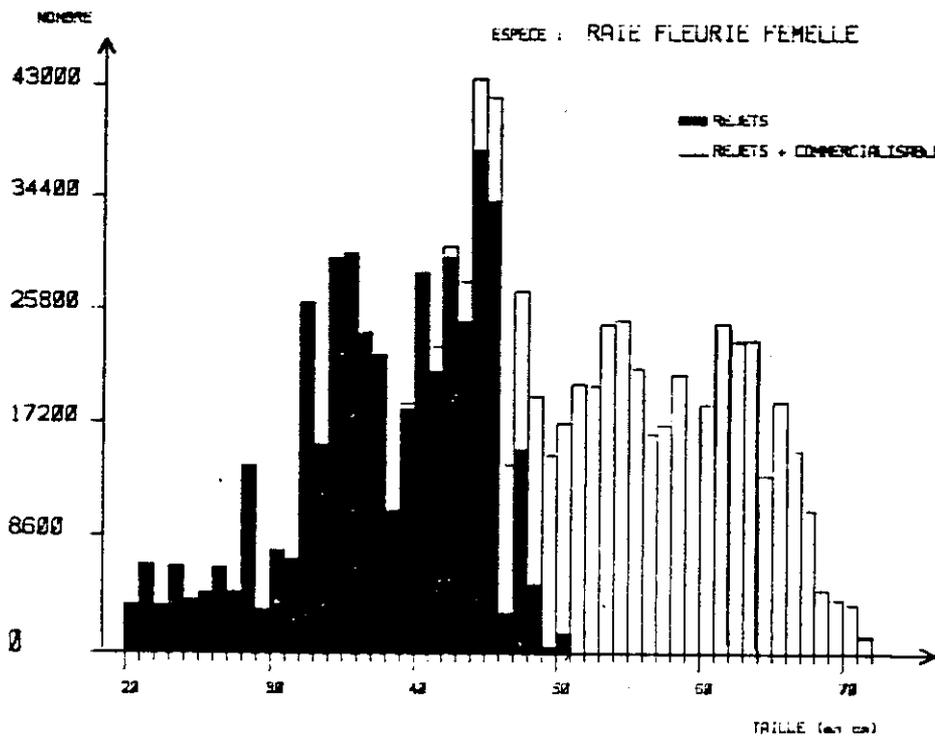


Figure 11

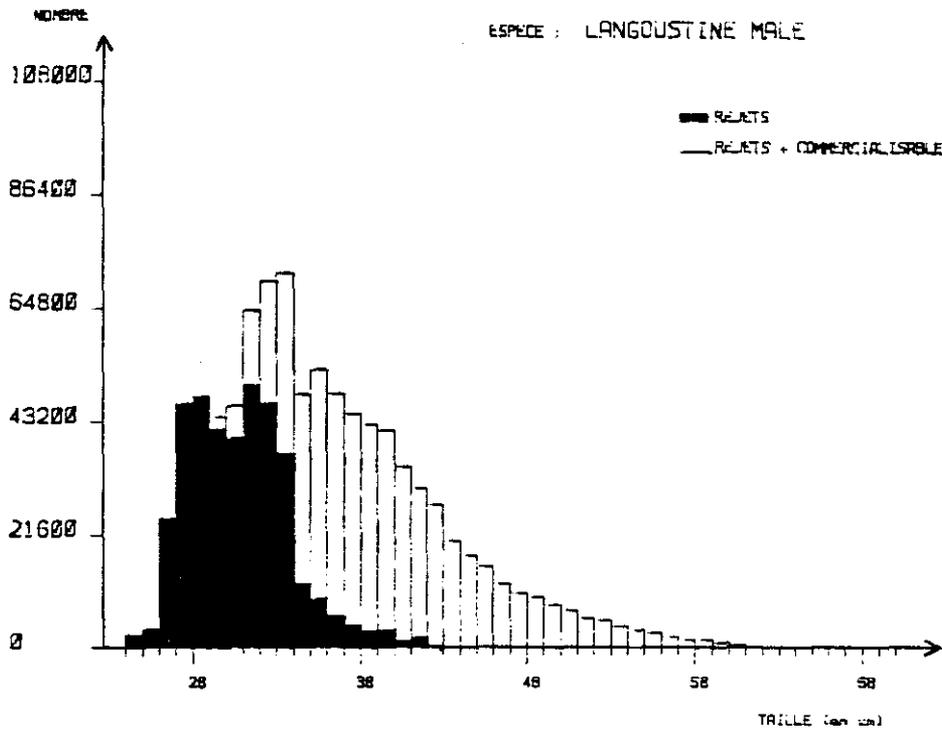
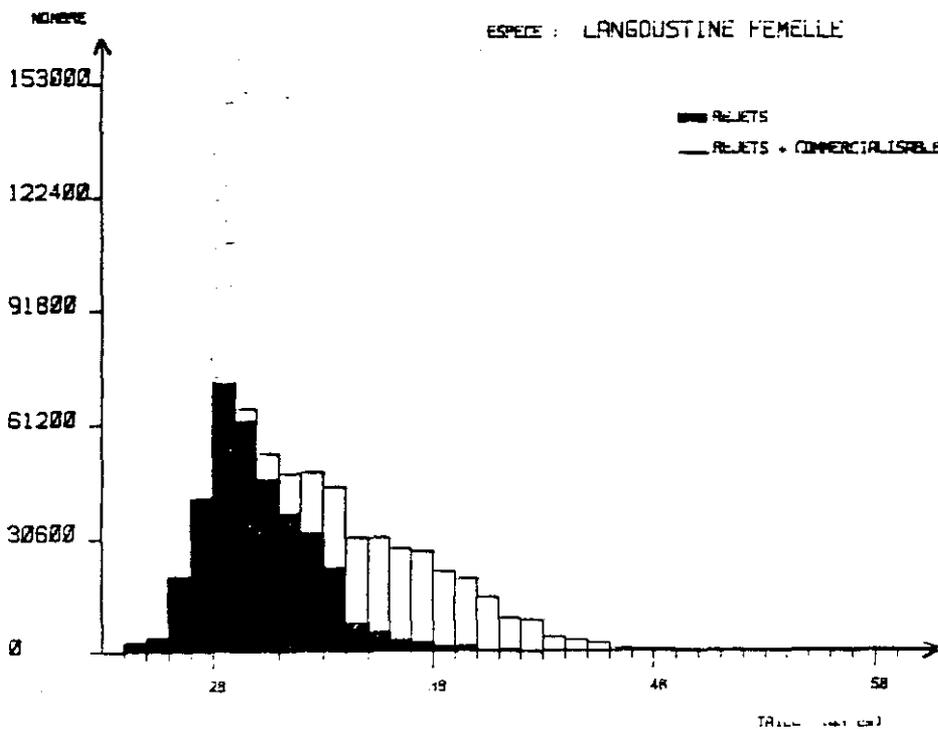
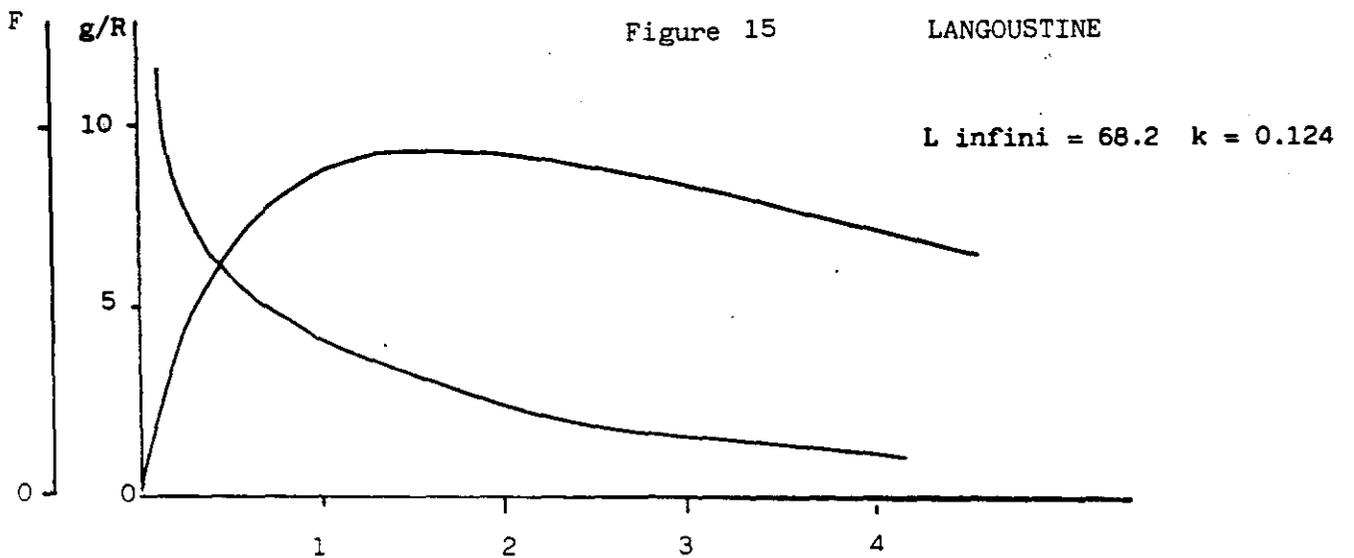
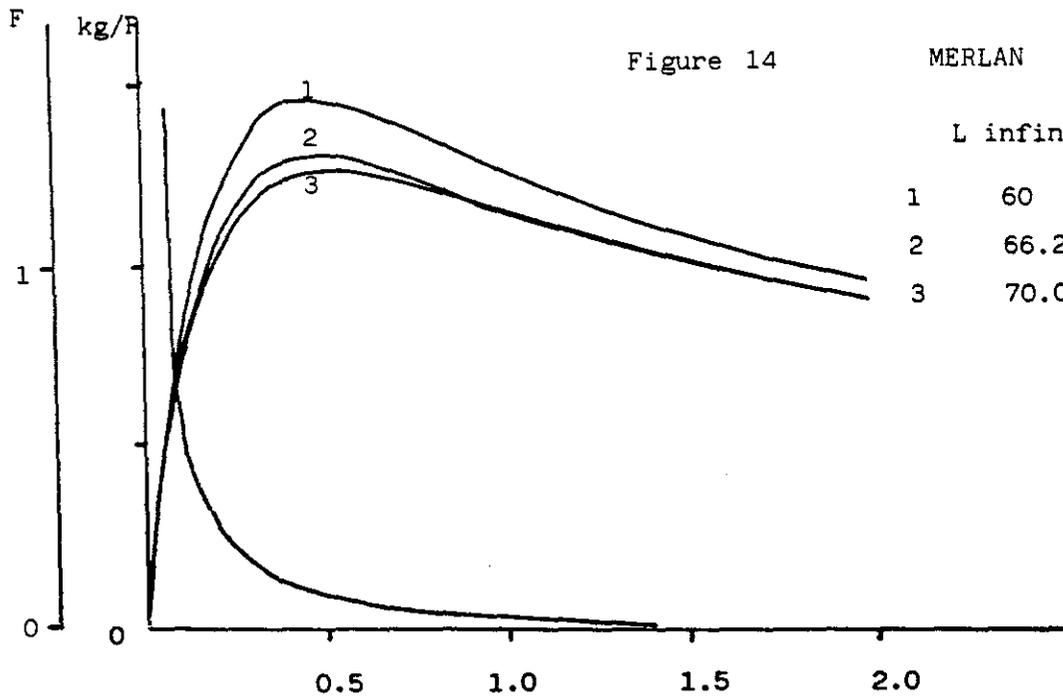
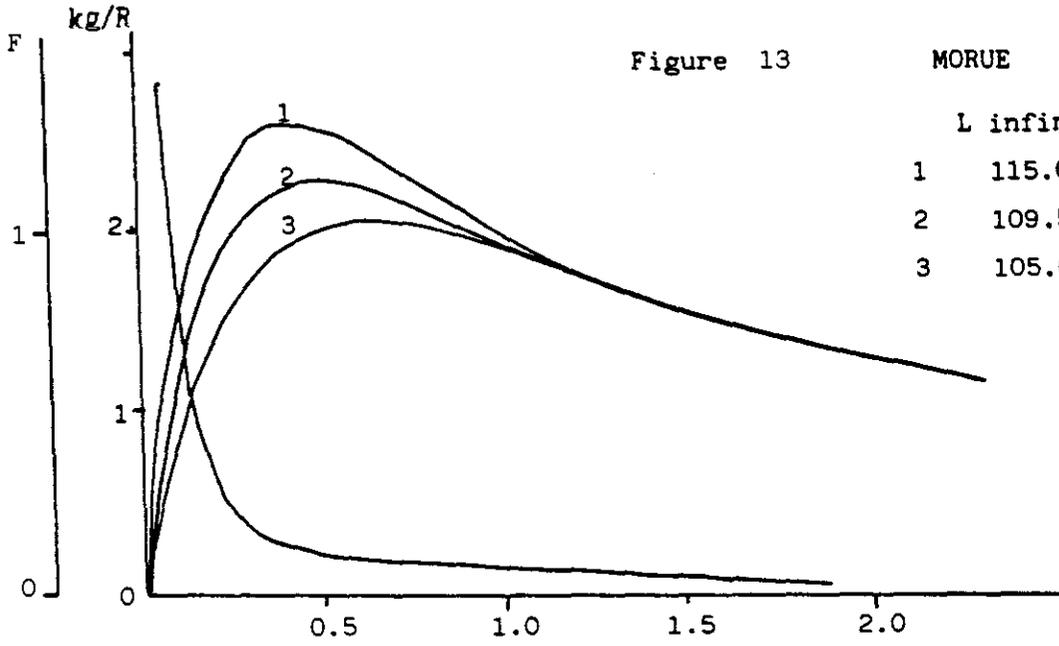


Figure 12





Rendements par recrue et fécondité relative par rapport à un stock vierge pour diverses hypothèses de croissance et selon l'effort relatif

1:K=.291 - L.inf.= 50.6
 2:K=.219 - L.inf.= 60.0
 3:K=.153 - L.inf.= 76.2
 4:K=.245 - L.inf.= 57.5

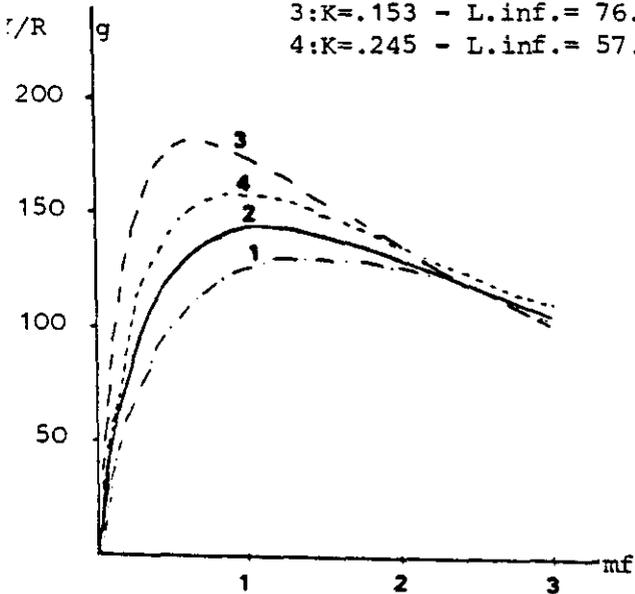


Figure 16 : Rendements par recrue selon l'effort relatif pour différentes valeurs de croissance.

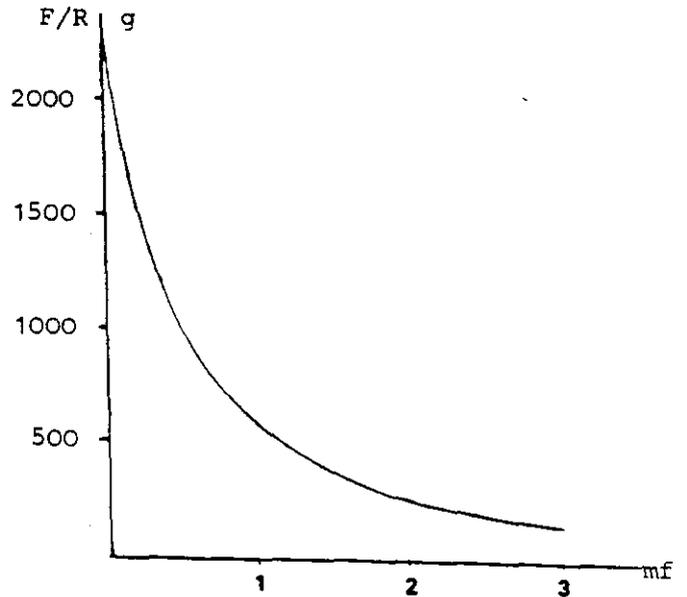


Figure 17 : Fécondité par recrue selon l'effort relatif.

CARDINE FEMELLE

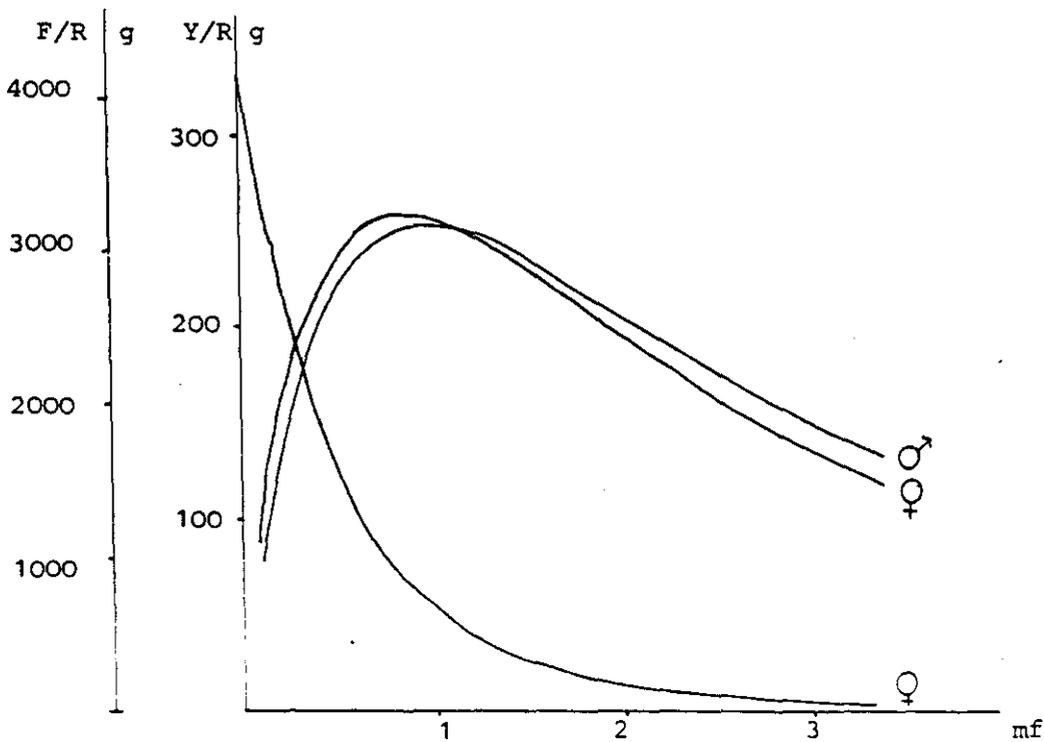


Figure 18 : La raie fleurie - Rendements et fécondité par recrue selon l'effort relatif.

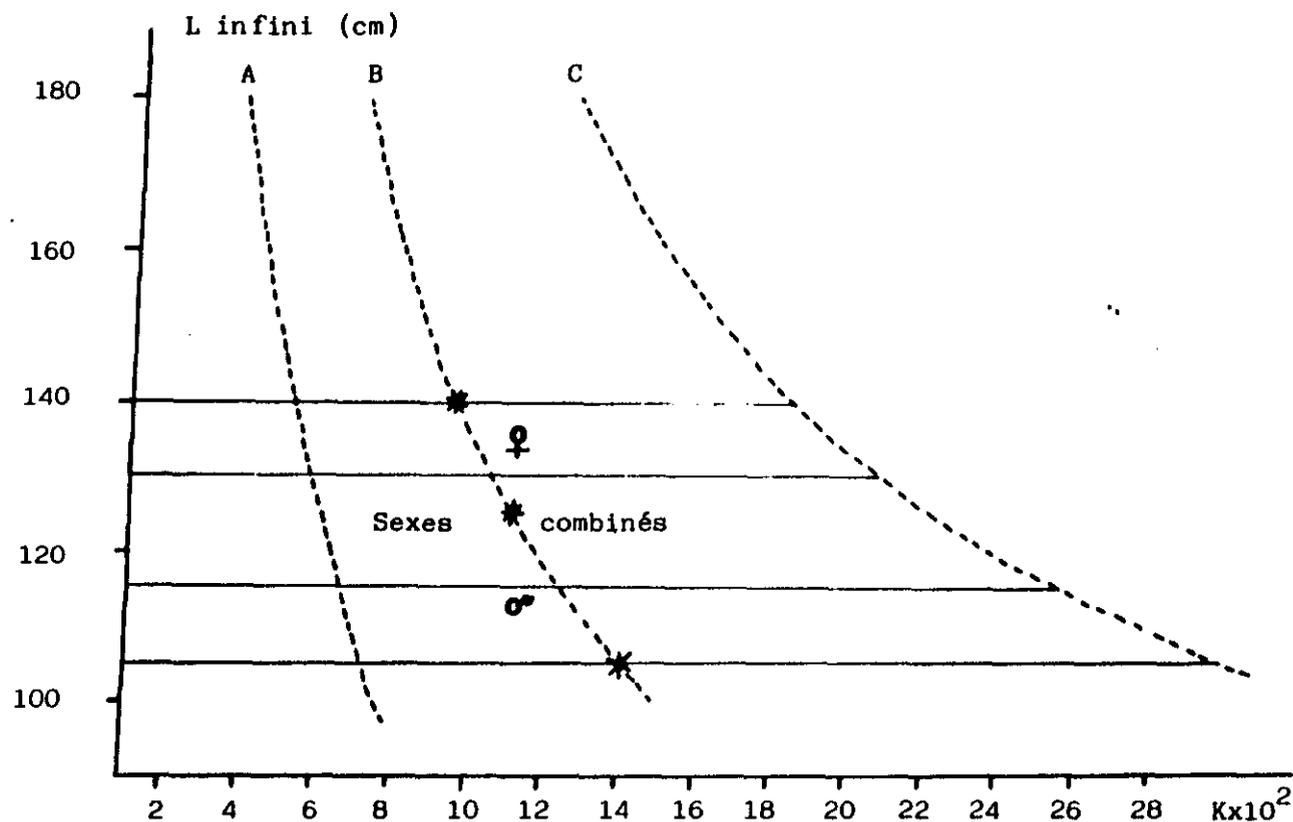


Figure 19 : baudroie blanche (*L. piscatorius*) : Relations $K - L_{\infty}$ obtenues :
 A - en utilisant les données de GUILLOU (1978) : $L_t = 30.0$ cm pur $t = 5$ ans
 B - en utilisant les données de DUPOUY et KERGOAT (1985) : $L_t = 50$ cm pour $t = 5$ ans
 C - en utilisant les données de TSIMENIDIS et ONDRIAS (1981) : $L_t = 80$ cm pour $t = 5$ ans

Les astérisques situent les couples $K - L_{\infty}$ choisis pour la présente étude.

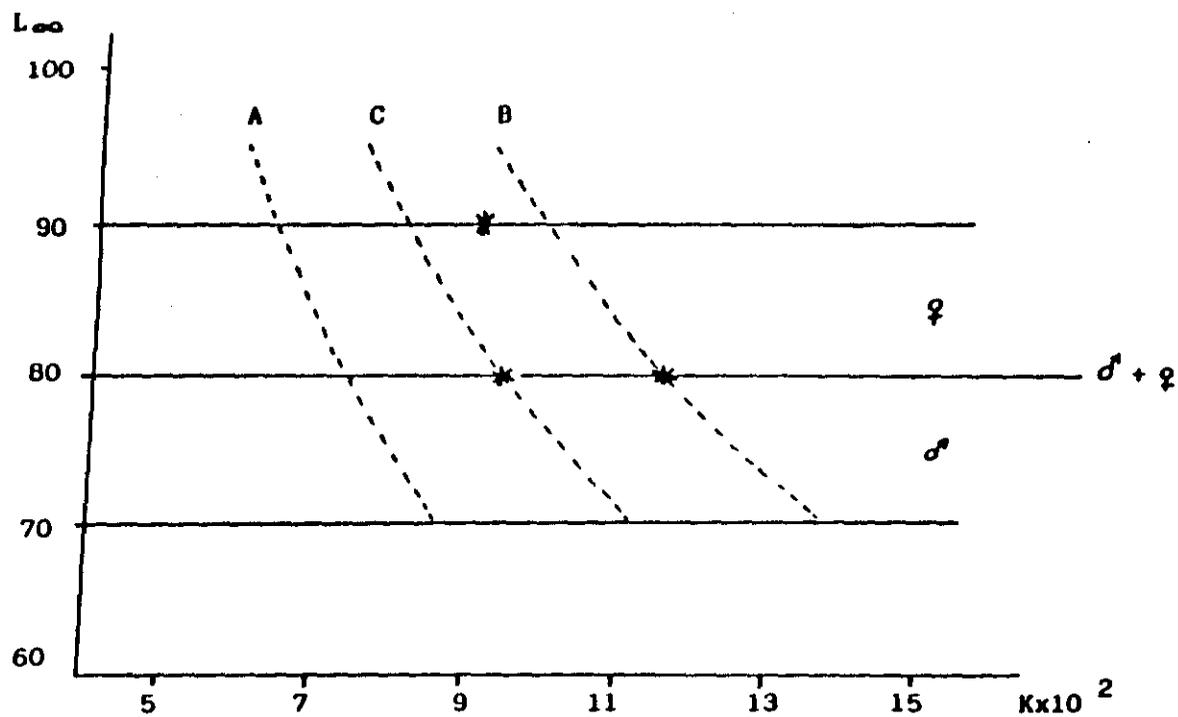


Figure 20 : baudroie noire (L.budegassa) : Relations K - L infini obtenues :

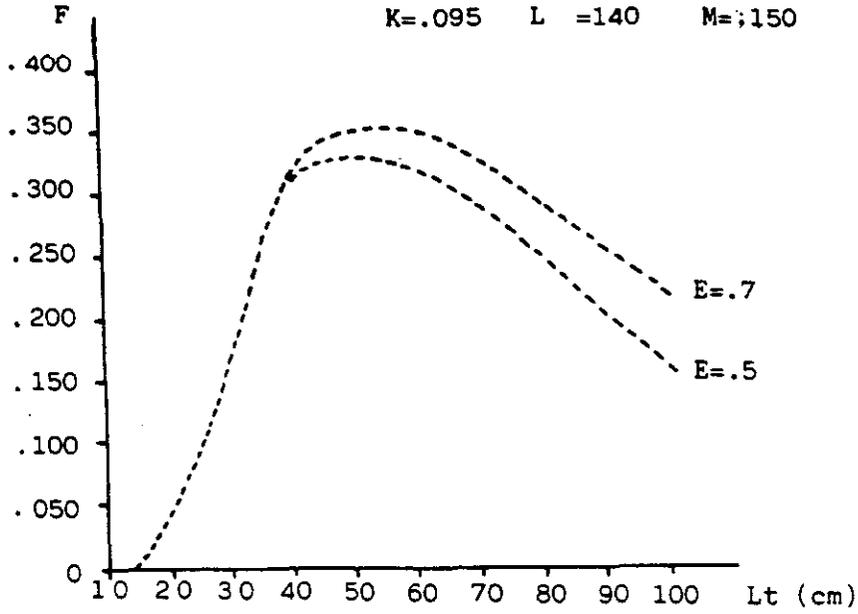
A - En utilisant les données de GUILLOU (1978) : $L_t = 24.5$ cm pour $t = 5$ ans

B - En utilisant les données de TSIMENIOIS et ONDRIAS : $L_t = 34.9$ cm pour $t = 5$ ans

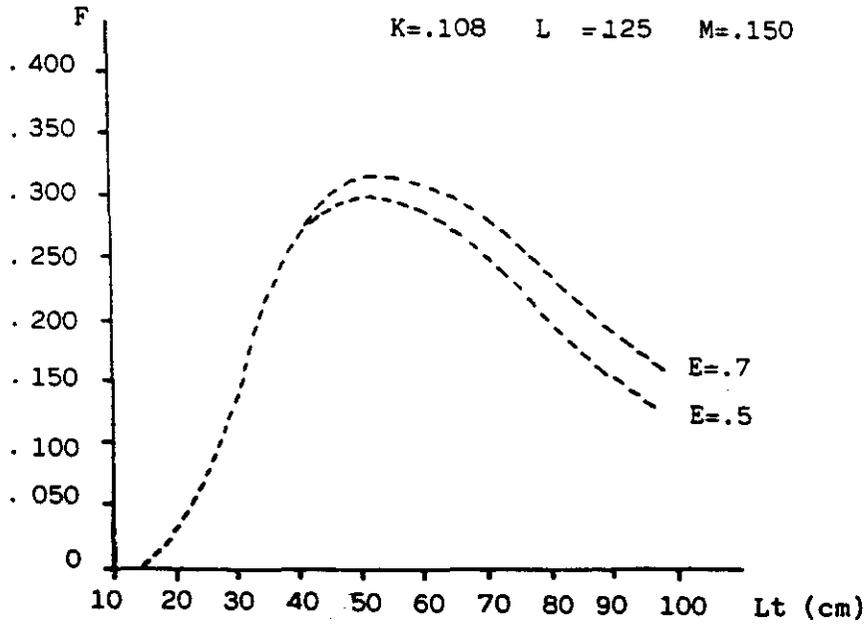
C - en utilisant les données préliminaires de DUPOUY-KERGOAT : $L_t = 30.0$ cm pour $t = 5$ ans

Les astérisques situent les couples K - L infini choisis pour la présente étude.

K=.095 L =140 M=;150



K=.108 L =125 M=.150



K=.139 L =.105 M=.150

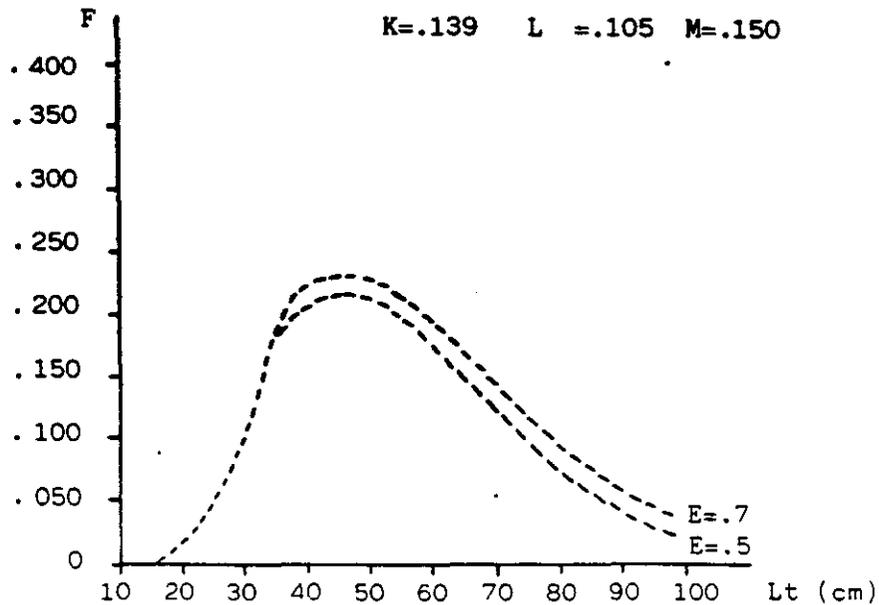


Figure 21 : Baudroie blanche (*L.piscatorius*) : évolution du coefficient de mortalité par pêche F en fonction de la longueur Lt.

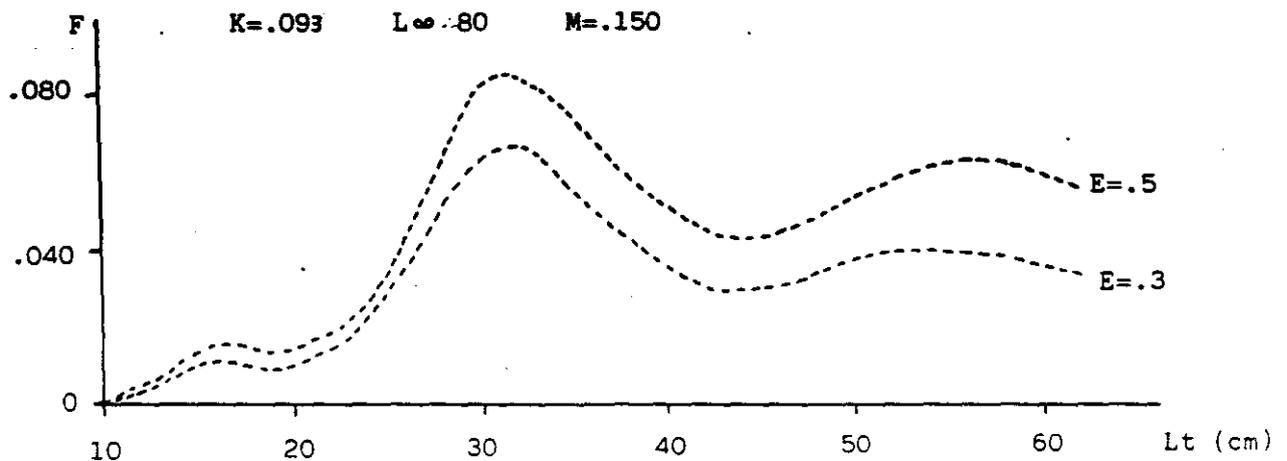
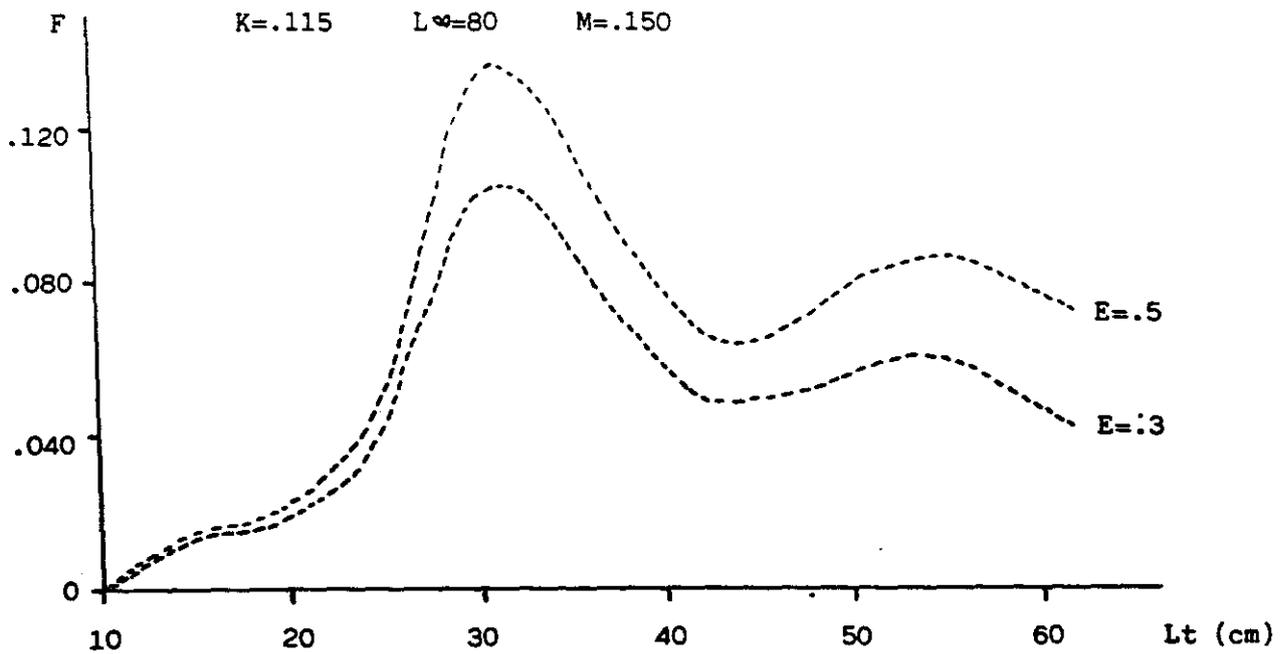
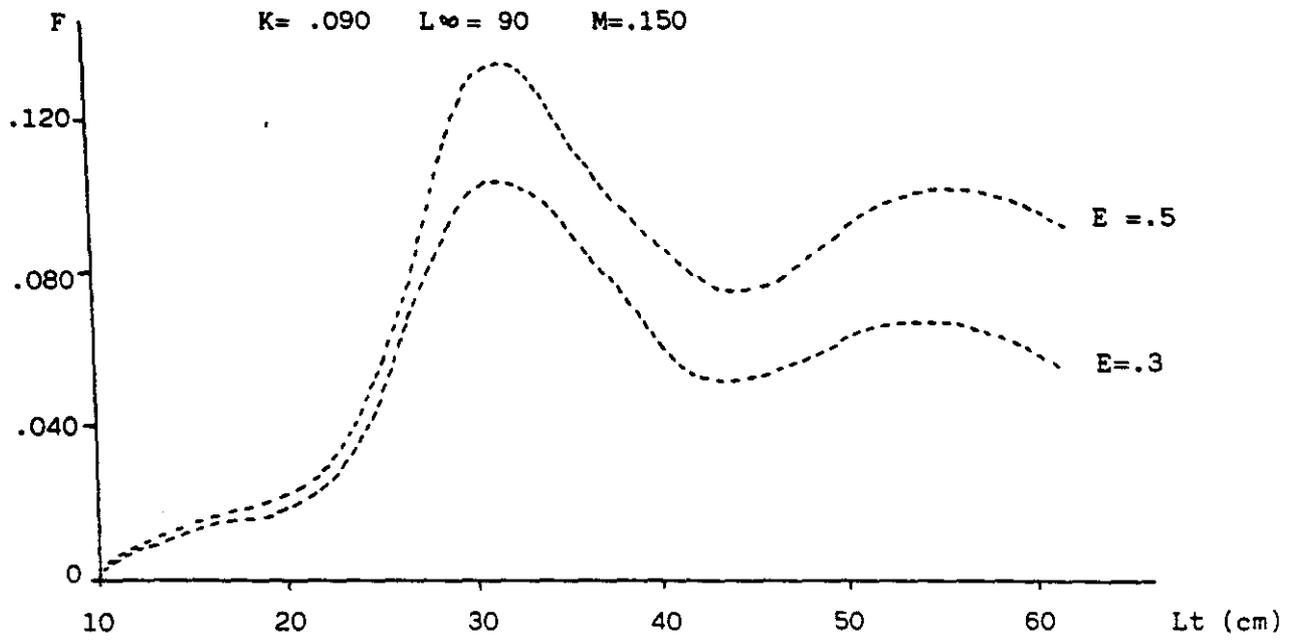


Figure 22 . Baudroie noire (*L.budegassa*) : Evolution du coefficient de mortalité par pêche F en fonction de la longueur L_t .

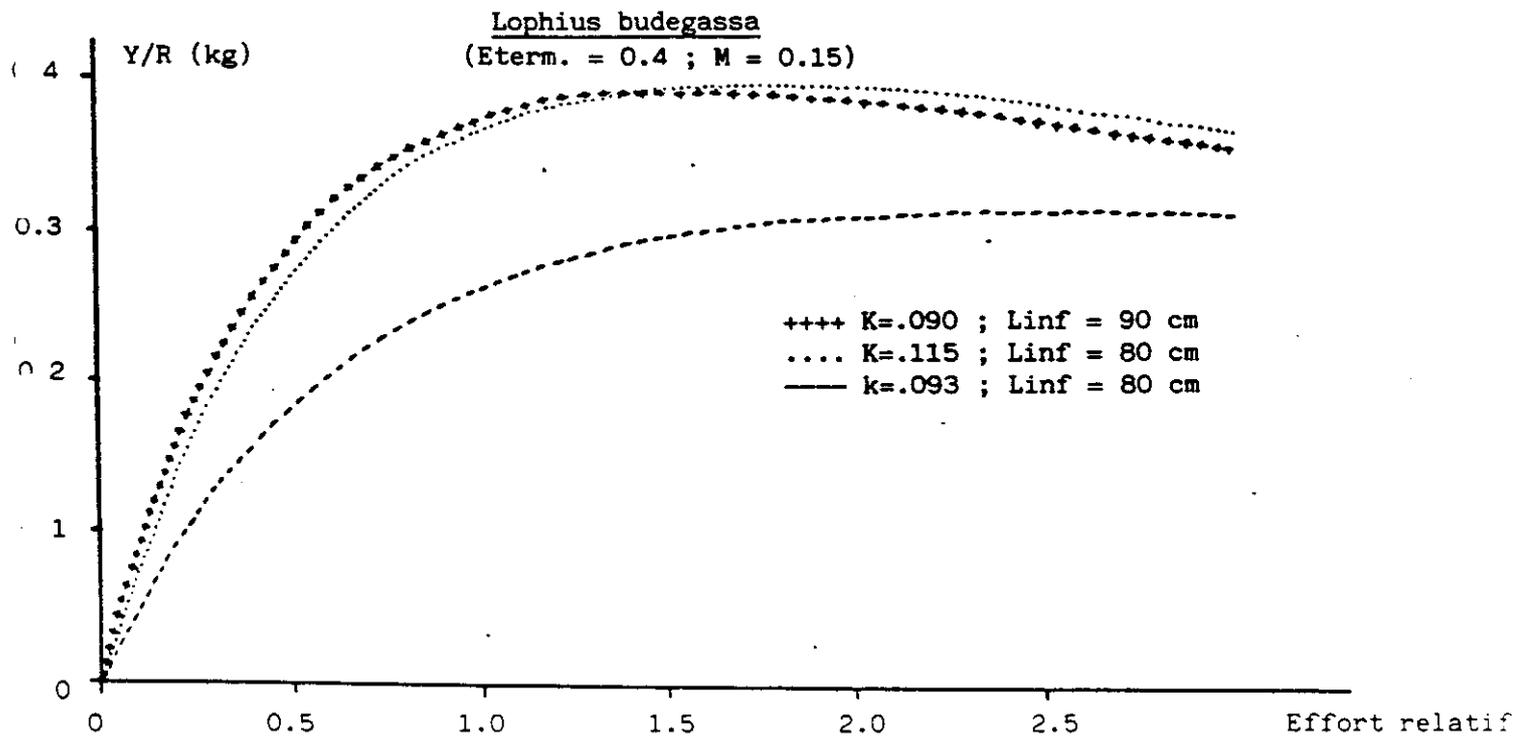
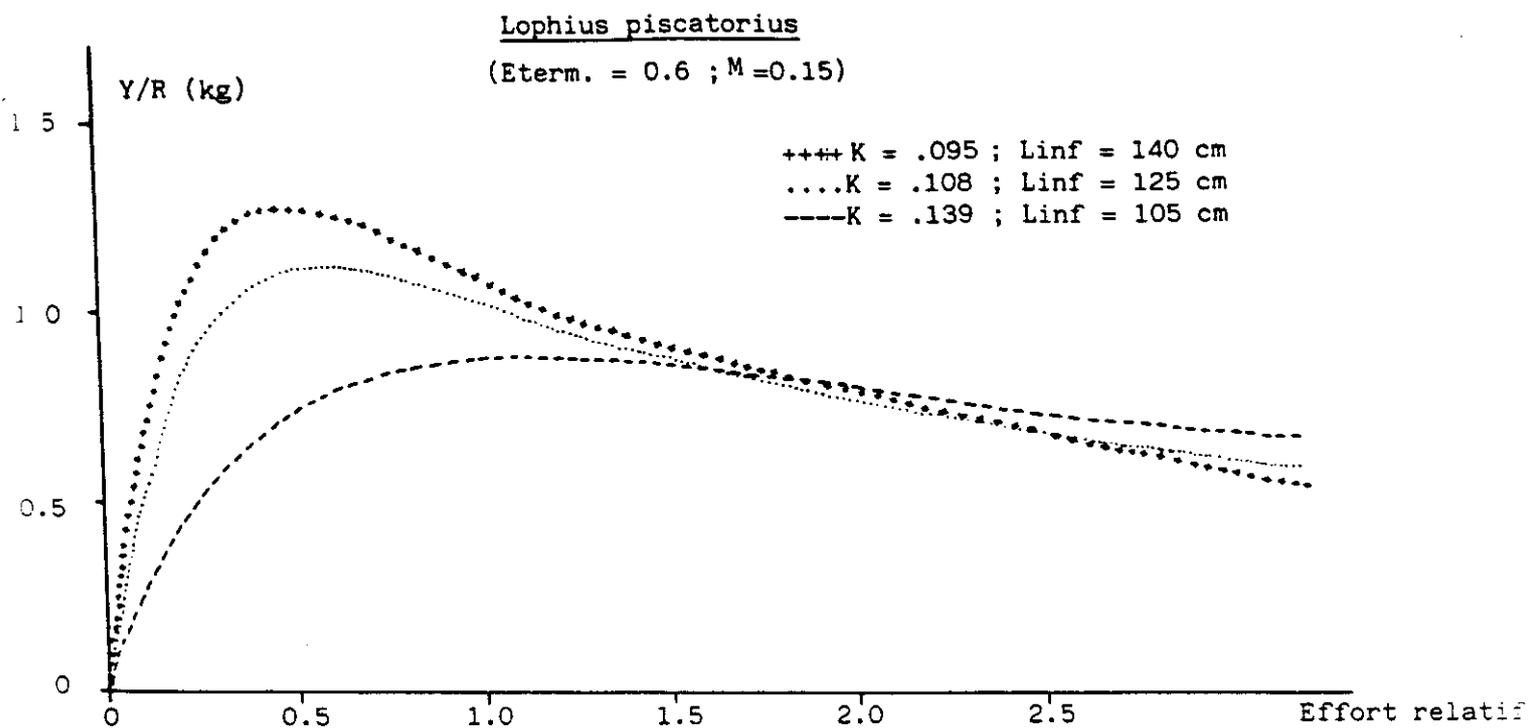


Figure 23 : Evolution du rendement par recrue en fonction de l'effort sous 3 hypothèses de croissance, pour les baudroies.

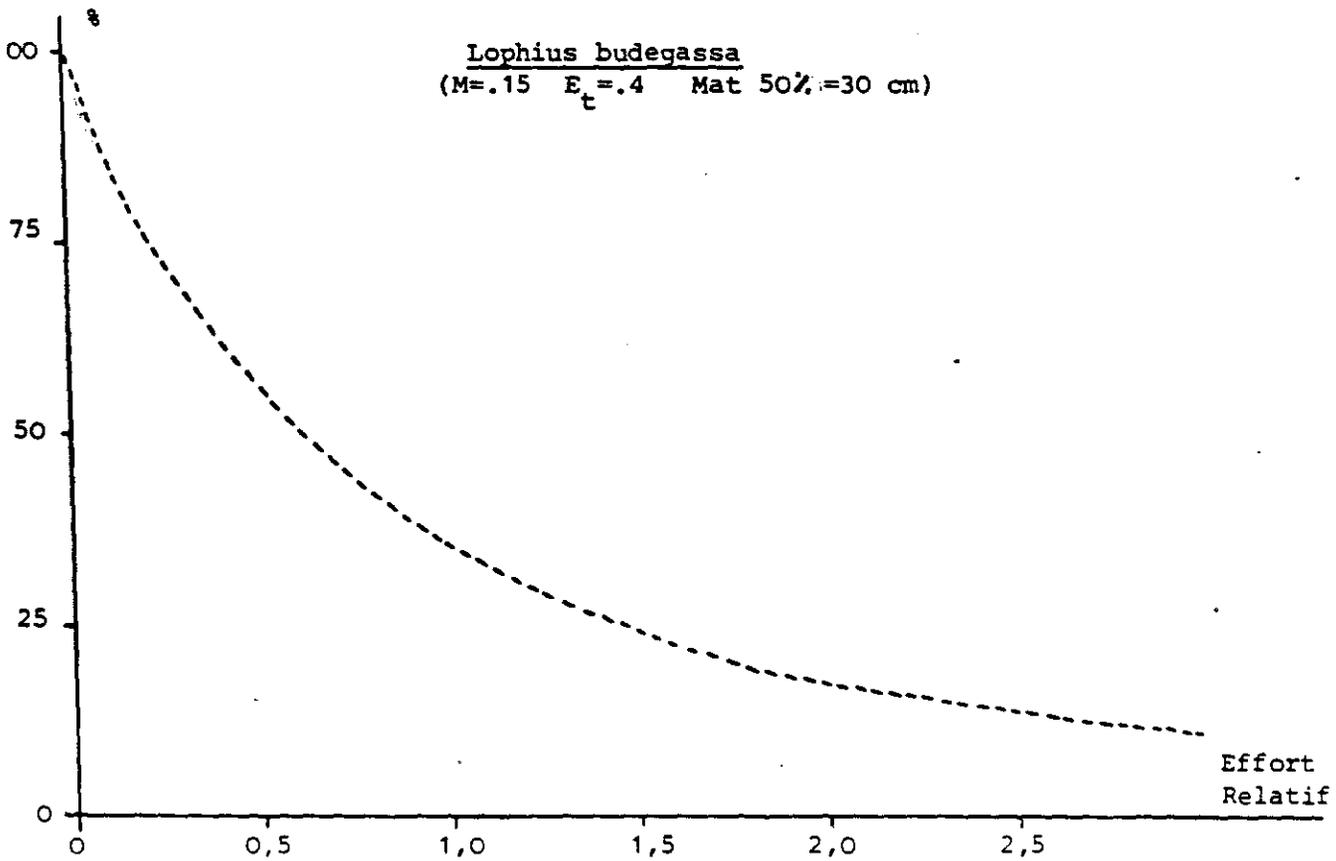
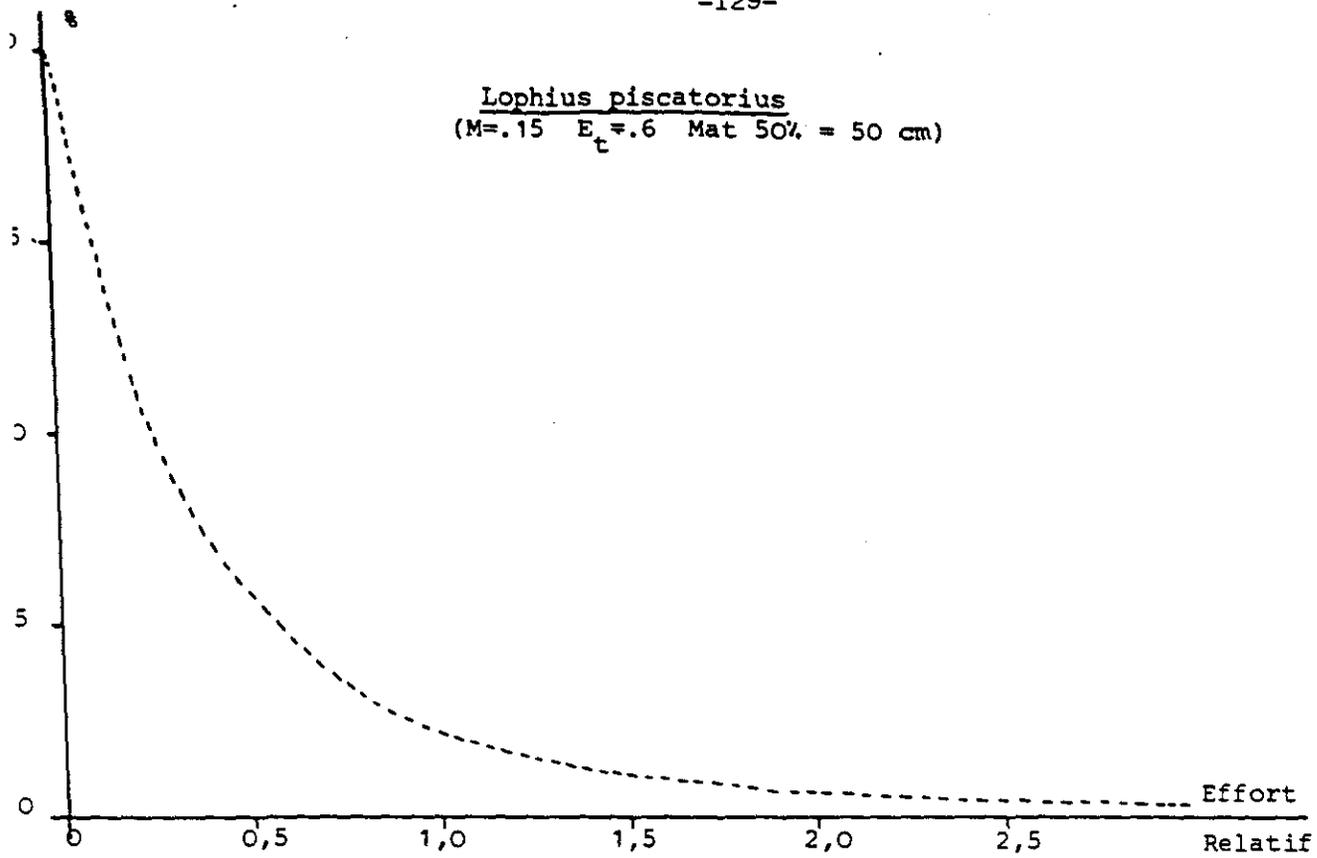


Figure 24 : Evolution de la biomasse féconde en fonction de l'effort relatif (en pourcentage de la biomasse féconde du stock vierge) pour les baudroies blanches et noires du Plateau Celtique.

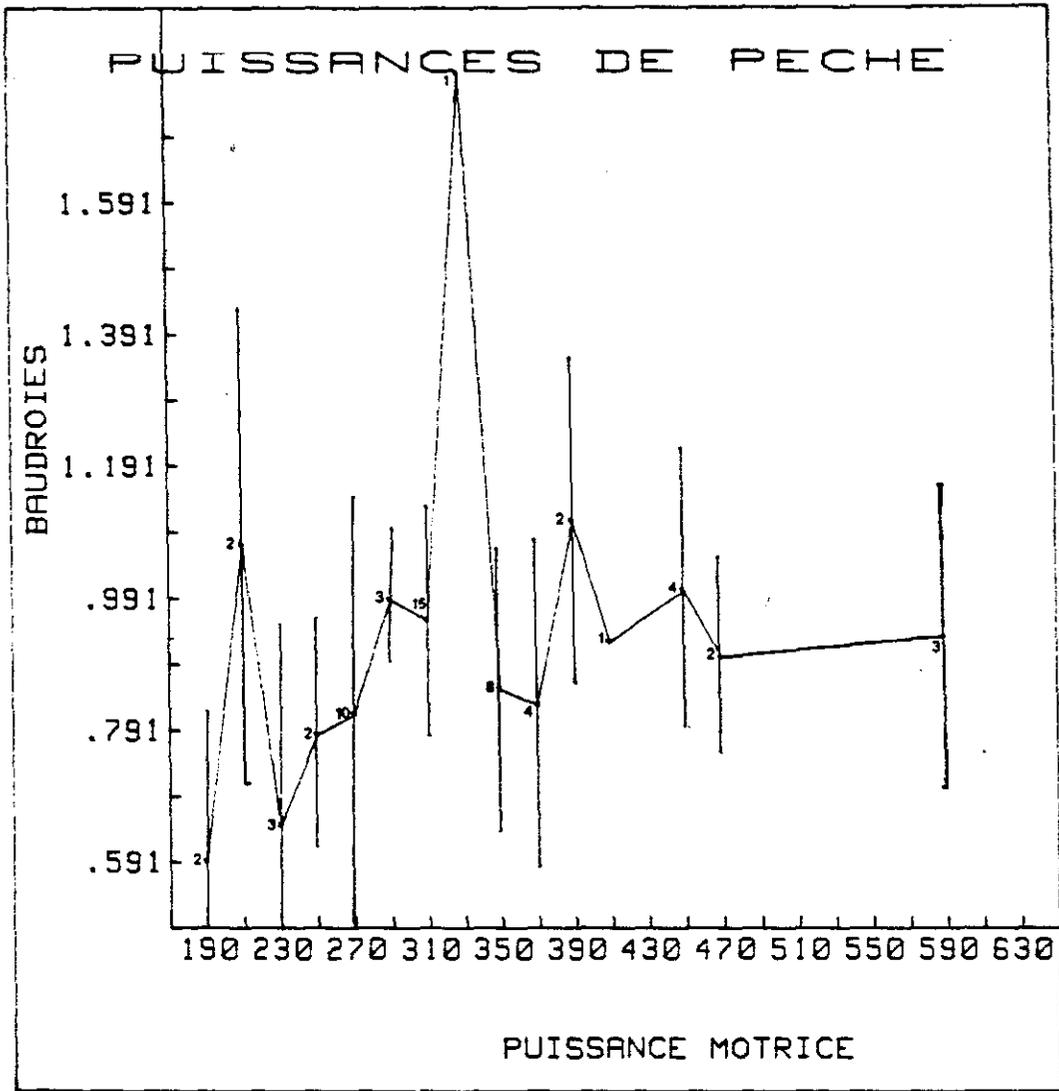


Figure 25

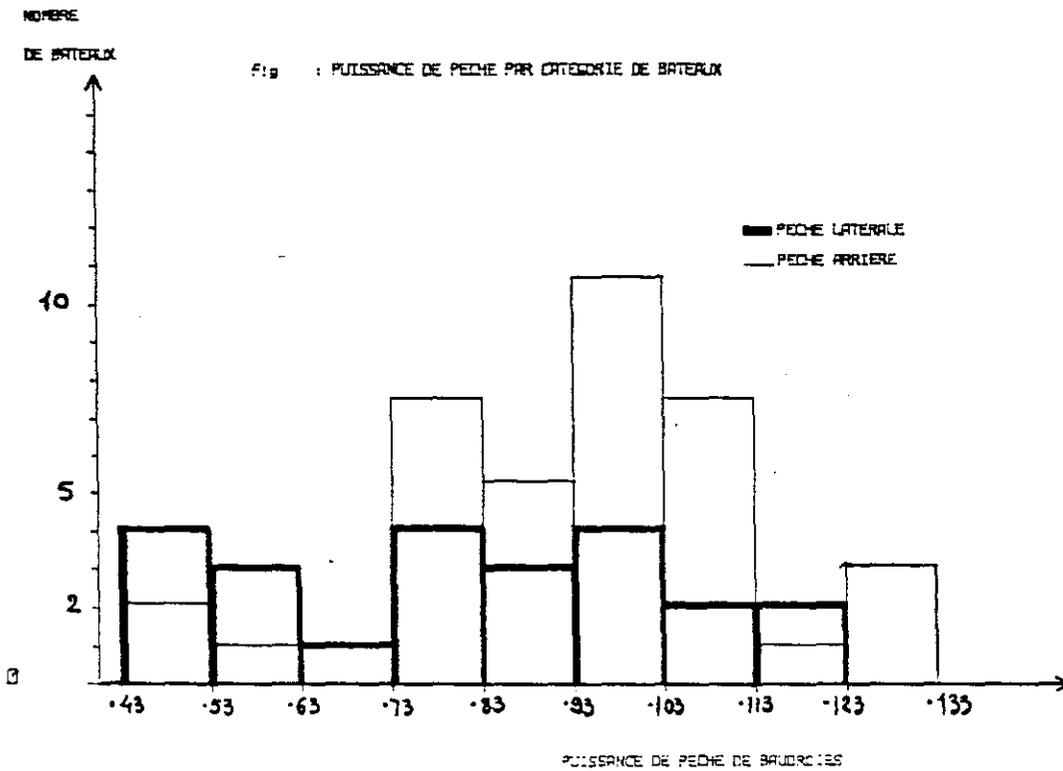


Figure 26

Mois \ Secteur	7E ₂	7F ₁	7G ₁	7G ₂	7G ₃	7G ₄	7H ₂	7H ₃	8A ₂
01	.71						1.37		1.35
02		.49	.64				1		1.34
03		.20	.51				1.10		1.21
04		.26	.49				1.09		1.06
05		.46	.41				.90		.94

Densité apparente de baudroie

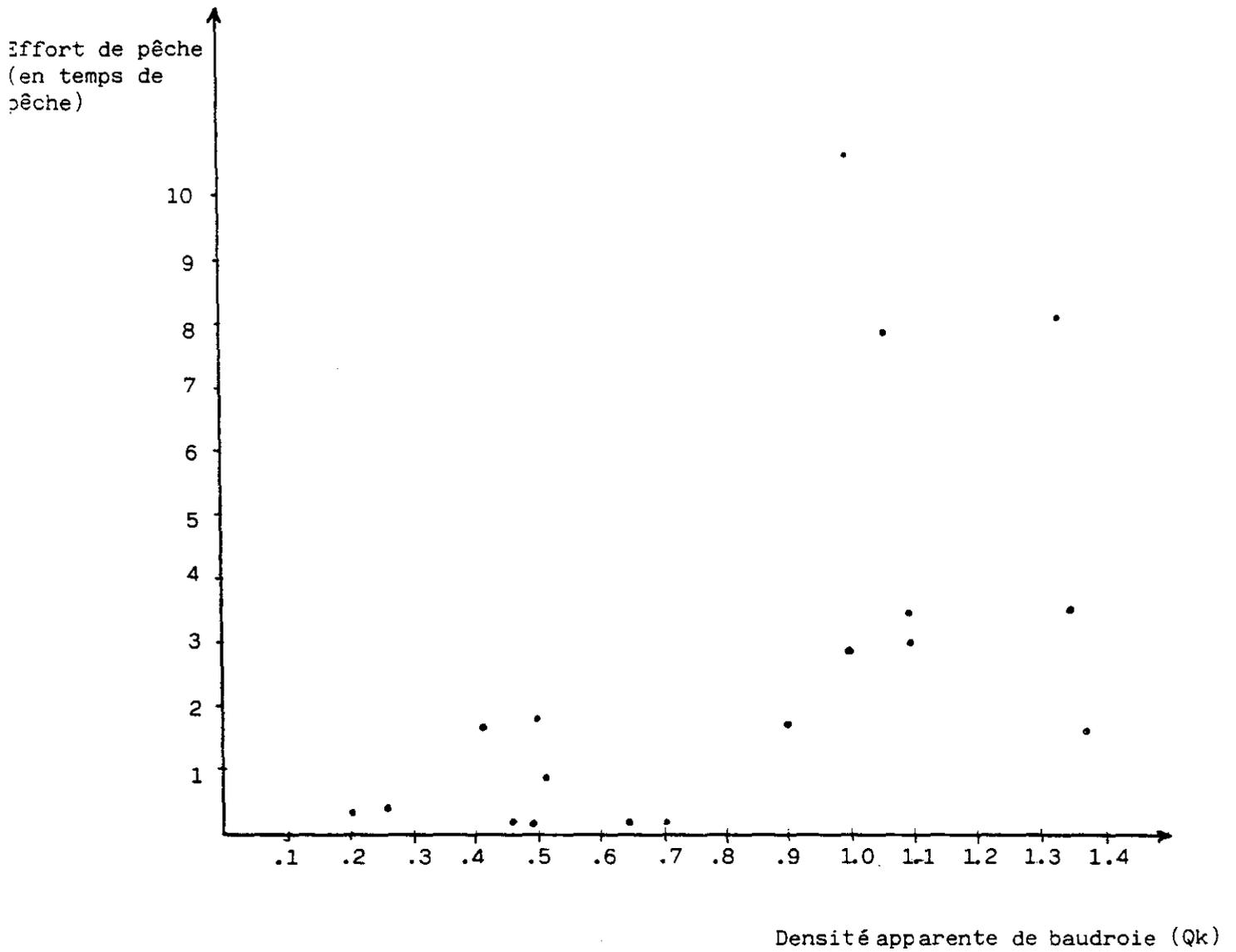


Figure 27 : Strategie de peche de la flottille du Guilvinec

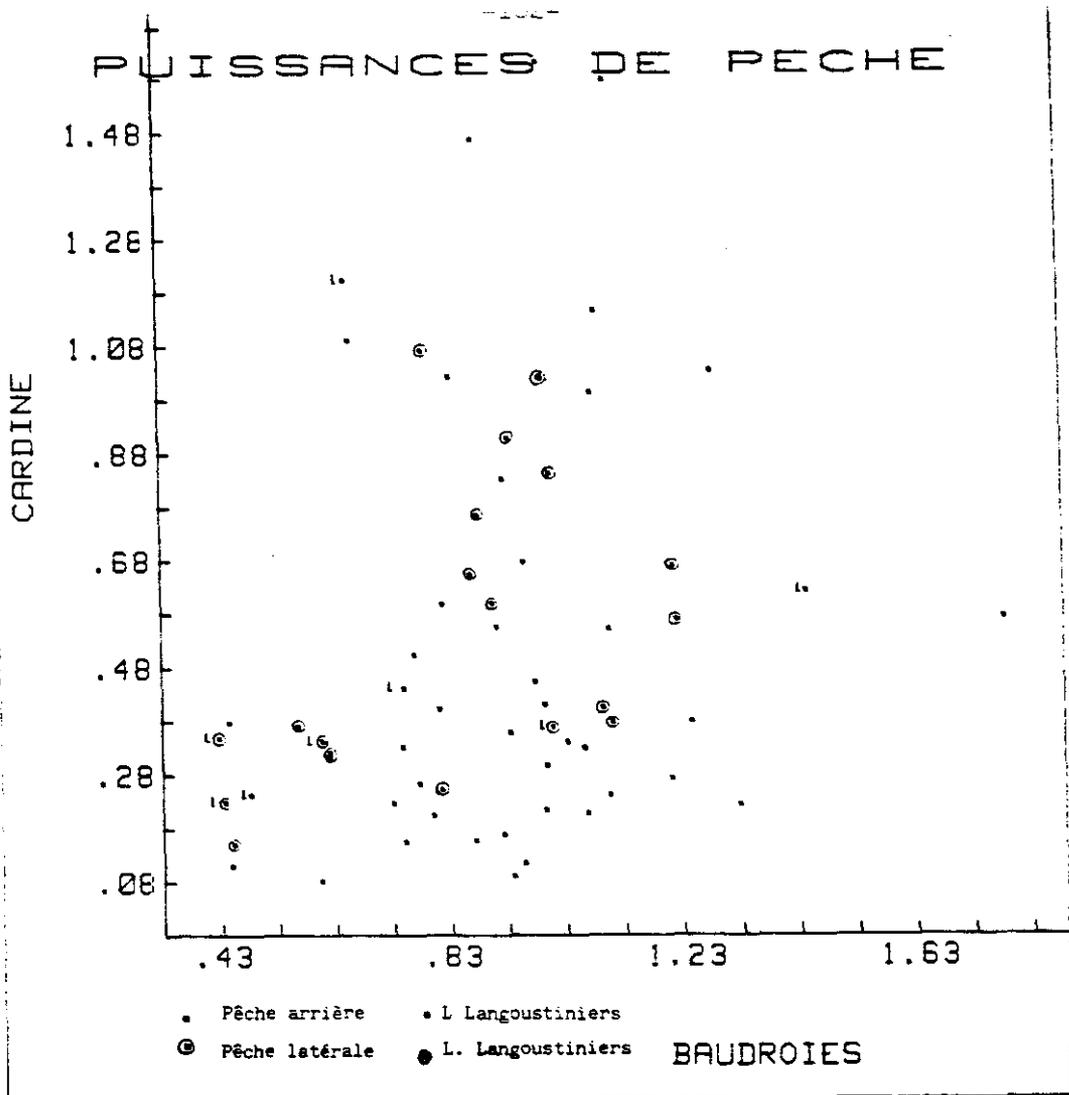


Figure 28

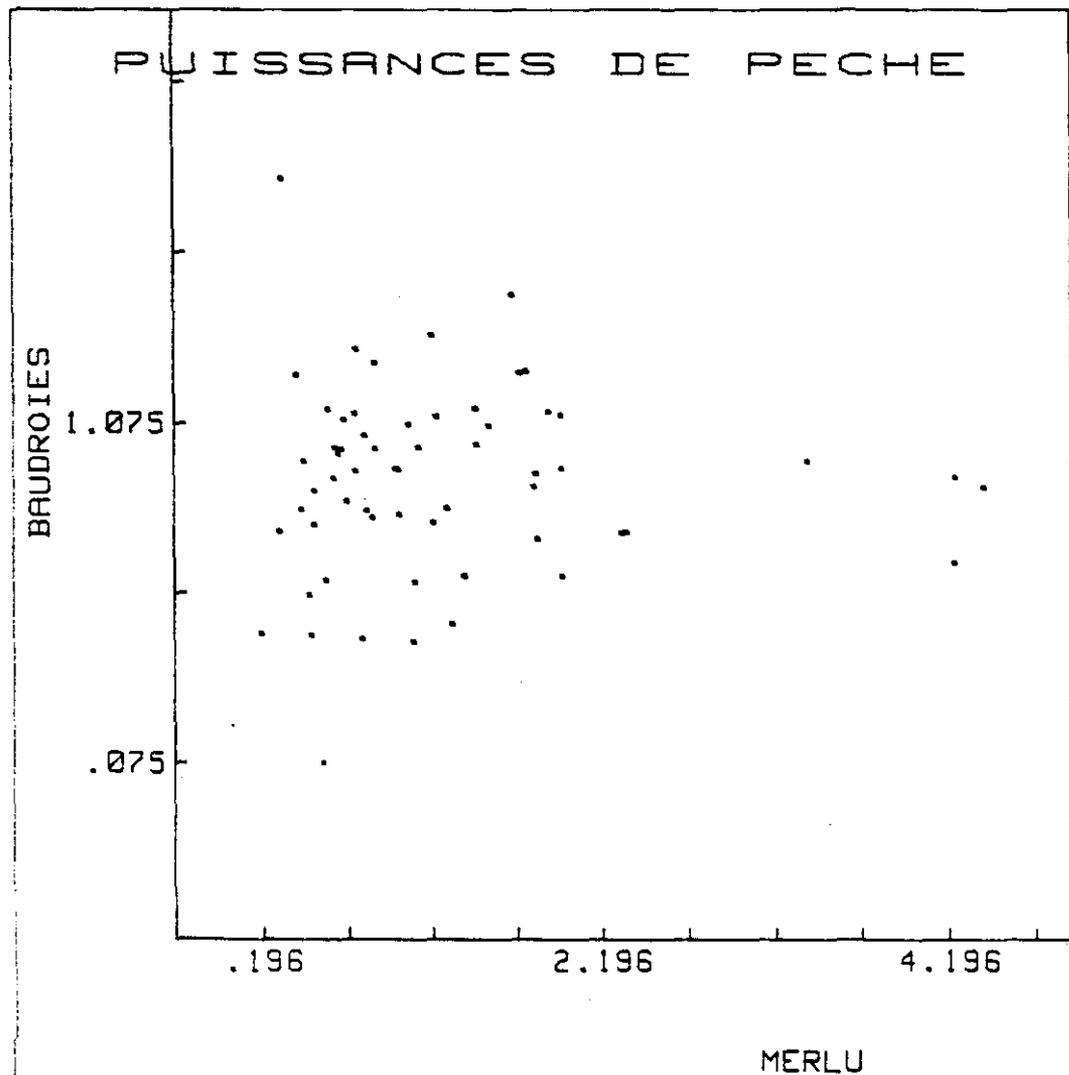


Figure 29

ANNEXE 1

ETUDE DES ANNEAUX DE CROISSANCE INSCRITS DANS LES
CORPS VERTEBRAUX DE RAJA NAEVUS

par Marie Henriette DU BUIT et Frank MAHEUX

- SOMMAIRE -

. INTRODUCTION

. MATERIEL ET METHODES

1) Prelevements

2) Nettoyage

3) Fixation

4) Inclusion et coupe

5) Décalcification

6) Brulage doux

7) Eclaircissement

8) Colorations

- coloration par des laques

- coloration par substitution

9) Methodes d'observation

. RESULTATS

. CONCLUSION

. BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Les captures françaises de raies en mer Celtique et mer d'Irlande ont atteint 8450 tonnes en 1980, ceci les place au 3^{ème} rang en poids des débarquements de poissons provenant de cette zone. Cependant, ces apports ont marqué un net déclin au cours des 20 dernières années (en dépit d'un effort de pêche constant). Cette situation inquiétante pour l'avenir de ces stocks, a déterminé la mise en place d'un programme d'observations établi pour recueillir les données nécessaires à l'élaboration d'un modèle de gestion.

Le premier point qui a retenu l'attention concerne la croissance des raies. Le problème de la détermination de l'âge des raies a déjà été évoqué par différents auteurs (Ishiyama, 1951 ; Daiberg, 1960 ; Holden, 1972; Du Buit, 1977; Ryland et Ajayi, 1984). Toutes ces études sont basées sur la lecture des anneaux de croissance inscrits dans les corps vertébraux. Holden et Vince (1973) ont démontré qu'il s'en formait 2 par an : une zone de croissance et une zone de repos. Ces techniques font généralement appel à des procédés d'imprégnation et de coloration successives.

Le principal inconvénient de ces méthodes tient à la longueur des manipulations (plusieurs jours de traitement). Aussi, le but de cette étude consiste-t-il à mettre au point une méthode destinée à révéler ces anneaux et applicable de façon routinière dans le cadre d'un programme d'échantillonnage des populations; cette méthode doit donc impérativement être simple, rapide et fiable.

Parmi les dix espèces de raies débarquées à Concarneau, Raja naevus a été choisie en raison de son importance (50% des apports)

MATERIEL et METHODES

1) Prélèvement.

Les vertèbres sont prélevées à la criée de Concarneau sur des spécimens mâles et femelles, d'une longueur de 35 à 68 cm.

Les prélèvements, 5 vertèbres environ, sont effectués à deux niveaux de la colonne vertébrale :

A) Le premier dans la zone abdominale qui est classiquement reconnue comme étant la plus favorable à l'examen des anneaux de croissance (Ishiyama, 1951, Daiberg, 1960).

B) Le second dans la partie caudale. Ceci facilite les manipulations sans déprécier les poissons en aucune manière.

2) Nettoyage .

Les vertèbres sont lavées et débarassées soigneusement des tissus adhérents (chairs, ligaments intervétébraux, vaisseaux). Ce nettoyage, relativement long et minutieux, est important pour la bonne tenue du matériel lors de l'inclusion et de la coupe. Il est facilité par un passage à l'eau bouillante durant quelques minutes.

Quelques vertèbres (qui ne seront pas fixées) ont été séchées à l'étuve à 35°C.

3) Fixation .

Trois modes de fixation sont testés :

- Formol 10% pendant 5 h
- Alcool 70% pendant 1 h
- Alcool 95° pendant 1 h.

Puis séchage à température ambiante.

4) Inclusions et coupes .

Les vertèbres sont incluses dans une résine polyester selon la technique mise au point pour les otolithes (Souplet A. et Dufour J.L., 1983).

Une première couche de support est coulée dans le moule (5 mn environ). Après 20 minutes de séchage à la température ambiante, une deuxième couche plus mince (2 à 3 mn) est ajoutée. On place les vertèbres dans cette couche encore visqueuse, à plat (axe vertical, reposant sur la couche déjà durcie ; le cône inférieur et les anfractuosités doivent être noyés dans la résine. Il faut veiller à aligner soigneusement les centri dans le futur plan de coupe et éviter les bulles, la résine doit adhérer aux vertèbres pour permettre l'obtention de lames minces solides. On modifiera la quantité d'accélérateur en fonction du temps nécessaire à la mise en place de la série de vertèbres.

Enfin, on recouvre le tout d'une troisième couche de résine de 6 mm environ.

Après polymérisation (12 heures environ), les blocs sont débités transversalement en lames minces de 0,5 mm d'épaisseur à l'aide d'un disque diamanté.

Il peut être nécessaire de poncer les coupes à l'eau sur papier abrasif fin pour éliminer les traces de scie nuisibles à une bonne coloration et de les laver ensuite pour les débarrasser de tout dépôt de sciure.

5) Décalcification .

Un lot de vertèbres est décalcifié à l'acide nitrique à 5% pendant 20 à 30 minutes, puis lavé au sulfate de sodium à 5% .

6) Brulage doux .

Les corps vertébraux sont plongés quelques minutes dans la glycérine pure portée à 180°C.

7) Eclaircissement .

Les coupes sont éclaircies dans la créosote de hêtre pure ou diluée et dans du xylène pendant 1 à 6 heures.

8) Coloration .

Les méthodes de coloration utilisées peuvent être classées en deux groupes :

- coloration par des laques
- coloration par substitution

a) Coloration par des laques :

. Hematoxyline - Rouge congo

- coloration des coupes à l'hématoxyline de Delafield à 6% pendant 1 heure.
- lavage à l'eau distillée.
- coloration de fond au rouge congo à 0,3% pendant 10 minutes
- rinçage à l'eau courante.

. Alizarine (Williams, 1941)

- mordencage à la potasse (10, 15 et 5%) durant 20 minutes.
- coloration à l'alizarine et potasse (2%) pendant 6 heures.
- traitement à la potasse (2%) et glycérine pendant 12 heures
- rinçage à l'eau courante.

. Alizarine sulfonate de sodium

- mordencage à la potasse (10%) pendant 15 minutes.
- coloration par une solution aqueuse du colorant à 2% pendant 6 heures.
- traitement à la potasse (2%) et glycérine pendant 12 heures.
- rinçage à l'eau courante.

. Purpurine

- coloration par une solution aqueuse du colorant à 1% et 3% pendant 1 heure.
- rinçage à l'eau distillée.
- éclaircissement au Benzène, eau oxygénée ou toluène.

. Purpurate d'ammonium (Murexide)

- coloration par une solution de Murexide à 4% pendant 30 minutes.

- rinçage à l'eau distillée.
- . Bleu Alcyon 8 GS (colour Index 74240)
 - coloration par une solution aqueuse de Bleu Alcyon à 5% durant 1 à 2 heures.
 - rinçage à l'eau courante.
- . Thionine (colour Index 52000)
 - coloration par une solution aqueuse de Thionine à 2,5% ou 10% pendant 30 à 45 minutes.
 - rinçage à l'eau distillée.
 - différenciation dans l'eau acétifiée à 1%.
 - rinçage à l'eau courante.
- . Bleu de Toluidine
 - coloration par une solution du colorant à 1% dans de l'alcool à 95° pendant 2 heures.
 - rinçage à l'eau courante.
- . Fushine (colour Index 42510)
 - coloration par une solution saturée de Fushine basique dans de l'alcool à 95° pendant 30 minutes.
 - rinçage à l'eau distillée.
 - décoloration à l'eau oxygénée et Benzène pendant 10 à 60 minutes.
- . Bleu de Polychrome
 - coloration par la solution commerciale pendant 30 minutes.
 - rinçage à l'eau courante.
- . Bleu de Méthylène (colour Index 52015)
 - coloration par une solution aqueuse à 0,5% pendant 15 minutes.
 - rinçage à l'eau courante.
- . Bleu Luxol solide
 - coloration par une solution à 5% dans de l'alcool à 95° pendant 1 heure.

- rinçage à l'eau courante.

. Eosine G. (colour Index 45380)

- coloration par une solution aqueuse à 1% pendant 15 minutes.
- régression par passage alternativement dans de l'eau distillée et de l'alcool à 70°.

. Solochrome cyanine R (colour Index 43820)

- solution : 1 g de colorant
2 ml d'acide acétique
58 ml d'eau distillée
- coloration par cette solution pendant 10 minutes
- différenciation à l'eau courante tiède (30°C).

b) Coloration par substitution :

Cette coloration est basée sur la différence existant entre les constantes de solubilité du calcium présent dans les vertèbres et celles des constituants du réactif. En présence de nitrate d'argent, de chlorure ou de nitrate de cobalt, le calcium (carbonate ou phosphate) des vertèbres passe en solution sous forme de nitrate ; il est remplacé par un cation du réactif qui est révélé dans un deuxième temps.

. Méthode de Von Kossa

- traitement à l'obscurité par une solution de nitrate d'argent à 0,5 ; 1 ; 2 ; 3 ; 5 et 10% pendant 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; 10 et 15 minutes.
- rinçage à l'eau distillée.
- révélations :
 - lumière du jour
 - solution d'Hydroquinone à 0,5% pendant 1' puis rinçage à l'eau distillée.
 - rayon ultra-violet.
- traitement par une solution de thiosulfate de sodium à 5% pendant 1 minute.
- rinçage à l'eau distillée.

- colorations de fond :
 - safranine (2%)
 - thionine (3%)
 - Bleu Alcyon (5%)
 - Bleu Polychrome (sol. commerciale)
- rinçage à l'eau courante.

. méthode de Stoelzner

- traitement des coupes par une solution de nitrate de cobalt à 1 ; 2 ; 5 et 10% pendant 1 ; 3 ; 5 ; 7 ; 10 et 15 minutes.
- rinçage à l'eau distillée.
- traitement par une solution aqueuse de sulfure d'ammonium à 1 ; 1,5 ; 2 ; 3 ; 5 et 10% durant quelques secondes à quelques minutes.
- rinçage à l'eau distillée.
- coloration de fond :
 - safranine (2%)
 - thionine (3%)
- rinçage à l'eau courante.

9) Méthodes d'observation .

Les observations sont réalisées :

- à la loupe binoculaire (en lumière réfléchie et en lumière transmise (éclairage oblique).
- au microscope polarisant.
- au projecteur de profil (IFREMER Lorient)..
- avec addition de filtres monochromatiques pour l'examen des coupes colorées.

Les coupes sont observées :

- à sec.
- dans de l'alcool à 70°.
- dans un mélange alcool 1/2 + glycérine 1/2.

RESULTATS

L'ensemble des résultats obtenus est présenté sous forme de deux tableaux récapitulatifs. Le premier concerne les différentes méthodes de traitement et condition de prélèvement des échantillons. Le second se rapporte aux différentes techniques de coloration utilisées.

Tableau 1 : méthodes de traitement et d'observation.

Opérations	Observations
Niveau de prélèvement	Lecture sur vertèbres caudales très difficile, anneaux étroits et serrés.
Séchage à l'étuve 35°C	Entraine une modification trop importante de la structure de la vertèbre.
Fixation Formol 10% Alcool 95° Alcool 70°	Le formol, et surtout l'alcool à 95° opacifient uniformément les coupes. Alcool 70° donne les résultats les plus satisfaisants.
Observation directe	Lecture de quelques anneaux possible, mais nombrement incomplet, contraste faible.
Décalcification	Gonflement du tissu osseux, impossibilité de lecture.
Brulage doux	Pas d'anneaux visibles, quelque soit le stade de traitement.
Eclaircissement	Ne permet pas d'améliorer le contraste.
Appareillages optiques d'observation	Lecteur de profil : diffusion trop importante. Microscope polarisant : ne facilite pas la lecture. Filtres monochromatiques : n'améliorent pas le contraste. Loupe binoculaire : résultats maximums en lumière transmise avec éclairage oblique.
Milieux d'observation	Alcool 70° Alcool/glycérine } pas d'amélioration notable à sec } meilleurs résultats

Tableau 2 : résultats des colorations.

Les résultats de coloration donnés ci dessous ont été obtenus sur des coupes de vertèbres abdominales fixées à l'alcool à 70°, non décalcifiées, examinées à sec à la loupe binoculaire en lumière transmise avec éclairage oblique.

Techniques	Observations
<u>Coloration par laques</u>	
Hematoxyline Rouge congo	Pas de définition d'anneaux; coloration uniforme
Alizarine	Seuls les premiers anneaux visibles, dénombrer incomplet.
Alizarine-sulfonate de sodium	Idem
Purpurine	Pas de coloration d'anneaux, coloration uniforme
Murexine	Anneaux visibles, contraste faible (photo.1)
Thionine	Pas de définition d'anneaux; coloration intense.
Bleu Alcyon	Anneaux lisibles; contraste bon; qualité et temps d'imprégnation irréguliers (photo.2).
Bleu de Toluïdine	Quelques anneaux visibles; contraste très faible.
Fushine	Pas de définition d'anneaux; coloration intense et uniforme.
Bleu de méthylène	Quelques anneaux lisibles; contraste faible; coloration instable.
Bleu de polychrome	Idem
Eosine 6.	Pas de définition d'anneaux; coloration intense.

Tableau 2 (suite)

Techniques	Observations
Bleu luxol	Premiers anneaux visibles; dénombrement incomplet. Coloration instable.
Solochrome Cyanine R	Pas de définition d'anneaux; coloration uniforme.
<u>Coloration par substitution</u> Méthode de Von Kossa	Dénombrement des anneaux possible. Méthode lente et délicate (révélation) (photo.3).
Méthode de Stoelzner	Dénombrement des anneaux possibles. Bon contraste; préparation stable. Solution de nitrate de cobalt à 4% pendant 5 mn. Solution de sulfure d'ammonium à 1% de la solution commerciale (à 20%) pendant quelques secondes, jusqu'à l'apparition d'une coloration grisâtre; rinçage immédiat. (photos.4, 5, 6, 7, 8). Coloration de fond à la safranine.

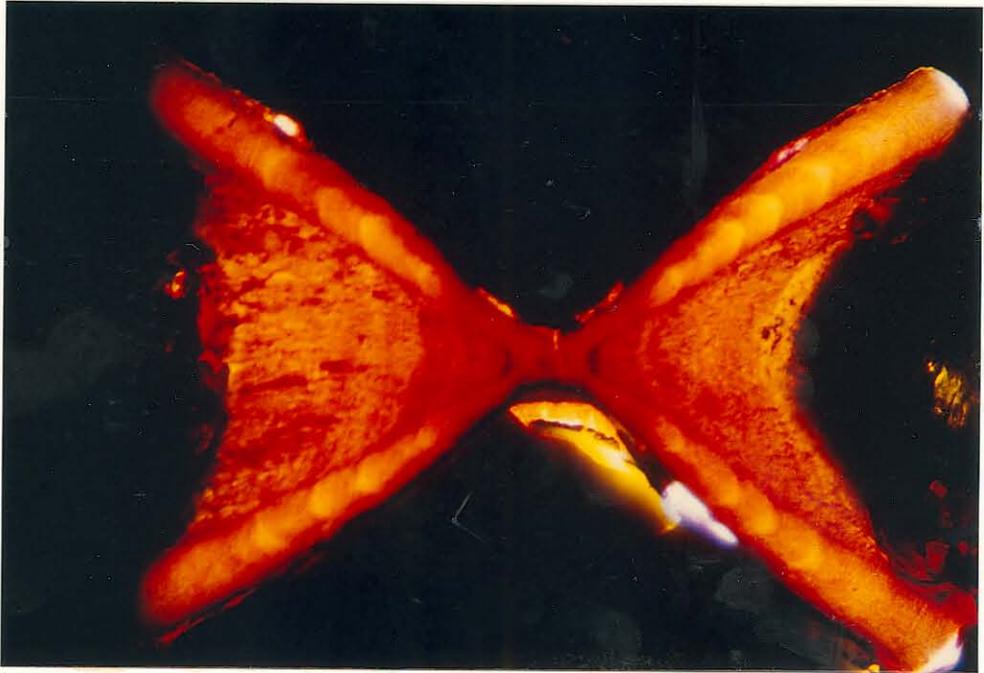


Photo 5 : Raja naevus ♀ LT 65 cm, ϕ vertèbre : 6 mm
Coloration : Nitrate de Cobalt - Safranine.

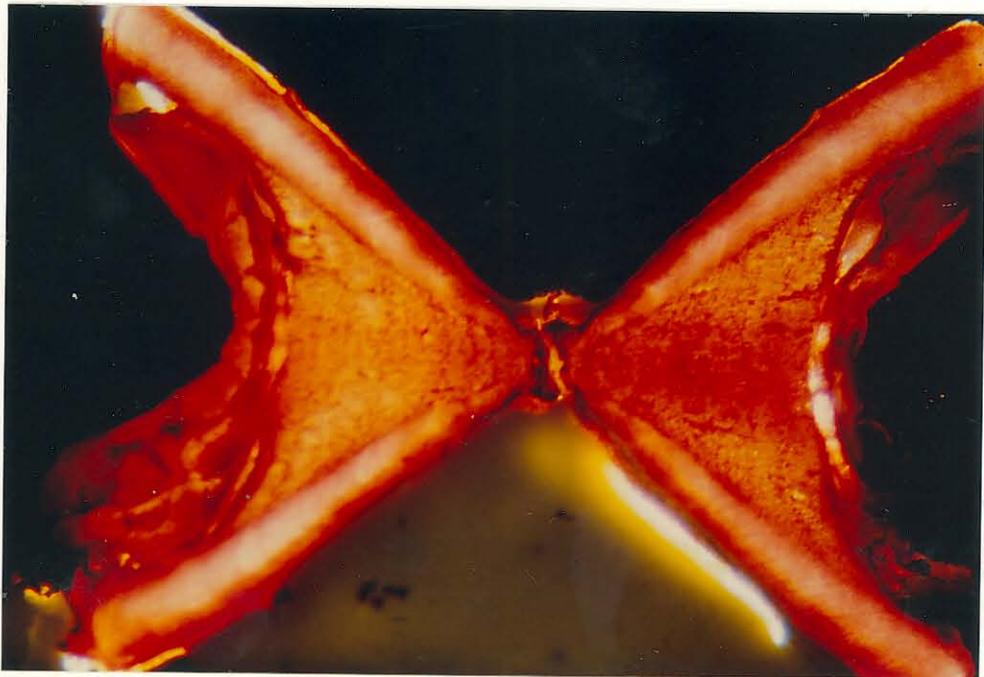


Photo 6 : Raja naevus ♀ LT 66 cm, ϕ vertèbre : 6,3 mm
Coloration : Nitrate de Cobalt - Safranine.



Photo 3 : Raja naevus ♂ LT 41 cm, ϕ vertèbre : 3 mm
Coloration : Nitrate de Cobalt - Thionine.

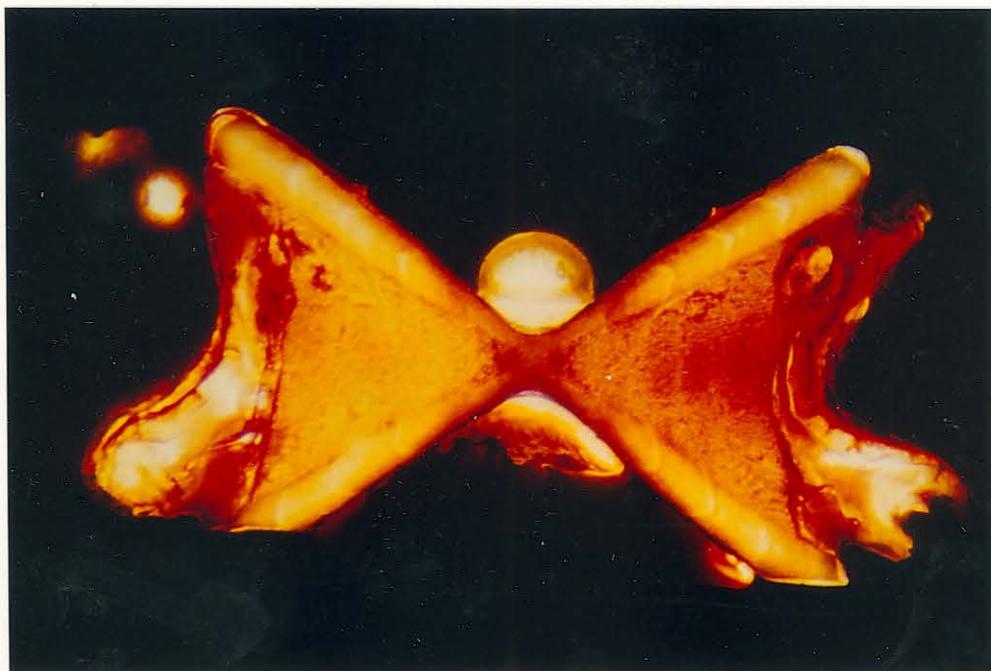


Photo 4 : Raja naevus ♀ LT 47 cm, ϕ vertèbre : 3,5 mm
Coloration : Nitrate de Cobalt - Safranine.

Les documents présentés ci-dessous illustrent quelques aspects des images obtenues de coupes colorées de vertèbres abdominales fixées à l'Alcool 70° non décalcifiées, examinées à "sec" à la loupe binoculaire en lumière transmise avec éclairage oblique.

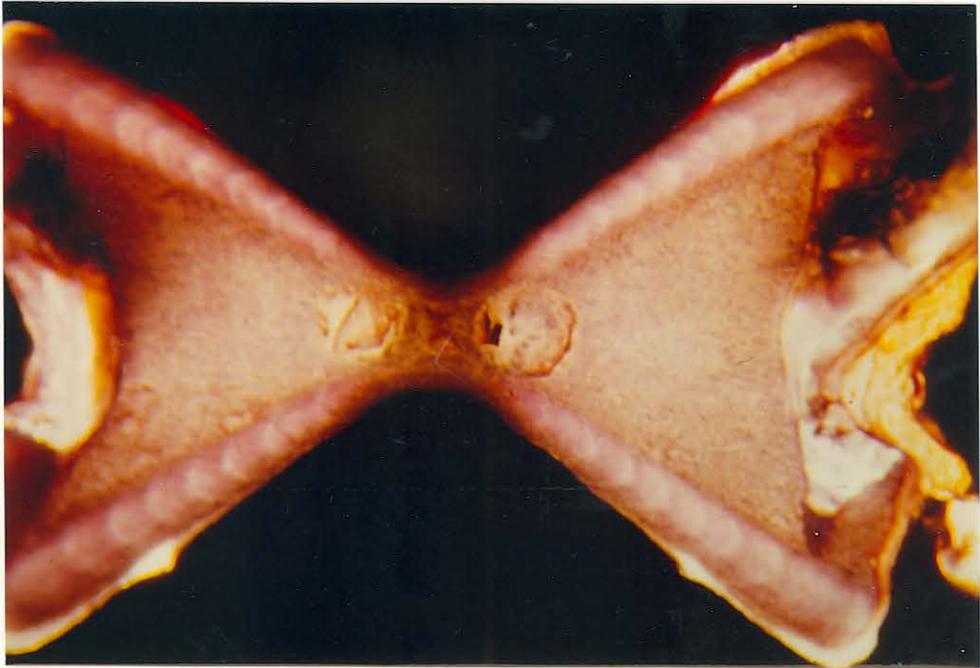


Photo 1 : Raja naevus ♂ LT 63 cm, ϕ vertèbres : 6 mm
Coloration : Purpurate d'ammonium.

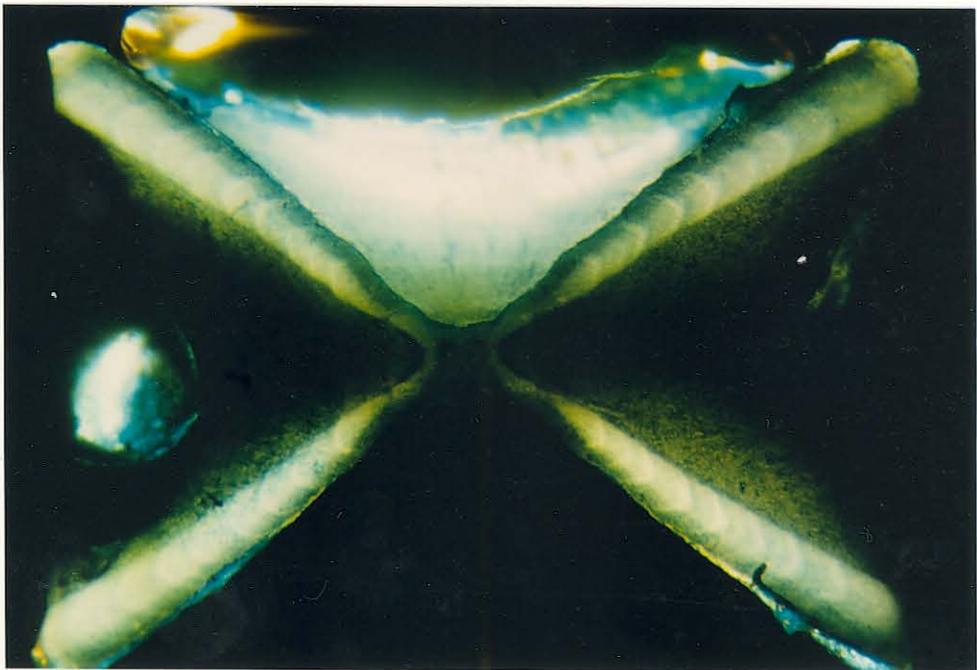


Photo 2 : Raja naevus ♀ LT 61 cm, ϕ vertèbres : 5,4 mm
Coloration : Bleu Alcyan.

CONCLUSION

L'analyse des résultats obtenus au cours de ces essais de lecture des zones de croissance et des annuli sur les coupes de corps vertébraux de Raja naevus permet de dégager les points suivants :

- En premier lieu, on constate que le meilleur moyen d'observation demeure la loupe binoculaire. En particulier les systèmes introduisant des dispositifs polarisants ou des filtres monochromatiques sont totalement inefficaces. C'est également le cas du projecteur de profil.

- L'inclusion, l'alignement et la coupe sont très délicats à réaliser sur des vertèbres de petite taille (individus de moins de 30 cm)

- La mise en évidence significative des anneaux de croissance est plus difficile (voire impossible) sur les vertèbres caudales que sur les vertèbres abdominales d'un même individu. En effet, les anneaux sont plus étroits et plus rapprochés.

- L'alcool à 70° semble être le fixateur le mieux adapté à ce problème. Il convient à toutes les colorations et améliore le contraste entre zones de croissance et annuli. L'alcool à 95° et le formol à 10% sont déconseillés car ils opacifient les coupes.

- La décalcification n'a pas donné de résultat satisfaisant. De même, les techniques de brulage et d'éclaircissement n'ont pas facilité l'observation des anneaux.

- Enfin, la technique de mise en évidence des annuli la plus efficace et la plus simple semble être celle qui utilise le nitrate de Cobalt et la Safranine. En effet, elle permet d'obtenir rapidement un contraste suffisant pour les dénombrer. Malgré la mise en oeuvre rapide de cette technique, la durée totale des manipulations (prélèvements - lecture) peut être estimée à 45 mn/individu.

Dans tout les cas, une forte proportion de vertèbres que l'on peut évaluer à plus de 50%, reste inutilisable, soit parce que tous les anneaux n'apparaissent pas (c'est le cas fréquemment observé pour les derniers anneaux), soit parce qu'ils n'apparaissent pas du tout.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAIBERG, F.C. , 1960 - A technique for age determination in the skate,
Raja eglantaria.
Copeia, 258-260.
- DU BUIT, M.H. , 1977 - Age et croissance de Raja batis et de Raja naevus
en mer Celtique.
J. Cons. int. Explor. Mer , 37 : 261-265.
- GABE, M. , 1968 - Techniques histologiques.
Masson et Cie , Paris.
- HOLDEN, M.J. , 1972 - The growth rate of Raja brachyura, R. clavata and
R. montagui as determined from tagging data.
J. Cons. int. Explor. Mer , 34 : 161-168.
- HOLDEN, M.J. and MEADOWS, P.S. , 1962 - The structure of the spine of
the spur dogfish (Squalus acanthias L.) and its use for age
determination.
J. Mar. Biol. Ass. U.K. , 42 : 179-197.
- HOLDEN, M.J. and VINCE, M.R. , 1973 - Age validation studies on the centre
of Raja clavata using tetracycline.
J. Cons. Inter. Explor. Mer , 35 : 13-17.
- ISHIYAMA, R. , 1951 - Studies on rays and skates belonging to the family
Rajidae, found in Japon and adjacent regions - 2 - On the age
determination of Japanese black-skate, Raja fusca Garman (Pre-
liminary report).
Bull. Jap. Soc. scient. Fish. , 16 : 112-118.
- ROSSOUW, G.S. , 1984 - Age and growth of the sand shark Rhinobatos annu-
tus, in Algoa Bay, South Africa.
J. Fish Biol. , 25 : 213-222.

RYLAND, G.S. and AJAYI, T.O. , 1984 - Growth and population dynamics of three Raja species (Batoidei) in Carmarthen Bay, British Isles.

J. Cons. int. Explor. Mer , 41 : 111 - 220.

SOUPLET, A. et DUFOUR, J.L. , 1983 - Développement des techniques de lecture des otolithes en coupes fines.

Rapp. techn. ISTPM, n° 5 , 1983.

STEVENS, J.D. , 1975 - Vertebral rings as a method of age determination in the blue shark (Prionace glauca).

J. mar. biol. Ass. U.K. , 55 : 657-665.

TAYLOR, A.J. and HOLDEN, M.J. , 1964 - The preparation and use of the vertebrae for age determination in rays.

CIPEM, Near North Seas comm. (Ronéo). 5 p.

ANNEXE 2 *

Données sur la croissance de la Baudroie blanche (Lophius piscatorius) des cotes françaises de l'Atlantique (Division CIEM VII et VIII)

H. DUPOUY et B. KERGOAT

Résumé

Dans cette étude on tente de définir les paramètres de la croissance en taille de la baudroie blanche du Plateau Celtique (Division CIEM VII) et du Golfe de Gascogne (Division CIEM VIII). La méthodologie employée repose à la fois sur des lectures directes des anneaux du premier rayon de la première nageoire dorsale (illicium) et sur des interprétations des structures en tailles obtenues par échantillonnage des captures commerciales et des captures des navires de recherche. Une comparaison entre les courbes de croissance obtenues pour les mâles et les femelles ainsi que pour chacun des secteurs est présentée.

Summary:

In this paper, an attempt to determine the growth parameters of the white monkfish, Lophius piscatorius, is presented for the two areas commercially fished in front of the French Atlantic coast : the Celtic sea (ICES Div. VII) and the Bay of Biscay (ICES Div. VIII). This study is based upon two different methods : direct ageing of illicium (the first ray of the first dorsal fin) and analysis of length frequency distributions. Samples were obtained from both research surveys and commercial landings. A comparison between the growth curves, sex separated, from each area is made.

* Ce travail a fait l'objet d'une publication au CIEM sous la référence CM 1985/G : 36.

I. Introduction

La croissance de la baudroie Lophius piscatorius a été peu étudiée dans le passé (FULTON, 1902 ; GUILLOU, 1978 ; TSIMENIDIS et ONDRIAS, 1980). Ceci résulte probablement du faible intérêt pour cette espèce, qui jusqu'à une époque récente n'était pas considérée comme importante pour la pêche commerciale, mais aussi de la difficulté de l'étude elle-même comme l'attestent les fortes divergences dans les résultats obtenus par ces auteurs (voir tableau I). L'étude de FULTON était fondée sur l'analyse des tailles des baudroies capturées près des côtes britanniques tandis que celle de GUILLOU sur la lecture des otolithes provenant à la fois du Plateau Celtique et du Golfe de Gascogne, et celle des auteurs grecs sur la lecture des otolithes de baudroies de la Mer Egée. Bien que l'on ne puisse écarter des différences dues à des secteurs de prélèvements éloignés les uns des autres, les divergences sont telles que nous avons essayé de reprendre cette étude à l'aide d'une méthodologie fondée à la fois sur les lectures directes de pièces anatomiques et par l'interprétation des distributions de longueurs. Le secteur d'étude est constitué de deux zones adjacentes :

- le Plateau Celtique, (Division CIEM VII)-
- le Golfe de Gascogne, (Division CIEM VIII).

C'est dans ces deux zones que près de 2/3 des captures commerciales de baudroie sont réalisées par les pays européens. Précisons également que cette étude a été réalisée dans le cadre d'un programme de gestion des stocks et que l'on s'attache à définir les principaux paramètres de la courbe de croissance de VAN BERTALANFFY afin de les introduire ultérieurement dans des modèles plus généraux. Les éventuelles divergences de croissance entre les mâles et les femelles ainsi qu'entre le Plateau Celtique et le Golfe de Gascogne doivent également être appréciées.

II. Protocole

Les échantillons de baudroie proviennent à la fois de captures de navires de recherche et de captures commerciales. Sur la plupart des lieux de pêche les deux espèces de baudroies présentes dans le Nord-Est Atlantique sont mélangées. Le tri s'effectue d'après la couleur du péritoine qui est noir pour Lophius budegassa et blanc pour Lophius piscatorius. Les sexes sont aisément identifiables, du moins chez les adultes, le mâle présentant des gonades de forme tubulaire alors que chez la femelle les gonades se présentent sous forme d'un ruban allongé et contourné. Les baudroies débarquées en criée étant vidées, il est souvent difficile d'identifier les sexes ; ainsi les mensurations commerciales pour les analyses de distribution de fréquence ne portent que sur des individus non sexés. De même lors des campagnes de recherches réalisées avant 1984, la plupart des mensurations ont été faites sur des individus non sexés. A partir de 1984 nous disposons de mensurations et de collections de pièces dures pour l'"âgeage" par sexe à la fois sur le Plateau Celtique (Campagne PROCELT de juin 1984 et criée de Lorient en juillet 1984) et dans le Golfe de Gascogne (Campagne SOLMER de février, juin, août, novembre 1984 et langoustine d'avril 1984). La localisation de ces campagnes est portée sur la figure 1. Toutes les mensurations ont été faites sur une règle à butée, l'animal ayant la gueule fermée. La longueur totale a été mesurée au cm inférieur.

Parmi les pièces dures, l'illicium (premier rayon de la première nageoire dorsale) s'est rapidement imposé comme donnant les résultats les plus fiables. En effet, pour les otolithes il n'est pas rare de trouver des interprétations de

l'âge variant du simple au double alors que pour les illiciums les discordances entre lecteurs sont généralement réduites à 1 an voire 2 ans. La méthode de préparation et d'interprétation des illiciums sera traitée à part (DUPOUY, PAJOT, KERGOAT in prep.). Précisons que les illiciums sont inclus dans la résine polyester puis découpés en lames fines et lus au projecteur de profil. Il est intéressant de noter que ces coupes permettent de différencier les deux espèces de baudroies ce qui conduit à un nouveau tri spécifique, les collections de pièces de Lophius piscatorius fondées sur la couleur du péritoine contenant souvent un pourcentage de l'ordre de 1 à 5 % de Lophius budegassa résultant soit de mauvaise identification, soit d'erreurs de manipulations. Au total, plus de 1000 illiciums ont été analysés pour cette étude, la plupart de ces pièces ont fait l'objet de trois lectures différentes : les deux premières lectures étant effectuées par deux lecteurs séparément et la dernière par les deux lecteurs réunis. En cas de divergences à la troisième lecture, les pièces ont été rejetées.

III. Résultats

- Division VII (Plateau Celtique)

1. Lectures directes.

Les échantillons sont constitués de 300 illiciums récoltés pendant la campagne PROCELT (juin 1984) et 264 illiciums récoltés en criée de Lorient en juillet 1984. Sur ce total de 564, seuls 466 illiciums ont été retenus après examen des coupes, soit 263 mâles et 203 femelles.

Les résultats des lectures sont présentés sur la figure 2 pour les mâles et les femelles respectivement. Vu la proximité des deux sources de prélèvement (juin et juillet respectivement), leur complémentarité au niveau des tailles individuelles et les faibles différences observées dans les résultats de ces deux échantillons, nous les avons regroupés pour la détermination des paramètres de la courbe de VON BERTALANFFY. En outre, pour des raisons de commodité, nous avons fixé l'anniversaire au 1er janvier. Les résultats des calculs effectués par la méthode d'ajustement par les moindres carrés pondérés en utilisant BGC2 de TOMLINSON et ABRAMSON (1961), sur l'ordinateur DPS7 de l'IFREMER sont présentés dans le tableau II.

On constate que les paramètres de VON BERTALANFFY diffèrent sensiblement pour les mâles et les femelles, la valeur de Loo étant nettement plus élevée pour ces dernières et le K plus faible. Toutefois les points calculés, tout comme les points expérimentaux montrent que jusqu'à l'âge de 6 ans, les deux courbes sont pratiquement identiques et que les divergences restent faibles jusqu'à 8 ans. Au delà les données expérimentales sont trop peu nombreuses pour les mâles pour se faire une idée exacte des divergences de croissance. Il semble toutefois que les mâles deviennent rares au delà de 1 m alors que les femelles atteignent 1,20 m à 1,40 m (Figure 3). Les vitesses de croissance sont de 12 cm/an à deux ans, de 9 cm/an à cinq ans pour les deux sexes et de 5 mm pour les mâles contre 8 mm pour les femelles à sept ans.

2. Analyse des distributions en longueurs

Depuis 1984, un échantillonnage systématique des débarquements de baudroies est pratiqué dans les principaux ports producteurs de France. Les mensurations, sur des individus non sexés, sont regroupées par trimestre et par secteur de pêche (DUPOUY, données non publiées). Ainsi de 600 à 1200 individus prélevés dans l'éventail des catégories commerciales débarquées par les chalutiers

semi-industriels concarnois en provenance du Plateau Celtique et capturés à l'aide de chalut à maillage de 80 mm étiré sont mesurés chaque trimestre. Les rejets en mer après tri manuel concernent une fraction minimum de la capture et se portent sur des individus de taille inférieure à 25 cm. On peut donc considérer en première analyse que les distributions de longueurs des débarquements présentées dans la figure 4 sont peu affectées par le tri manuel à bord des navires et également par la sélectivité du maillage de 80 mm.

Au premier trimestre on note un mode à 34 cm que l'on retrouve respectivement à 43 cm et 44 cm au troisième et quatrième trimestre. De même le mode à 44 cm du premier trimestre passe à 54 cm et 56 cm pour les deux derniers trimestres tandis que le troisième mode à 53 cm passe à 63 cm au troisième trimestre et se maintient à cette valeur au quatrième trimestre. Pour les modes suivants l'interprétation est plus délicate et deux hypothèses sont avancées :

- soit un mode par année comme précédemment et dans ce cas les modes à 60, 66, 71 du premier trimestre se retrouveraient à 70, 75, 80 cm au quatrième trimestre,

- soit un "bimodalisme" annuel, les modes du premier trimestre à 60 cm et 66 cm (moyenne 63 cm) correspondant au groupe VI, ceux à 71 cm et 75 cm (moyenne 73 cm) au groupe VII. Au quatrième trimestre le groupe VI passerait à 70 cm et 71 cm (moyenne 72,5 cm) et le groupe VII entre 78 cm et 88 cm (moyenne 83 cm).

En outre, si l'on considère que la croissance entre le quatrième trimestre 1984 et le premier trimestre 1985 est négligeable, on obtient une estimation de l'accroissement annuel de longueur que l'on peut comparer avec la distance séparant deux groupes d'âge consécutifs dans les distributions de longueurs présentées. Les résultats de cette analyse modale sont présentés dans le tableau III. Jusqu'à 6 ans les deux hypothèses donnent des résultats très proches. Soit un accroissement annuel compris entre 9 cm et 12 cm entre 3 et 5 ans et de 7 cm à 10 cm entre 5 et 6 ans. Au delà de cet âge c'est la seconde hypothèse qui montre le plus de cohérence entre la distance séparant deux groupes d'âge consécutifs et l'accroissement annuel observé par l'évolution des distributions de longueur. Toutefois, il est difficile de tirer des conclusions définitives du fait de la forte réduction des effectifs au delà de 70 cm.

- Division CIEM VIII

1. Lecture directe

Les lectures ont porté exclusivement sur des illiciums prélevés lors de cinq campagnes à la mer dont quatre réalisées dans la partie centrale du Golfe de Gascogne par 20 m à 80 m de fond (campagne SOLMER) et la dernière sur la vase au Sud des îles de Glénan par des fonds de 80 m à 120 m. Sur un total de 61 illiciums prélevés et examinés en lames minces, 552 ont été retenus pour cette étude, soit 299 pour les mâles et 253 pour les femelles.

Comme pour le secteur VII, l'anniversaire a été fixé au 1er janvier. Les résultats sont présentés dans la figure 5 pour les mâles et les femelles respectivement. Les lectures en deçà de 2 ans et au delà de 5 ans sont trop fragmentaires pour donner une idée définitive des courbes de croissances. On ne note pas de différence entre mâles et femelles entre 2 et 5 ans. La taille moyenne à 2 ans est comprise entre 20 cm et 22 cm et à 5 ans entre 48 cm et 50 cm, soit une vitesse de croissance comprise entre 9 cm et 10 cm par an pour cette partie de la courbe. Les plus grandes femelles étaient âgées de 11 à 13 ans (taille voisine de 105 cm) et les mâles de 9 à 10 ans (taille entre 75 cm

et 90 cm).

La difficulté d'obtenir des illiciums d'individus de grande taille dans cette zone ne nous a pas permis d'obtenir les paramètres des équations de la courbe de VON BERTALANFFY par la méthode des moindres carrés pondérés.

2. Analyse des distributions de longueur

Deux sources complémentaires sont disponibles :

- Les mensurations réalisées lors des campagnes SOLMER dans la partie centrale du Golfe de Gascogne au cours des dernières années;
- Les échantillonnages des débarquements des chalutiers côtiers pêchant la langoustine dans les parages des Glénan par des fonds de 80 m à 120 m et avec un maillage de 40-50 mm étiré.

Ces deux sources de données sont toutefois limitées par le faible nombre des individus dépassant 45 cm. Ils ne permettent donc d'éclairer les données de croissance que des premiers groupes d'âge. En outre, lors des campagnes de recherches SOLMER, le nombre de baudroies mesurées varie énormément d'une campagne à l'autre ce qui ne permet pas toujours d'obtenir des structures modales bien définies. Toutefois pour la période 1982-1983, on peut suivre facilement l'évolution des modes. Ainsi sur la figure 5 on distingue facilement un mode bien marqué (taille moyenne 18,5 cm) en février 1982 qui passe à 25 cm en juillet de la même année, à 31 cm en février 1983 et à 34 cm en mai suivant. Un autre mode apparaît à 13 cm en juillet 1982, passe à 20 cm en février 1983 et à 23 cm en mai de la même année. Le récapitulatif et l'interprétation de ces résultats sont rassemblés dans le tableau IV.

La croissance annuelle a pu être appréciée à la fois par l'écart entre modes successifs sur un même histogramme et aussi par l'évolution de la taille modale à travers ces histogrammes. Les résultats sont concordants pour définir la croissance entre 2 et 3 ans, entre 11 cm et 11,3 cm. Pour la croissance des groupes voisins nous ne disposons que de données à partir de 1,5 ans et jusqu'à 3,5 ans. Les valeurs obtenues de 1,5 ans à 2,5 ans et de 2,5 ans à 3,5 ans sont respectivement de 12 cm et de 11 cm ; les valeurs de la croissance entre 1 et 2 ans et 3 et 4 ans doivent peu différer de ces résultats. aussi nous retiendrons comme estimation des tailles au 1er janvier à 1 an, 2 ans, 3 ans et 4 ans de 7 cm à 8 cm, 19 cm à 20 cm, 31 cm et 42 cm, pour la partie centrale du Golfe de Gascogne. Ces résultats sont très proches des lectures directes réalisées pour le même secteur en 1984 puisque nous avons 20 cm à 22 cm à 2 ans et 30 cm à 32 cm à 3 ans (voir plus haut).

En ce qui concerne la distribution des longueurs obtenues à partir des débarquements commerciaux des chalutiers côtiers pêchant dans le Nord du Golfe de Gascogne (VIII A 1), on distingue 3 modes pour le premier trimestre 1984 (figure 7): l'un à 25 cm, le deuxième à 34 cm et le troisième à 46 cm. Les plus petits individus du premier mode ne sont généralement pas débarqués, par suite du tri manuel opéré en mer. Aussi la taille de 25 cm paraît légèrement surestimée pour ce mode qui correspond probablement au groupe II. Les modes suivants correspondraient aux groupes III et IV. La vitesse moyenne de croissance annuelle entre ces 3 modes est de l'ordre de 10 cm à 12 cm par an, ce qui est tout à fait comparable aux résultats précédents. Toutefois, on notera que les tailles moyennes au début d'année sont un peu plus grandes que celles obtenues pour la partie centrale du Golfe; mais elles se rapprochent davantage de celles du Plateau Celtique au 1er trimestre (voir figure 4).

IV. Discussion et conclusion

Dans cette étude nous avons tenté de définir la croissance de Lophius piscatorius du Plateau Celtique, lors des dix premières années de vie, et du Golfe de Gascogne pour les cinq premières années. Les vitesses de croissance enregistrées soit par lectures directes soit par analyses modales sont pratiquement identiques pour ces 2 secteurs contigus, du moins pour la partie d'observation commune. Ainsi, la croissance annuelle passe de 12 cm entre 1 et 2 ans à près de 9 cm entre 4 et 5 ans. La taille moyenne pour un âge donné peut toutefois présenter quelques variations selon les secteurs. Nos estimations sont donc les suivantes, en considérant l'anniversaire au 1er janvier : 7 cm à 11 cm à 1 an, 19 cm à 23 cm à 2 ans, 30 cm à 34 cm à 3 ans, 40 cm à 44 cm à 4 ans et 49 cm à 53 cm à 5 ans. Ces valeurs sont supérieures à celles avancées par GUILLOU (1978) mais inférieures à celles de FULTON (1902) ou à celles de TSIMENIDIS et ONDRIAS (1980). Ainsi en se reportant au tableau I on constate que ces auteurs trouvent respectivement pour le premier hiver 8,43 cm, 16,2 cm et 20,1 cm et au deuxième hiver 13,9 cm, 31,8 cm et 45,3 cm. Les données bibliographiques sur les premiers stades de la croissance sont malheureusement trop rares pour trouver une confirmation nette de nos estimations. Signalons toutefois que KARLOVAC et KARLOVAC (1968) indiquent que dans l'Adriatique, les larves à l'éclosion mesurent de 3,4 mm à 4,7 mm et que la forme pélagique s'achève entre 40 mm et 70 mm par la métamorphose définitive qui leur donne l'aspect des adultes. Il est probable que dans des eaux tempérées ce passage à la vie benthique doit se produire avant la période hivernale qui correspond à un appauvrissement en plancton du milieu pélagique. Les plus petits individus capturés au chalut de fond dans le Golfe de Gascogne lors de la campagne SOLMER de mai 1983 et dont la taille est comprise entre 10 cm et 13 cm (voir figure 6) et sur les accores du Plateau Celtique en juin 1984 (voir figure 3) dont la taille est comprise entre 8 cm et 15 cm sont donc probablement issus de la ponte de l'année précédente. On en déduit que la taille moyenne au premier hiver doit donc être voisine de 8 cm.

Signalons par ailleurs que jusqu'à l'âge de 5 ans on ne distingue pas de différences entre croissance des mâles et des femelles. Toutefois, pour le secteur VII, nos données suggèrent que la croissance est plus fortement ralentie à partir de 7 ans chez les mâles dont la taille maximale ne doit guère dépasser 110 cm ; tandis que chez les femelles le ralentissement serait moindre et la croissance se poursuivrait jusqu'à une taille de l'ordre de 130 cm à 140 cm, cette dernière taille étant la limite supérieure des individus rencontrés lors de nos échantillonnages. Les valeurs de Loo obtenues par la méthode des moindres carrés pondérés sont nettement plus élevées soit respectivement 134 cm pour les mâles et 188 cm pour les femelles (voir tableau II). Cette distorsion entre les données d'observation et les résultats du modèle mathématique proviennent vraisemblablement de la part très importante donnée par la pondération aux jeunes individus très nombreux dans nos échantillons. La modification de Loo entraînant par contre-coup une modification du paramètre K, nous avons voulu connaître les conséquences d'un abaissement de Loo sur la valeur de K. Pour cela nous utiliserons la relation transformée de l'équation de VON BERTALANFFY, comme le suggère RICKER (1975) :

$$\text{Log} (L_{oo} / L_{oo} - L_t) = K (t - t_0)$$

Nous choisirons L_t et t dans la gamme d'observation la plus sûre et nous donnerons à t_0 la valeur de 0.33 déduite par extrapolation de nos données de croissance sur l'axe des ordonnées. Les résultats sont présentés dans la figure 8. Nous y avons rajouté le tracé de la relation $K - L_{oo}$ déduite des données de GUILLOU et de TSIMENIDIS et ONDRIAS à titre de comparaison. Nos résultats sont

plus proches de ceux de GUILLOU que de ceux des auteurs grecs. Ainsi si nous retenons un K compris entre 0.104 et 0.095 et pour les mâles un K compris entre 0.139 et 0.124 pour un Loo compris entre 105 cm et 115 cm.

Pour les études ultérieures il semble qu'une estimation des paramètres de l'équation de VON BERTALANFFY, sans distinction de sexe doit largement suffire, compte tenu du faible nombre d'individus dépassant les 7 ans dans nos distributions de capture et qu'à cet âge les divergences de croissance entre mâles et femelles sont encore minimes. Nous retiendrons alors un Loo compris entre 120 et 130 cm et un K compris entre 0.112 et 0.104. Notons également qu'une variation de t_0 du simple au double ne fait qu'augmenter légèrement la valeur de K pour un Loo donné. Ainsi, en faisant passer t_0 de 0.33 à 0.66, la valeur de K pour un L de 12 cm passe de 0.116 à 0.125 soit un accroissement inférieur à 10 %.

V. Références bibliographiques

- FULTON T.W., 1902 - The distribution, growth and food of the Angler (Lophius piscatorius) . 21 Ann. Rep. Fishery Board Scot., 186-217.
- GUILLOU A. et NJOCK J.C., 1978 - Analyse des structures de la pêche dans les ports de la côte Atlantique française de 1961 à 1975 et des incidences du chalutage sur les stocks des principales espèces concernées par cette activité dans les mers adjacentes. Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 42 (1 et 2) : 17-164.
- KARLOVAC J. et KARLOVAC O., 1968 - Lophius piscatorius L. dans les eaux de la haute Adriatique, dans toutes les phases de la vie. Rapp. Comm. Int. Mer Médit., 19(3) : 537-540.
- RICKER W.E., 1975 - Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can., Bull ; 191 : 1-382.
- TOMLINSON P.R. et ABRAMSON N.J., 1961 - Fitting a VON BERTALANFFY growth curve by least square. State of California Dptmt of fish and Game, Fish Bull n° 116 : 18 p.
- TSIMENIDIS N. CH et ONDRIAS J. CH, 1980 - Growth studies on the Angler fishes Lophius piscatorius L. 1758 and Lophius budegassa Spinola 1807 in greek waters. Thalassographica, 3 (2) : 83-84.

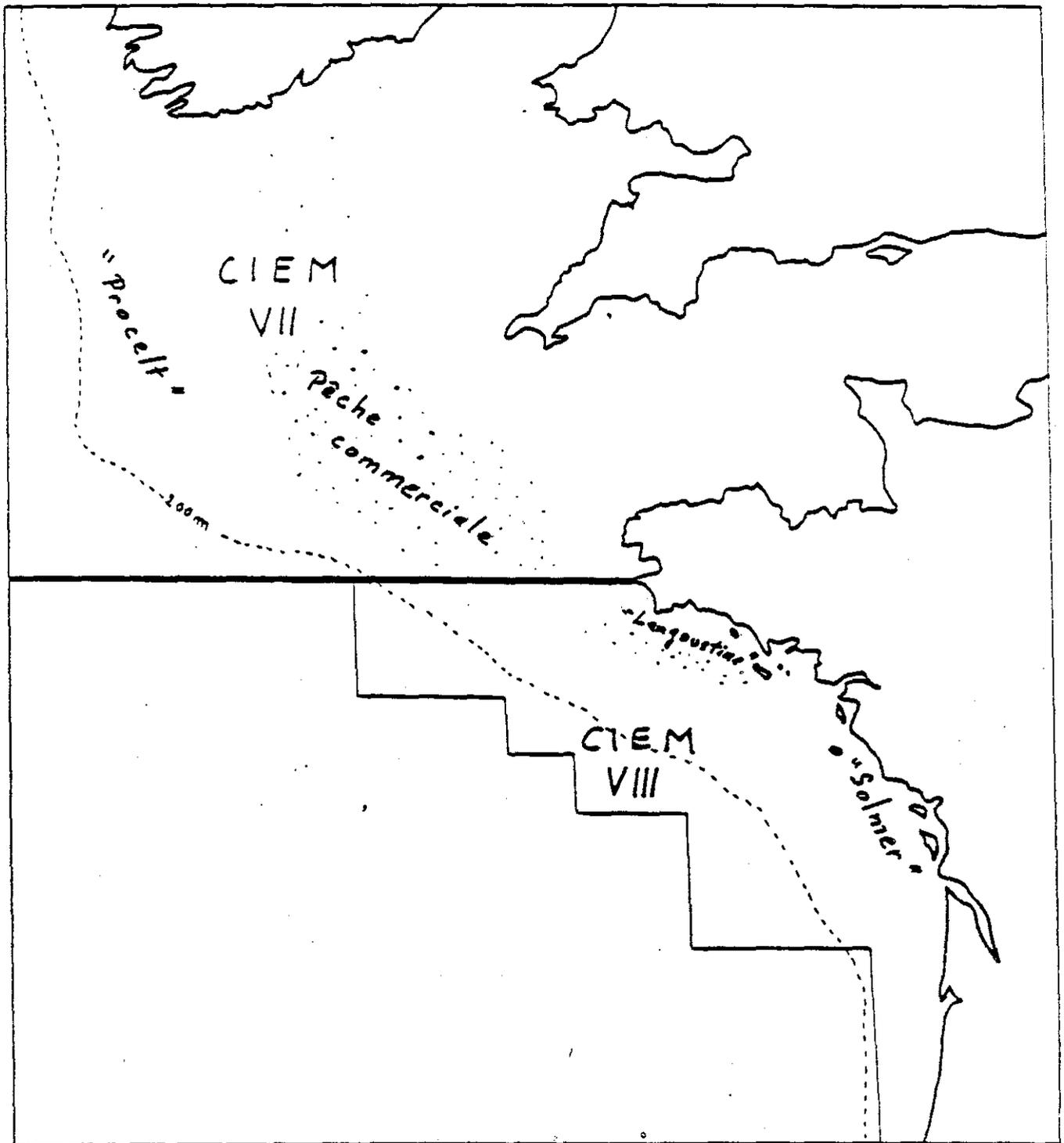


Figure 1- Situation des secteurs étudiés.

-Division CIEM VII (campagne Procelt et pêche commerciale)

-Division CIEM VIII (campagne Solmer et langoustine et pêche commerciale).

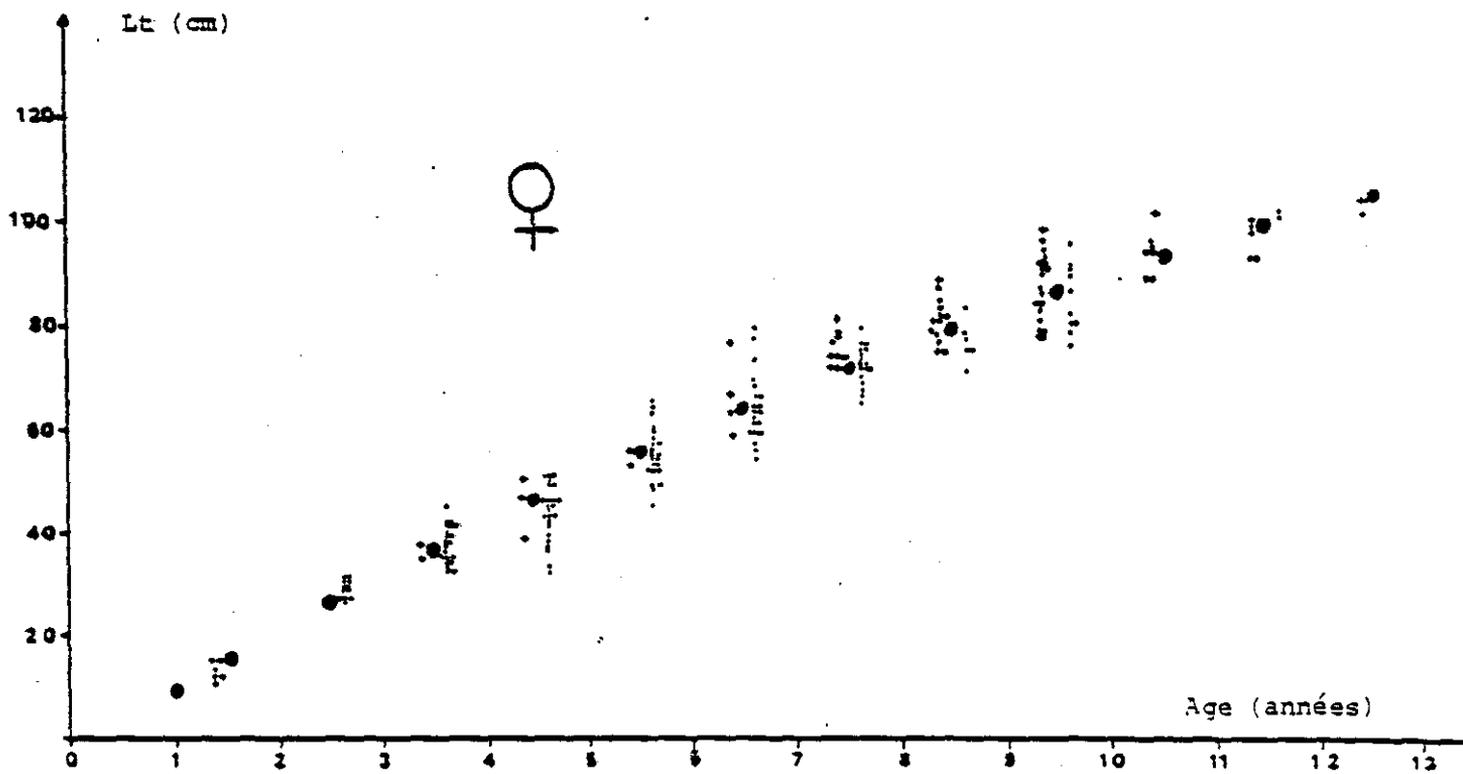
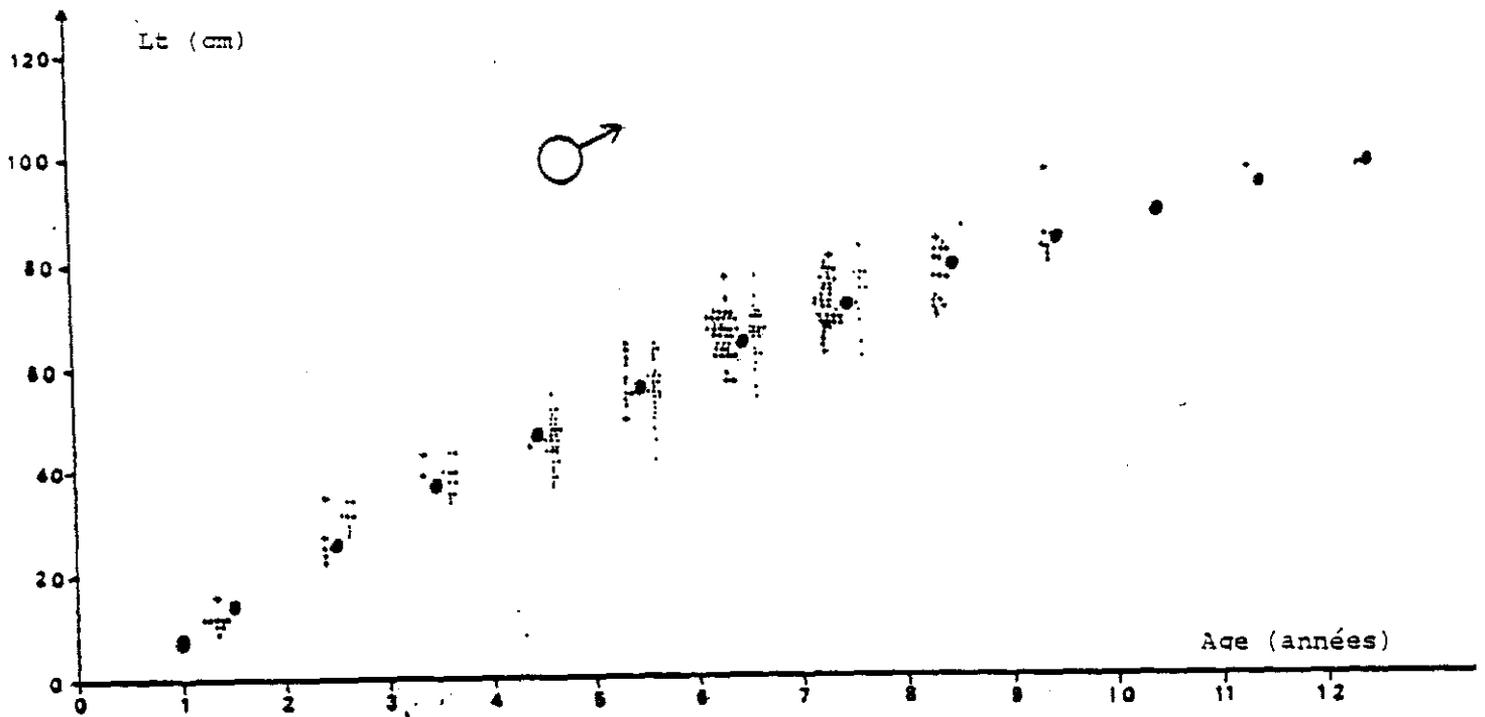


Figure 2- Courbe de croissance de *L. piscatorius* du Plateau Celtique.
 (les + correspondent à l'échantillon de juin 1984, les . à l'échantillon
 de juillet 1984 ; les ● aux points calculés par les équations de
 VON BERTALANFFY).

Lepomis piscatorius (BOULENGER)

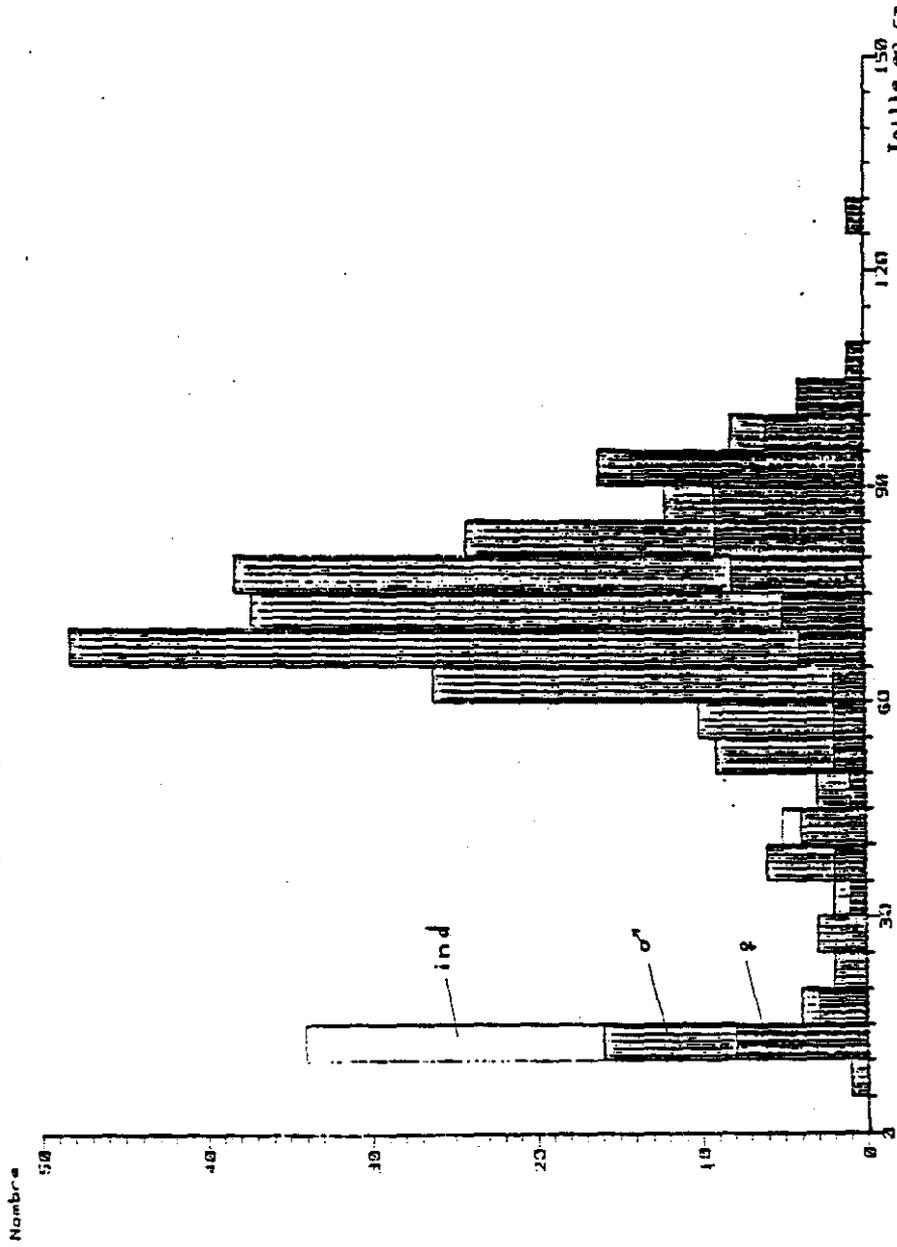


Figure 3- Histogramme des longueurs de *L. piscatorius* capturés pendant la campagne Procelet de juin 1984.

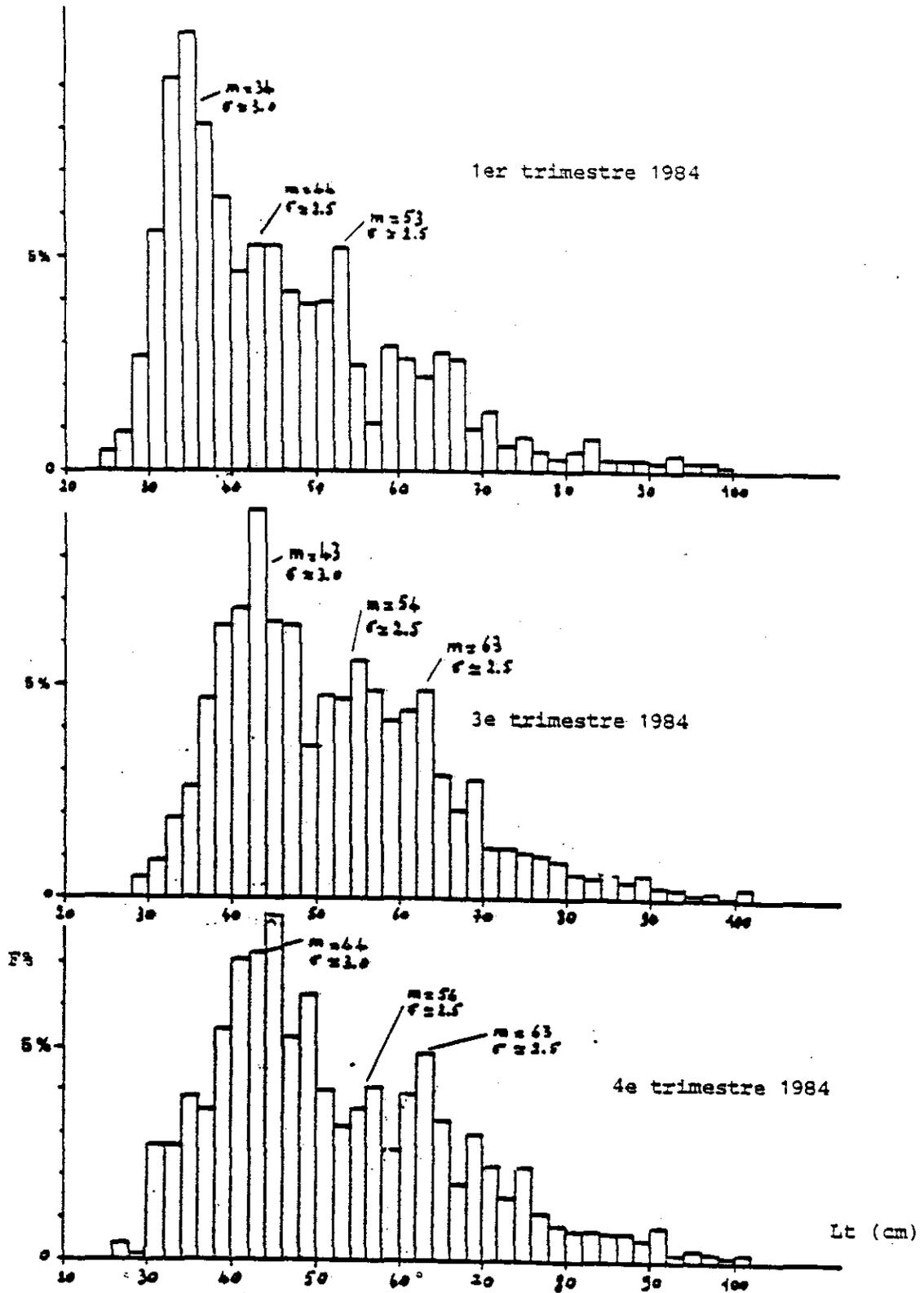


Figure 4- Histogrammes des longueurs des L. piscatorius issus des captures Commerciales des chalutiers semi -industriels concarnois travaillant dans la Div. CIEM VII.

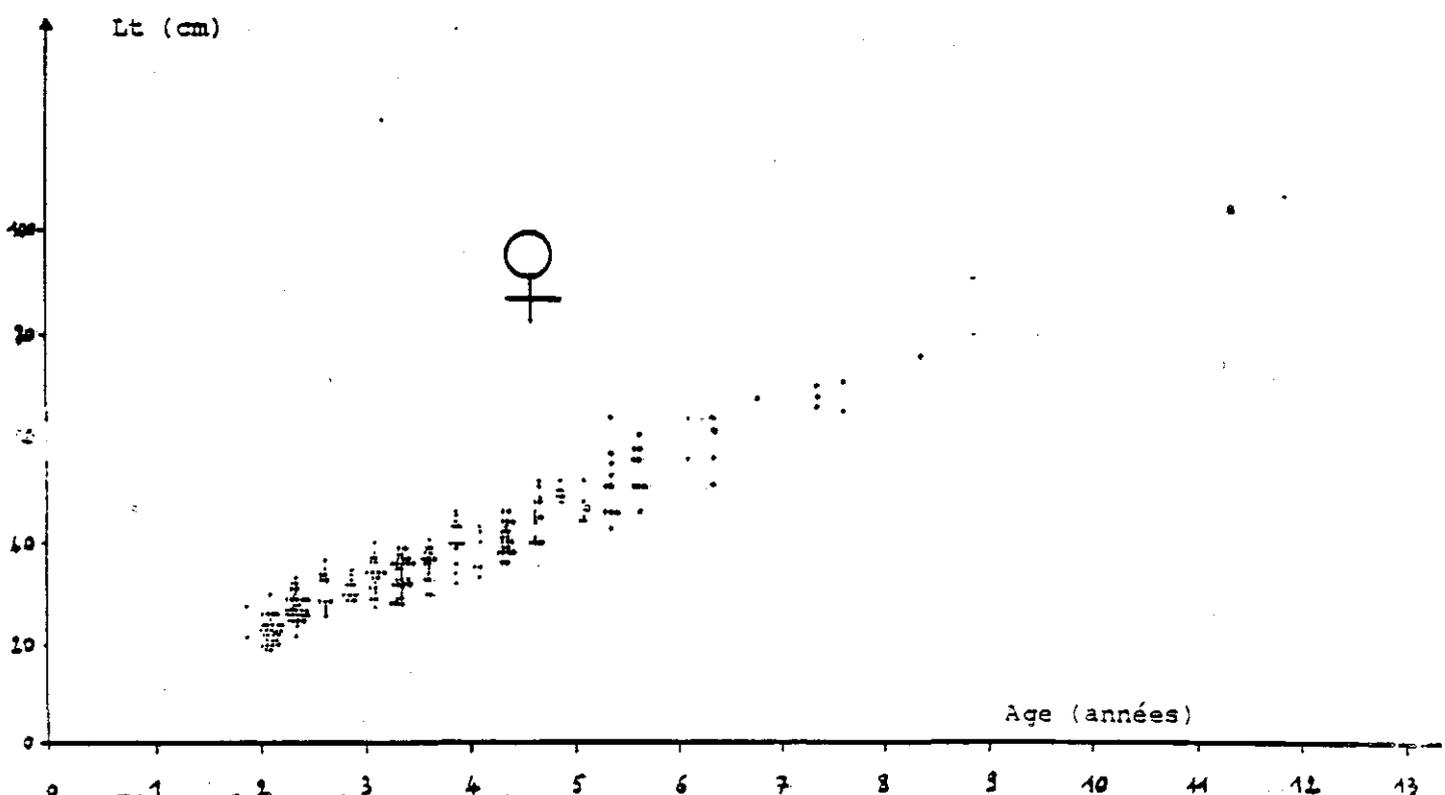
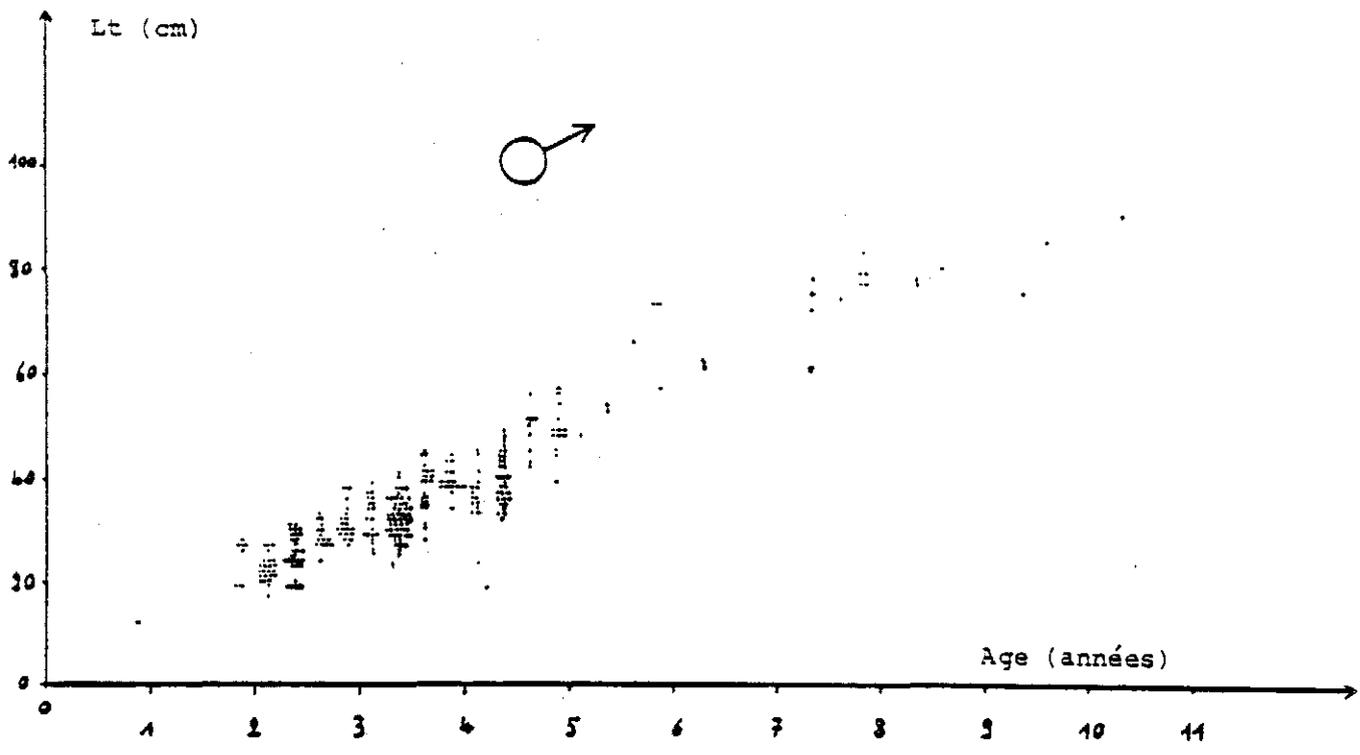


Figure 5 - Courbes de croissance de L. piscatorius du golfe de Gascogne (Div. CIEM VI) (les points sont regroupés par trimestre de prélèvement, en figurés différents).

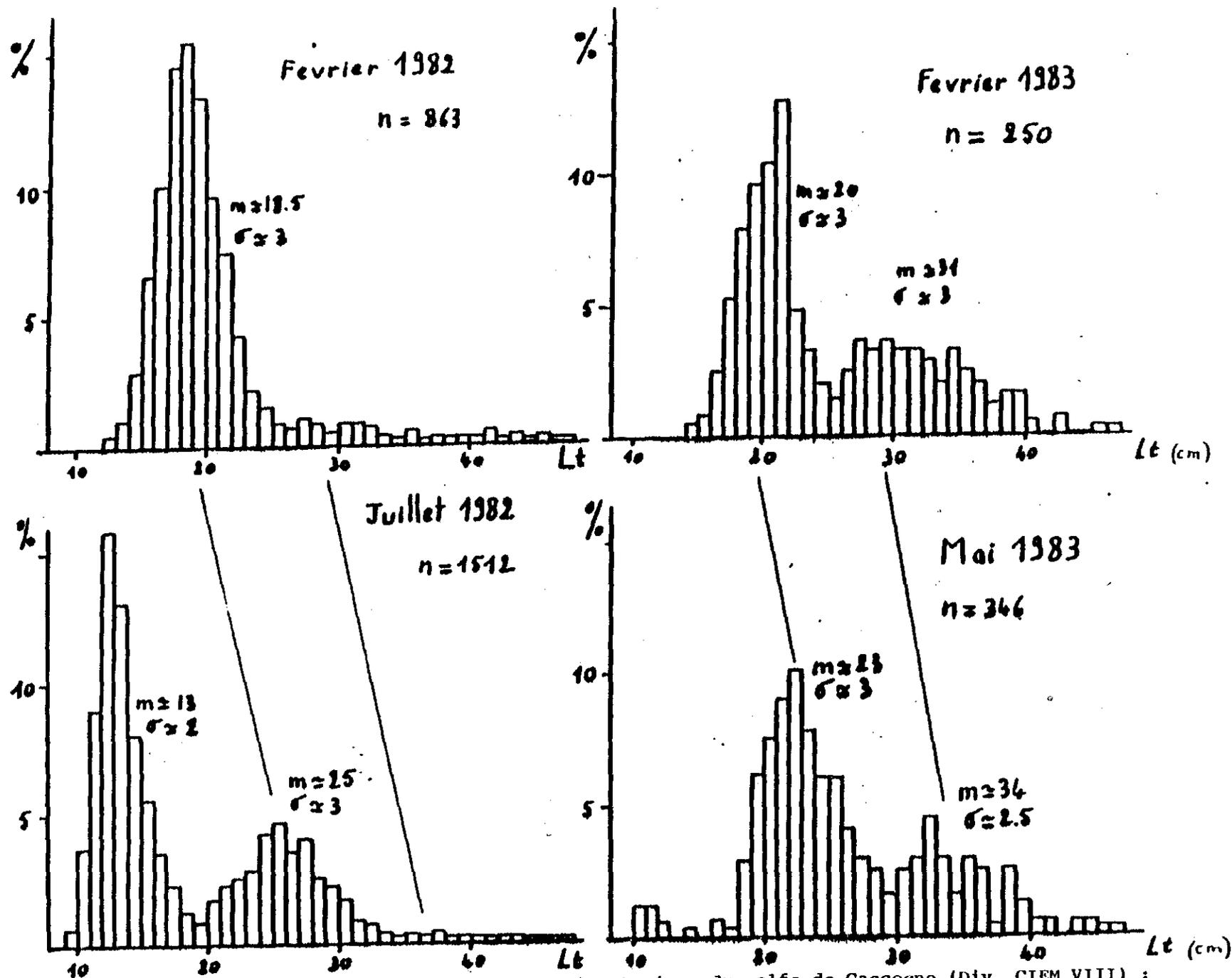


Figure 6- Evolution des histogrammes de longueur de *L. piscatorius* du golfe de Gascogne (Div. CIEM VIII) : Captures réalisées pendant les campagnes Solmer de février 1982 à mai 1983.

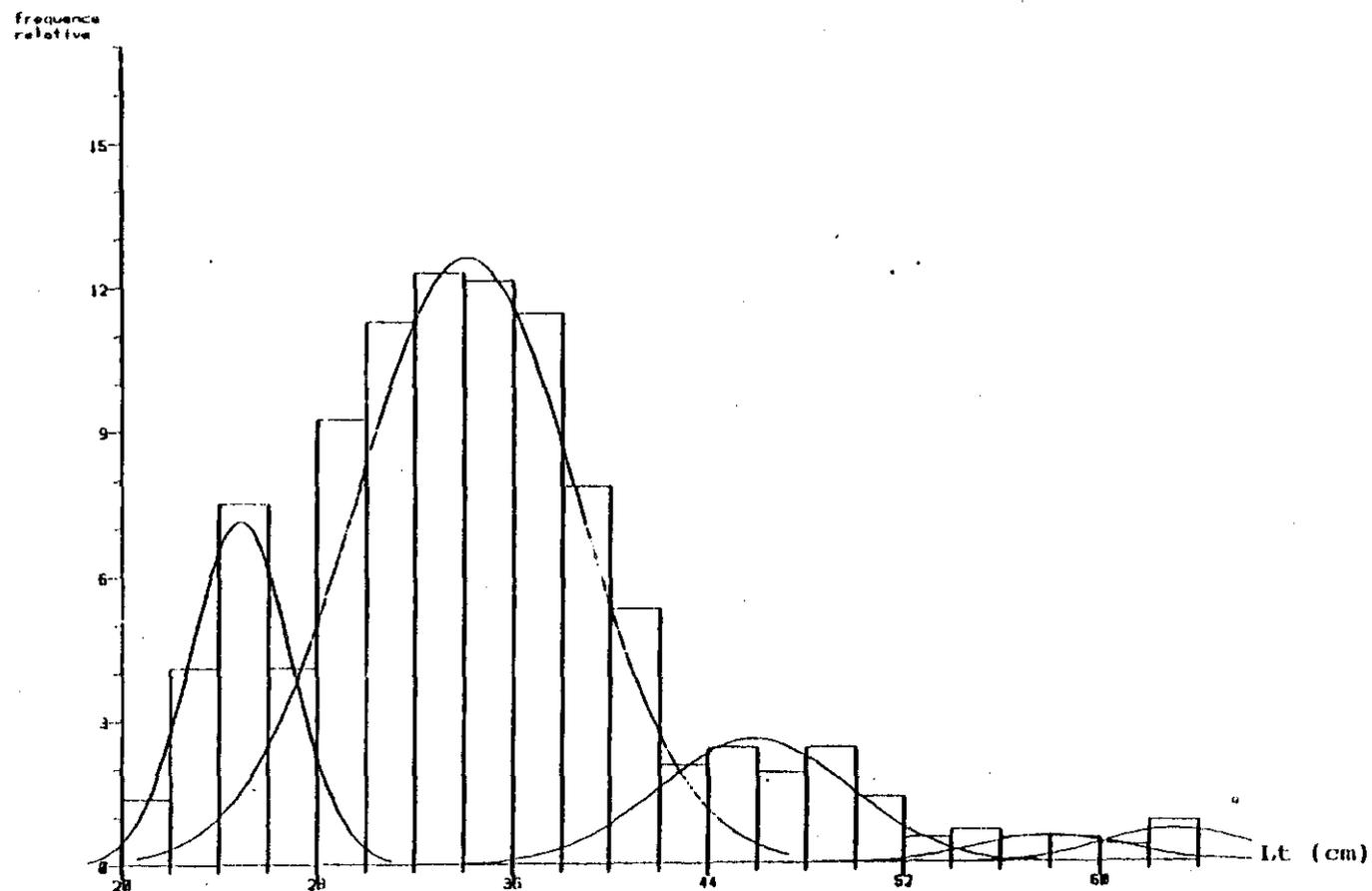


Figure 7- Histogramme des longueurs de L. piscatorius du golfe de Gascogne (Div. CIEM VIII) provenant des débarquements commerciaux des chalutiers côtiers (1er trimestre 1984).

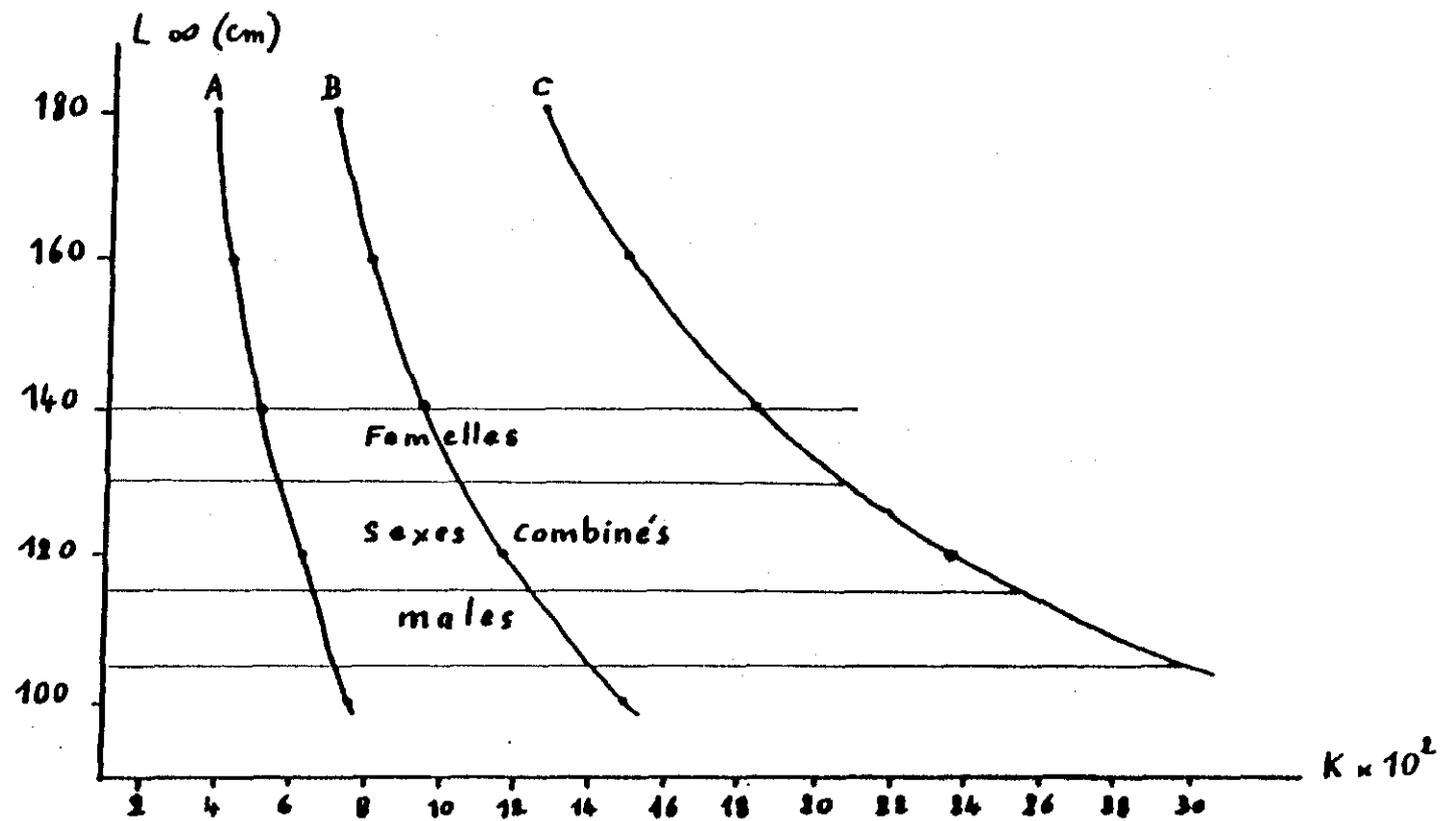


Figure 8 - Relations $K-L_{\infty}$ obtenues en utilisant les données de :

A- GUILLOU ($L_t = 30$ cm à 5 ans)

B- DUPOUY et KERGOAT ($L_t = 50$ cm à 5 ans)

C- TSIMENIDIS et ONDRIAS ($L_t = 80$ cm à 5 ans)

(Age)	(FULTON)	(GUILLOU)	(TSIME.ONDR.)
(1)	(16.2)	(8.43)	(20.14)
(2)	(31.8)	(13.89)	(45.29)
(3)	(46.5)	(19.24)	(62.78)
(4)		(24.47)	(74.77)
(5)		(29.59)	(80.31)
(6)		(34.59)	(91.08)
(7)		(39.49)	(100.68)

Tableau I. Comparaison des données de croissance sur L. piscatorius. (L'anniversaire est fixé au 1er janvier; les longueurs sont en cm).

L. piscatorius ♂ - Secteur VII - 1984

Estimation de paramètres et erreur standard

	L. infini	K	To
Erreur standard	133.85 10.07	.106984 .013570	.5146 .137652

Longueurs théoriques et expérimentales

Age	Lt. théor.	Lt. obs.	S.E. de la moyenne	taille éch.
0.0	7.58			
1.0	6.71	no data		
1.5	13.39	12.00	.553	9
2.5	25.61	28.50	1.034	12
3.5	36.59	38.15	.946	13
4.5	46.46	44.13	.922	30
5.5	55.33	53.66	.833	35
6.5	63.30	65.01	.539	70
7.5	70.45	70.31	.581	55
8.5	76.89	75.38	1.046	24
9.5	82.67	84.44	2.056	9
10.5	87.86	86.50	.500	2
11.5	92.56	no data		0
12.5	96.72	95.00	1.00	2

Matrice des variances - Covariances

	L. infini	K	To
L. infini	.10135812E+03	-.13529623E+00	-.10268021E+01
K	-.13529623E+00	.18415292E-03	.15305816E-02
To	-.10268021E+01	.15305816E-02	.18948067E-01

Erreur standard des estimations 4.8376

L. piscatorius ♀ - Secteur VII - 1984

Estimation de paramètre et erreur standard

	L. infini	K	To
Erreur standard	188.12 21.74	.066668 .011569	.2741 .174511

Longueurs théoriques et expérimentales

Age	Lt. théor.	Lt. obs.	S.E. de la moyenne	taille éch.
0	3.47			
1.0	9.89			
1.5	14.76	13.17	.654	6
2.5	25.94	28.36	.472	11
3.5	36.40	37.57	.738	23
4.5	46.19	43.79	1.015	28
5.5	55.34	54.96	.972	25
6.5	63.91	64.42	1.370	24
7.5	71.92	72.54	.752	24
8.5	79.41	80.00	1.331	15
9.5	86.42	86.53	1.059	30
10.5	92.98	94.38	1.438	8
11.5	99.12	97.57	1.270	7
12.5	104.86	101.50	.500	2

Matrice des variances - covariances

	L. infini	K	To
L. infini	.47259448E+03	-.25039470E+00	-.31713533E+01
K	-.25039470E+00	.13383970E-03	.17741995E-02
To	-.31713533E+01	.17741995E-02	.30454051E-01

Erreur standard des estimations 4.9447

Tableau II - Résultats des calculs des paramètres de VON BEKITALANFFY par le programme BGC₂

Groupes d'âge	2	3	4	5	6
1er trimestre		34	44	53	60
4e trimestre	33	44	56	63	69

Situation des modes -

Age	3 à 4	4 à 5	5 à 6	6 à 7
Δ 1er trimestre	10	9	17	
Δ 4e trimestre	11	12	7	6
Δ (4 - 1)	10	12	10	9

Les deux estimations de la croissance

Tableau III. Situation et estimation de la croissance annuelle de la baudroie blanche du Plateau Celtique, à partir des histogrammes de la figure 4.

Groupes d'Age →	1	2	3
février 1982		18,5	
juillet 1982	13	25	
février 1983		20	31
mai 1983	11 ?	23	34

Situation des modes de la figure n° 6

Age (années)	1 à 2	2 à 3
Δ juillet 1982	12	
Δ février 1983		11
Δ mai 1983	12 ?	11

Ecart entre les modes de la figure n° 6

Age (mois)	17	19	24	29	31	36	41
classe							
1980			18,5		25	31	34
1981		13	20	23			
1982	11 ?						
1980-1982	11 ?	13	19,7	23	25	31	34
Δ annual		12 ?		11,3		11	

Evolution des modes pour les 3 classes d'âge
apparues dans les histogrammes de la figure n° 6

Tableau IV - Récapitulatif et interprétation des structures modales
de la figure n° 6.

ANNEXE 3 *

Sur quelques caractéristiques biologiques de la cardine (L. Whiff-iagonis)
capturée par les navires français sur le plateau Celtique en 1984.

par G. AUBIN-OTTENHEIMER

Résumé

L'analyse des résultats de diverses mesures faites sur des cardines (L. Whiff-iagonis) a permis d'obtenir le rapport poids plein/poids vide, une courbe taille/poids par sexe, l'évolution mensuelle des RGS pour déterminer la période de ponte, ainsi que les distributions de taille par sexe dans les différents secteurs CIEM.

Summary

The results analysis of data on the megrim (L. Whiff-iagonis) give us the ratio between full weight and empty weight, the curve of weight-at-length, the mensual variation of the somatic-gonadal ratio and the distribution of length for each sex in the different ICES divisions.

* Ce travail a fait l'objet d'une publication au CIEM sous la référence C.M 1985/G : 37.

I. Introduction

La cardine (L. Whiff-iagonis) est une espèce dont la biologie est encore peu étudiée. Ses caractères morphologiques ont été mis en évidence par DWIVEDI en (1964) . DERENNES (1982) a formulé des équations de croissance pour différentes zones de Mer Celtique.

Si les cardines sont répandues des îles Feroes jusqu'aux côtes de Mauritanie, leur centre de dispersion se trouve à l'Ouest des îles britanniques et de la Bretagne. Les captures les plus importantes sont effectuées en Mer Celtique. Alors que les navires Espagnols pêchent sur les accores, la plus grande partie des prises de cardines sur le Plateau Celtique est faite par les navires semi-industriels et artisans français des ports orientés vers la pêche des espèces à comportement benthique.

Cette publication a pour objet de définir quelques uns des paramètres biologiques de la cardine de Mer Celtique, ainsi que les distributions de taille des captures.

II. Paramètres biologiques

1. Relation taille-poids

L'étude est effectuée à partir de classe de taille allant de 11 cm à 42 cm pour les mâles et de 12 cm à 54 cm pour les femelles. Les pesées (poids plein) sont faites au 0.5 gramme et les mensurations par classe d'un centimètre. Les résultats sont traités par le programme de Ph. Moguedet (U.S.T. Lille I). La relation entre la taille et le poids plein est dans un premier temps calculée sous forme logarithmique par l'équation de l'axe majeur réduit. Après transformation, les relations obtenues (Fig. 1) sont :

$$\begin{aligned} & 2.923 \\ - \text{ pour les mâles : } & W = 0.008 L \quad (R = 0.987) \\ & 3.149 \\ - \text{ pour les femelles : } & W = 0.004 L \quad (R = 0.990) \end{aligned}$$

où W est le poids en grammes et L la longueur en cm.

A taille égale, à partir de 30 cm, les femelles sont plus lourdes que les mâles.

2. Evolution mensuelle des RGS

L'évaluation macroscopique des gonades chez les mâles et les femelles est faite de façon systématique à la criée. Elle a permis d'estimer la taille de première maturité à 25 cm pour les mâles et 28 cm pour les femelles.

Chez les mâles, les variations en poids des gonades sont faibles aussi les RGS restent-ils stables au cours de l'année. En suivant l'évolution macroscopique des gonades il apparaît que celles-ci commencent à se développer légèrement au mois de janvier, pour atteindre un maximum en mars-avril, lors de la ponte. Chez quelques individus, tous de petite taille, la résorption des gonades ne se fait qu'au mois de juin.

Pour les femelles, le rapport gonade-somatique est calculé pour les individus ayant atteint la maturité sexuelle c'est à dire à partir de 28 cm (Fig. 2). Malgré un manque de données au mois de janvier, il apparait nettement que la période de reproduction se situe en mars-avril.

III. Distributions des tailles

Si la Mer Celtique est une entité par sa structure (plateau continental) et par certaines de ses composantes, la nature des fonds et surtout son exploitation, nécessitent une division en 4 zones définies à partir des sous-secteurs CIEM :

- le Nord Mer Celtique (NMC) : VIIG2 + VIIG3
- l'Est Mer Celtique (EMC) : VIIE2 + VIIF1
- le Centre Mer Celtique (CMC) : VIIG1 + VIIH3
- le Sud Mer Celtique (SMC) : VIIH1 + VIIH2 + VII 1 à 2

Les deux types de métier, semi-industriel et artisan, des chalutiers français opérant en Mer Celtique sont individualisés. Les cardines mâles et femelles ayant des caractéristiques biologiques différentes, elles sont traitées séparément. Les distributions sont donc présentées, pour chaque sexe, par métier, secteur et trimestre.

1. Méthodologie

Des échantillonnages ont été effectués en 1984 dans les criées des principaux ports français débarquant de la cardine : Concarneau, le Guilvinec, Saint-Guénolé et Loctudy. Dans ces ports, les cardines sont séparées en quatre catégories commerciales. Pour chaque catégorie, les mesures des différents ports sont regroupées, puis ramenées aux captures françaises de 1983 (ne disposant pas de captures de 1984). Pour chaque taille les effectifs des catégories sont cumulés afin d'obtenir les distributions par métier, secteur et trimestre.

La taille marchande de la cardine est de 25 cm. Les distributions présentées sont celles des débarquements qui ne reflètent la composition de la population qu'au delà de cette taille. Les quantités échantillonnées sont répertoriées au tableau I.

2. Résultats et discussion

Les histogrammes des distributions sont présentées figures 4 à 18. Leur analyse permet de mettre en évidence :

a) une différence entre les métiers :

- Au NMC et CMC les grandes tailles sont plus importantes dans les débarquements des navires semi-industriels (ex : mâles du NMC trimestre 1. Femelles du CMC trimestre 4).

- Au SMC, peu de femelles de moins de 35 cm sont débarquées par les artisans (sauf au troisième trimestre). La présence de mâles à ces tailles prouve que l'absence des femelles n'est pas imputable aux rejets.

Les navires semi-industriels et artisans différent par leurs caractéristiques techniques mais également par leurs habitudes de pêche : zones de chalutage, espèces recherchées. Ces facteurs influent sur les distributions en taille des débarquements de cardines. Afin d'obtenir une

meilleure approche de la composition de la population, il convient donc de maintenir la distinction entre les métiers.

b) La zone SMC se différencie nettement des autres secteurs, autant pour les mâles que pour les femelles. Les gammes de taille sont plus étendues (de 22 à 44 cm pour les mâles). Les individus de grande taille y sont plus fréquents.

Le sex-ratio, défini comme le rapport du nombre de mâles sur le nombre total d'individus, est plus important que dans les autres secteurs. Les mâles peuvent être nombreux (sex-ratio supérieur à 0.5) jusqu'à une taille de 34 cm pour les distributions des navires artisans. Dans les autres secteurs, le sex-ratio est toujours inférieur à 0.5 quelque soit la taille prise en compte.

c) Les secteurs NMC, EMC et CMC ont d'avantage de points communs. Les gammes de taille bien que variables, diffèrent peu (de 24 cm à 56 cm pour les femelles et de 24 cm à 41 cm pour les mâles).

Les distributions des mâles sont proches dans ces trois zones : les plus grandes tailles sont mieux représentées au premier trimestre et le nombre de classes diminue fortement au troisième. Les différences entre ces 3 secteurs sont plus nettes pour les femelles. Les individus de grandes tailles sont moins bien représentés en NMC et l'accroissement des fréquences des femelles de plus de 35 cm ne se fait qu'au troisième trimestre au lieu du second. De même, en EMC elles atteignent plus souvent des tailles élevées qu'en CMC (deuxième et troisième trimestre).

Les distributions en taille varient selon les trimestres :

d) La proportion de grandes femelles augmente au cours du temps. Selon les secteurs cet accroissement est plus important soit au deuxième trimestre (ex : artisan CMC) soit au troisième trimestre (ex : artisan NMC).

e) Les mâles sont peu représentés au troisième trimestre. Si les résultats en EMC peuvent être dû à la faiblesse de l'échantillonnage, ce ne peut être le cas pour les autres secteurs. Peu de classes de taille sont représentées, notamment à partir de 32 cm. La gamme de taille reste plus importante en SMC. Si dans cette zone l'histogramme des distributions du quatrième trimestre est proche de celui du second, la différence est encore marquée sur le restant de la Mer Celtique (mais moins en EMC).

L'ensemble de ces observations confirme qu'une bonne approche de la composition du stock de cardines de Mer Celtique ne peut être envisagée qu'en distinguant aussi bien les types de navires que les secteurs. Les études doivent être menées séparément pour les deux sexes. Les mâles grossissent moins que les femelles et leur taille maximale observée est inférieure (44 cm au lieu de 59 cm pour les femelles).

Les comportements semblent apparemment distincts. Si les femelles sont toujours présentes en Mer Celtique, l'absence de mâles au troisième trimestre pourrait refléter un phénomène de migration : peu nombreux en été, les mâles arrivant d'une zone plus Sud ou Sud-Est gagneraient les lieux de ponte pour la reproduction en mars-avril. DWIVEDI (1964) sans différencier les sexes, émet déjà cette hypothèse et DANDO (1970) travaillant sur les cardines de la Manche suggère également l'existence d'une migration.

	SEMI-INDUSTRIELS				ARTISANS				
		N.M.C	E.M.C	C.M.C	S.M.C	N.M.C	E.M.C	C.M.C	S.M.C
1e trimestre	cat 1	44			108	20	40	124	80
	cat 2	44			108	20	40	124	80
	cat 3	22			54	10	20	52	30
	cat 4	22			54	10	20	52	20
2e trimestre	cat 1	132			220	100	20	264	180
	cat 2	132			176	100	20	264	180
	cat 3	66			88	50	10	132	90
	cat 4	66			44	50	10	132	90
3e trimestre	cat 1	176	176	132	276	160	20	64	160
	cat 2	176	176	132	276	160	20	64	160
	cat 3	88	88	66	138	80	10	32	80
	cat 4	88	88	44	128	80	10	22	80
4e trimestre	cat 1	132		132	60	204	80	80	264
	cat 2	132		132	60	204	80	80	264
	cat 3	66		44	30	102	30	40	132
	cat 4	66		44	20	92	40	30	122

Tableau I : Poids (en kg) des échantillons de cardine
(L. whiff-iagonis) par métier, secteur, trimestre et catégorie commerciale.

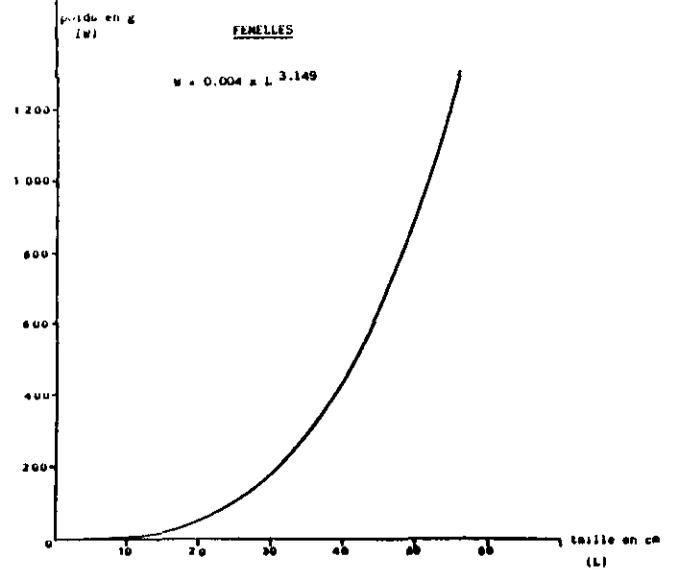
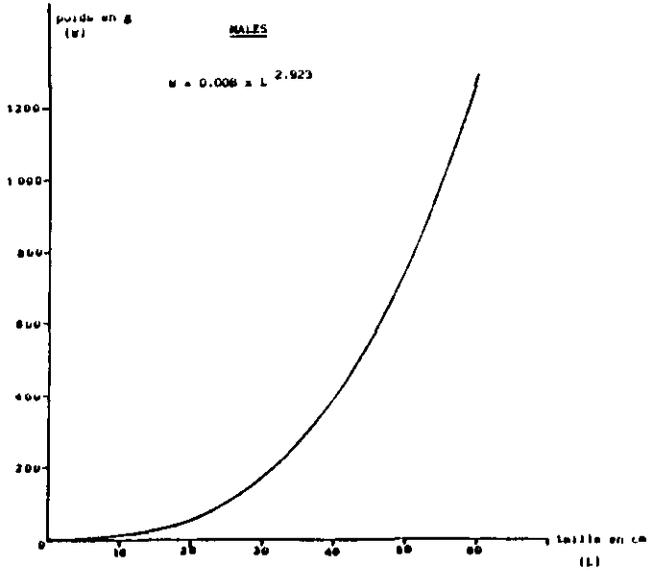


Figure 1: Courbes taille-poids

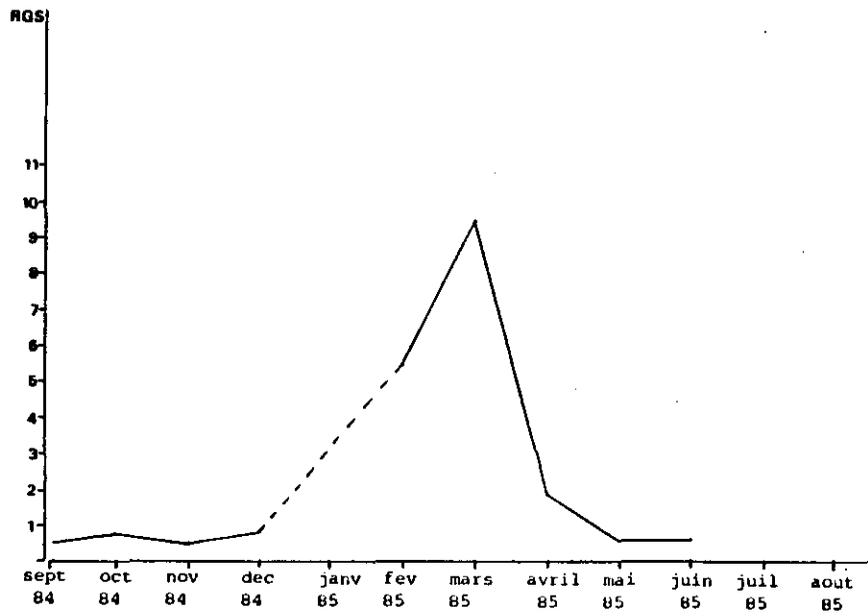


Figure 2: Rapport gonado-somatique des femelles matures

IV. Bibliographie

- DERENNES M., 1982 - Croissance de la cardine Lepidorhombus whiff-iaonis de Mer Celtique. DEM Océan. Biol. Université Bretagne Occidentale.
- DWIVEDI, 1964 - Ecologie, morphologie et biologie comparées de 2 espèces du genre Lepidorhombus : L. megastoma (Donovan) et L. boscii (Risso). Etude de leurs races et populations. Rev. Inst. Peches Marit., 28 (4) : 321-339.
- DANDO P.R., 1970 - Megrin (L. whiff-iaonis) populations in the english channel and approche-lactate deshydrogenase and glycerol 3 phosphate dishydrogenase polylmorphysm. Marine biological association of the United Kingdom journal, 50 (3) : 801-818.

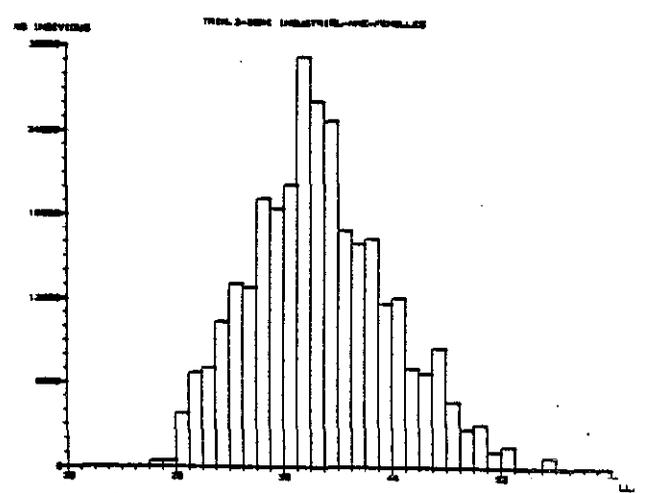
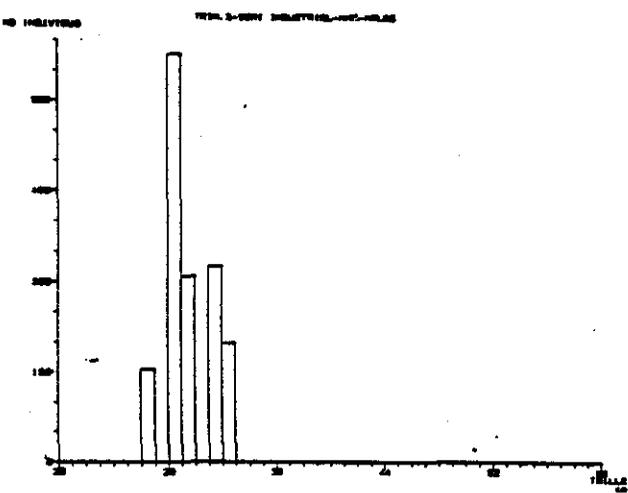
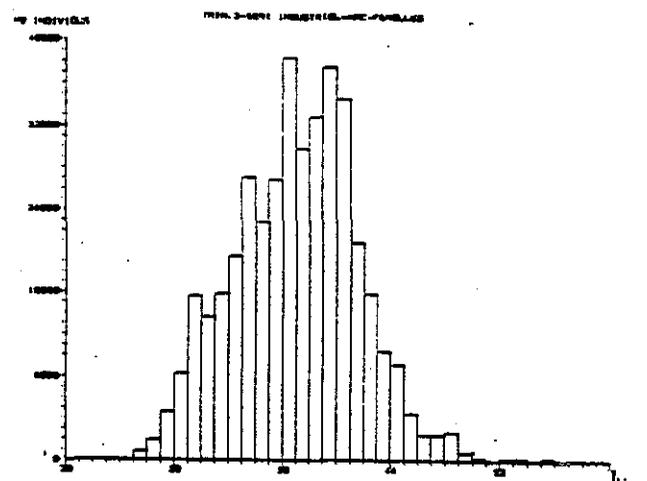
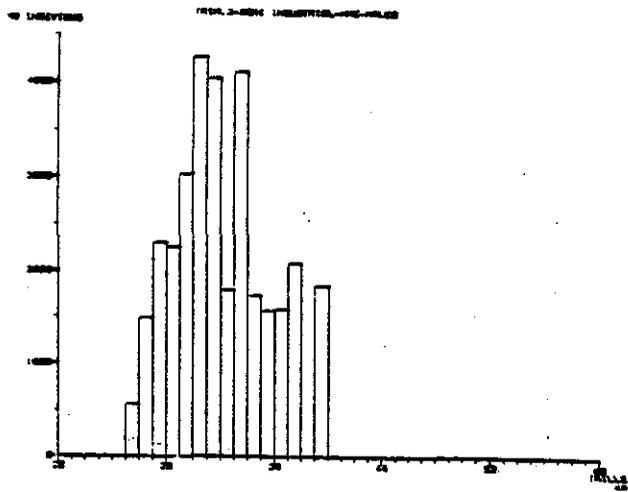
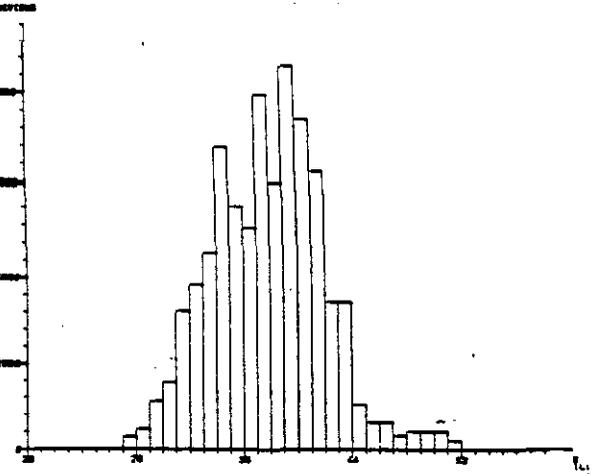
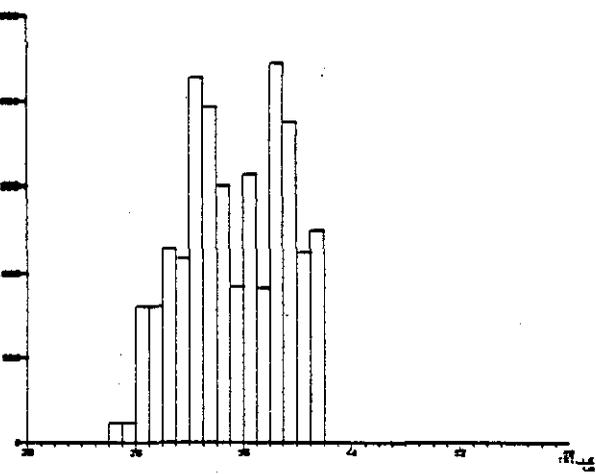


Fig. 3

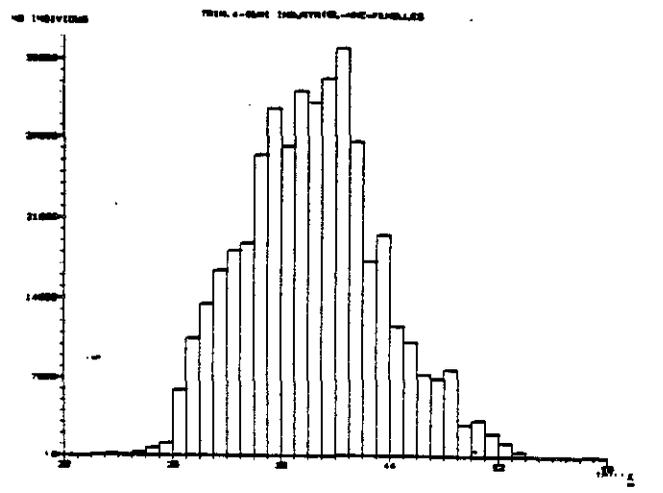


Fig. 7

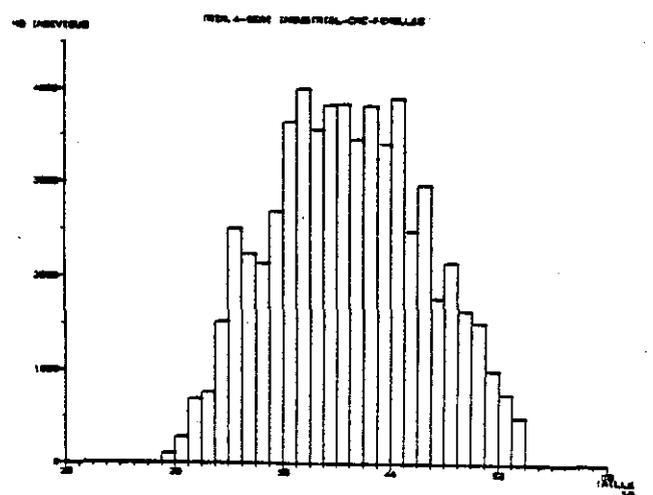
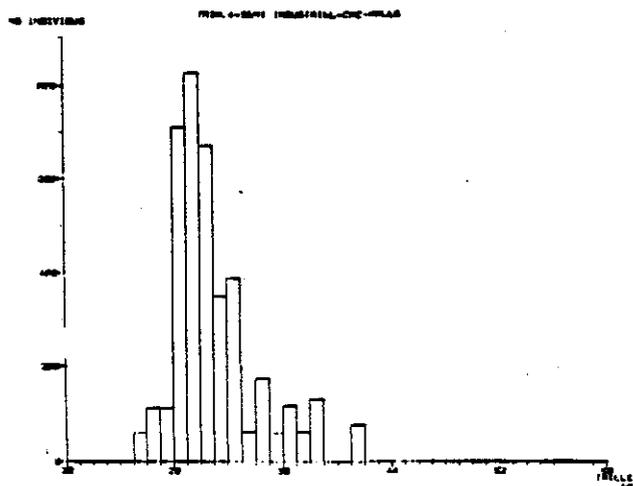
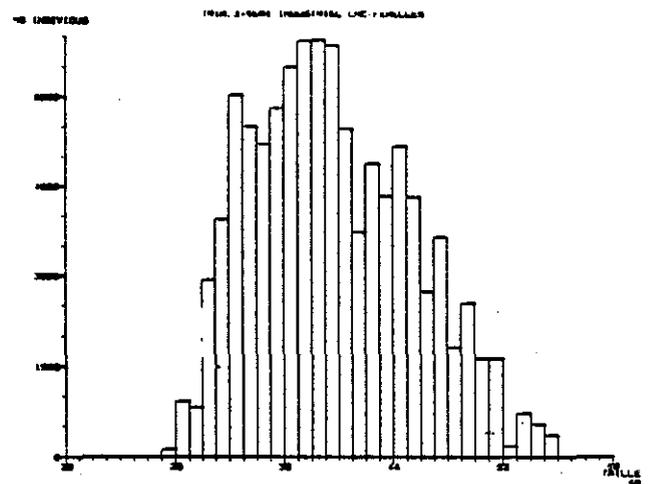
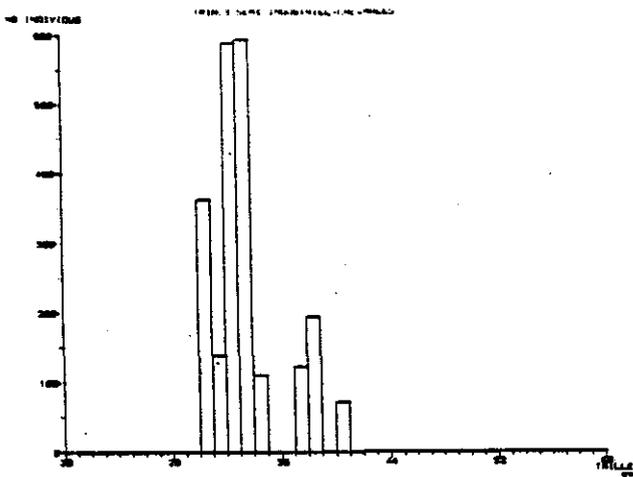


Fig. 4

Fig. 8

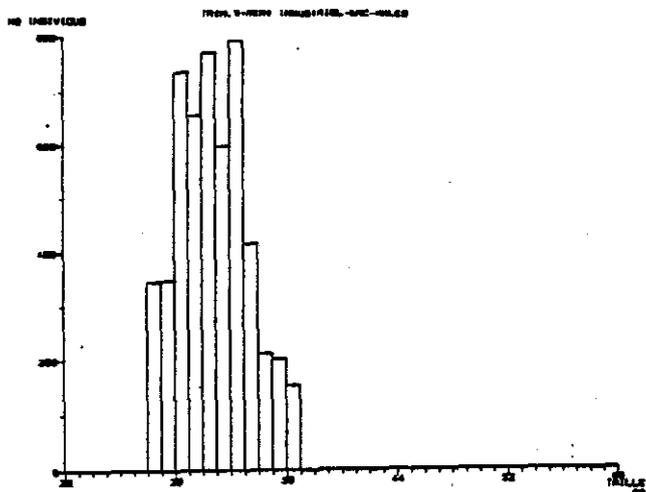


Fig. 5

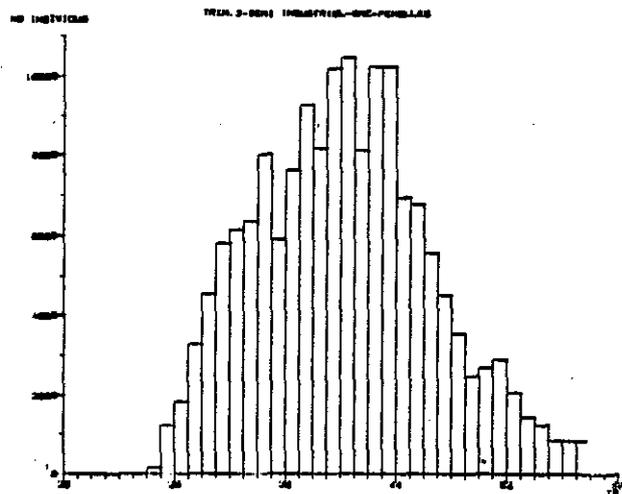


Fig. 9

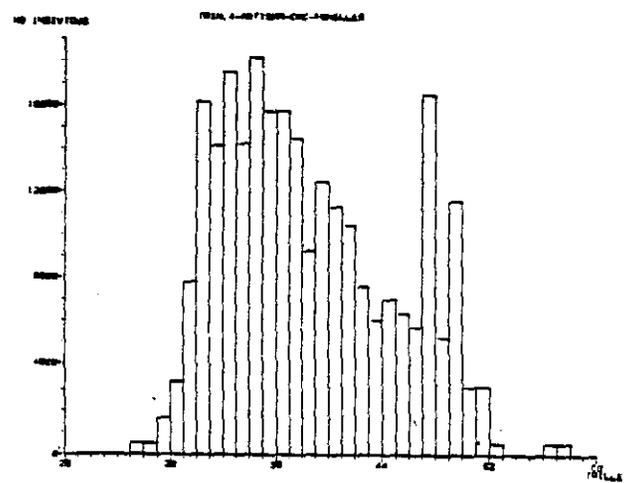
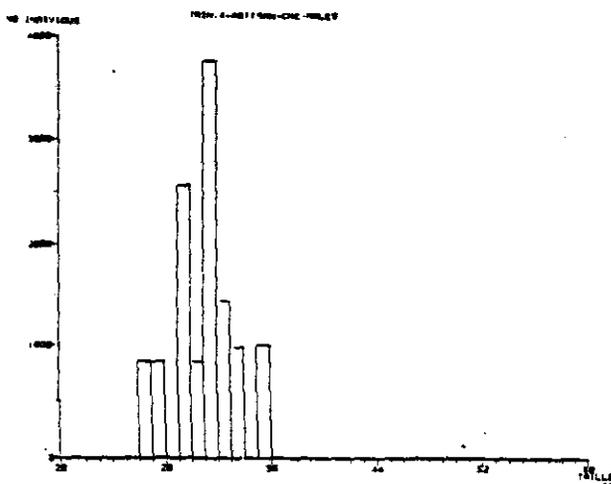
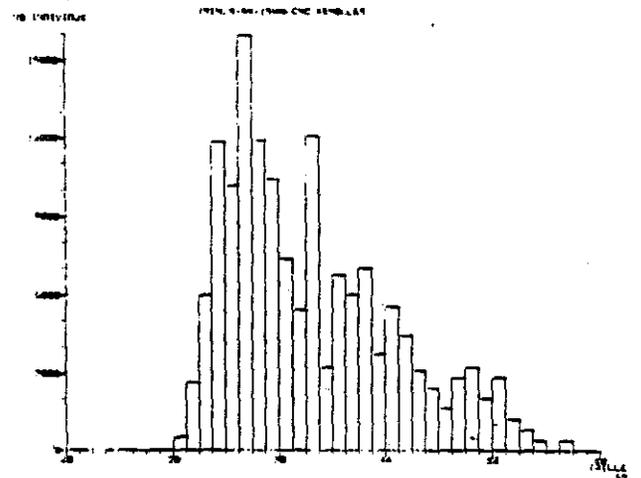
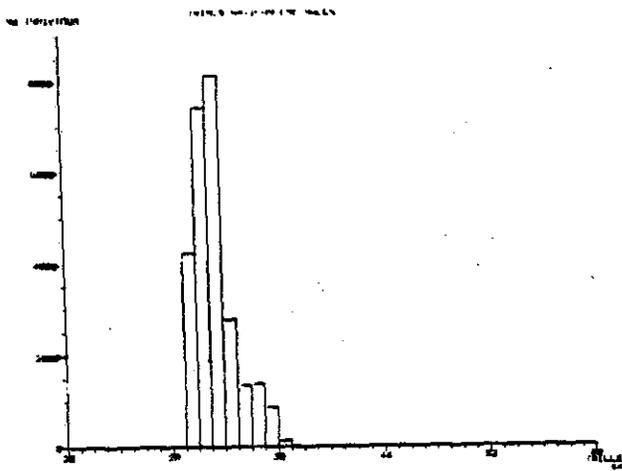
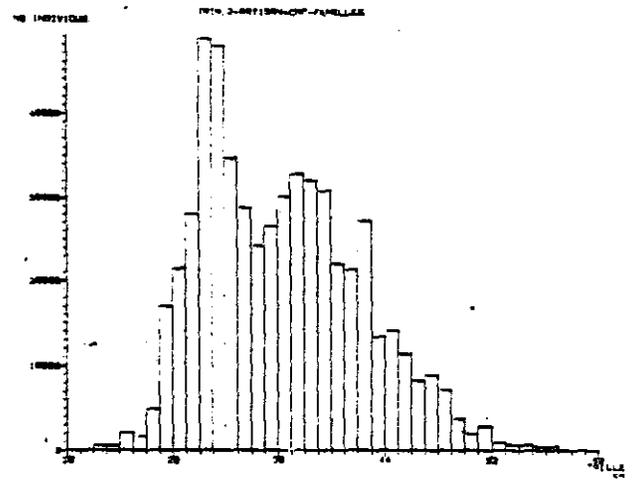
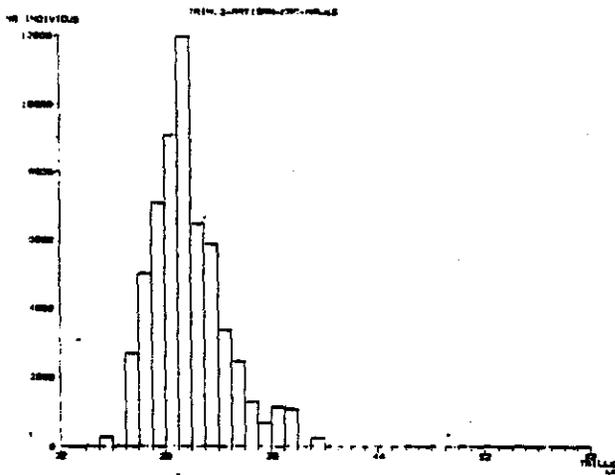
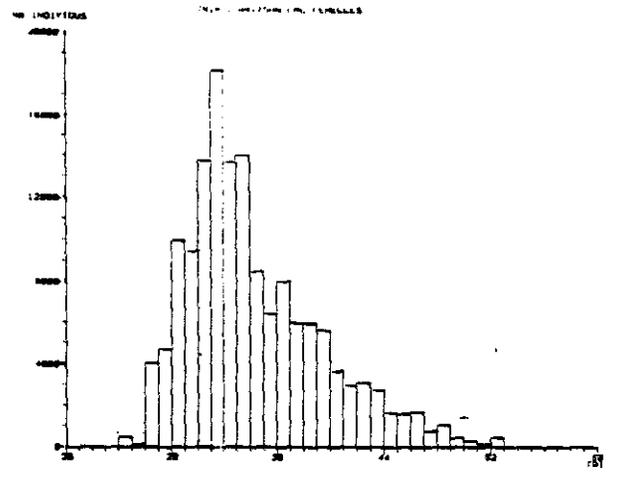
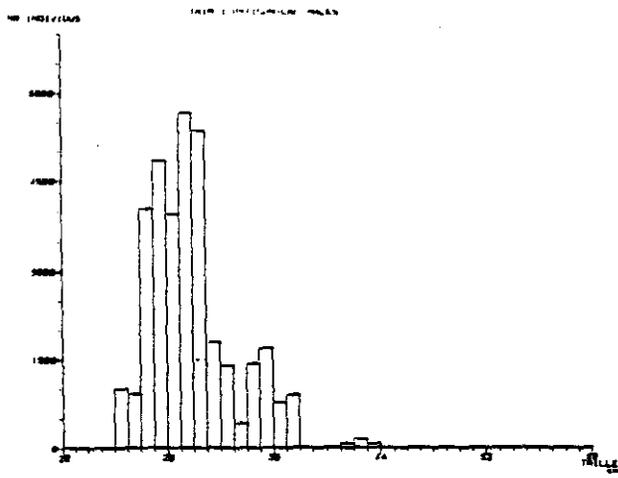


Fig-12

Fig 16

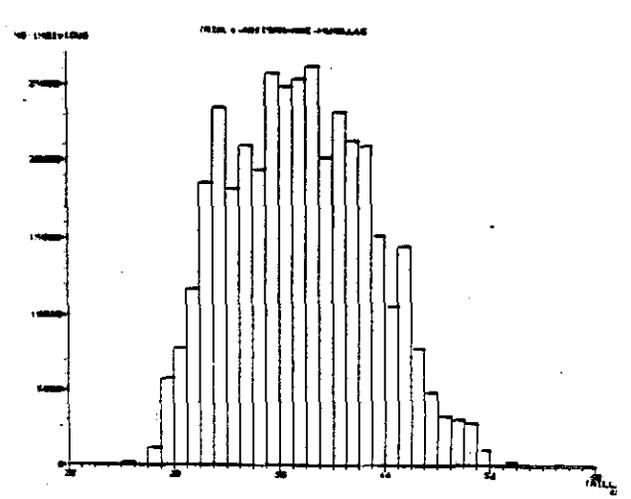
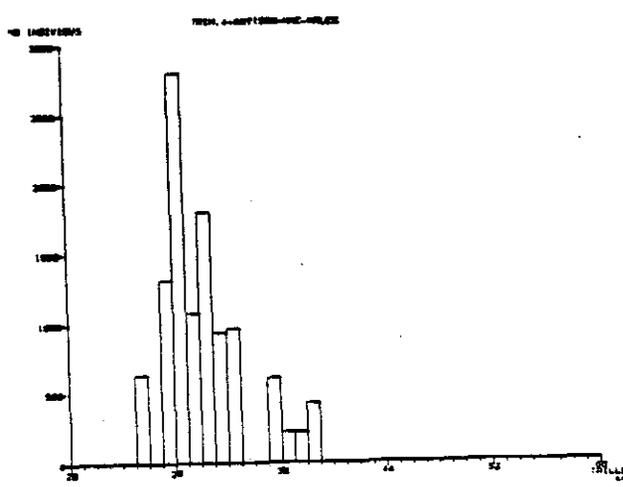
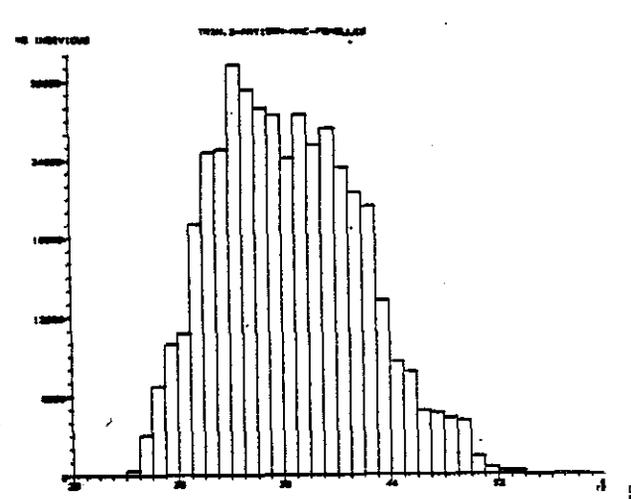
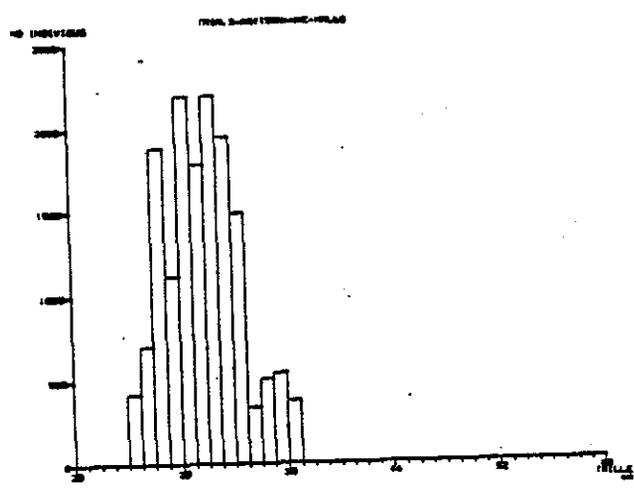
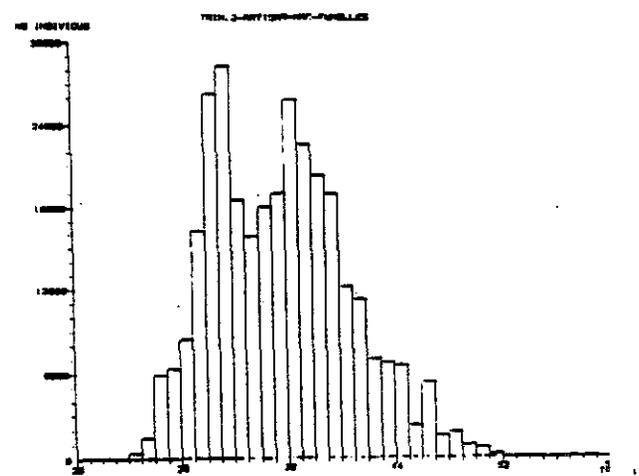
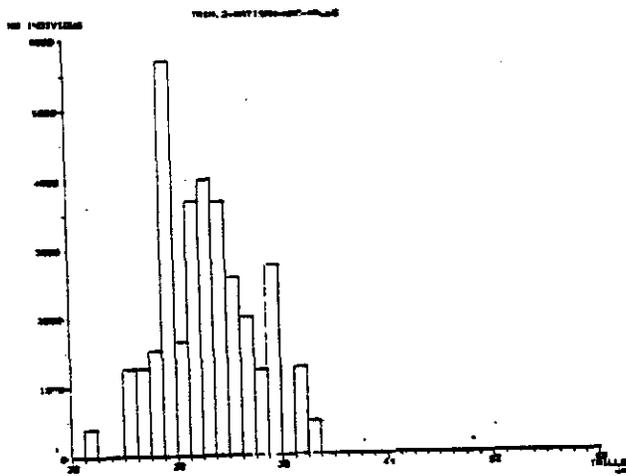
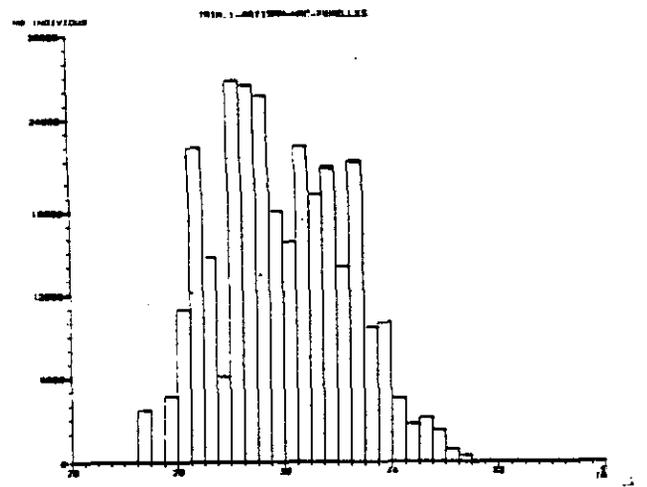
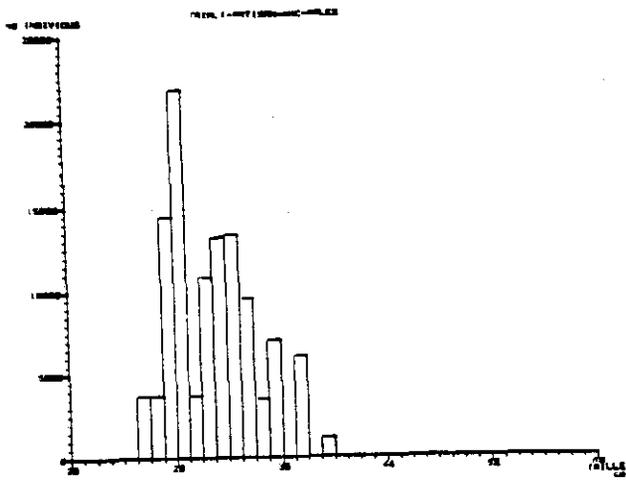


Fig. 11

Fig. 15

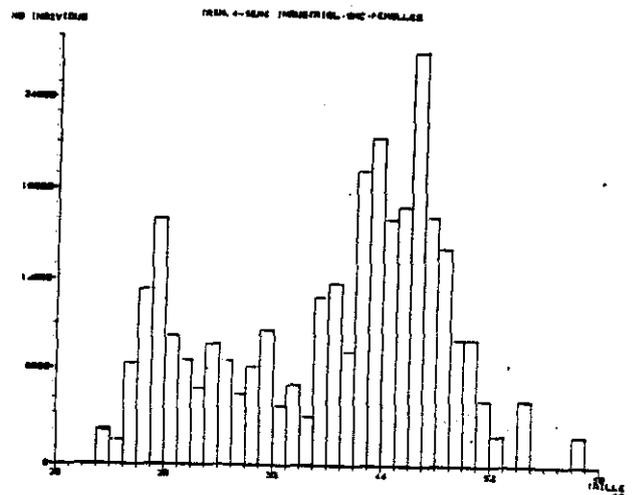
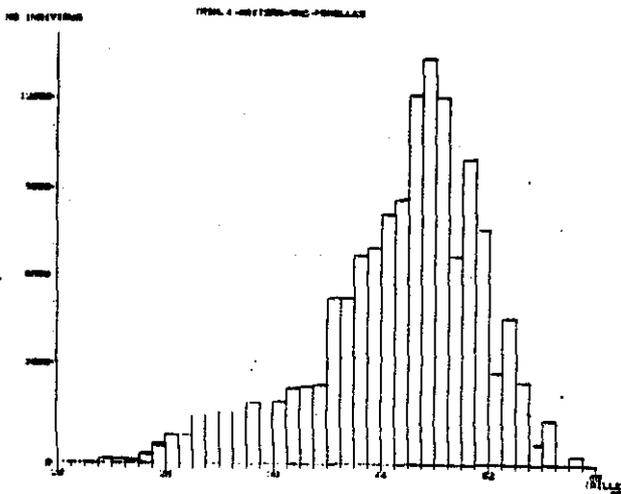
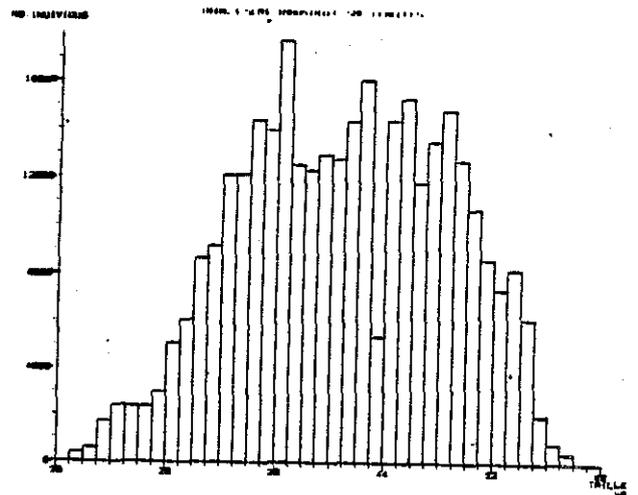
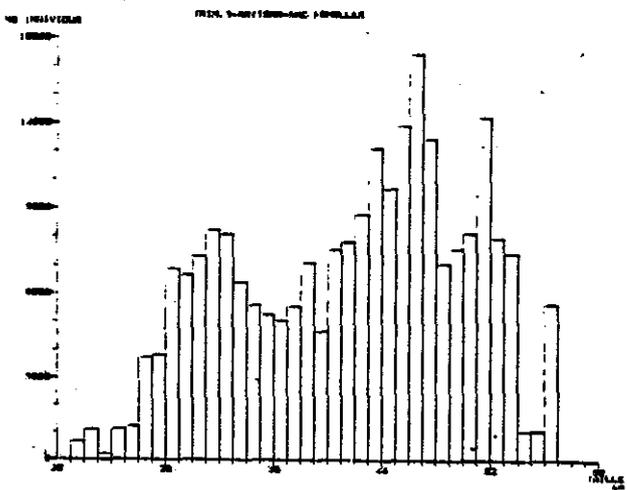
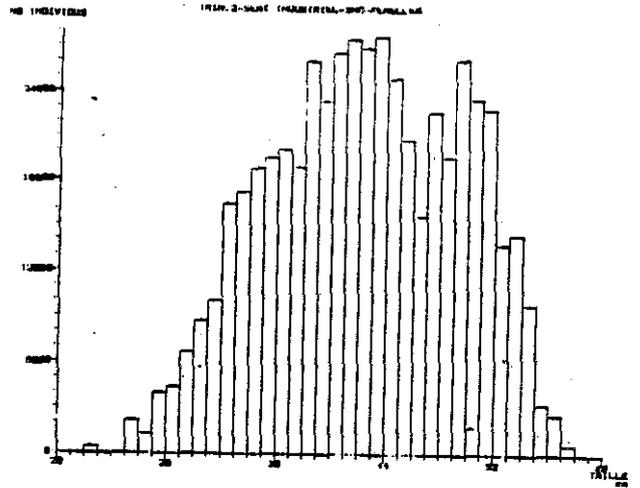
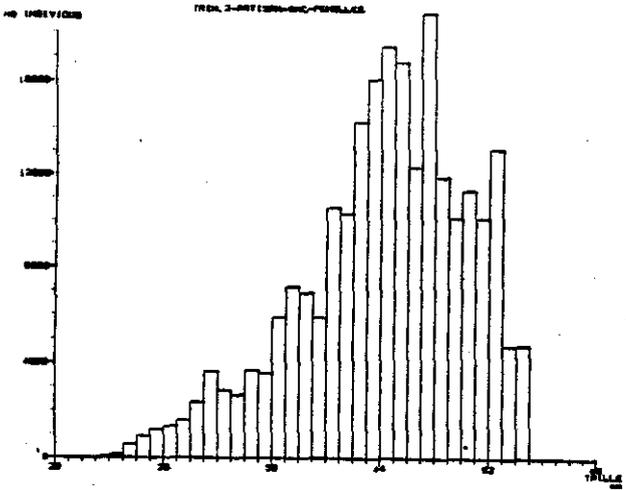
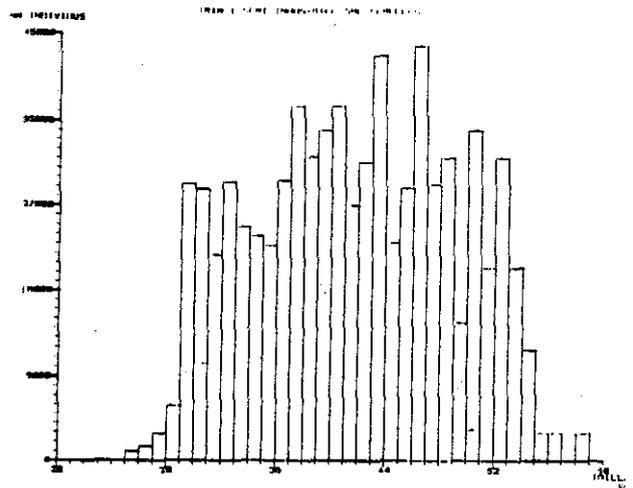
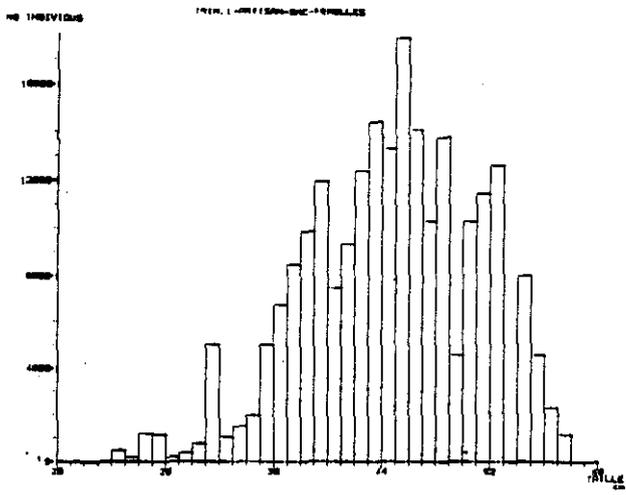


Fig. 18

Fig. 10

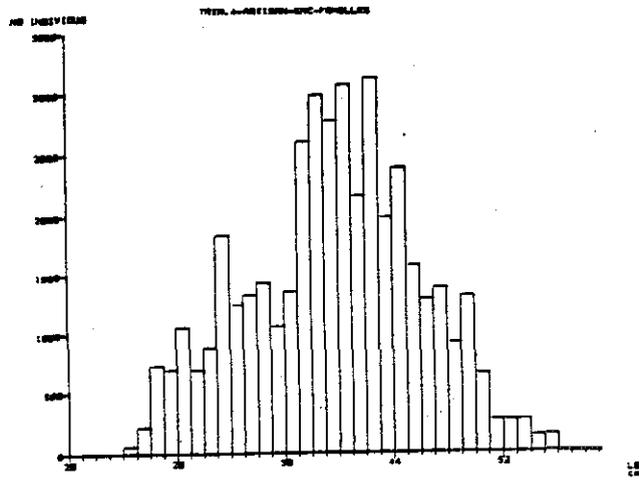
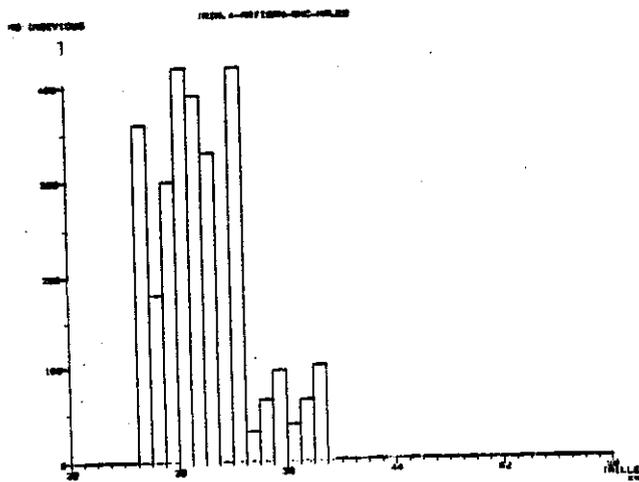
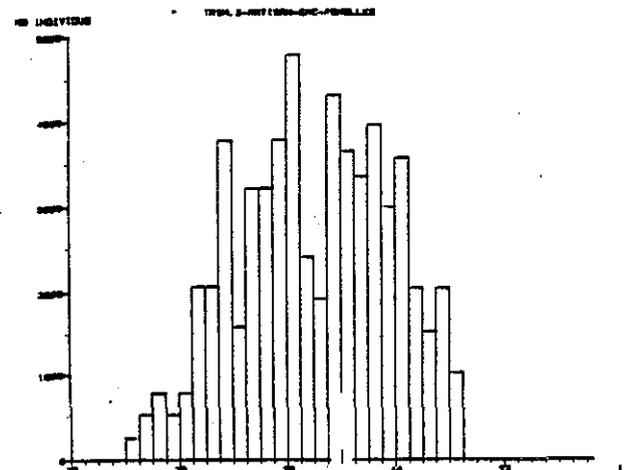
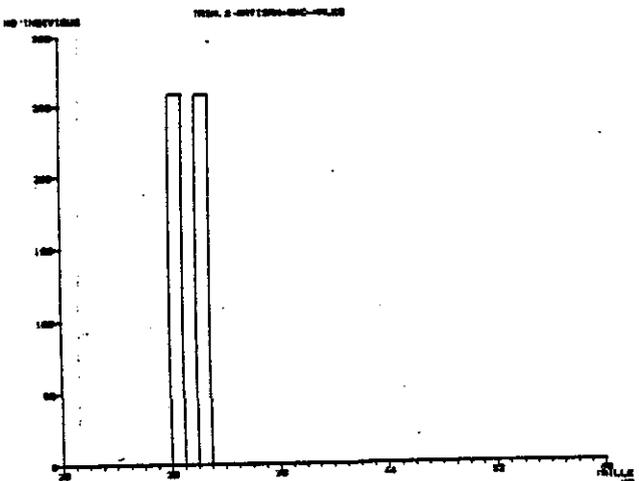
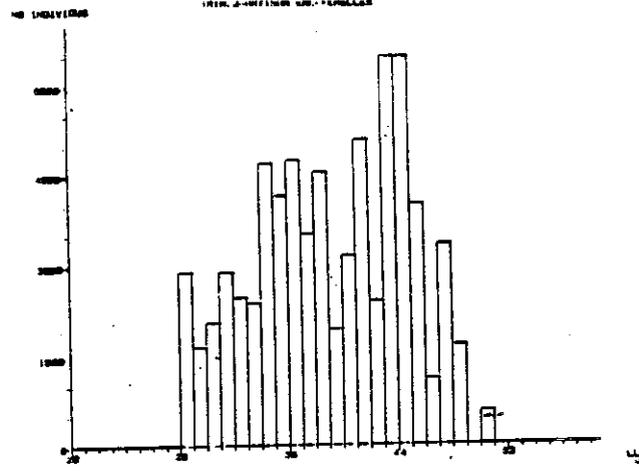
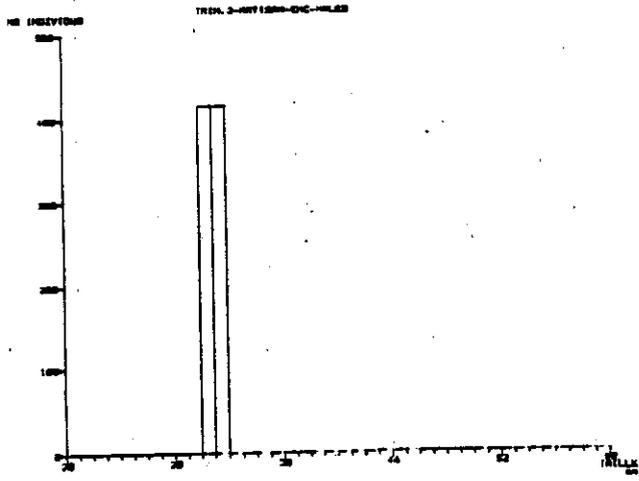
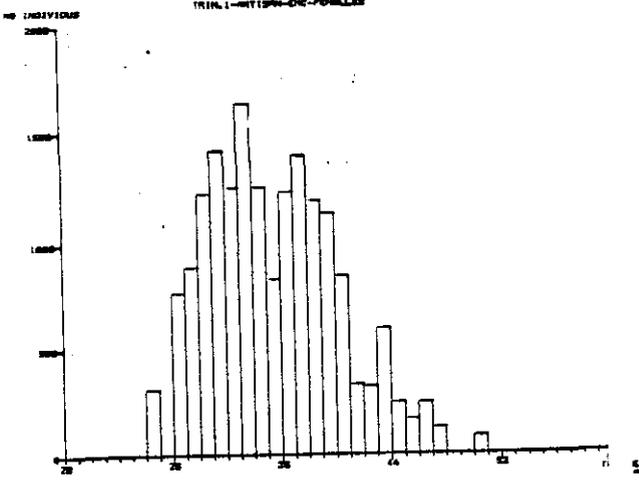
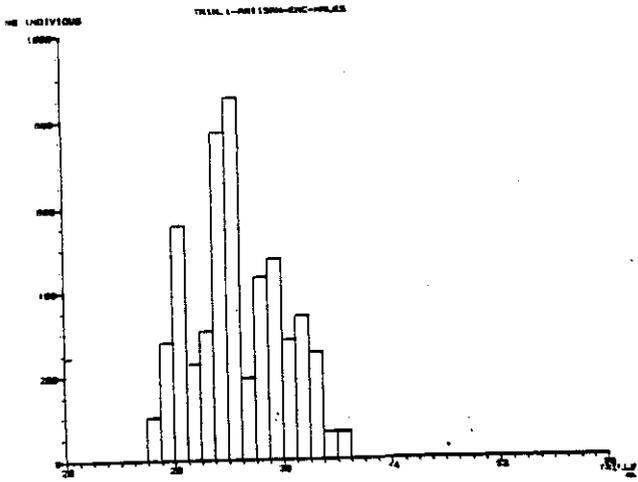


Fig. 13

Fig. 17