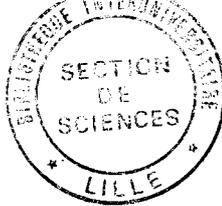


N° d'ordre : 192

50376  
1988  
219



50376  
1988  
219

THESE

Présentée à

**L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE FLANDRE ARTOIS**

pour obtenir le grade de

**DOCTEUR DE L'UNIVERSITE**

par

**PHILIPPE MOGUEDET**

DE LA DYNAMIQUE DES FLUIDES ACCESSOIRES

**APPROCHE DE LA DYNAMIQUE DE STOCKS ACCESSOIRES :**

LE CAS DES LINGUES (MOLVA SPP.) EXPLOITEES

PAR LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE.

Soutenue le 19 février 1988 devant la Commission d'Examen :

MM. M. PORCHET : Président  
C. DENIEL : Rapporteur  
A. LAUREC : "  
J.L. DURAND : Examineur  
S. FRONTIER : "  
Ph. GROS : "

## AVANT PROPOS

J'exprime ma reconnaissance à Monsieur le Professeur **M. PORCHET**, de la Faculté des Sciences et Techniques de Lille I, qui me fait l'honneur de présider ce jury.

J'ai eu l'honneur de suivre l'enseignement de Monsieur **C. DENIEL**, Docteur es-Sciences, Maître de Conférence à la Faculté des Sciences de Bretagne Occidentale. Je suis très heureux de sa participation à ce jury de thèse.

Alors qu'il dirigeait le département "Ressources Halieutiques" de l'IFREMER, Monsieur **A. LAUREC**, Docteur es-Sciences, m'a orienté sur l'étude présentée ici. Il m'a ensuite conseillé sur la démarche analytique à suivre et pour cela m'a initié aux dernières techniques mathématiques qu'il mettait en application au fur et à mesure de l'avancement de ses propres travaux de recherche. Bien que très occupé par le surcroît de travail que lui occasionne sa nouvelle fonction de Directeur des "Ressources Vivantes", Monsieur LAUREC a accepté d'évaluer ce travail. Il m'est très agréable de lui exprimer ici toute ma reconnaissance.

Monsieur **J.L. DURAND**, Ingénieur Agronome, Chercheur au laboratoire "Ressources Halieutiques" de la station IFREMER - Lorient, m'a fait partager son expérience sur la gestion, des stocks exploités, et des pêcheries en général. Ses nombreuses critiques et remarques, ainsi que ses encouragements m'ont été très précieux. Sa collaboration pour la conception, la programmation et le "debuggage" du logiciel d'analyse rectifiée des pseudo-cohortes, a été déterminante. Je suis très sensible à sa présence dans ce jury.

Que ce soit pour ajuster le modèle de croissance ou pour établir la stratégie d'échantillonnage qu'impliquait cette étude, je me suis abondamment référé aux travaux de Monsieur **Ph. GROS**, Docteur es-Sciences, Chercheur au laboratoire d'écologie littorale au Centre IFREMER - Brest. Je lui suis reconnaissant de l'intérêt qu'il a bien voulu porter à ce travail en acceptant de le juger.

Monsieur le Professeur **S. FRONTIER**, de la Faculté des Sciences et Techniques de Lille I, m'a accueilli dans son laboratoire d'écologie numérique à mes débuts en 3ème cycle. Il m'a fait bénéficier de ses connaissances en écologie marine et m'a formé aux traitements des données. Je le remercie de sa participation à l'évaluation de ce travail.

J'ai réalisé cette thèse au sein de la station IFREMER - Lorient. J'en remercie le Directeur, Monsieur **J.P. MINET**, pour son accueil. Le Chef du laboratoire "Ressources Halieutiques", Monsieur **A. CHARUAU** a veillé au bon déroulement de cette étude et m'a grandement facilité la tâche en résolvant de nombreux problèmes matériels. Je lui en suis très reconnaissant. Il m'est agréable d'associer à ces remerciements tout le personnel du laboratoire, et plus particulièrement ceux qui ont contribué à l'avancement de ce travail (**A. BISEAU, J. KERBOL, J.J. RIVOALEN ...**). L'étude s'intégrait dans le programme "Pêche Industrielle" du laboratoire. J'exprime ma reconnaissance à Monsieur **J.B. PERODOU**, responsable de ce programme, pour l'aide qu'il m'a apportée à mes débuts. J'ai apprécié le soin que **J.C. POULARD** a pris pour corriger les premières épreuves dactylographiées. **D. NEDELEC**, le technicien de ce programme, m'a aidé à accomplir la partie la plus fastidieuse de ce travail (récolte des données au cours des embarquements, préparation et lecture des otolithes ...). J'ai un très grand plaisir à le remercier ici.

La partie de l'étude concernant l'analyse de la formation des prix aux débarquements a été réalisée en collaboration avec le laboratoire "Stratégie de Développement et d'Aménagement (S.D.A.)", du Centre IFREMER - Paris. Je voudrais exprimer toute ma reconnaissance à **E. MEURIOT** et **Y. COCHET** pour leurs contributions respectives.

La réalisation de ce travail a nécessité une récolte de données biologiques. Cela a été obtenu au cours d'embarquements à bord de navires de pêche industrielle de l'armement JEGO-QUERE. Il m'est très agréable d'en remercier le Président Directeur Général, Monsieur **J.M. BESNARD** ainsi que ses collaborateurs, Messieurs **B. LION, P. LE FORMAL**, et Madame **T. PERON**. Je n'oublierai jamais l'accueil chaleureux des patrons-pêcheurs (plus particulièrement **J.P. HERVE, A. LE HUEC** et **R. LE MIGNANT**) et de leurs équipages.

Ce travail n'aurait pas été complet sans les données relatives aux captures des palangriers fournies par Monsieur **J. REINERT** du Laboratoire des Pêches de Torshavn (Faeroes). Je le remercie pour cette contribution.

Je voudrais également remercier Monsieur **F. POINSARD**, le Chef des "Ressources Halieutiques", de l'IFREMER, et Monsieur **J. GUEGUEN**, chercheur au Laboratoire ERHAL du Centre IFREMER - Nantes. Le premier pour l'aide matérielle qu'il m'a accordée, le second pour ses explications concernant la gestion des quotas.

Enfin, j'associe à ces remerciements Monsieur **M. BERTIGNAC**, étudiant à l'ENSA de Rennes qui a, suite à de nombreux échanges d'idées, influé sur la réalisation de ce travail.

## SOMMAIRE

### APPROCHE DE LA DYNAMIQUE DE STOCKS ACCESSOIRES : LE CAS DES LINGUES (MOLVA spp.) EXPLOITEES PAR LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE.

|  |    |
|--|----|
| CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE   | 1  |
| CHAPITRE II : LA PECHE INDUSTRIELLE LORIENTAISE  | 6  |
| II-1 ORIGINE ET EVOLUTION DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE                         | 7  |
| II-2 DESCRIPTION DE LA FLOTTILLE   | 11 |
| II-3 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DE PECHE   | 13 |
| II-4 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET HYDROLOGIQUES DE LA ZONE DE PECHE                       | 17 |
| 4.1 Bathymétrie  | 17 |
| 4.1.1 Le plateau continental   | 17 |
| 4.1.2 Les accores du plateau continental   | 17 |
| 4.1.3 Les plaines océaniques   | 19 |
| 4.1.4 Les "bancs"  | 19 |
| 4.2 Sédimentologie   | 19 |
| 4.3 Courantologie  | 21 |
| 4.4 Hydrologie   | 21 |
| 4.4.1 Distribution des températures  | 21 |
| 4.4.2 Distribution des salinités   | 25 |
| II-5 DESCRIPTION DE L'INTERACTION FLOTTILLE-ZONE DE PECHE                                  | 25 |
| II-6 RATIONALISATION DE L'EXPLOITATION DES PECHERIES ET DE LA GESTION DES MARCHES          | 27 |
| II-7 CONCLUSION  | 29 |
| CHAPITRE III : EVOLUTION ET CARACTERISTIQUES DE LA PRODUCTION DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE | 30 |
| III-1 LES DEBARQUEMENTS DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE                           | 31 |
| 1.1 Evolution des quantités débarquées entre 1973 et 1985                                  | 31 |
| 1.2 Evolution des valeurs débarquées entre 1973 et 1985                                    | 35 |
| 1.3 Evolution des prix moyens au kilo annuels entre 1973 et 1985                           | 35 |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| III-2   | ANALYSE DE LA FORMATION DES PRIX AU DEBARQUEMENT :<br>ETUDE ECONOMETRIQUE DE LA PERIODE 1980-1985 | 37        |
|   | 2.1 Description du modèle économétrique   | 38        |
|   | 2.2 Application du modèle   | 39        |
|   | 2.3 Résultats et discussion   | 46        |
|   | 2.4 Conclusion  | 52        |
| III-3   | ANALYSE DES ELEMENTS GENERATEURS DE LA SUBSTITUTION DE<br>CERTAINS PRODUITS                       | 54        |
|   | 3.1 Description du modèle discriminant  | 54        |
|   | 3.2 Application du modèle   | 56        |
|   | 3.3 Résultats et discussion   | 57        |
|   | 3.4 Conclusion  | 66        |
| III-4   | CONCLUSION  | 66        |
| <b>CHAPITRE IV : SYSTEMATIQUE, REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET<br/>BIOLOGIE DES LINGUES</b> |   | <b>68</b> |
| IV-1  | SYSTEMATIQUE  | 72        |
|   | 1.1 Ordre   | 72        |
|   | 1.2 Famille   | 72        |
|   | 1.3 Genre   | 72        |
|   | 1.4 Espèce  | 74        |
| IV-2  | REPARTITION   | 76        |
|   | 2.1 Répartition géographique  | 76        |
|   | 2.2 Répartition bathymétrique   | 76        |
| IV-3  | BIOLOGIE DES LINGUES  | 78        |
|   | 3.1 La lingue bleue : <u>Molva dypterygia dypgterygia</u> P. 1784                                 | 78        |
|   | 3.1.1 Comportement  | 78        |
|   | 3.1.2 Cycle biologique  | 78        |
|   | 3.1.3 Régime alimentaire  | 79        |
|   | 3.1.4 Migrations  | 79        |
|   | 3.1.5 Populations   | 79        |
|   | 3.2 La lingue franche : <u>Molva Molva</u> L. 1758  | 80        |
|   | 3.2.1 Comportement  | 80        |
|   | 3.2.2 Cycle biologique  | 80        |
|   | 3.2.3 Régime alimentaire  | 82        |
|   | 3.2.4 Migrations  | 83        |
|   | 3.2.5 Populations   | 83        |
| IV-4  | ACQUISITION DES PARAMETRES BIOLOGIQUES NECESSAIRES A<br>L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES LINGUES       | 83        |
|   | 4.1 Reproduction et développement   | 83        |
|   | 4.1.1 Echelle de maturité   | 83        |
|   | 4.1.2 Ponte - Age de première maturité  | 85        |
|   | 4.1.3 Développement des oeufs et des larves   | 85        |
|   | 4.2 Rapport poids de poissons pleins/poids de poissons éviscérés                                  | 85        |
|   | 4.3 Coefficient d'allométrie et indice pondéral   | 88        |
|   | 4.4 Détermination de l'âge des individus  | 93        |
|   | 4.4.1 Présentation de l'otolithe  | 93        |
|   | 4.4.2 Matériel et méthode   | 96        |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 4.4.3  | Difficultés rencontrées  | 96  |
| 4.4.4  | Résultats  | 99  |
| 4.5  | Estimation des paramètres de la croissance en longueur                           | 99  |
| IV-5   | CONCLUSION   | 108 |
| <b>CHAPITRE V : ACQUISITION DES DONNEES NECESSAIRES A L'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS DE LINGUES</b>  |  | 110 |
| V-1  | PRODUCTION DE LINGUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-EST                                 | 112 |
| 1.1  | Production de lingue bleue au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse entre 1973 et 1985   | 114 |
| 1.1.1  | Historique de la production internationale                                       | 114 |
| 1.1.2  | Historique de la production française  | 113 |
| 1.1.3  | Bilan de l'exploitation en 1985  | 120 |
| 1.2  | Production de lingue franche au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse entre 1973 et 1985 | 122 |
| 1.2.1  | Historique de la production internationale                                       | 122 |
| 1.2.2  | Historique de la production française  | 128 |
| 1.2.3  | Bilan de l'exploitation en 1985  | 128 |
| V-2  | ESTIMATION DE LA STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DES DEBARQUEMENTS DE LINGUES            | 129 |
| 2.1  | Estimation des distributions en taille des débarquements par sexe et par métier  | 130 |
| 2.1.1  | Enquête cadre  | 130 |
| 2.1.2  | Présentation des protocoles d'échantillonnage                                    | 131 |
| 2.1.2.1  | Partition de la population ciblée en strates                                     | 131 |
| 2.1.2.2  | Protocole d'échantillonnage à bord des navire de pêche                           | 132 |
| 2.1.2.3  | Protocole d'échantillonnage en halle de marée (criée)                            | 134 |
| 2.1.3  | Résultats et discussion  | 142 |
| 2.1.4  | Extrapolation aux captures internationales                                       | 149 |
| 2.2  | Estimation des tableaux de correspondance taille-âge                             | 158 |
| 2.3  | Estimation de la capture en âge des débarquements                                | 158 |
| 2.3.1  | Processus de calcul  | 158 |
| 2.3.2  | Résultats et discussion  | 164 |
| V-3  | ESTIMATION DES EFFORTS DE PECHE APPLIQUES A LA CAPTURE DES LINGUES               | 164 |
| 3.1  | Définition du concept "effort de pêche" et choix des unités d'effort             | 164 |
| 3.2  | Application à l'exploitation des lingues   | 165 |
| 3.3  | Résultats et discussion  | 166 |
| <b>CHAPITRE VI : ANALYSE DE L'IMPACT DE L'EXPLOITATION DES STOCKS DE LINGUES EN 1985. ESTIMATION DES COEFFICIENTS DE MORTALITE ET DE L'ABONDANCE DES RECRUES</b> |  | 170 |
| V - 1  | DESCRIPTION DU MODELE  | 172 |
| 1.1  | Equations et algorithme de base  | 173 |
| 1.1.1  | Notation   | 173 |
| 1.1.2  | Equations de base  | 173 |
| 1.2  | Algorithme du rétrocalcul par itération  | 178 |
| 1.2.1  | Calcul des dérivées  | 179 |

|  |  |     |
|--|--|-----|
| 1.2.2.   | Processus itératif des calculs de $\frac{dF_t}{dR}$ et $\frac{dq_{a,j}}{dR}$                       | 181 |
| 1.2.3.   | Adaptation de la méthode de NEWTON   | 182 |
| 1.3.   | Etude des sensibilités   | 182 |
| 1.3.1.   | Principe et méthode  | 182 |
| 1.3.2.   | Calculs des coefficients de sensibilité des coefficients de mortalité par pêche aux âges           | 183 |
| 1.3.2.1.   | Vis-à-vis du recrutement R   | 184 |
| 1.3.2.2.   | Vis-à-vis du F terminal ( $F_t$ )  | 184 |
| 1.3.2.3.   | Vis-à-vis du coefficient de mortalité naturelle M (à $F_t$ constant)                               | 186 |
| VI - 2   | APPLICATION AUX STOCKS DE LINGUES BLEUES ET FRANCHES EXPLOITES DANS LE NORD ET L'OUEST DE L'ECOSSE | 191 |
| VI - 3   | RESULTATS ET DISCUSSION  | 192 |
| VI - 4   | CONCLUSION   | 208 |
| <b>CHAPITRE VII : ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS DE LINGUE DU NORD ET DE L'OUEST DE L'ECOSSE PAR UNE MODELISATION DE TYPE STRUCTURAL</b> |  | 210 |
| VII-1  | CARACTERISTIQUES, CONTRAINTES D'UTILISATION ET CHOIX D'UN MODELE STRUCTURAL                        | 213 |
| 1.1  | Caractéristiques   | 213 |
| 1.2  | Contraintes d'utilisation  | 214 |
| 1.3  | Choix d'un modèle  | 214 |
| VII-2  | DESCRIPTION DU MODELE  | 215 |
| 2.1  | Equations de base  | 215 |
| 2.2  | Calculs des captures en nombre d'individus   | 215 |
| 2.3  | Calculs des captures en poids  | 217 |
| 2.4  | Calculs des captures en nombre et en poids dans le cas d'une exploitation par plusieurs métiers    | 219 |
| 2.5  | Calculs et représentations des éléments d'analyse de la dynamique des stocks                       | 220 |
| VII-3  | APPLICATION A L'ETUDE DES EXPLOITATIONS DES STOCKS DE LINGUES                                      | 223 |
| VII-4  | RESULTATS ET DISCUSSION  | 225 |
| 4.1  | Gestion de l'exploitation des stocks de lingue bleue   | 225 |
| 4.2  | Gestion de l'exploitation des stocks de lingue franche   | 231 |
| VII-5  | CONCLUSION   | 247 |
| <b>CHAPITRE VIII : APPROCHE DE LA GESTION DE LA PECHERIE DE GADIDES DU NORD ET DE L'OUEST DE L'ECOSSE</b>                                    |  | 249 |
| VIII-1   | DESCRIPTION DU CONTEXTE D'EXPLOITATION DE LA PECHERIE  | 250 |
| 1.1  | Les caractéristiques de cette exploitation   | 250 |
| 1.2  | Présentation de la politique de gestion  | 251 |
| 1.3  | Implications pour la flottille industrielle lorientaise  | 253 |

|                                   |   |     |
|-----------------------------------|---|-----|
| VIII-2                            | ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES PRINCIPAUX STOCKS ETUDIES | 253 |
| 2.1                               | Origine des données et méthodes d'évaluation          | 253 |
| 2.2                               | Résultats et discussion                               | 254 |
| VIII-3                            | PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT DE L'EXPLOITATION          | 259 |
| 3.1                               | Au niveau international                               | 259 |
| 3.2                               | Au niveau lorientais                                  | 260 |
| VIII-4                            | CONCLUSION  | 264 |
| CHAPITRE IX : CONCLUSION GENERALE |   | 266 |
| BIBLIOGRAPHIE                     |   | 275 |
| ANNEXES                           |   | 285 |

**CHAPITRE I**  
**INTRODUCTION GENERALE**

## CHAPITRE I

### INTRODUCTION GENERALE

Depuis deux ans, Lorient est le premier port de pêche français pour la valeur des produits de la pêche qui y sont débarqués (542 millions de francs en 1984, 630 millions de francs en 1985). La position de "leader" au niveau national s'explique en grande partie par les résultats obtenus par la flottille de pêche industrielle. Cette flottille, soit 22 navires en 1985, exploite les pêcheries de gadidés à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse. Elle est caractérisée par :

- la longueur des navires qui la compose (supérieure à 38 mètres H.T.).
- le mode de rémunération de ses équipages (au pourcentage de la vente de la pêche avec un minimum garanti).

La flottille industrielle lorientaise pratique une exploitation multi-spécifique. Cependant, le lieu noir (Pollachius virens) dont les captures annuelles représentent environ 50 % des captures totales, apparaît comme l'espèce cible ou "support". Les captures de deux autres gadidés, la lingue bleue (Molva dypterygia) et la lingue franche (Molva molva), dont les exploitations sont considérées comme accessoires, sont en progression continue depuis le début de cette décennie. En 1985, elles représentent une part importante de l'activité économique de la flottille : 21 % du total des quantités et des valeurs débarquées. La lingue bleue est la seconde espèce "industrielle" débarquée à Lorient (13 % des captures et 12 % des valeurs), la lingue franche en est la troisième (8 % des captures, 9 % des valeurs).

L'exploitation des lingues de la pêcherie de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse n'a jamais fait l'objet d'évaluations. Devant la part grandissante qu'elle tient dans l'activité de la flottille industrielle lorientaise, il est apparu primordial de s'interroger sur l'état de ces ressources. De plus, les captures de lieu noir se font de plus en plus aux dépens de jeunes individus, les concentrations hivernales de géniteurs sont de moins en moins importantes. Il faut donc se demander si

l'exploitation de lingues est susceptible de compenser une éventuelle forte baisse de production de lieu noir. Cela revient à poser les questions : à court terme, l'exploitation des lingues peut-elle se substituer à celle du lieu noir ? Ces espèces peuvent-elles devenir les espèces cibles de la flottille industrielle lorientaise ? Cette dernière question est d'autant plus importante que cette flottille doit, compte tenu du vieillissement de ses navires (âge moyen 12 ans), subir un prochain renouvellement.

L'objectif de ce travail est de répondre à ces questions. Il s'agit donc, dans un premier temps, d'évaluer l'état des ressources de lingues bleues et franches exploitées à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse.

La multispécificité caractérise les apports de la flottille industrielle lorientaise. L'étude de l'exploitation d'une ou de plusieurs de ces espèces, ne peut être faite hors de ce contexte. Il paraît essentiel de connaître les liens qui existent entre les exploitations des espèces. Pour analyser la structure et le mode d'exploitation de cette flottille, et pour mettre en évidence le rôle qu'y jouent celles des lingues, nous avons examiné les relations entre la production des espèces et l'état du marché, et certains aspects des structures de ce marché. Cette démarche représente le premier point d'intérêt de cette thèse.

Pour analyser les réactions des stocks de lingues aux variations de l'intensité de pêche, nous avons choisi de modéliser leurs exploitations selon une approche structurale. Cela est rendu complexe par le fait qu'il s'agit d'une première évaluation, et qu'il existe des particularités liées au caractère accessoire de l'exploitation des lingues. En outre dans le cas de celle des lingues franches s'ajoute l'examen de l'interaction de différents métiers (chalutiers-palangriers) autour de cette ressource. Les modèles usuels employés pour estimer la mortalité par pêche ne peuvent pas être utilisés ici, car les données nécessaires ne sont pas disponibles, et parce que toutes les hypothèses de validité requises par ces modèles ne sont pas vérifiées. L'évaluation de l'état des stocks de lingues a donc nécessité la réalisation d'une technique adaptée à leurs particularités d'exploitation. La méthode d'étude de la sensibilité des résultats introduite par LAUREC (1986) y a été intégrée. Tout cet aspect constitue le second centre d'intérêt de l'étude.

La récolte de données caractérisant la biologie des lingues et les paramètres halieutiques de leurs exploitations a nécessité un certain nombre d'embarquements sur des navires de pêche lorientais. Nous avons pu ainsi obtenir des informations inédites concernant la biologie des mâles et des femelles de chacune des espèces de lingues. En outre, cela nous a permis de mieux comprendre les méthodes de travail des marins pêcheurs et la stratégie de pêche exercée par la flottille. Cela représente le troisième attrait de ce travail.

La première partie situe le cadre de l'exploitation de la flottille industrielle lorientaise et évalue la part que représente celle des lingues :

- le deuxième chapitre décrit la flottille (son origine et son évolution), la zone de pêche, et l'unité flottille-zone de pêche qui est ici remarquable.

- le troisième chapitre examine le niveau d'exploitation de la flottille et étudie son évolution entre 1973 et 1985. L'analyse des liens entre les diverses exploitations de gadidés est réalisée par une étude de la formation des prix au débarquement. Un examen de la stratégie de pêche exercée par la flottille vis-à-vis des lingues est présentée.

La seconde partie évalue l'état des stocks de lingues bleues et franches exploités par la flottille industrielle lorientaise à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse :

- le chapitre quatre est consacré à la biologie de ces espèces et à la détermination de quelques paramètres biologiques nécessaires à l'étude de leurs dynamiques.

- le chapitre cinq s'attache à l'estimation des paramètres requis par le modèle d'analyse de pseudo-cohorte : la structure démographique des captures par métiers et les valeurs prises par les efforts de pêche de chacun des métiers au cours de la période antérieure à l'année d'étude. L'estimation de la structure

démographique nécessite dans un premier temps celle de la production totale de lingues dans la pêcherie. L'évolution globale de ces captures et les modifications de leurs origines (pays producteurs), sont décrites. La stratégie d'échantillonnage qui a été développée (en mer et à terre) pour obtenir la structure en âge des débarquements de la flottille est détaillée.

- l'estimation des coefficients de mortalité par pêche pour chacun des métiers et l'étude de la sensibilité des résultats obtenus sont réalisés au chapitre six. Pour cela un modèle d'analyse de pseudo-cohorte a été conçu puis utilisé.

- tous les paramètres nécessaires à la modélisation des exploitations des lingues ont été définis. L'objectif au chapitre sept est de situer le niveau de production des lingues pour l'année 1985 et d'évaluer à long terme les conséquences des modifications des conditions de leurs exploitations respectives. Dans le cas de celle de la lingue franche, l'analyse de l'interaction entre les chalutiers et les palangriers est développée. Enfin des mesures d'aménagement permettant d'optimiser les exploitations des deux espèces de lingues sont développées.

La troisième partie retrace l'exploitation de la flottille industrielle lorientaise dans le contexte général de la pêcherie de gadidés de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse :

- dans le chapitre huit une approche de la gestion de cette pêcherie est présentée. La politique de sa gestion actuelle et les contraintes qu'elle implique pour la flottille lorientaise sont décrites. Après un bilan de l'état général des ressources de cette pêcherie, des propositions d'aménagement de son exploitation, aux niveaux international et lorientais, sont formulées.

## CHAPITRE II

### LA PECHE INDUSTRIELLE LORIENTAISE

- II-1 ORIGINE ET EVOLUTION DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE
- II-2 DESCRIPTION DE LA FLOTTILLE
- II-3 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DE PECHE
- II-4 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET HYDROLOGIQUES DE LA ZONE DE PECHE
  - 4.1 Bathymétrie
    - 4.1.1 Le plateau continental
    - 4.1.2 Les accores du plateau continental
    - 4.1.3 Les plaines océaniques
    - 4.1.4 Les "bancs"
  - 4.2 Sédimentologie
  - 4.3 Courantologie
  - 4.4 Hydrologie
    - 4.4.1 Distribution des températures
    - 4.4.2 Distribution des salinités
- II-5 DESCRIPTION DE L'INTERACTION FLOTTILLE-ZONE DE PECHE
- II-6 RATIONALISATION DE L'EXPLOITATION DES PECHERIES ET DE LA GESTION DES MARCHES
- II-7 CONCLUSION

## CHAPITRE II

### LA PECHE INDUSTRIELLE LORIENTAISE

La flottille industrielle actuelle a été construite pour exploiter les stocks de gadidés de la région du Nord de l'Ecosse. Les coûts élevés de production des navires industriels imposent des rendements d'exploitation importants. Cela ne peut être réalisé que dans une telle zone de pêche où l'abondance et la densité des espèces sont fortes. La grande caractéristique de cette zone de pêche est qu'elle est le lieu de concentration pour la reproduction des géniteurs de gadidés, du début de l'année à la fin du printemps. La flottille industrielle est donc fortement liée à une zone d'exploitation bien précise. L'unité flottille-zone de pêche est remarquable.

L'objectif de ce chapitre est de décrire chacun des éléments de cette unité et d'analyser l'interaction flottille-zone de pêche :

- pour ce qui concerne la description de la flottille, nous examinerons les phénomènes qui ont guidé sa construction et ceux qui ont influé sur le nombre de navires qui la compose en 1985.

- la zone de pêche sera localisée et ses propriétés physiques et hydrologiques seront fournies.

- l'analyse de l'interaction flottille-zone de pêche sera abordée à partir de la description des méthodes de pêche et des aménagements qui ont conduit à une optimisation de l'exploitation.

#### II-1 ORIGINE ET EVOLUTION DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE

La politique menée par l'Etat pour le renouvellement des flottilles depuis l'après-guerre et jusque dans les années soixante dix a toujours eu le même objectif. Celui de favoriser, de manière sélective, la compétitivité des flottilles qui entrent en concurrence avec celles des pays étrangers, soit directement, pour l'exploitation des ressources halieutiques, soit, indirectement, pour le partage du marché (MEURIOT 1985 a).

Les importations françaises de produits de la mer dépassèrent 200 000 tonnes en 1968. Les orientations gouvernementales de 1971 à 1975 (VIème plan) portèrent sur la réduction du déficit de la balance commerciale (10 % du déficit du commerce extérieur en 1968). Les lieux de pêche traditionnels (zones côtières) étaient déjà exploités par des unités de pêche modernes et nombreuses. Les objectifs gouvernementaux furent d'inciter et de faciliter la mise au point de nouvelles techniques de capture et de conditionnement du poisson pour exploiter les ressources situées au-delà de ces zones (MEURIOT 1985 a). Le principal avantage de ce choix était, outre l'intérêt économique, la participation de la France à l'exploitation de pêcheries internationales, situées en dehors de ses eaux territoriales.

La priorité de l'Etat en matière de gestion des flottilles fut pour le renouvellement, la reconversion et la restructuration de la flottille industrielle. Cette flottille était soumise à la compétition internationale pour l'exploitation des ressources. Pour être concurrentielle, elle devait donc adopter les dernières innovations technologiques. L'abandon de la construction des chalutiers à pêche latérale au profit des chalutiers à pêche arrière fut entre autres décidée.

Mais toutes ces innovations étaient coûteuses et nécessitaient une consolidation et un élargissement de la surface financière des entreprises d'armement (MEURIOT 1985 a). Pour dédommager les armements français des distorsions de concurrence introduites par les subventions accordées à la pêche dans d'autres pays, pour inciter les armateurs à construire de nouvelles unités, l'intervention financière de l'Etat apparaissait nécessaire. Le gouvernement français favorisa la restructuration économique des entreprises d'armements industriels, en octroyant les primes d'aide à la construction des navires, en fonction de leurs caractéristiques économiques et financières. L'aide financière était liée à l'abandon du caractère artisanal des entreprises par concentration de celles-ci.

Pour bénéficier de ces aides nationales, l'entreprise d'armement devait être formée en société de personne ou de capitaux. Elle devait être le propriétaire ou le co-propriétaire principal des navires et avoir un capital dépassant un million de francs. En outre, elle devait posséder au moins quatre bateaux de moins de dix ans ou de trois de moins de cinq ans et avoir un chiffre d'affaires supérieur à 12 millions de francs.

Les entreprises d'armement qui correspondaient aux critères précédents eurent de grandes facilités d'investissements. Il ne leur était demandé que 25 à 30 % d'apport. L'Etat subventionnait 25 % du coût. Le reste de la somme était allouée sous forme de prêts bonifiés. En outre les chantiers étrangers (Gdansk en Pologne et Ostende en Belgique) leur proposaient des prix à la construction attrayants.

Les armateurs lorientais possédaient, depuis le début des années soixante une flottille industrielle à pêche latérale. Cette flottille travaillait dans le Golfe de Gascogne, le long des accores du plateau continental entre la pointe Ouest de Bretagne et le Sud de l'Irlande et en mer d'Irlande. Certains des stocks traditionnellement exploités, comme le merlu, présentaient des signes de surexploitation. La politique lorientaise fut d'abandonner les lieux de pêche traditionnels pour aller exploiter les stocks de gadidés jugés abondants (surtout le lieu noir) dans l'Ouest et le Nord de l'Ecosse. Compte tenu des premiers résultats obtenus dans la nouvelle zone de pêche et des avantages offerts par le gouvernement, ces armateurs firent construire, de la fin des années soixante au milieu des années soixante dix, les navires qui composent la flottille industrielle actuelle (à l'exception de ceux rachetés à Boulogne) (MOGUEDET 1987 a).

Le renouvellement de la flottille passa par le désarmement des chalutiers à pêche latérale au profit de ceux à pêche arrière de puissance motrice et de capacité de cales supérieures. Mais l'état du marché s'est modifié entre le moment de son évaluation, celui où se sont décidés les investissements et celui où les navires ont été construits.

Les entreprises d'armements sont devenues vulnérables de par leurs lourds endettements liés à leur participation à l'augmentation brutale de capacité de production. Elles ont dû faire face à diverses crises :

- **dès la fin 1973**, le conflit du Proche-Orient entraîne la première crise pétrolière. Les prix du pétrole et de ses dérivés sont multipliés par trois (MOLLO 1980).

- **en 1975**, la modification des marchés céréaliers et carnés aux U.S.A., a, par effets induits, bouleversé le marché mondial des produits de la mer. Les cours du poisson se sont effondrés en Europe.

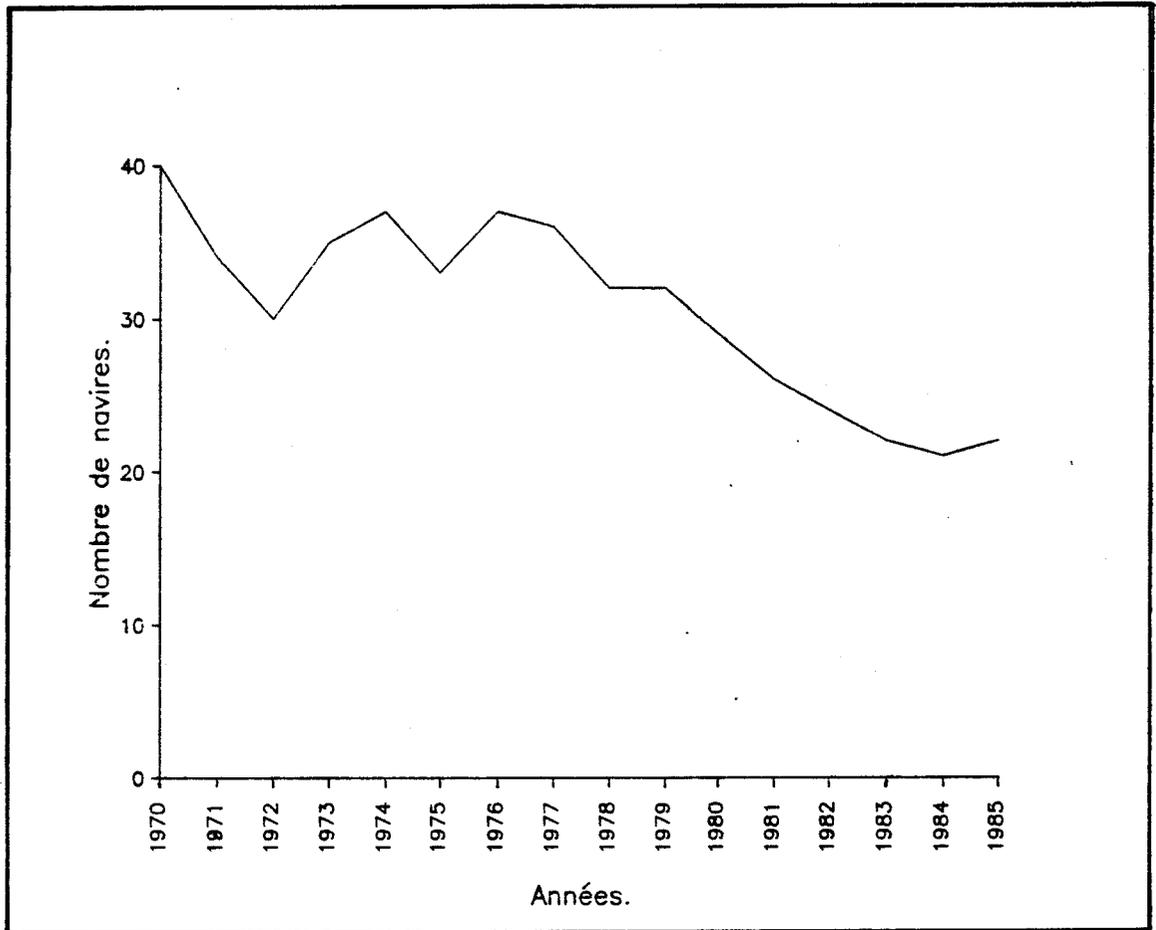


Figure (3) : Evolution de la flottille industrielle lorientaise entre 1978 et 1985.

- en 1978, en créant une zone économique exclusive (Z.E.E.) autour de leurs îles, les Faéringiens limitent l'accès des eaux aux flottilles étrangères. Celles-ci, dont la flottille française, se voient imposer des contraintes de maillages et de quotas.

- en 1980, la deuxième crise pétrolière provoque une nouvelle inflation des produits pétroliers.

Les premières conséquences de ces crises seront la disparition de certains armements et la réduction de la flottille industrielle (CORNEC 1974). Cette réduction se faisant d'abord par accélération du processus de désarmement des navires à pêche latérale, ensuite par la vente à l'étranger (Afrique du Sud, Argentine, Faeroes) de plusieurs navires à pêche arrière récemment construits.

Ainsi, après avoir eu jusqu'à près de 40 navires de pêche industrielle dans le début des années soixante dix (navires à pêche arrière + navires à pêche latérale), la flottille industrielle lorientaise n'en compte plus que 22 en 1985 (tous pêche arrière) (Fig. 3).

## II-2 DESCRIPTION DE LA FLOTTILLE

Six entreprises d'armement et leurs filiales gèrent les 22 navires de pêche industrielle lorientaise :

| Armements                       | Nombre de navires |
|---------------------------------|-------------------|
| JEGO-QUERE et Cie               | 11                |
| LUCAS et Cie                    | 4                 |
| SCAVINER-COROUGE<br>ET CHAUCHET | 3                 |
| FOURNY (MET)                    | 2                 |
| LANLO                           | 1                 |
| NORD ATLANTIQUE                 | 1                 |

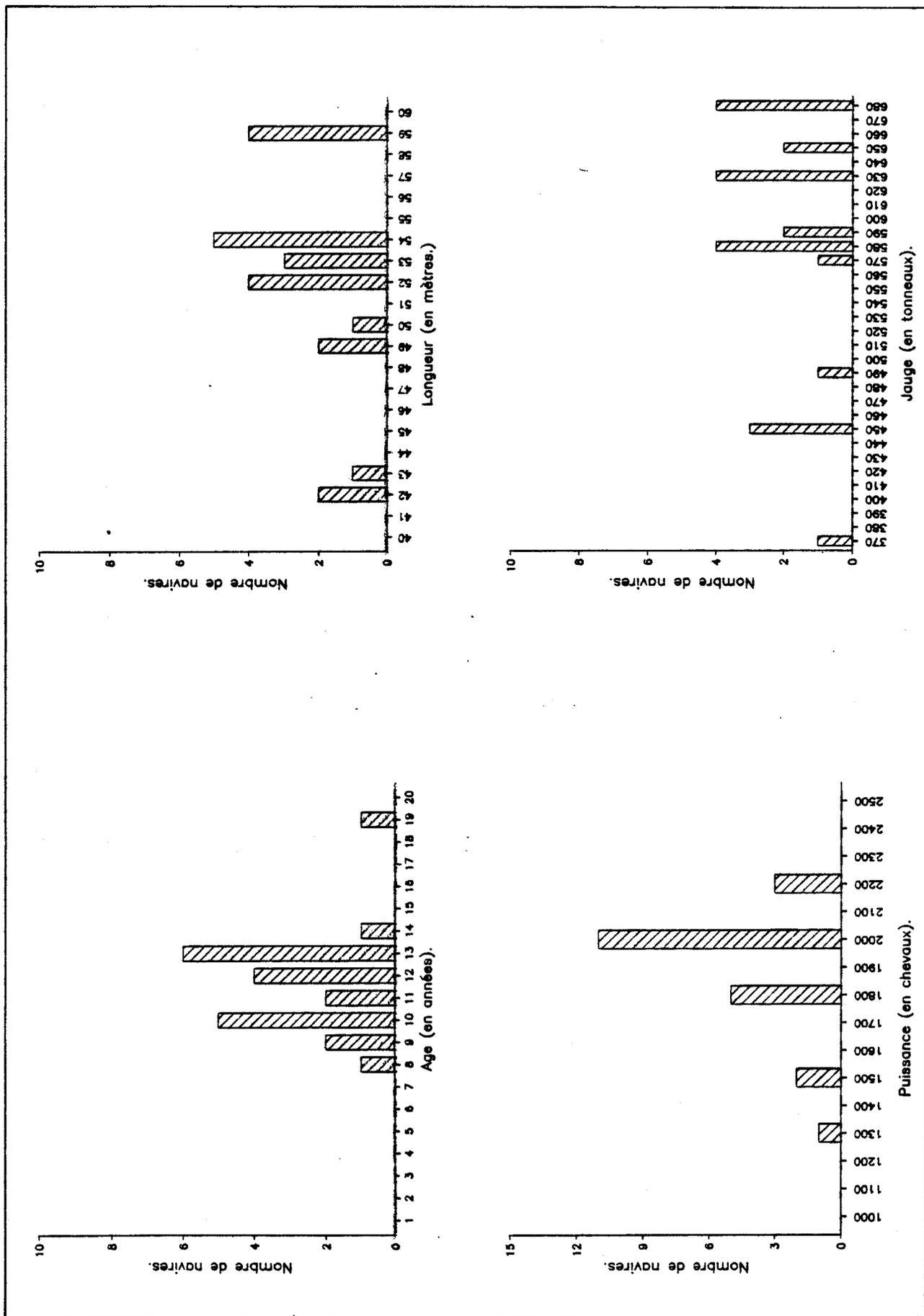


Figure (4) : Caractéristiques des navires composants la flottille industrielle lorientaise.

En 1985, la moyenne d'âge de la flottille est de 12 ans (Fig. 4). Parmi les navires de cette flottille, trois sont de taille (42 m) et de puissance (1500 CV) très inférieures aux autres dont les tailles sont comprises entre 49 et 59 m et les puissances motrices entre 1 800 et 2 200 CV (Fig. 4). Les jauges des navires sont très diverses. Elles fluctuent entre 370 et 680 tonnaux (Fig. 4).

Les navires proviennent de trois chantiers navals : Gdansk en Pologne, Ostende en Belgique, Dieppe en France. L'engin de pêche qu'ils traînent est un chalut de fond à grande ouverture verticale (G.O.V.) de 38. 50 m de corde de dos (Fig. A7). Ce chalut a remplacé le 32 m MOYSAN (Fig. A8) qui était en usage jusqu'au début des années quatre vingt. Conformément aux règlements communautaires en vigueur, dans le cul du chalut, la longueur de maille étirée est de 80 mm.

A bord des navires, l'équipage est formé de 16 hommes. Il comprend un patron, un second, un officier radio, un officier mécanicien, un mécanicien en second, deux graisseurs, un chef d'équipage (bosco), six matelots, un cuisinier et un novice.

Cet équipage est payé au pourcentage de la vente nette : prix de vente de la pêche moins les taxes portuaires et les frais de débarquements. Le taux du pourcentage dépend de la fonction occupée à bord (de 5 % pour le patron à 0.80 % pour le novice, en moyenne). Selon la règle du minimum garanti, qui est caractéristique de la gestion des personnels de la flottille, si la vente ne couvre pas les dépenses engagées, ceux-ci touchent un salaire minimum fixé par les conventions collectives.

### **II-3 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE DE PECHE**

La zone de pêche exploitée par la flottille fait partie intégrante de l'Est Atlantique. Elle s'étend de 54° 30'N à 63° N en latitude et de 1° W à 20° W en longitude (Fig. 7). Elle est limitée au Nord par les Faeroes, au Nord-Est par les Shetlands et les Orcades, à l'Est par l'Ecosse, au Sud par l'Irlande et à l'Ouest par les bancs de Rockall et de Hatton. Elle s'intègre dans les divisions VB, VIA,

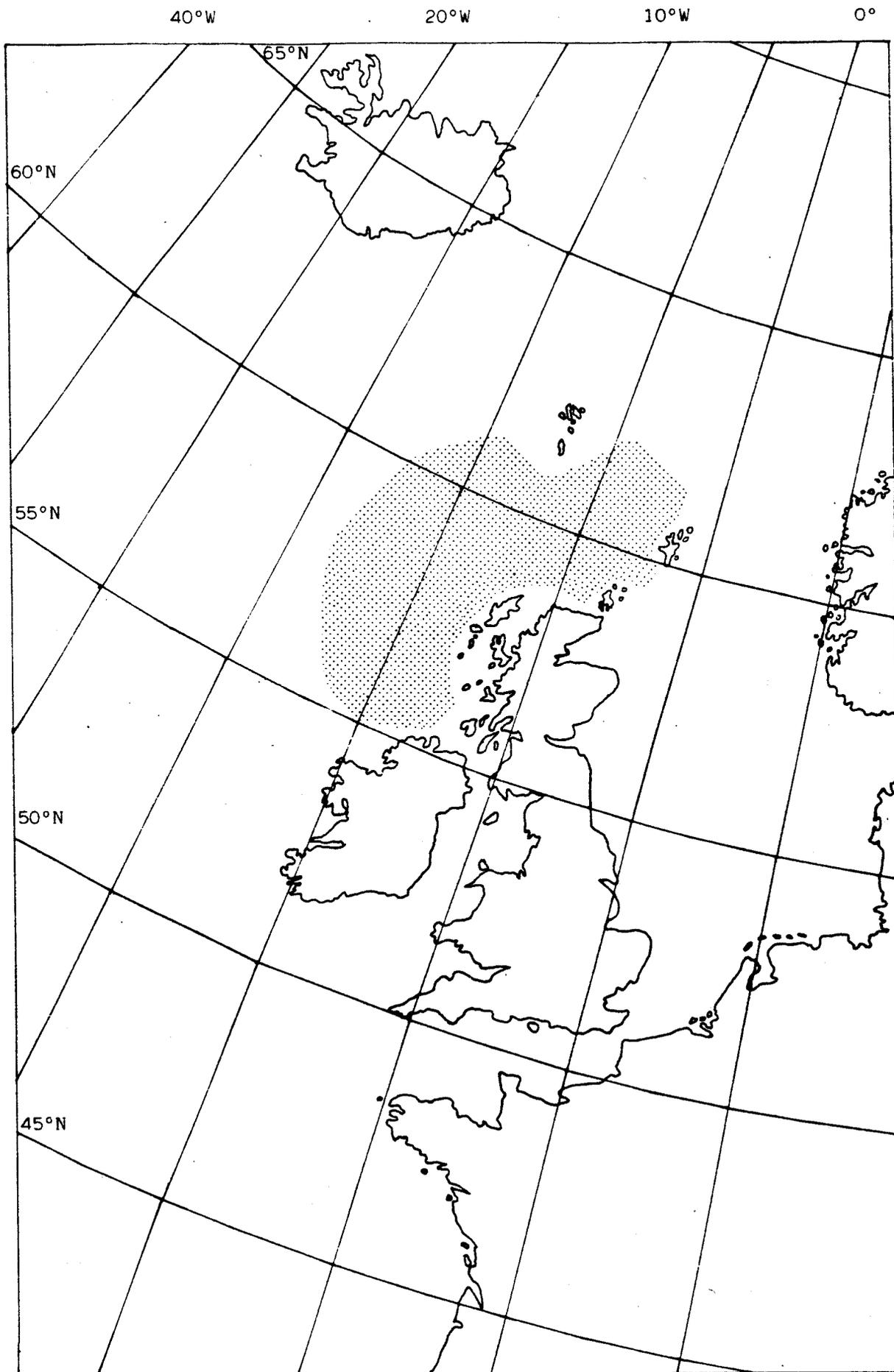


Figure ( 7 ) : Localisation de la zone de pêche.

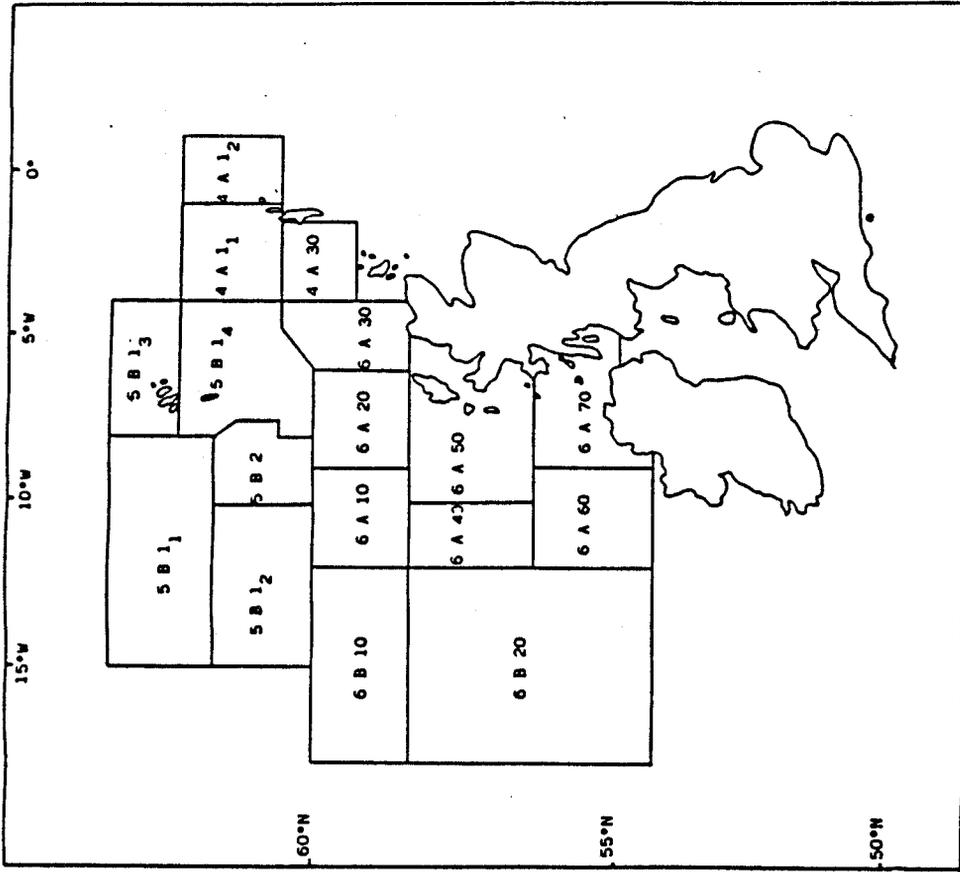


Figure (8) : Subdivisions CIEM des divisions CIEM 4 A, 5 B, 6 A et 6 B.

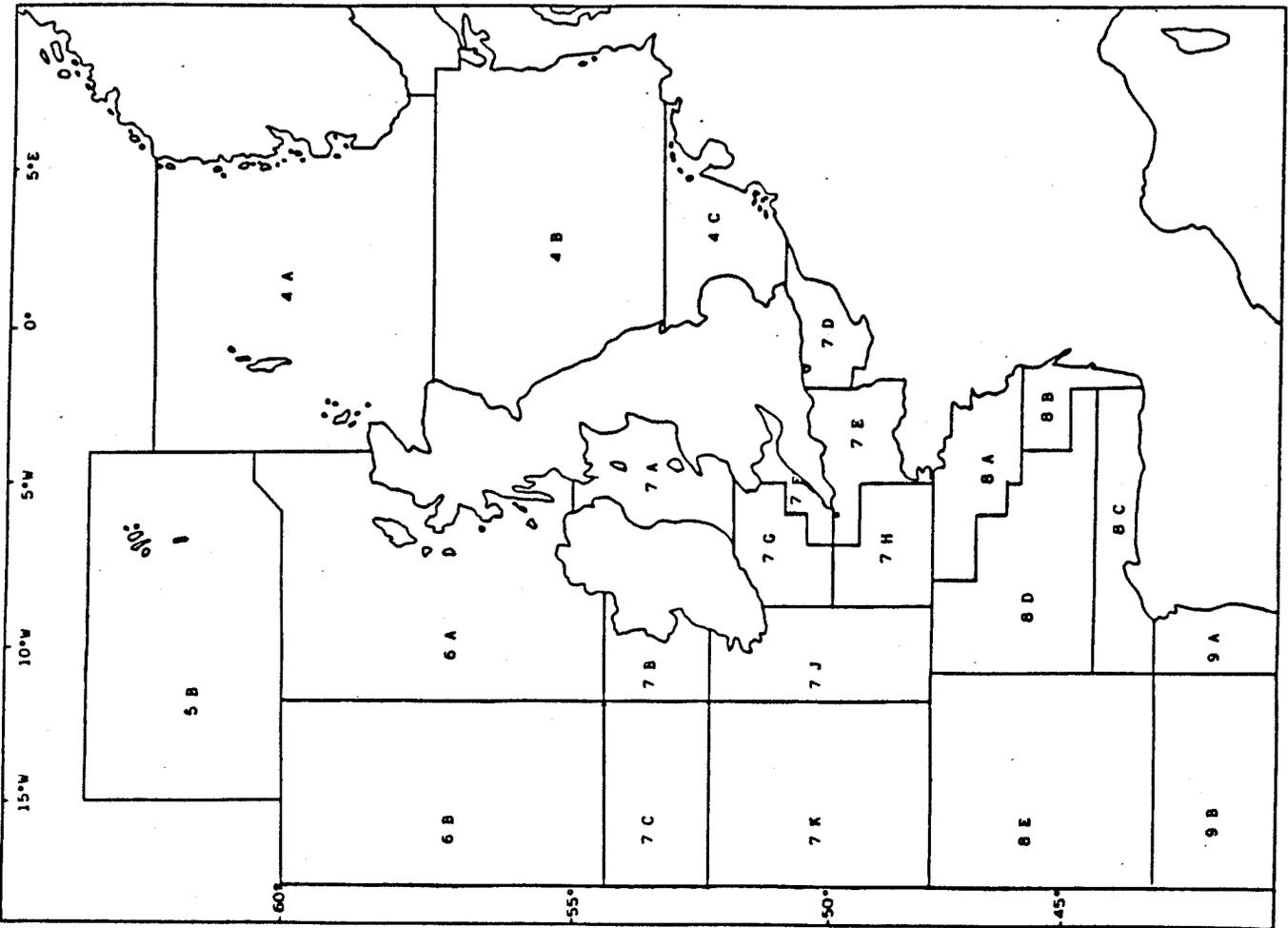


Figure (9) : Divisions CIEM de l'Atlantique Nord Est.

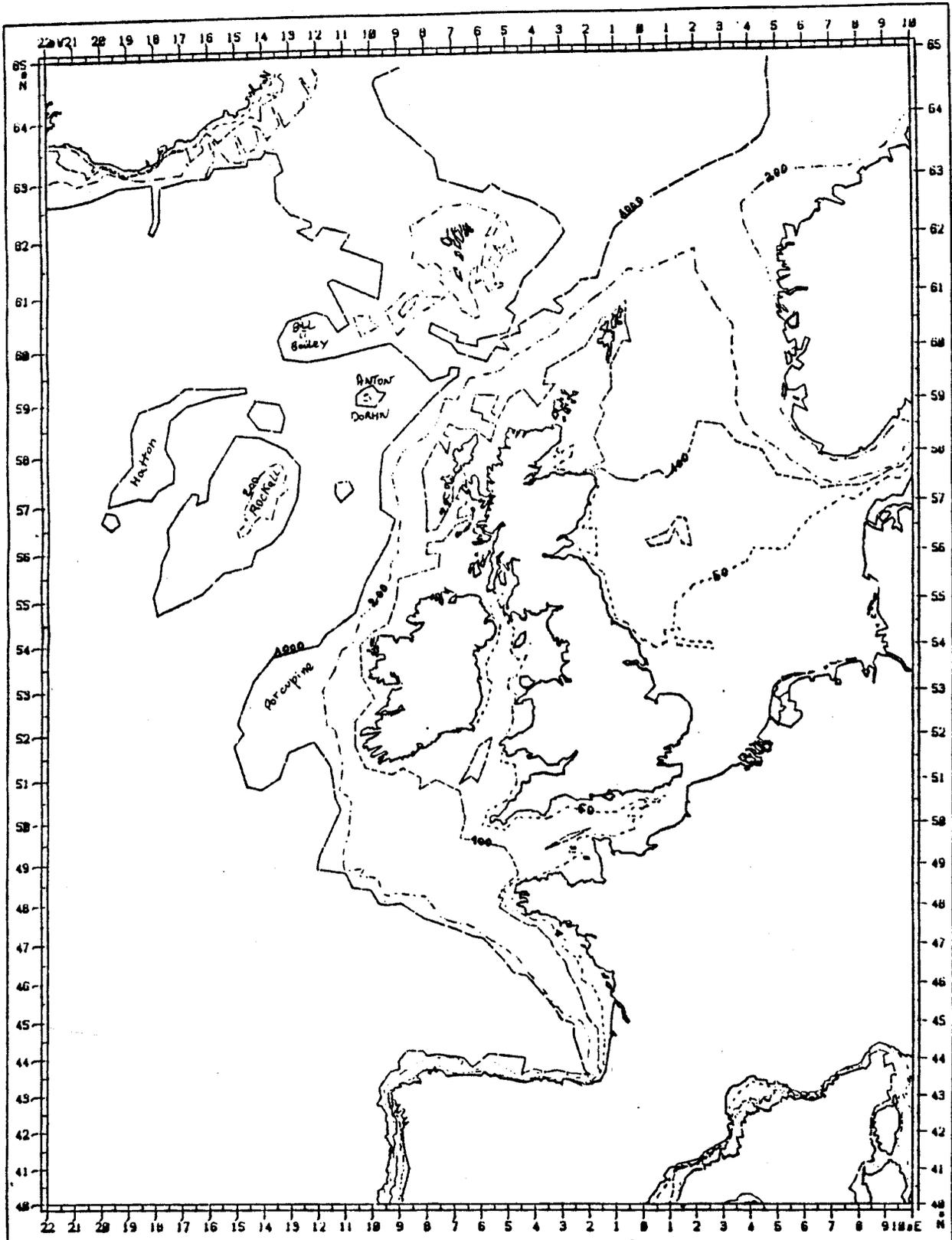


Figure (10) : Topographie générale de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse.

VIB et IVA (en partie) du C.I.E.M \* (Fig. 8). Ces divisions sont elles-mêmes partagées en subdivisions. La zone de pêche de la flottille industrielle lorientaise comprend 17 de ces subdivisions (Fig. 9).

## II-4 'CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET HYDROLOGIQUES DE LA ZONE DE PECHE

### 4.1 BATHYMETRIE

Les fonds sous-marins de la zone considérée sont constitués de quatre ensembles structuraux bien distincts (Fig. 10) :

- le plateau continental
- les accores du plateau continental
- les plaines océaniques
- les "bancs"

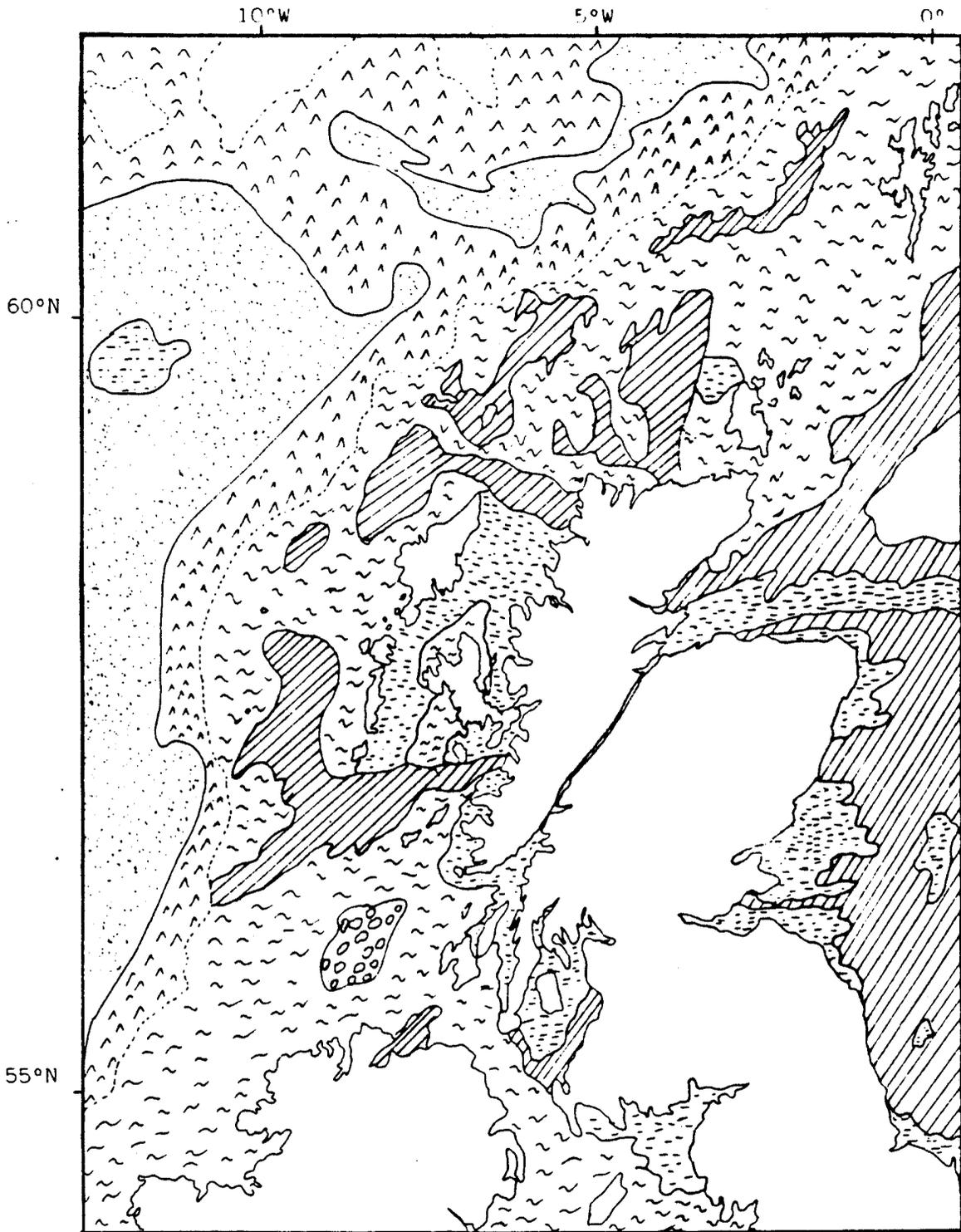
#### 4.1.1. Le plateau continental

Il prolonge l'extrémité Nord-Ouest du plateau continental européen. Les fonds varient entre 50 et 100 m. De l'Irlande à l'île de Saint Kilda, son relief est uniforme (in DUBUIT 1974). La partie centrale est constituée par le banc de "Vidal". De l'île de Saint Kilda aux Shetlands, le plateau est plus accidenté. Dans cette partie émergent de nombreuses îles : Suliska, Rona, Sule, Sherry, les Hébrides, les Orcades.

#### 4.1.2. Les accores du plateau continental

Le long du plateau continental de l'Irlande aux Shetlands, les fonds subissent deux ruptures de pente. Une première où ils passent lentement de 100 à 200 m (partie supérieure des accores du plateau continental). Une seconde où ils atteignent très rapidement 1 000 m (partie inférieure des accores).

\* C.I.E.M. : Comité International pour l'Exploration de la Mer



Légende :

|   |                  |   |              |
|---|------------------|---|--------------|
| ▤ | sable fin propre | ▣ | roches dures |
| ▥ | sable grossier   | ▧ | pélites      |
| ▦ | sable vaseux     | ▩ | basalte      |
| ▨ | sable graveleux  |   |              |

Figure (11) : Sédimentologie des fonds de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse (d'après Evans 1984).

### 4.1.3. Les plaines océaniques

Après la deuxième rupture de pente, les fonds se creusent encore pour atteindre 2 000 m de profondeur et forment deux plaines océaniques :

- sur toute la partie Ouest, une plaine océanique atlantique appelée "fosse de Rockall",
- au Nord, une plaine océanique qui s'étend en Mer de Norvège.

Ces deux plaines océaniques sont séparées par le seuil de Wyville Thomson qui rejoint les Faeroes à l'Ecosse, à une profondeur moyenne de 500 m (ELLET 1973).

### 4.1.4. Les bancs

Dans le domaine océanique atlantique, les fonds peuvent remonter par endroits jusqu'à 200 m de profondeur. Ce sont des plateaux sous-marins ou "bancs". Les principaux sont ceux de Rockall, Bill Bailey, Anton Dohrn, Rosemary, Hatton.

## 4.2. SEDIMENTOLOGIE

Les fonds du plateau continental sont formés d'associations sableuses, vaseuses et graveleuses (Fig. 11). Les dépôts sont d'origine glaciaire. Le long des côtes, les fonds sont à prédominance vaseuse. Quand l'influence des courants est faible, la vase est pure, autrement, elle est mélangée à du sable. Plus au large, le plateau est recouvert par des fonds graveleux et sablo-graveleux entre lesquels s'interposent des bancs de sable fin (EVANS 1984). Aux accores du plateau, les fonds sont durs, rocailleux et rocheux. Ils sont très accidentés. Les fonds des plaines océaniques sont recouverts de dépôts pélitiques. Les "bancs", d'origine volcanique, sont constitués de basalte.

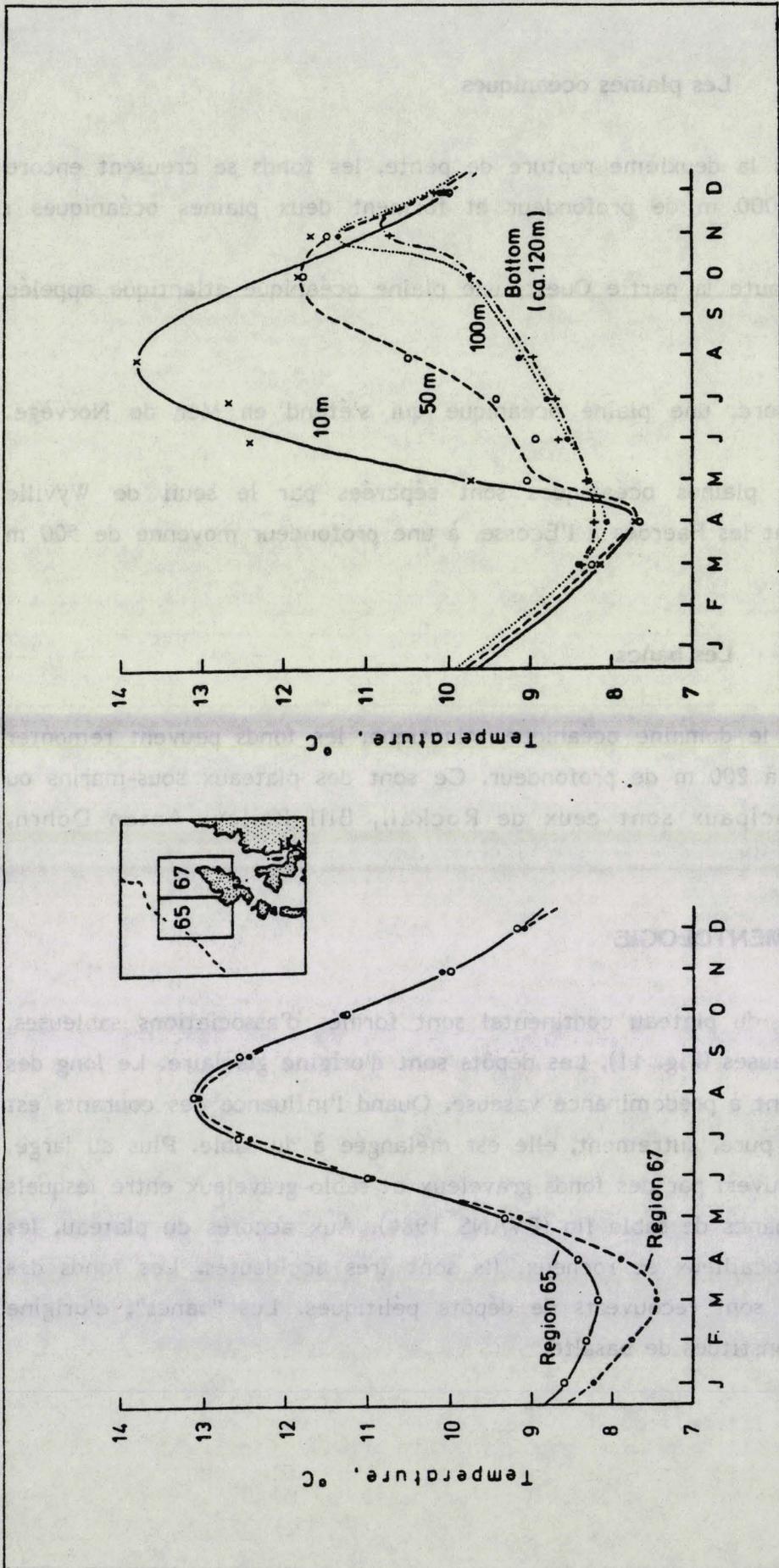


Figure (12) : Cycles annuels de températures de surface de la région située au nord des Hébrides ( période 1905-1954). (d'après Ellet 1979).

### 4.3. COURANTOLOGIE

Dans la région de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse, trois types de courants et trois masses d'eaux sont différenciés (BOOTH 1983) :

- un courant de surface d'eau océanique de direction Sud-Ouest-Nord-Est (dérive Nord Atlantique).
- un courant intermédiaire, d'orientation Sud-Nord, d'origine méditerranéenne.
- un courant de fond d'eau polaire de sens Nord-Sud.

Les deux premiers courants, d'eaux océaniques et méditerranéennes, apportent les masses d'eaux par un flux régulier. Le courant d'eau de fond d'origine polaire est discontinu. Le seuil de Wyville Thomson établit une véritable barrière entre la mer de Norvège et la fosse de Rockall. Le passage d'eau polaire se fait par des sillons creusés dans le seuil (GREASE 1965, NEDELEC 1965, STEELE 1962, ELLET 1973).

### 4.4. HYDROLOGIE

#### 4.4.1. Distribution des températures

Les eaux de surface, comprises entre 0 et 50 m de profondeur sont très sensibles aux variations climatiques saisonnières (Fig. 12). Les températures minimales sont atteintes fin Mars, début Avril (7-8°C). Les températures maximales sont observées fin Août, début Septembre (13-14°C).

Il existe un gradient de température de la côte vers le large (GRAIG 1959, ELLET 1983). Près de la côte, les températures de surface sont plus froides d'un à deux degré (Fig. 13). Les eaux intermédiaires et les eaux profondes ont des températures stables. Les eaux intermédiaires ont une température voisine de celle des minima des températures d'eaux de surfaces (7-8°C). Les eaux de fond ont une température proche de 4°C. Le gradient de température entre la surface et le fond est bien marqué (Fig. 14).

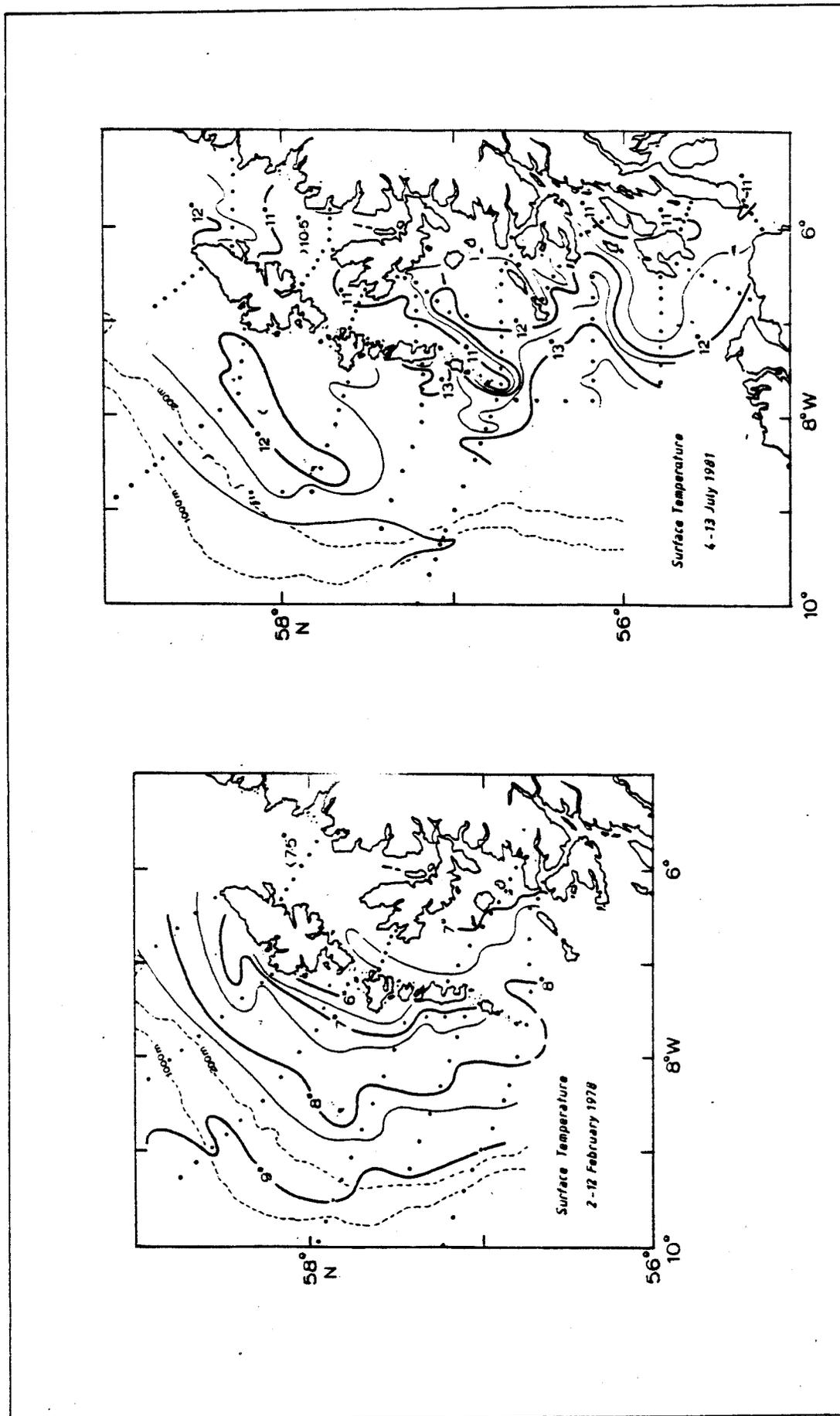


Figure (13) : Distributions des températures de surface à l'ouest des côtes écossaises (d'après Ellet 1983 ).

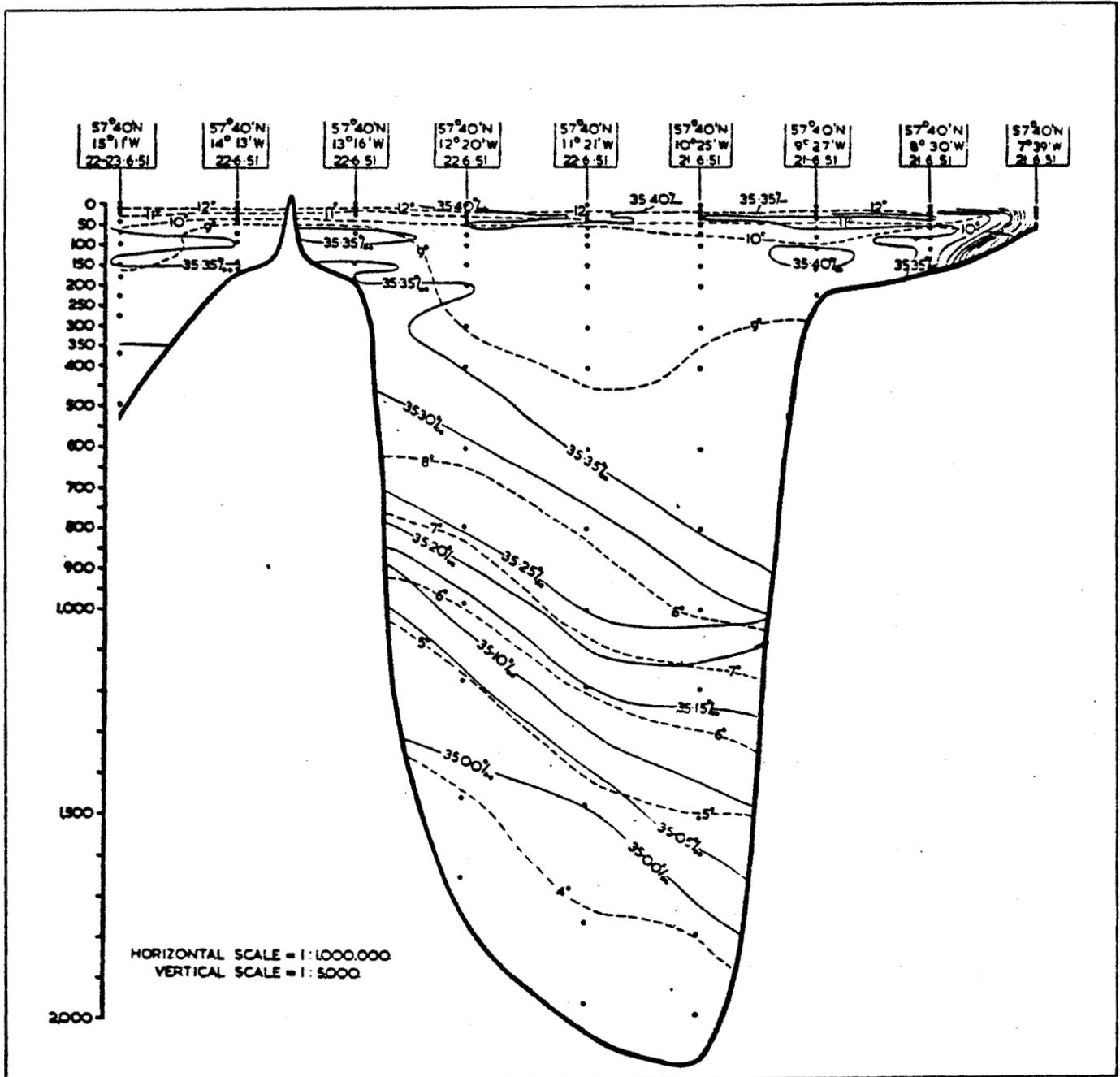


Figure (14) : Distributions des températures et des salinités entre Rockall et la côte ouest de l'Ecosse (d'après Tulloch 1959).

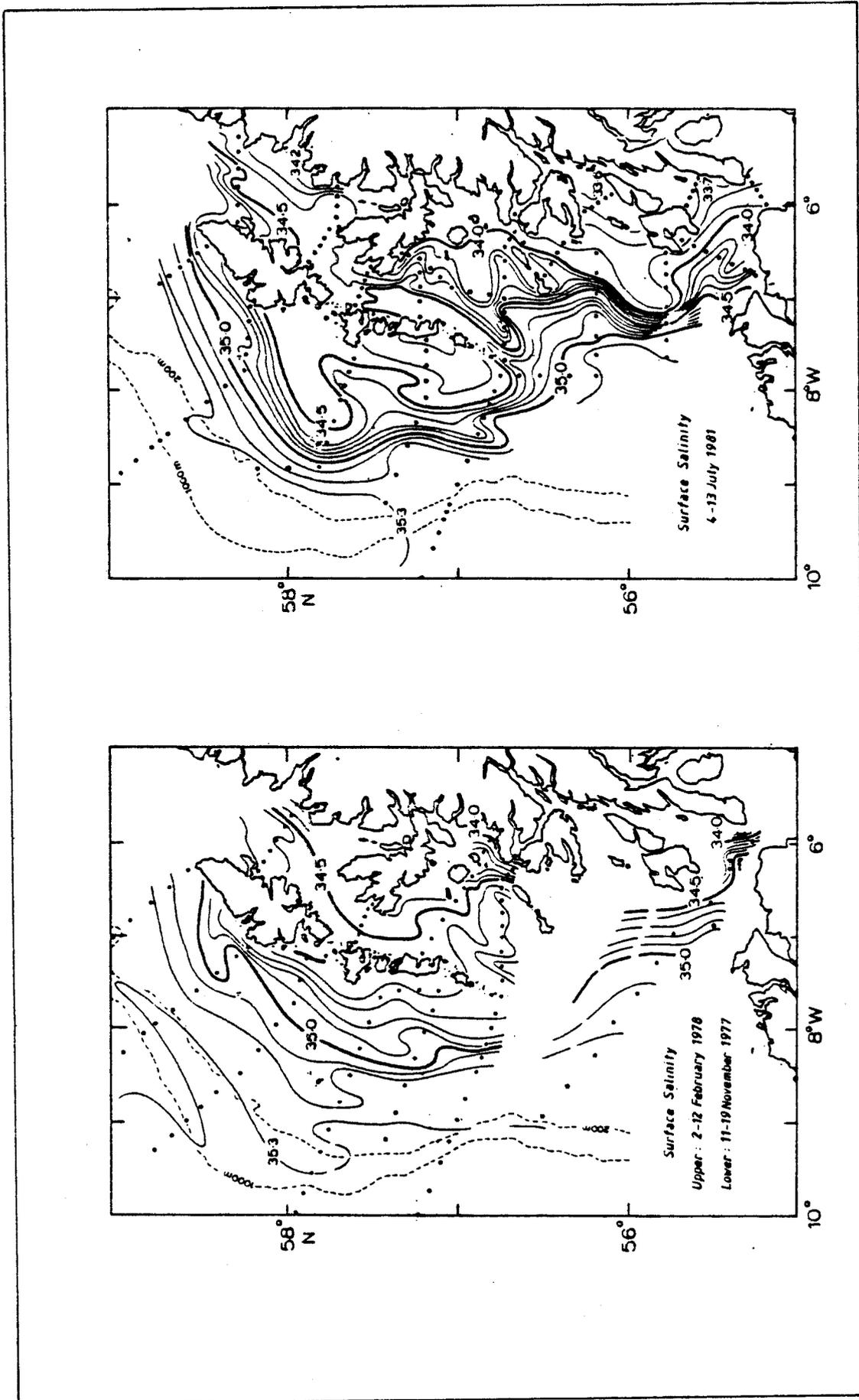


Figure (15) : Distributions des salinités de surface à l'ouest des côtes écossaises (d'après Ellet 1983).

#### 4.4.2. Distribution des salinités

La distribution des salinités est relativement constante d'une saison à l'autre. Elle dépend surtout de l'origine des masses d'eau. En surface, elle avoisine 35.5‰ (TULLOCH 1959), au fond 35 ‰ (Fig. 14). La salinité des eaux côtières est moins élevée du fait de l'apport des eaux douces par les rivières et les fleuves (Fig. 15).

## II-5 DESCRIPTION DE L'INTERACTION FLOTILLE-ZONE DE PECHE

Les pêcheries sont situées sur le plateau continental, sur ses accores et sur les bancs (Fig. 16). Le merlan (Merlangius merlangus) et l'églefin (Melanogrammus aeglefinus) sont pêchés sur le plateau continental sur des fonds généralement meubles. Le merlu (Merluccius merluccius), la morue (Gadus morhua) et la lingue franche (Molva molva) sont capturés sur le plateau continental et sur la partie supérieure de ses accores. Le merlu est trouvé sur des fonds accidentés, rocaillieux et parsemés d'épaves. La morue et la lingue franche sont souvent pêchées ensemble sur des fonds durs recouverts de vase. La lingue bleue (Molva dypterygia) est recherchée sur la partie inférieure des accores. Elle vit sur des fonds durs. Le lieu noir (Pollachius virens) est capturé selon la saison, sur le plateau continental ou sur la partie supérieure des accores. C'est le seul gadidé de la région qui soit un grand migrateur. Il forme des bancs de poissons qui se déplacent rapidement.

Outre ces gadidés, la flottille industrielle capture de nombreuses espèces accessoires. Les principales sont l'aiguillat (Squalus acanthias), la baudroie (Lophius sp) et la cardine (Lepidorhombus whiffiagonis)

Un navire effectue en moyenne 20 à 22 sorties en mer ou "marées" par an. La marée type d'un navire de pêche industrielle dure 14 jours. Ceux-ci se décomposent en 4 jours de route (2 pour atteindre la zone de pêche, 2 pour rejoindre le port) et 10 jours de pêche. En vingt quatre heures de pêche, un navire réalise en moyenne six "traits" de chaluts. Quatre de trois heures pendant la journée, deux de quatre heures durant la nuit. Le temps restant est utilisé pour le déplacement entre les différentes zones chalutables.

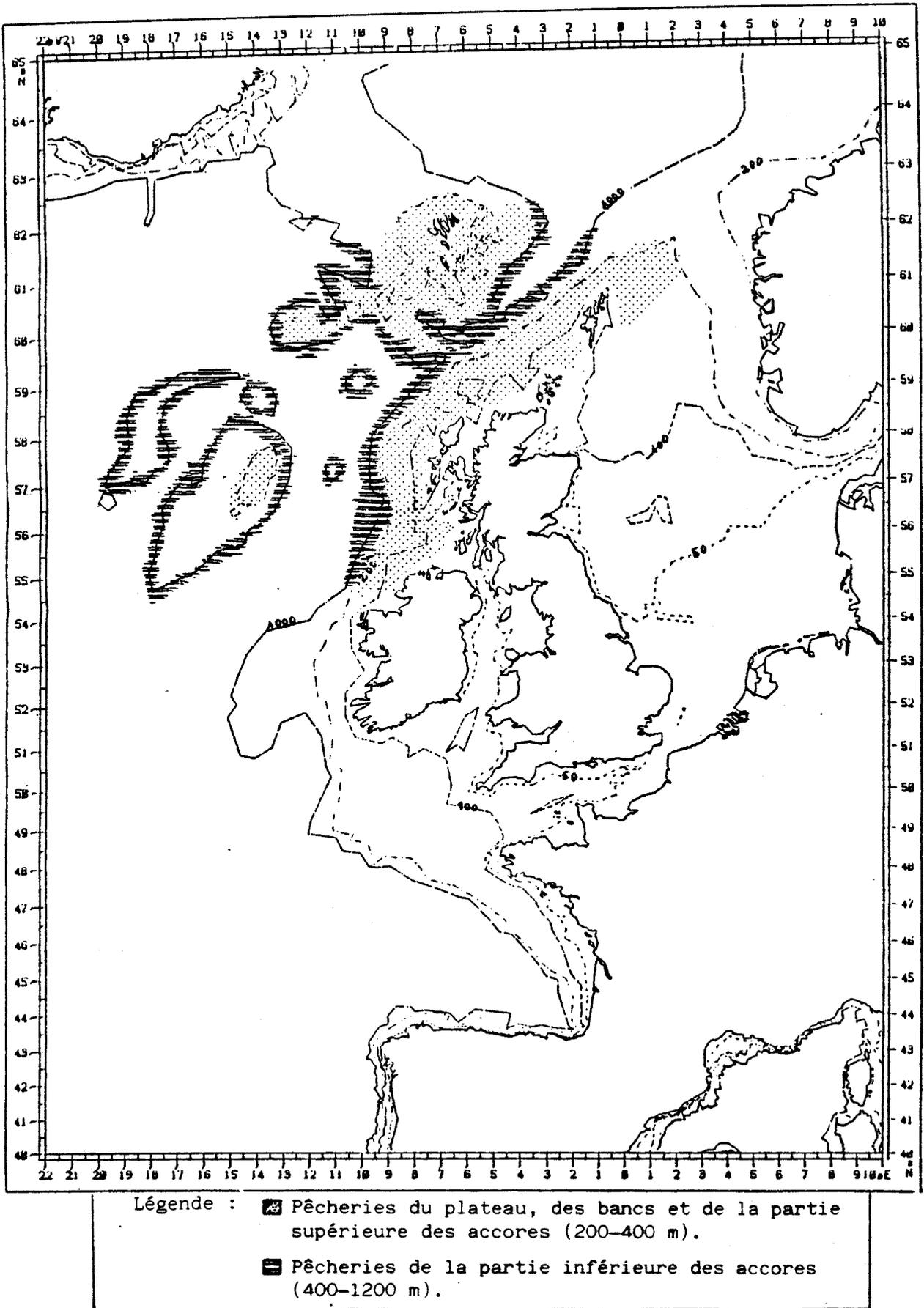


Figure (16) : Localisation des pêcheries de Gadidés au large des côtes écossaises.

## II-6 RATIONALISATION DE L'EXPLOITATION DES PECHERIES ET DE LA GESTION DES MARCHES

La flottille industrielle lorientaise a un coût de production élevé. Pour rentabiliser l'exploitation, les navires doivent avoir des rendements conséquents. Ce ne peut être obtenu que si les stocks de la région qu'ils exploitent sont suffisamment abondants. L'existence de cette flottille est liée à l'exploitation d'une zone de pêche bien précise (Nord et Ouest de l'Ecosse) où les stocks sont abondants et denses. Il n'existe pas dans l'Atlantique Nord-Est, d'autres zones capables d'offrir de telles caractéristiques d'exploitation. Les navires n'ont donc aucune possibilité de reconversion. Leur rentabilité dépend avant tout de l'état de la ressource, mais aussi de celui du marché de leurs produits. Ce marché est souvent perturbé par les grandes quantités débarquées au même moment par les navires. Le cadre d'exploitation (flottille-zone de pêche) est donc figé. Les armateurs lorientais ont optimisé et rationalisé l'exploitation des pêcheries de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse par leurs flottilles en réduisant les coûts de production de leurs navires et en structurant le marché de cette production.

- **La diminution des coûts de production** a été obtenue en réduisant les charges de production, en améliorant les techniques de pêche et en réduisant les temps non productifs en mer :

- . l'infrastructure portuaire (usine à glace . . .), et les conditions de déchargement du poisson ont été améliorées.

- . de nouveaux engins de détection qui permettent de mieux repérer le poisson ont été installés sur les navires. Les chaluts font l'objet d'améliorations continuelles.

- . les puissances motrices des navires ont été augmentées. Il y a moins de temps perdu à rallier la zone de pêche ou le port.

- . enfin, sur certains navires, le système de rotation des équipages a été établi. Le principe est d'attribuer cinq équipages à quatre navires. Huit navires, sur les onze de l'armement JEGO-QUERE ont bénéficié de ce système.

Le système lancé en 1970 sur des chalutiers à pêche latérale a rapidement fonctionné parce qu'il ne mettait en jeu aucun investissement de capitaux. L'équipage supplémentaire venait des navires désarmés. Les bénéfices retirés sont doubles. L'armement a une diminution du temps d'immobilisation à quai de ses navires, puisque le navire repart le lendemain de son jour de vente, avec un nouvel équipage. Les équipages ont un temps de repos et de récupération plus long.

- **La structuration du marché** s'est faite en diversifiant les captures, en élargissant le marché à l'étranger et en régulant le marché local :

- . au lieu de pêcher systématiquement une ou deux espèces (en faisant de gros tonnages), les pêcheurs lorientais diversifient leurs captures. Cette diversification à l'avantage d'étaler les apports sur l'année. Elle induit aussi l'augmentation des prix de vente de leur pêche. En outre, elle permet à la flottille, qui est assujettie à la zone de pêche, une mobilité de stratégie dans cette zone. Elle peut changer d'espèce cible au cours d'une marée quand les rendements de l'espèce en cours d'exploitation sont trop bas.

- . la faible capacité d'absorption du marché dans son ensemble et en particulier le nombre et la capacité insuffisants d'usines de transformation des produits sur place, ont conduit les armateurs lorientais à rechercher des marchés à l'étranger. Depuis 1977, année de première vente en Allemagne, les navires lorientais de pêche industrielle, vendent régulièrement leur pêche (lieu noir, lingue bleue, cabillaud) à Bremerhaven et à Cuxhaven. Des ventes en Grande-Bretagne (Hull) et au Danemark (Hanstholm) se font de manière épisodique. L'avantage de cet élargissement du marché est d'éviter l'engorgement du port en hiver et l'effondrement des prix lorsque les débarquements de lieu noir et de lingue bleue sont très importants.

- . le fond régional d'organisation du marché (F.R.O.M.) de la région Bretagne limite les captures de certaines espèces (lieu noir) à un certain nombre de caisses par marée. Ce nombre de caisses est fonction de l'abondance de ces espèces dans les captures. Le système a été créé dans un souci d'organisation du marché. Il permet en plus de gérer le quota annuel attribué à la flottille pour le lieu noir.

les jours de vente des navires sont programmés pour le mois. Le nombre de navires à la vente est fixé en fonction du jour de vente. Un jour supplémentaire de vente, le Jeudi, a été ajouté.

## II-7 CONCLUSION

La flottille industrielle actuelle a été construite au début des années soixante dix. Elle devait, entre autre, permettre à la France de participer à l'exploitation des pêcheries internationales situées en dehors de ses eaux territoriales et contribuer à résorber le déficit de la balance commerciale des produits de la mer. Son coût de production est élevé. Sa rentabilité est liée à l'exploitation d'une zone de pêche bien précise, où les stocks sont abondants : celle du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse.

Pour optimiser l'exploitation de cette flottille qui est composée de 22 navires en 1985, les professionnels lorientais ont diminué les coûts de production (amélioration des techniques de pêche, réduction des temps de route), et structuré le marché local du poisson (diversification des captures, élargissement des marchés à l'étranger, régulation du marché lorientais).

|  |
|--|
| <p style="text-align: center;"><b>CHAPITRE III</b></p> <p style="text-align: center;"><b>EVOLUTION ET CARACTERISTIQUES DE LA PRODUCTION<br/>DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE</b></p> |
|--|

- III-1 LES DEBARQUEMENTS DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIEN-  
TAISE
  - 1.1 Evolution des quantités débarquées entre 1973 et 1985
  - 1.2 Evolution des valeurs débarquées entre 1973 et 1985
  - 1.3 Evolution des prix moyens au kilo annuels entre 1973 et 1985
  
- III-2 ANALYSE DE LA FORMATION DES PRIX AU DEBARQUEMENT :  
ETUDE ECONOMETRIQUE DE LA PERIODE 1980-1985
  - 2.1 Description du modèle économétrique
  - 2.2 Application du modèle
  - 2.3 Résultats et discussion
  - 2.4 Conclusion
  
- III-3 ANALYSE DES ELEMENTS GENERATEURS DE LA SUBSTITUTION DE  
CERTAINS PRODUITS
  - 3.1 Description du modèle discriminant
  - 3.2 Application du modèle
  - 3.3 Résultats et discussion
  - 3.4 Conclusion
  
- III-4 CONCLUSION

**CHAPITRE III**

**EVOLUTION ET CARACTERISTIQUES DE LA PRODUCTION  
DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE**

L'exploitation des stocks de gadidés par la flottille industrielle lorientaise a évolué au cours du temps. L'objectif de ce chapitre est de situer le niveau d'exploitation et de décrire les caractéristiques de la production. Pour cela, nous analysons les évolutions des quantités, des valeurs et des prix moyens au kilo, débarqués annuellement entre 1973 et 1985 pour les principales espèces exploitées.

Pour mettre en évidence les liens entre la production et l'état du marché, et pour analyser certains aspects des structures de ce marché, une étude de la formation des prix au débarquement de ces espèces est réalisée entre 1980 et 1985. L'étude des causes d'éventuelles relations entre les différents marchés des produits de ces espèces (substitutions) est tentée.

**III-1 LES DEBARQUEMENTS DE LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE**

**1.1. EVOLUTION DES QUANTITES DEBARQUEES ENTRE 1973 ET 1985  
(Fig. 18)**

Les captures totales réalisées par la flottille industrielle sont en continuelle augmentation entre 1973 et 1977 (33 000 tonnes en 1973, 46 000 tonnes en 1977). En 1978, cette tendance s'inverse et jusqu'en 1980, les débarquements diminuent tous les ans. Ils atteignent alors un niveau voisin de celui de 1973 (32 000 tonnes en 1980). Depuis, chaque année, ils subissent une forte progression (56 000 tonnes en 1985).

Indépendamment des fluctuations des abondances des divers stocks exploités, la tendance globale de l'évolution des débarquements résulte de

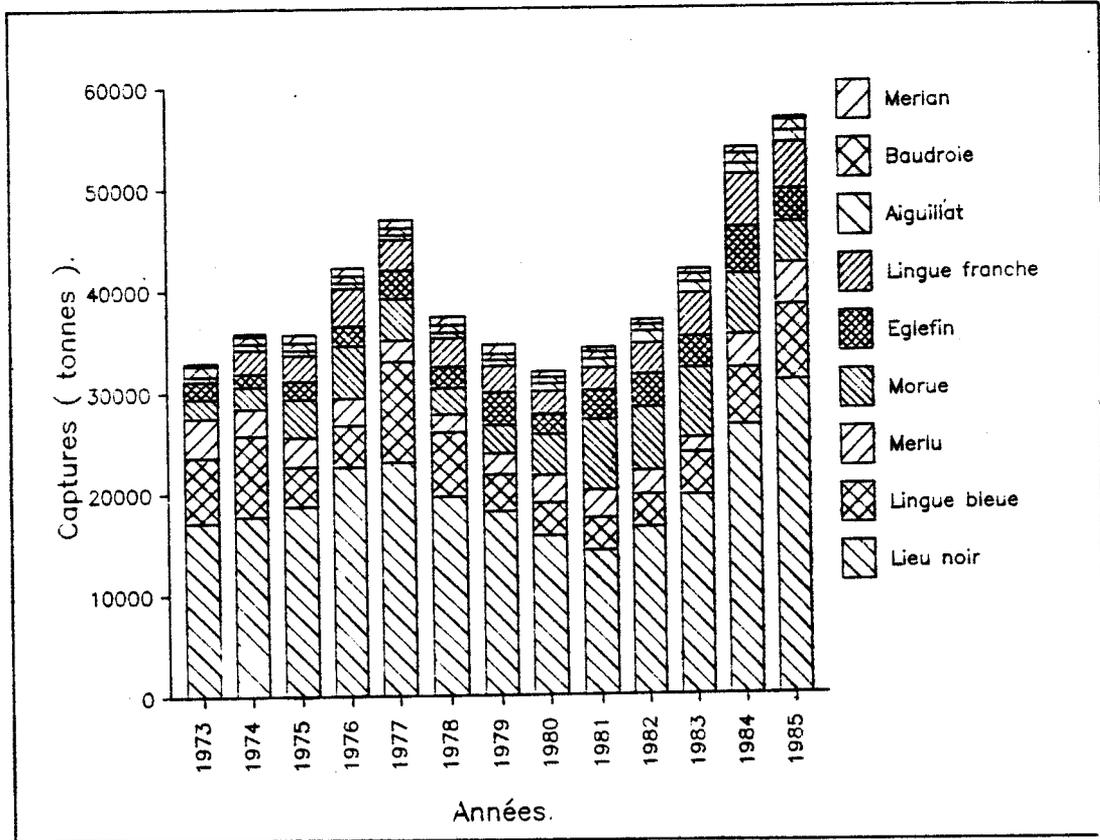


Figure (18) : Evolution des apports par espèce, de la flottille industrielle lorientaise entre 1973 et 1985.

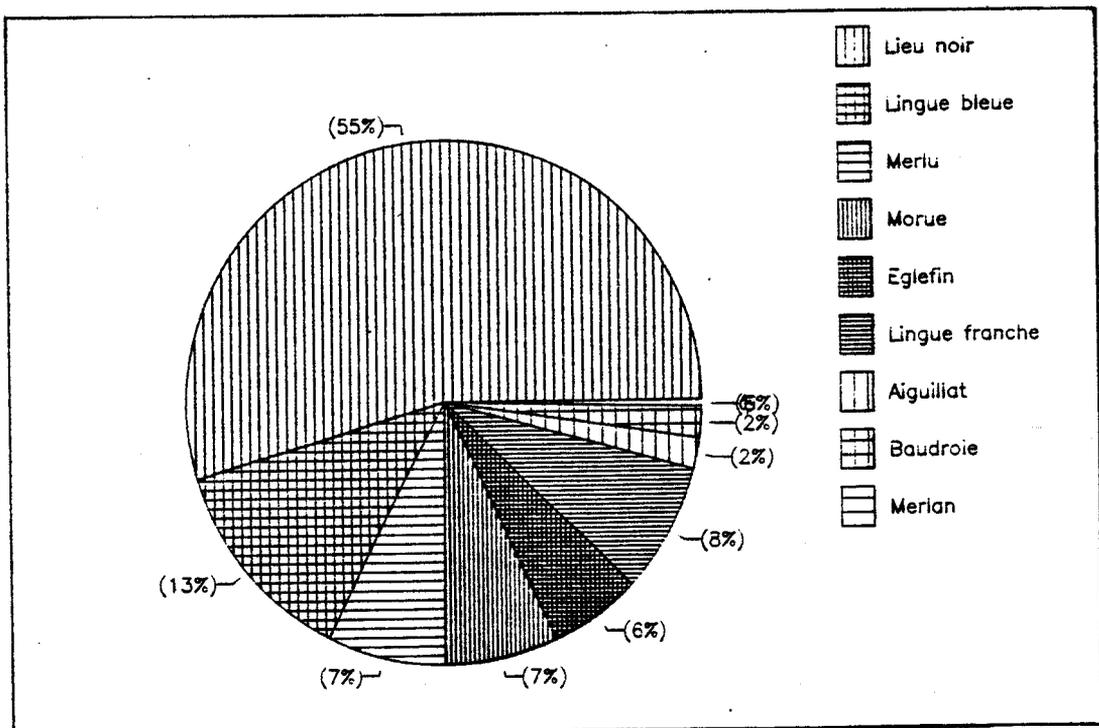


Figure (19) : Composition, par espèce, des apports de la flottille industrielle lorientaise en 1985.

l'influence de deux phénomènes majeurs :

- l'augmentation de l'effort de pêche au début des années soixante dix.
- le retrait presque total de la flottille des eaux faeringiennes en 1978.

La construction de nouvelles unités plus puissantes augmente l'effort de pêche de la flottille. Cela induit l'augmentation des débarquements constatée jusqu'en 1977.

La création de la zone économique exclusive (Z.E.E.) autour des Faeroes (division C.I.E.M. VB) provoque le retrait presque total de la flottille lorientaise de cette zone. Les conditions de maillage et les quotas imposés par les faeringiens ont découragé les professionnels lorientais. Il en résulte une baisse de près de 10 000 tonnes dans les débarquements entre 1977 et 1978. A partir de 1978, les patrons-pêcheurs prospectent de nouvelles zones de pêche. La progression constatée à partir de 1980 correspond surtout à l'exploitation plus intensive de la division C.I.E.M. VIB (en plus de l'exploitation habituelle de celle du VIA).

Sur la période étudiée, le lieu noir contribue à la plus grande part des captures de la flottille (plus de 50 % des captures annuelles). Les captures de lieu noir, et à un degré moindre, celles de lingue bleue, dictent l'évolution générale des débarquements. Les apports de lingue franche suivent cette évolution générale. Ceux des autres espèces sont plus variables d'une année à l'autre. Les débarquements de morue sont importants de 1981 à 1983 (7 000 tonnes en 1981, 6 200 tonnes en 1982, 6 800 tonnes en 1983). Ceux de merlu, d'églefin et de baudroie progressent en 1984 et 1985 (3 200 tonnes et 4 100 tonnes pour le merlu, 2 600 tonnes et 3 200 tonnes pour l'églefin, 1 000 et 1 110 tonnes pour la baudroie).

En 1985, les captures de lieu noir contribuent à 55 % des captures totales et celles de lingue bleue à 13 % (Fig. 19). Les quatre gadidés, lingue franche, merlu, morue, églefin constituent chacun une fraction à peu près identique des apports (respectivement 8 %, 7 %, 7 %, 6 %). Les captures de baudroie (2 %), d'aiguillat (2 %) et de merlan (0.5 %) sont faibles. Les 0.5 % restants sont dus aux captures des espèces annexes (poissons plats, raies, brosmes, grondins).

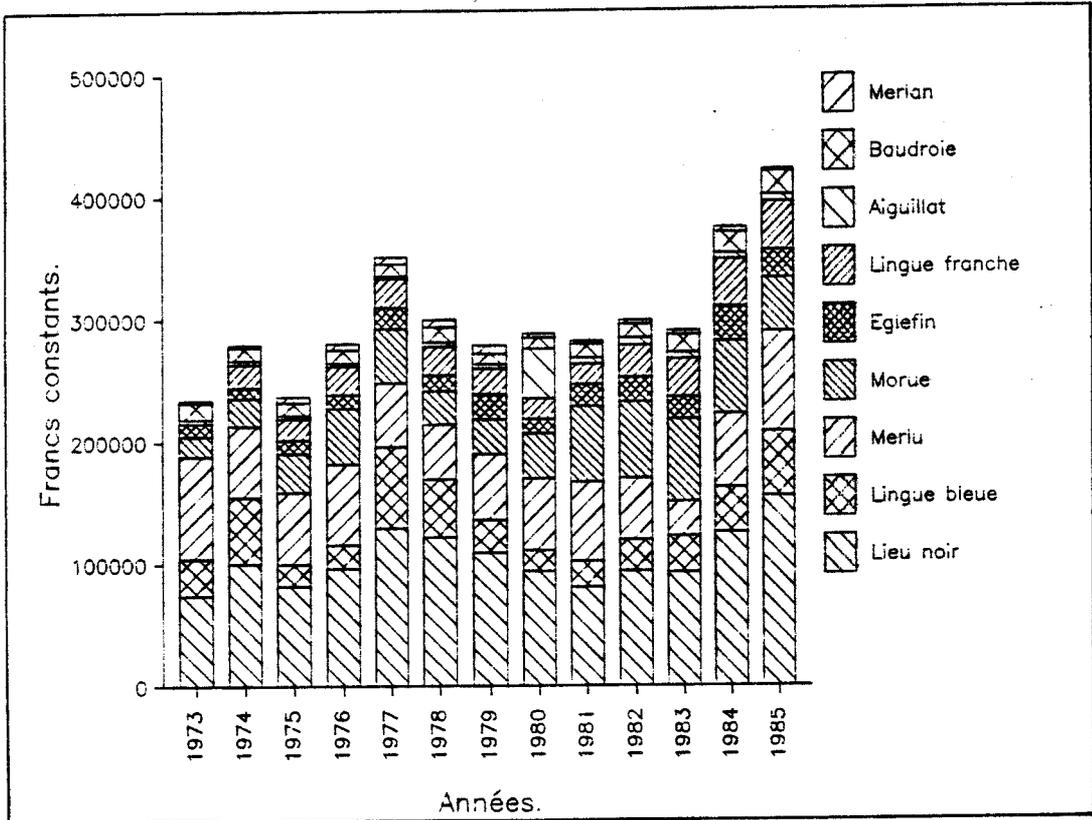


Figure (21) : Evolution des valeurs débarquées (exprimées en milliers de francs constants 1985) par la flottille industrielle lorientaise entre 1973 et 1985.

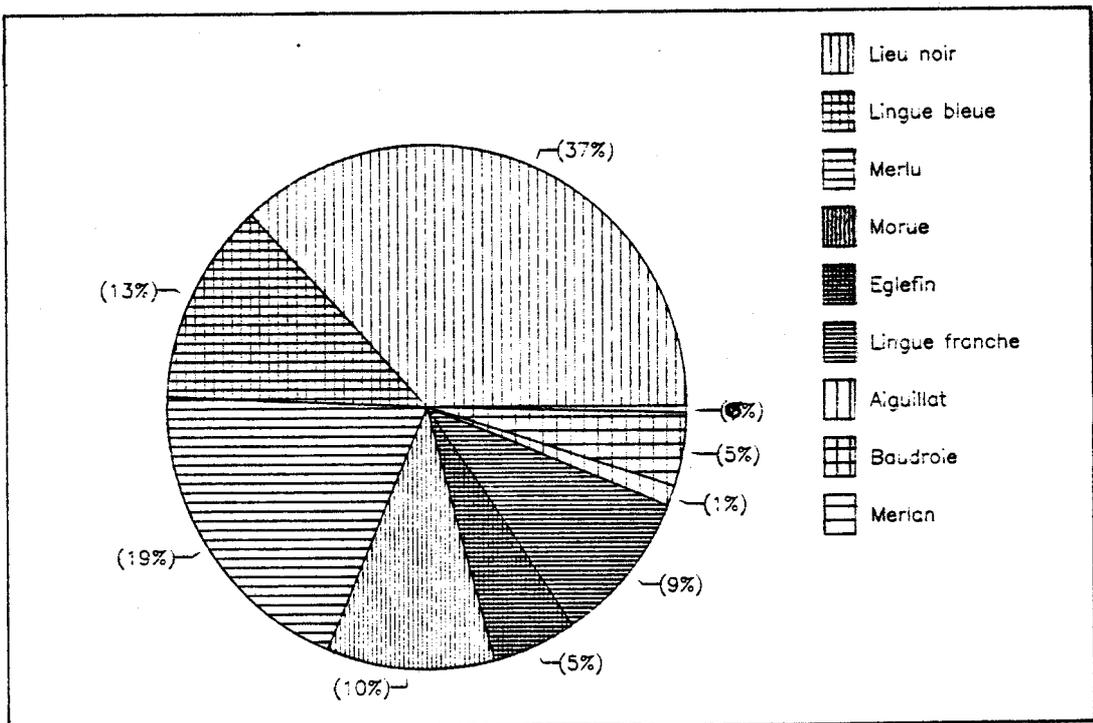


Figure (22) : Composition, par espèce, de la valeur totale débarquée par la flottille industrielle en 1985.

## 1.2 EVOLUTION DES VALEURS\* DEBARQUEES ENTRE 1973 ET 1985 (Fig. 21)

Les valeurs des débarquements annuels de la flottille industrielle entre 1973 et 1985 évoluent d'une manière semblable aux captures. Jusqu'en 1977 la valeur totale augmente (350 000 milliers de francs). De 1978 à 1983, elle diminue puis elle stagne (285 000 milliers de francs de valeurs débarquées en moyenne par an). Depuis cette date, elles sont en augmentation (420 000 milliers de francs en 1985).

Les valeurs de lieu noir contribuent à la plus grande part du total des valeurs débarquées. Cependant la différence avec les autres espèces est moins marquée que pour les quantités débarquées. Malgré ses apports qui sont relativement plus faibles que ceux des autres espèces capturées, le merlu constitue une forte composante des valeurs débarquées.

En 1985, les valeurs débarquées du lieu noir constituent 37 % de la valeur totale, celles du merlu 19 % (Fig 22). Les trois gadidés, lingue bleue (12 %), morue (10 %) et lingue franche (9 %) contribuent à la plus grande part du reste de ces valeurs. La baudroie (5 %), l'églefin (5 %), l'aiguillat (1 %) et le merlan (0.5 %) entrent pour une part minime dans la composition du total des valeurs débarquées.

## 1.3 EVOLUTION DES PRIX MOYENS\* AU KILO ANNUELS ENTRE 1973 ET 1985

Au cours de la période étudiée, les prix moyens au kilo annuels de toutes les espèces sont restés relativement constants d'une année à l'autre (Fig. 23). Le merlu et la baudroie se distinguent des autres espèces par un prix moyen au kilo annuel élevé (de 19 F à 25 F pour le merlu, et de 13 F à 17 F pour la baudroie).

\* Les valeurs débarquées et les prix moyens au kilo sont exprimés respectivement en milliers de francs et en francs constants par rapport à l'année 1985.

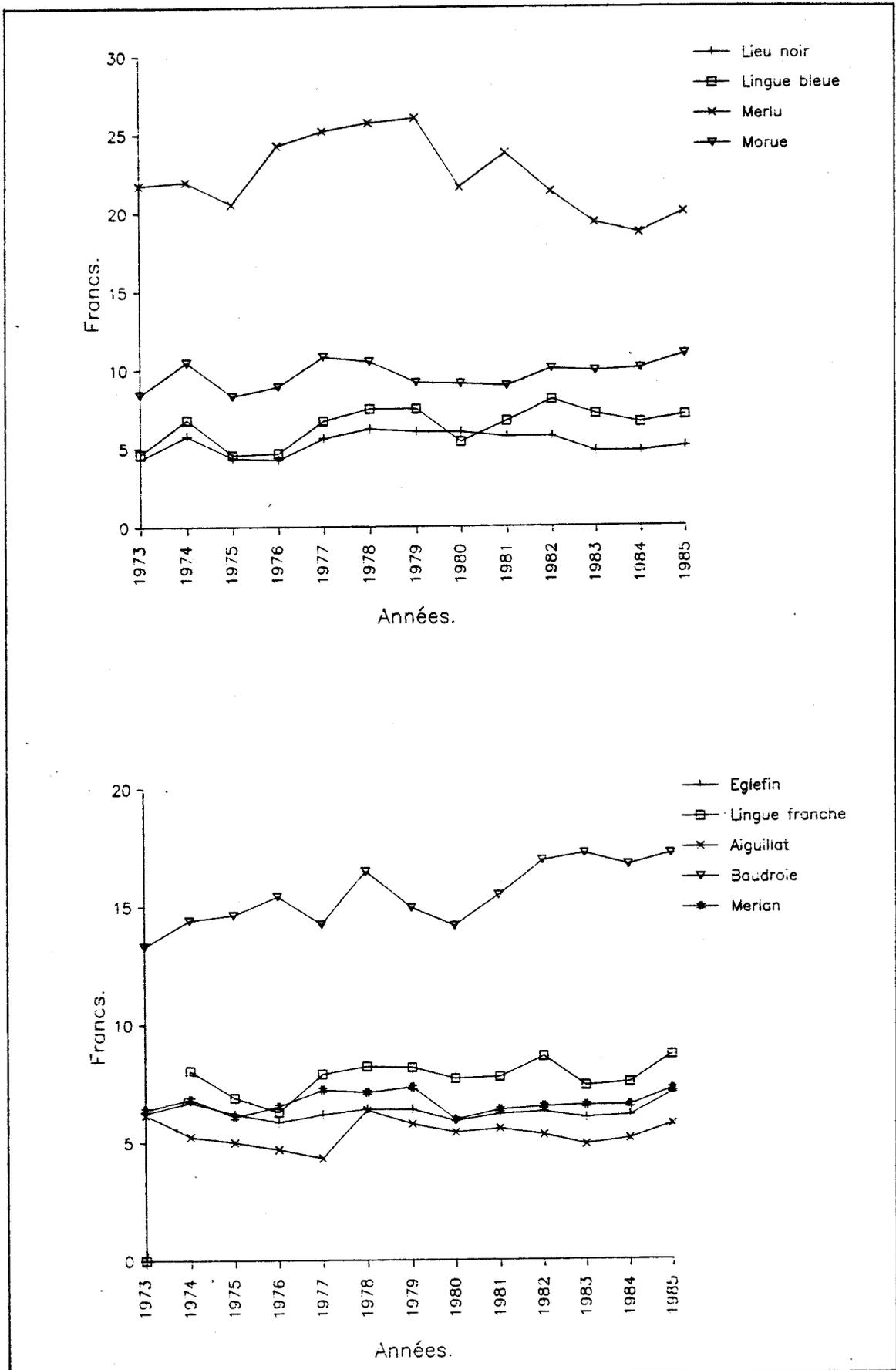


Figure (23) : Evolution des prix moyen au kilo annuels (en francs constants 1985) des espèces débarquées par la flottille industrielle orientale entre 1973 et 1985.

Les autres espèces ont un prix moyen au kilo annuel assez voisin et relativement faible (entre 4 F et 11 F). Parmi ces espèces, la morue a celui le plus élevé (de 9 F à 11 F), le lieu noir et la lingue bleue ont ceux les plus faibles (respectivement entre 4 F et 6 F pour le lieu noir et 4 F et 8 F pour la lingue bleue). Les deux principales espèces débarquées par la flottille industrielle ont donc les plus faibles prix moyens au kilo. Bien qu'elles représentent 68 % de l'ensemble des captures en 1985, elles ne contribuent qu'à 49 % des apports en valeurs.

La flottille industrielle lorientaise capture donc des espèces dont la valeur marchande est généralement faible. Cette faible valeur marchande est compensée par l'abondance des espèces. Les captures sont importantes et, de ce fait, les prix de vente des pêches sont élevés. La rentabilité des navires est ainsi assurée.

La relative constance des prix moyens au kilo annuels sur la période étudiée montre que le marché du poisson dans sa globalité a peu évolué.

### **III-2 ANALYSE DE LA FORMATION DES PRIX AU DEBARQUEMENT : ETUDE ECONOMETRIQUE DE LA PERIODE 1973-1985**

Par opposition à certains ports qui fournissent des produits congelés, le port de pêche de LORIENT est un port de produits frais. Les industries de transformation des produits de la mer s'y sont implantées tardivement. Elles se sont peu développées. Une grande partie de la production lorientaise est vendue sous forme de filets au marché d'intérêt national de Rungis.

Les apports de la flottille industrielle représentent selon les années 50 à 60 % des quantités débarquées au port de Lorient (soit 50 à 55 % de la valeur totale des ventes). Les quantités, les structures en taille et la proportion des espèces débarquées par cette flottille fluctuent de manière importante selon les saisons. Si les prix moyens au kilo de ces espèces sont relativement constants d'une année à l'autre, ils évoluent au cours de l'année.

L'objet de l'étude économétrique est de dégager les éléments majeurs qui induisent la formation des prix des principales espèces débarquées par la flottille industrielle. En outre par cette étude, qui se veut plus illustrative qu'explicative, nous voulons vérifier s'il existe, sur le marché des produits de la pêche industrielle, des relations (substitutions) entre certains de ces produits. Il faudra alors tenir compte de ces éléments nouveaux pour gérer les stocks des pêcheries du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse.

## 2.1. DESCRIPTION DU MODELE ECONOMETRIQUE

On supposera que les quantités pêchées sont indépendantes des prix. Si cela n'est pas forcément vrai au niveau du jour et de la semaine, c'est sans doute mieux vérifié au niveau du mois. De plus, on admettra qu'il n'y a pas de décalage temporel entre les débarquements et leurs effets sur les prix (ce qui a été montré dans une étude similaire aux Etats-Unis par CHANG en 1984).

La relation entre le prix au débarquement et les différents éléments qui expliquent son évolution s'exprime, selon MEURIOT et GILLY (1986), par une équation de la forme :

$$\text{Prix (K)} = f(E_1, E_2, \dots, E_n) + \epsilon \quad (1)$$

où :

Prix (K) représente le prix de l'espèce K

$E_1, E_2 \dots E_n$  représentent les n éléments qui expliquent son évolution.

$\epsilon$  représente un résidu qui correspond à l'ensemble des éléments qui ne sont pas pris en compte par le modèle.

Le principe du modèle est d'estimer le prix des différentes espèces à partir d'éléments susceptibles d'entrer dans leur formation. Ces éléments sont déterminés à partir d'une première analyse du marché. Ils sont entrés dans les équations et les prix sont estimés. La différence entre le prix réel et le prix estimé est testée (le pourcentage de variance expliquée est donné). L'objectif est alors d'enlever certains de ces éléments ou d'en ajouter d'autres et de recommencer le processus d'estimation des prix. Cela est réalisé jusqu'à ce qu'on

obtienne le plus grand pourcentage possible de variance expliquée. Un modèle économétrique pour la formation des prix de chaque espèce est ainsi déduit.

Les équations de prix des différentes espèces sont potentiellement interdépendantes si le prix de l'espèce considérée est fonction de celui des espèces qui lui sont substituées. Les coefficients des équations des prix de chaque espèce doivent donc être estimés de manière concomitante (MEURIOT et GILLY 1986). Le modèle de formation des prix est estimé par la méthode des triples moindres carrés, après correction de l'autocorrélation des résidus de premier ordre. Cette correction est réalisée selon la méthode de COCHRANE-ORCHUTT (décrite par KMENTA 1971)

## 2.2. APPLICATION DU MODELE

L'analyse de la formation des prix moyens mensuels au débarquement des espèces capturées par la flottille industrielle lorientaise est effectuée sur la période 1980-1985. Pendant ces six années, la flottille est restée relativement homogène. Elle n'a pas modifié ses méthodes de pêche et n'a pas changé de zones de travail. Après la crise pétrolière de 1980, la structure économique n'a pas connu d'autres bouleversements. Cette période correspond au redressement économique de la flottille industrielle. Elle est marquée par une augmentation constante des apports annuels et par une évolution plus variable, mais de tendance à la hausse, des valeurs débarquées.

Nous étudierons la formation des prix de six espèces : le lieu noir (Pollachius virens), la lingue bleue (Molva dypterygia), la lingue franche (Molva molva), le merlu (Merluccius merluccius), la morue (Gadus morhua) et l'églefin (Melanogrammus aeglefinus). Ces espèces contribuent à l'essentiel des captures de la flottille (60 à 80 % des apports selon les années, 75 % en 1985).

L'objet de l'analyse porte sur la première étape de la vente (vente aux enchères en halle de marée en criée). Les fluctuations observées sont le reflet partiel des modifications de la demande au niveau du détail. Les marges qui peuvent varier fortement et jouer, selon le cas, un rôle tampon ou au contraire d'accélérateur dans les fluctuations de prix, ne sont pas étudiées.

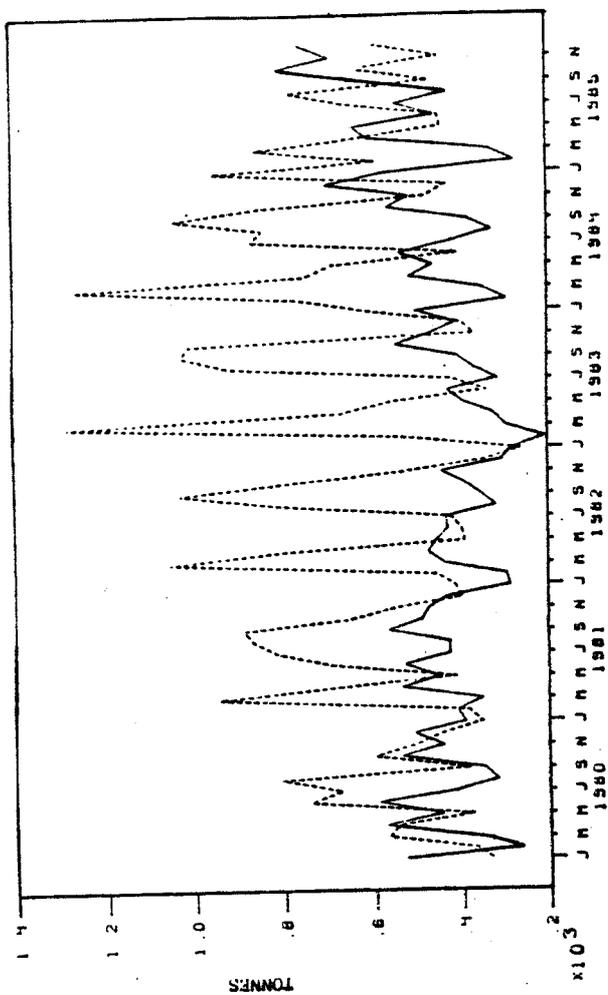


Figure (25) : Quantités de menlu (—) et de Cabillaud (---) débarquées mensuellement à Lorient entre 1980 et 1985.

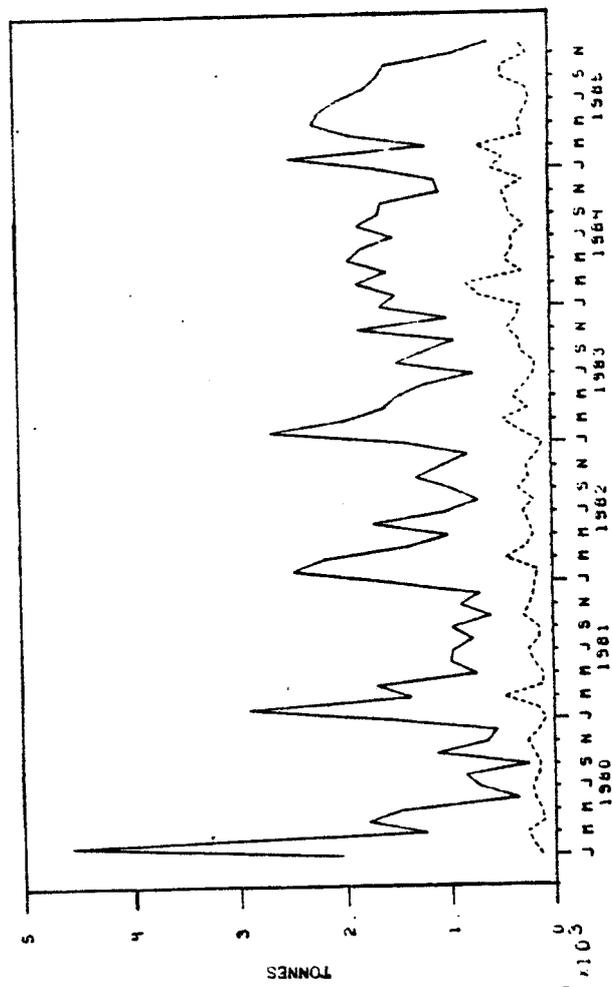


Figure (24) : Quantités de lieu noir (—) et d'églefin (---) débarquées mensuellement à Lorient entre 1980 et 1985.

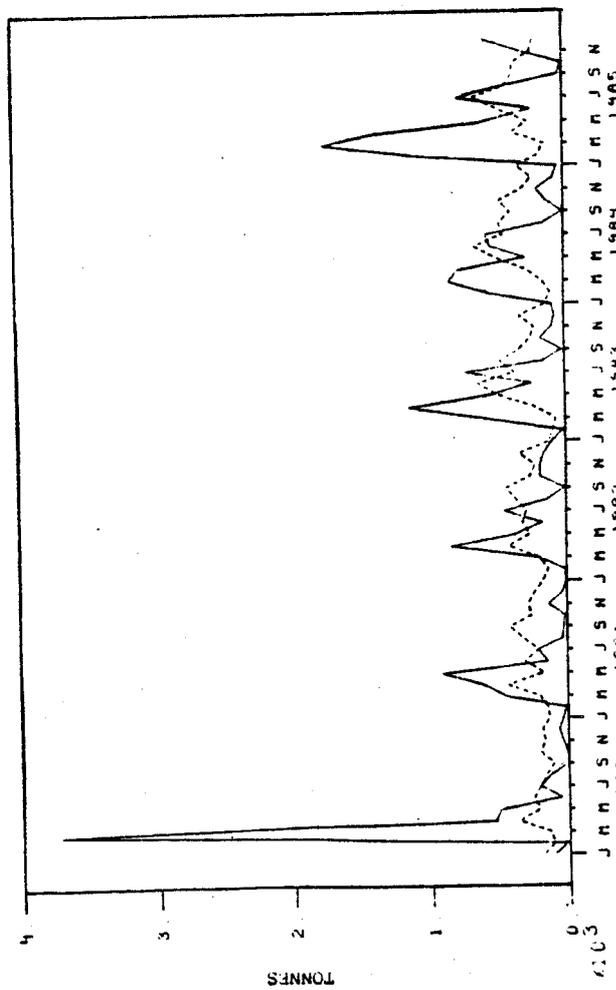


Figure (26) : Quantités de lingue bleue (—) et de lingue franche (---) débarquées mensuellement à Lorient entre 1980 et 1985.

Dans le cas de la flottille industrielle lorientaise, la production mensuelle est supposée exogène, les quantités débarquées et la structure des captures ne dépendent pas des prix des espèces capturées.

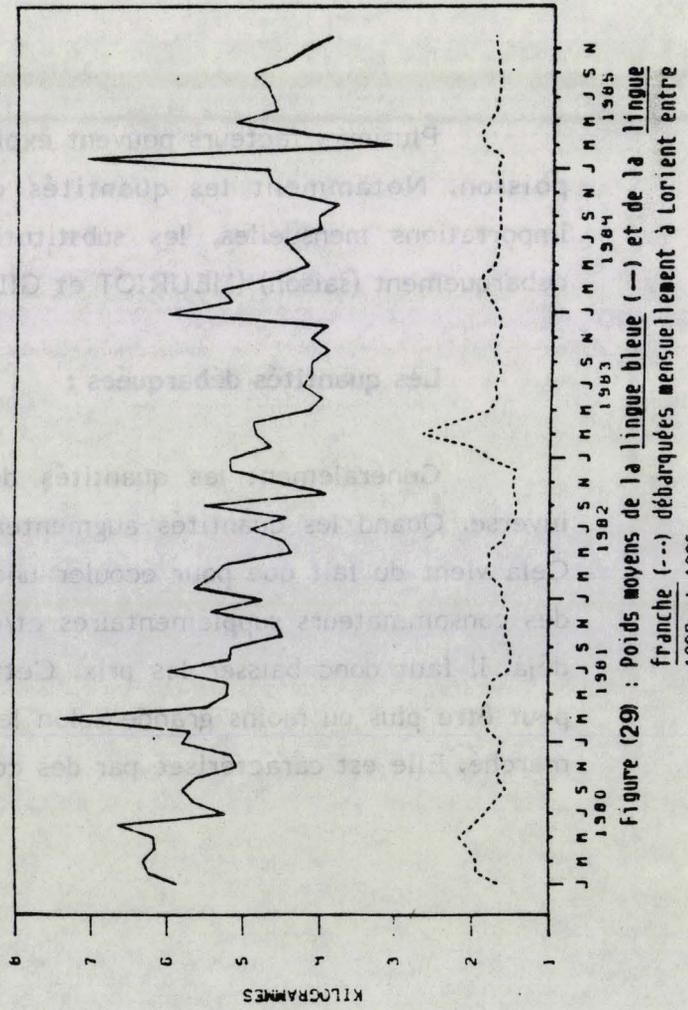
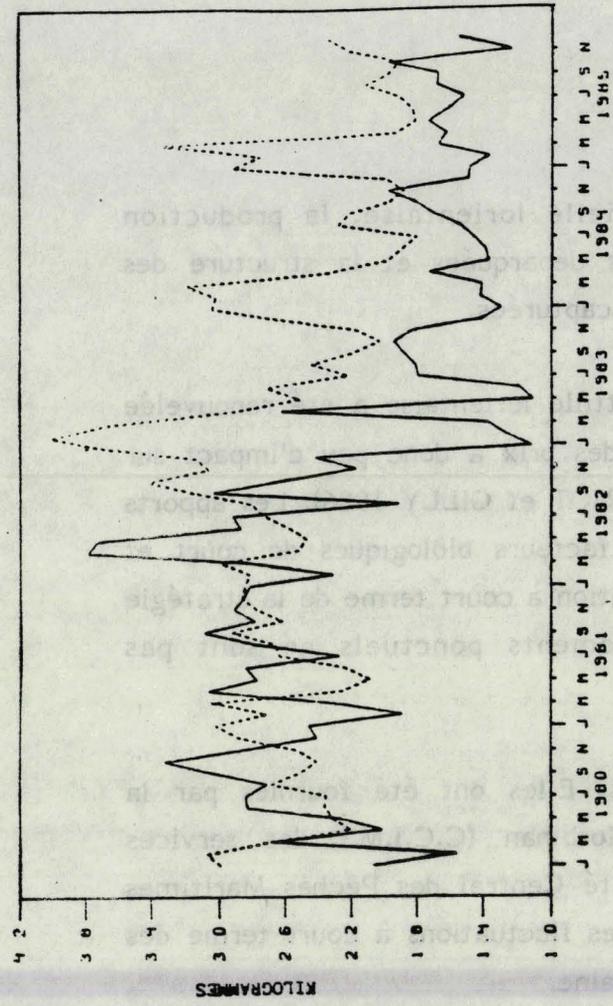
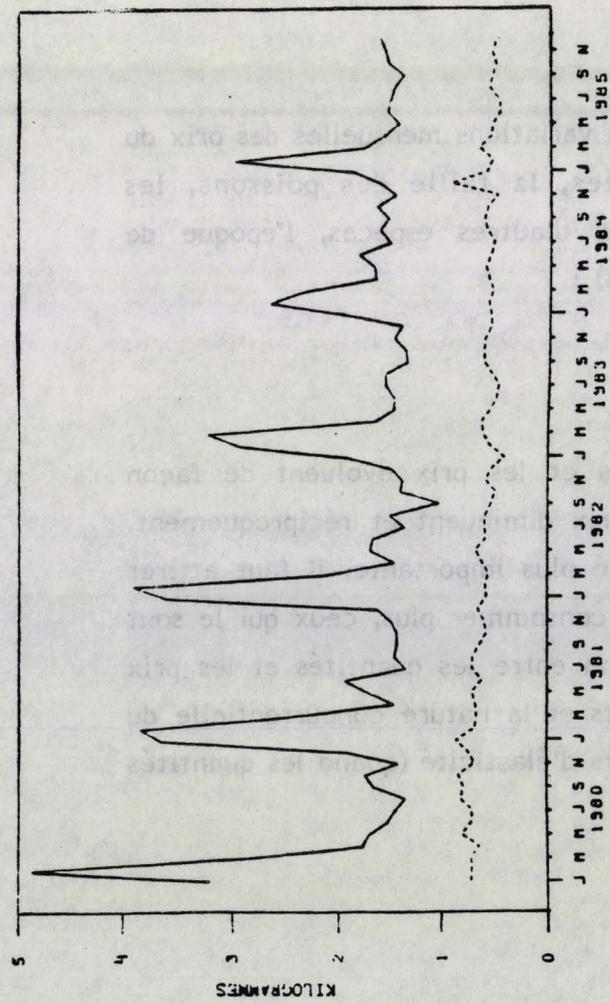
Comme la flottille boulonnaise, la flottille lorientaise a été renouvelée au début des années soixante dix. L'évolution des prix a donc peu d'impact sur l'importance des capacités de production (MEURIOT et GILLY 1986). Les apports mensuels sont largement déterminés par des facteurs biologiques de court et moyen terme non contrôlés. Il existe une adaptation à court terme de la stratégie de pêche en fonction des prix. Les ajustements ponctuels ne sont pas nécessairement sensibles au niveau du mois.

Les données utilisées sont mensuelles. Elles ont été fournies par la Chambre de Commerce et d'Industrie du Morbihan (C.C.I.M.), les services statistiques des Affaires Maritimes et le Comité Central des Pêches Maritimes (C.C.P.M.). L'analyse ne prend pas en compte les fluctuations à court terme des prix, que ce soit au niveau du jour ou de la semaine.

Plusieurs facteurs peuvent expliquer les variations mensuelles des prix du poisson. Notamment les quantités débarquées, la taille des poissons, les importations mensuelles, les substitutions avec d'autres espèces, l'époque de débarquement (saison) (MEURIOT et GILLY 1986) :

#### **Les quantités débarquées :**

Généralement les quantités débarquées et les prix évoluent de façon inverse. Quand les quantités augmentent, les prix diminuent et réciproquement. Cela vient du fait que pour écouler une quantité plus importante, il faut attirer des consommateurs supplémentaires et/ou faire consommer plus, ceux qui le sont déjà. Il faut donc baisser les prix. Cette relation entre les quantités et les prix peut être plus ou moins grande selon les produits et la nature concurrentielle du marché. Elle est caractérisée par des coefficients d'élasticité (quand les quantités



sont exprimées en fonction des prix) ou par des coefficients de flexibilité (quand les prix sont exprimés en fonction des quantités).

Les quantités débarquées et les prix fluctuent très fortement, et pas toujours simultanément, au cours de l'année. En outre, les apports mensuels varient d'une espèce à l'autre. Ceux du lieu noir sont très importants en hiver et au début du printemps (Fig. 24). Ceux de lingue bleue sont également importants à la même époque. On constate en plus de fortes captures l'été (Juillet-Août) (Fig. 26). Ceux d'églefin suivent la même tendance annuelle mais les différences observées dans les captures, entre l'hiver et les autres saisons, sont moins prononcées (Fig. 24). Les débarquements de lingue franche se font principalement l'été (Fig. 26). Le merlu et la morue sont surtout débarqués à la fin de l'hiver (Février, Mars) et en automne (Octobre Novembre) (Fig. 25).

#### **Les poids moyens mensuels :**

Le marché du poisson est pour chaque espèce fractionné en plusieurs segments. Ceux-ci sont fonction des caractéristiques de l'espèce et de la taille des individus. Le rendement matière des opérations de transformation, la présentation et la distribution du poisson dépendent de cette taille.

La relation entre la taille et le prix peut être évaluée par l'intermédiaire de l'influence du poids moyen mensuel des poissons de l'espèce débarquée sur le prix. Les poids moyens mensuels des espèces débarquées ont été calculés pour chaque espèce à partir des captures débarquées par catégorie commerciale et du poids moyen correspondant de chaque catégorie. Les données ne sont pas forcément toutes précises, et cela a pu engendrer des erreurs pour le calcul de ce poids moyen.

Au cours de l'année, les poids moyens des espèces débarquées fluctuent de façon inégale selon les espèces. Ceux du lieu noir, de la lingue bleue et de la morue sont très élevés en hiver et plus faibles le reste de l'année (Fig. 27, 28 et 29). Le poids moyen des lieux noirs débarqués en hiver a diminué considérablement entre 1980 et 1985 (Fig. 27). Les poids moyens de la lingue franche et de l'églefin varient très légèrement au cours de l'année. Ils sont les plus élevés à la fin de l'hiver, au début du printemps (Fig. 27 et 29).

Ceux du merlu sont très forts à la fin de l'hiver (Mars) et en automne (Novembre) (Fig. 28). La fluctuation des poids moyens de chaque espèce au cours de l'année est liée aux caractéristiques biologiques respectives de ces espèces. Chez les gadidés, les adultes se regroupent selon les espèces, en hiver et au début du printemps ou au printemps, pour la reproduction. Ils constituent alors l'essentiel des captures. Le reste de l'année, ce sont des individus plus jeunes qui sont pêchés.

### **Les importations :**

Les importations de poissons concernent deux types de produits : les produits frais et les produits congelés. Les premiers concurrencent directement les débarquements de poissons frais. Les seconds concurrencent toute la filière des produits transformés (produits panés, surgelés, plats cuisinés). Ce deuxième type de concurrence est moins direct que le premier. La filière des produits congelés-surgelés s'approvisionne relativement peu en matière première sur le marché national (MEURIOT 1985 b).

L'évolution annuelle des importations de gadidés diffère selon qu'il s'agit de poissons frais ou de poissons congelés (MEURIOT et GILLY 1986). Les importations de poissons frais sont maxima au premier trimestre. Celles de poissons congelés sont irrégulières et ne présentent pas de tendances au cours de l'année.

Les données fournies par le Comité Central des Pêches Maritimes (C.C.P.M.) regroupent les importations des deux espèces de lingues. Nous n'avons donc pas pris en compte ce facteur pour ces deux espèces. Par contre pour les quatre autres gadidés, nous avons utilisé les données d'importations de produits frais et de produits congelés.

### **Les substitutions entre espèces :**

Selon le prix relatif des produits, les consommateurs modifient leurs achats. Si le prix d'une espèce devient très élevé, ceux-ci vont acheter une autre espèce dont le prix relatif est plus bas. Le phénomène est d'autant plus amplifié que les caractéristiques des espèces sont voisines.

Les deux produits concernés par la modification d'achat des consommateurs sont "substituts". Mais cette substitution entre espèces ne se fait non pas nécessairement d'une espèce à l'autre mais entre certaines catégories de tailles de l'une et de l'autre espèce. De plus, les variations journalières de prix sont plus larges que celles constatées au cours des mois. Ces phénomènes de substitution seraient donc peut-être mieux mis en évidence par une analyse de données journalières des prix des différentes catégories de taille de chaque espèce. Pour chaque espèce, les possibilités de substitutions avec chacune des autres seront tentées.

#### La saison :

La demande de poissons par les consommateurs varie au cours des saisons. En été, l'émigration des populations citadines des grands centres de consommation habituels (région parisienne, lyonnaise, lilloise . . .), la fermeture des collectivités (cantines scolaires et des entreprises), et la modification des comportements alimentaires, entraînent une baisse importante de cette demande. En outre, l'activité de la filière pêche est ralentie. Les armements réduisent celles de leurs navires (congé du personnel navigant, réparation des navires). Les entreprises de mareyage et de transformation du poisson (filetage) ferment à tour de rôle (congé du personnel). Nous avons donc utilisé une variable qualitative représentant la période estivale (Juillet-Août).

L'équation (1) adaptée au cas de la pêche industrielle devient :

$$\text{Prix (K)} = f[\text{Q(K)}, \text{Poids(K)}, \text{Import(K)}, \text{Prix(J} \neq \text{K)}, \text{Saisons}] + \epsilon \quad (2)$$

où :

Prix (K) représente le prix de l'espèce K.

Q (K) représente la quantité débarquée au niveau local de l'espèce K.

Poids (K) représente le poids moyen de l'espèce K.

Import (K) représente la quantité importée de l'espèce K.

Prix (J  $\neq$  K) représente le prix des autres espèces supposées substituts à l'espèce K.

Saisons représente les différentes périodes de l'année.

$\epsilon$  représente le résidu inexpliqué.

Cette équation peut être évaluée sous sa forme linéaire ou sous sa forme logarithmique. La différence dans les résultats obtenus se situe dans le calcul des coefficients de flexibilité reliant le prix d'une espèce aux quantités débarquées ou aux prix des espèces substitués :

- dans le premier cas (modèle multiplicatif), plus les quantités sont élevées et plus un pourcentage donné de leurs variations entraîne un pourcentage élevé de la baisse des prix.

- dans le second cas (modèle additif), quelles que soient les quantités débarquées, un pourcentage donné de variation des quantités débarquées donne un même pourcentage de variation des prix.

Pour chaque espèce, les éléments de l'équation (2) sont testés. Pour obtenir un coefficient de flexibilité qui soit directement calculable à partir des résultats, le modèle économétrique est évalué selon la méthode décrite plus haut, sous sa forme logarithmique. Pour marquer l'influence de l'inflation annuelle des prix, ceux-ci sont déflatés par l'indice des prix à la consommation. Ils sont exprimés en francs constants.

### 2.3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les variables, du modèle économétrique présenté précédemment, décrivent de 30 à 60 % des éléments qui induisent la formation des prix des espèces principales débarquées par la flottille industrielle (Tab. 1).

Les formations des prix de l'églefin, du lieu noir et de la lingue bleue sont les mieux décrites. Respectivement 62 %, 57 % et 57 % du pourcentage de la variance est expliqué. Celles du merlu, de la lingue franche et de la morue, respectivement 36 %, 32 % et 30 % du pourcentage de la variance expliquée, sont moins élucidées. Le merlu est une espèce dont le marché diffère de celui des autres gadiformes. Ce poisson est surtout exporté en Espagne. La formation des prix de cette espèce dépend de phénomènes particuliers, liés au marché espagnol, qui ne peuvent pas être mis en évidence à partir d'une telle étude effectuée exclusivement à partir de données relatives au port de Lorient.

|                | R <sup>2</sup> * | CONST. | Quantités débarquées | Poids moyen | Importations | Prix des autres espèces |              |                |        |        |         | Saison Été |
|----------------|------------------|--------|----------------------|-------------|--------------|-------------------------|--------------|----------------|--------|--------|---------|------------|
|                |                  |        |                      |             |              | Lieu noir               | Lingue bleue | Lingue franche | Merlu  | Morue  | Eglefin |            |
| Lieu noir      | 0. 57            | 0. 74  | - 0. 0319            | -           | -            | -                       | 0. 229       | -              | -      | -      | -       | - 0. 097   |
| Lingue bleue   | 0. 57            | 5. 53  | - 0. 013             | - 0. 283    | -            | -                       | -            | -              | -      | -      | -       | - 1. 893   |
| Lingue franche | 0. 32            | 5. 99  | - 0. 026             | - 1. 632    | -            | -                       | 0. 218       | -              | -      | -      | -       | - 1. 086   |
| Merlu          | 0. 36            | 40. 32 | - 0. 705             | 1. 644      | -            | -                       | -            | -              | -      | -      | -       | -          |
| Morue          | 0. 30            | 8. 30  | - 0. 013             | -           | - 0. 004     | -                       | -            | 0. 081         | -      | -      | -       | - 1. 816   |
| Eglefin        | 0. 62            | 1. 19  | - 0. 008             | -           | -            | -                       | -            | -              | 0. 077 | 0. 442 | -       | -          |

\* R<sup>2</sup> : Pourcentage expliqué de la variance par les moindres carrés ordinaires.

Tableau ( 1 ) : Paramètres estimés du modèle économétrique sous la forme logarithmique et en francs constants pour la période 1980-1985.

La morue et la lingue franche sont également débarquées par la flottille semi-industrielle lorientaise (navires de longueur inférieure à 38 m). Pour évaluer tous les éléments de la formation de leurs prix respectifs, et notamment tous les types de substitutions qui peuvent exister avec d'autres espèces, il faudrait sans doute considérer dans le modèle les prix des principales espèces débarquées par cette flottille (merlan, baudroie, cardine).

Les différences entre les prix observés et les prix estimés sont visualisées sur les graphiques des figures 30 à 35. Les variations des résidus sont portées sur les figures en annexes A1 à A6.

L'analyse du tableau (1) met en exergue les enseignements suivants :

1 - Pour toutes les espèces, la flexibilité prix-quantités est négative. Une augmentation des quantités débarquées entraîne une diminution des prix. Pour chaque espèce, une augmentation de 10 % des captures par exemple, diminue les prix de :

- 7 % pour le merlu
- 0.32 % pour le lieu noir
- 0.26 % pour la lingue franche
- 0.13 % pour la lingue bleue et la morue
- 0.08 % pour l'églefin.

Le merlu apparaît donc comme l'espèce dont les prix sont les plus sensibles à des variations de ses quantités débarquées. Nous n'avons pas trouvé de solutions pour expliquer cet état de fait. Cela provient peut-être de particularités du marché espagnol.

En plus de ces effets directs, il en existe qui sont indirects et qui influencent la formation des prix par le biais de phénomènes de substitution. La baisse du prix d'une espèce, qui est substitut d'une ou plusieurs autres espèces, peut entraîner une diminution du prix de cette ou de ces espèces substitués : par exemple, une augmentation de 10 % des quantités débarquées de lieu noir entraîne une baisse de ses prix de 0.3 %. Cette baisse des prix de lieu noir provoque une diminution de 0.21 % de ceux de lingue bleue.

2 - Les variations du poids moyen mensuel des espèces débarquées influent

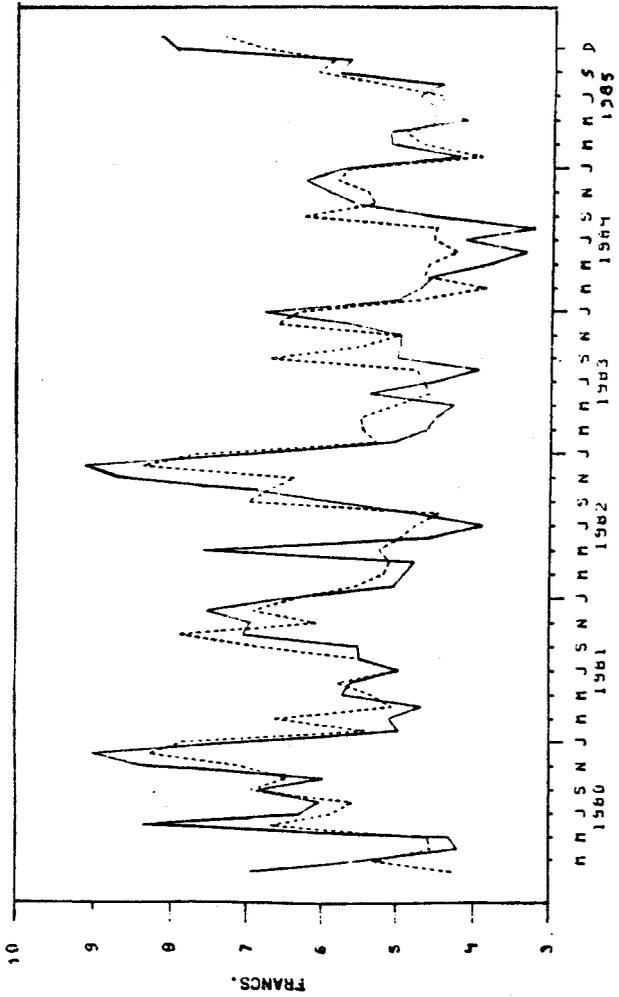


Figure (30) : Prix moyen réel (—) et prix moyen estimé (---) par mois pour le lieu noir à Lorient entre 1980 et 1985.

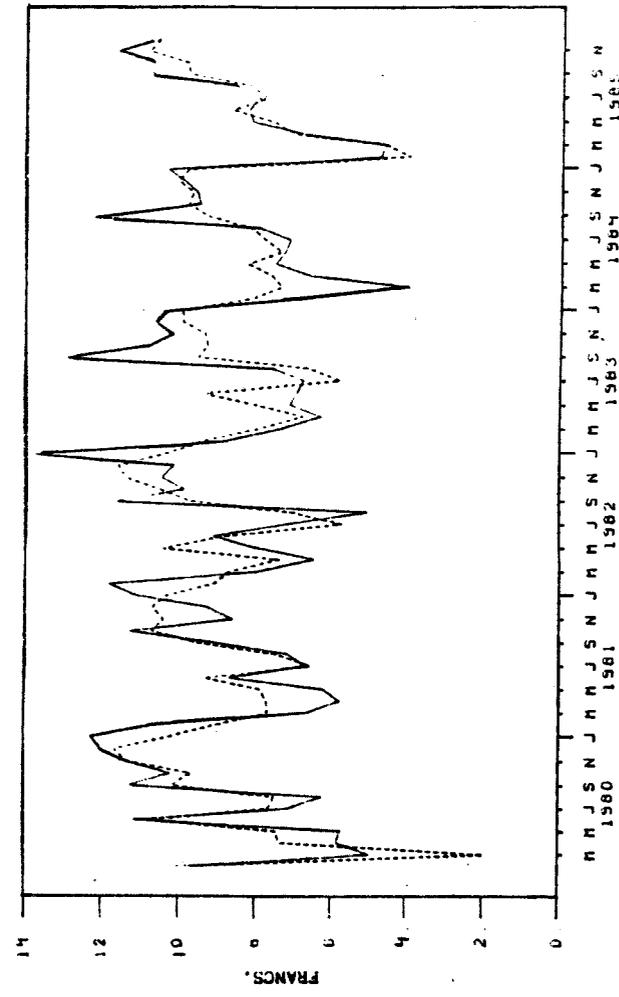


Figure (31) : Prix moyen réel (—) et prix moyen estimé (---) par mois pour la lingue bleue à Lorient entre 1980 et 1985.

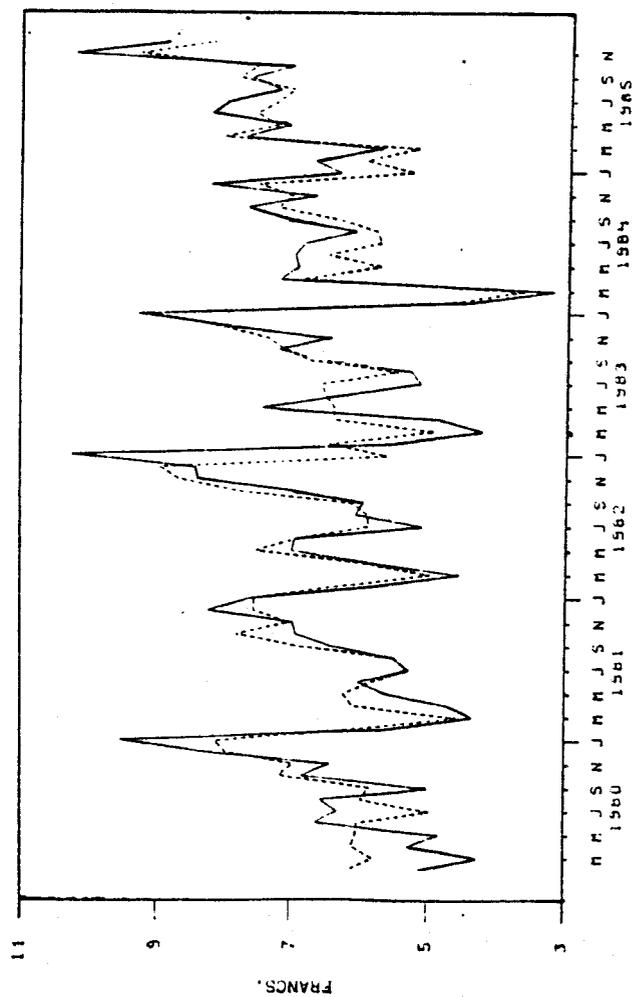


Figure (32) : Prix moyen réel (—) et prix moyen estimé (---) par mois pour l'églefin à Lorient entre 1980 et 1985.

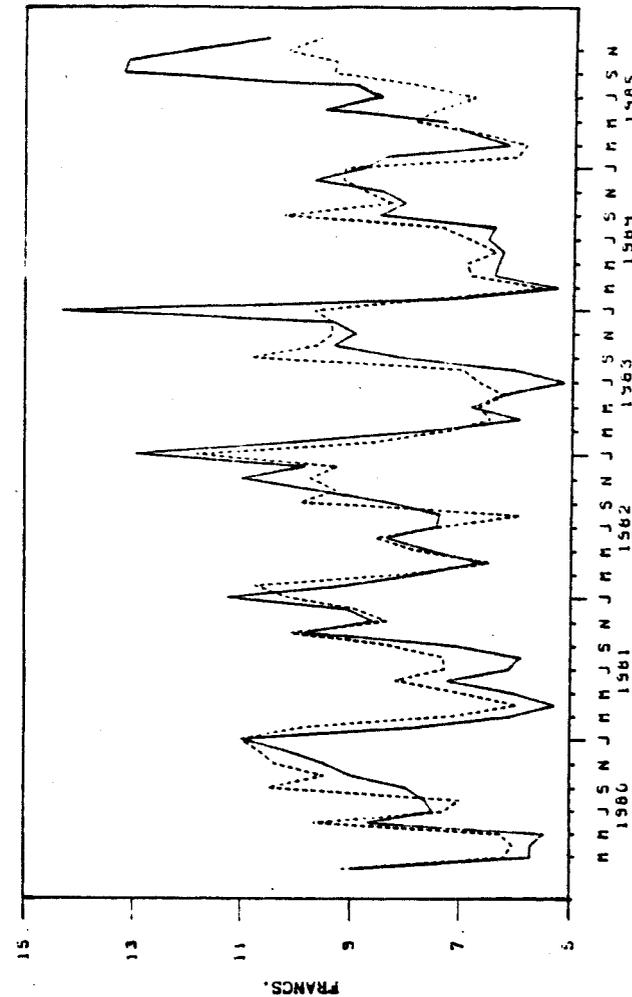


Figure (33) : Prix moyen réel (—) et prix moyen estimé (---) par mois pour la lingue franche à Lorient entre 1980 et 1985.

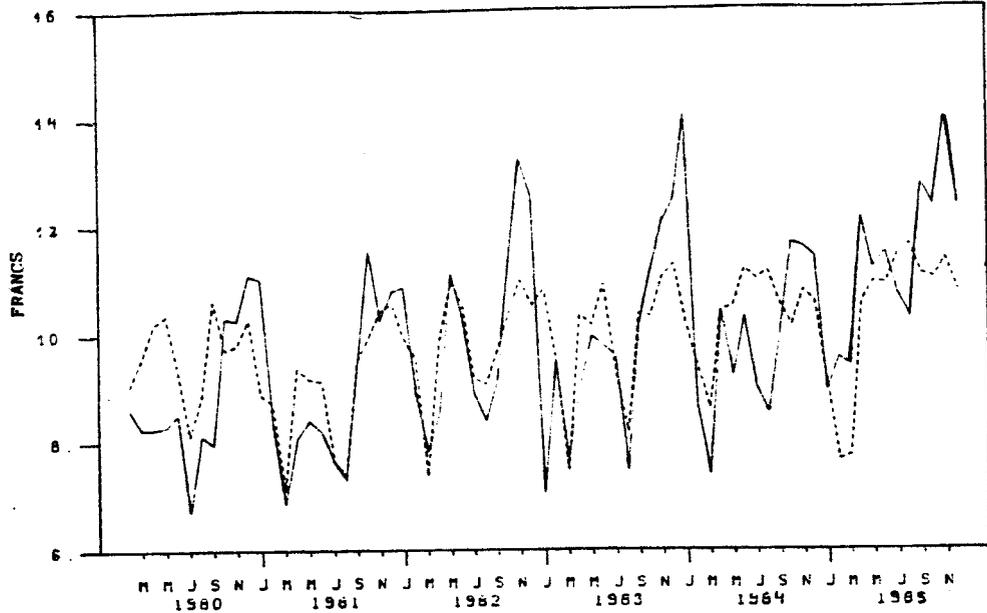


Figure (34) : Prix moyen réel (—) et prix moyen estimé (---) par mois pour le menu à Lorient entre 1980 et 1985.

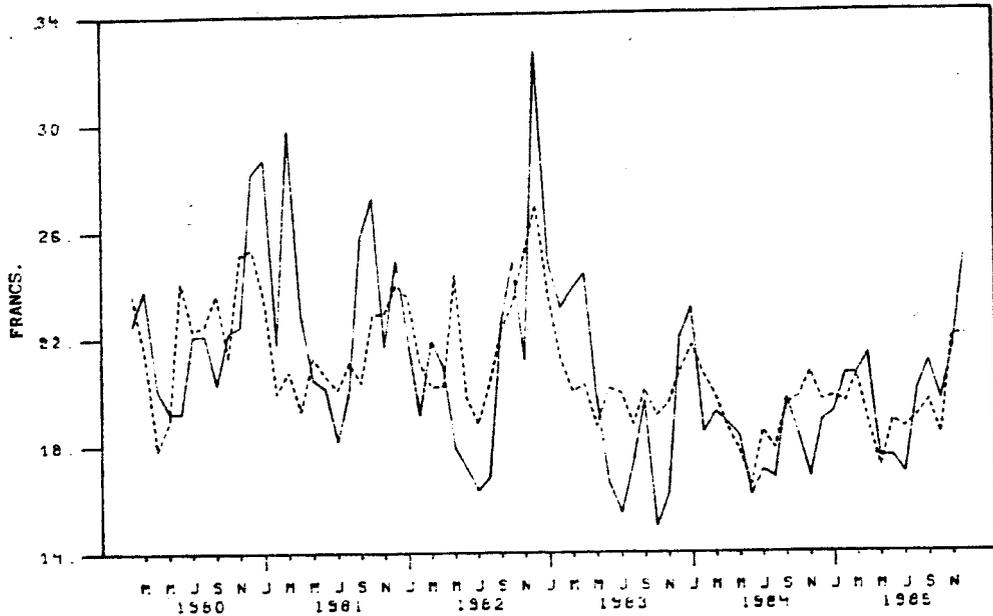


Figure (35) : Prix moyen réel (—) et prix moyen estimé (---) par mois pour le cabillaud à Lorient entre 1980 et 1985.

seulement sur la formation des prix de trois espèces. Celles du merlu, de la lingue franche et de la lingue bleue.

La flexibilité prix-poids moyen du merlu est positive (1.64). Une augmentation de 10 % du poids moyen débarqué entraîne une progression de 16 % du prix de cette espèce. Les flexibilités prix-poids moyen de la lingue bleue et de la lingue franche sont, quant à elles, négatives. Elles valent respectivement -0.28 et -1.63. Cependant, les prix moyens des catégories correspondant aux plus grands individus sont les plus élevés. La flexibilité négative entre les prix et les poids moyens de lingues est en réalité due à la concordance de deux facteurs. D'une part, les captures de très grandes lingues (et donc très grosses) se font de la mi-hiver à la mi-printemps. D'autre part, l'abondance générale du poisson débarqué à cette période est élevée et donc le prix au débarquement est plus faible quelle que soit l'espèce. Quand les prix du poisson sont faibles, les poids moyens des lingues, eux, sont très élevés : d'où une flexibilité apparente prix-poids moyen négative. Il est probable que ce phénomène n'apparaîtrait plus à une échelle de temps plus fine (jour, semaine).

3 - L'influence des importations sur la formation des prix est ici négligeable. Seules celles de filets de morue influent sur les prix, mais uniquement sur ceux de cette espèce. En outre, la flexibilité prix-importations pour cette espèce est très minime. Pour une augmentation de 10 % des importations de filets de morue, la baisse de ses prix serait de 0.04 %. Cette faible influence des importations sur la formation des prix tient au fait que le port de pêche de Lorient est un port de produits frais. Les importations nationales de produits congelés n'engendrent pas de modifications des prix au niveau local. En outre, le marché lorientais absorbe toutes les quantités débarquées. En hiver, lorsque les débarquements sont maxima, les marchés créés à l'étranger permettent d'éviter un engorgement du marché local et un effondrement des prix.

4 - Entre les six espèces principalement débarquées par la flottille industrielle, il existe plusieurs types de substitutions. Le plus important est celui de la lingue bleue par le lieu noir (coefficient de flexibilité de 0.72). Une augmentation de 10 % des prix du lieu noir entraîne une progression de 7.2 % de ceux de la lingue bleue.

La lingue bleue, quant à elle, se substitue au lieu noir (coefficient de flexibilité de 0.23) et à la lingue franche (coefficient de flexibilité de 0.22). Une augmentation de 10 % de ses prix provoque une hausse de 2.3 % de ceux du lieu noir et de 2.2 % de ceux de la lingue franche. D'autre part, la lingue franche se substitue à la morue (coefficient de flexibilité de 0.08). Cette substitution est relativement faible puisqu'une hausse de 10 % des prix de la lingue franche entraîne une hausse de 0.8 % de ceux de la morue. Enfin, à l'églefin, se substituent la morue et le merlu avec des coefficients de flexibilité respectifs de 0.44 et de 0.08. L'augmentation de 10 % des prix de ces espèces provoque des progressions respectives des prix de l'églefin de 4.4 % avec la morue et de 0.8 % avec le merlu.

5 - La variable qualitative saisonnière "été", représentée par les mois de Juillet et d'Août, affecte la formation des prix de la lingue bleue, de la morue, de la lingue franche et du lieu noir. Les coefficients de flexibilité prix-été sont respectivement -1.89 ; -1.82 ; 1.09 et -0.09. Pendant la période estivale, les prix de ces espèces sont donc inférieurs à ce qu'ils seraient à une autre saison. La formation des prix de la lingue bleue est là influencée par cette variable qualitative. Le débouché du marché de cette espèce est essentiellement constitué par des collectivités (MOGUEDET 1987 b). Il est donc très sensible à leurs fermetures durant les mois de Juillet et d'Août.

## 2.4 CONCLUSION

Le modèle économétrique expliquant la formation des prix des six gadiformes (lieu noir, lingue bleue, lingue franche, morue, merlu et églefin) capturés par la flottille industrielle lorientaise est satisfaisant pour trois de ces espèces (lieu noir, lingue bleue, églefin). Pour les trois autres (lingue franche, morue, merlu), il est moins bien adapté.

Un modèle semblable appliqué aux principales espèces débarquées par la flottille industrielle boulonnaise (lieu noir, morue, merlan, églefin) a décrit de 65 % à 85 % de la formation des prix de ces espèces (MEURIOT et GILLY 1986).

La formation des prix pour les espèces débarquées à Lorient est donc plus complexe. Cela résulte, entre autre, de la diversité des apports, des flottilles et des marchés. L'amélioration du modèle économétrique passe, sans doute, par la prise en compte de la formation des prix des espèces pêchées par la flottille

semi-industrielle lorientaise (navires de longueur inférieure à 38 m), et par une étude plus fine du marché du merlu. L'étude des marchés étrangers (surtout ceux d'Allemagne et d'Espagne), devrait améliorer pour toutes les espèces, le pourcentage de la variance expliqué par le modèle.

Cependant, le modèle économétrique retenu a mis en évidence les faits suivants :

- l'influence d'une augmentation des quantités débarquées sur les prix moyens est minime. Ces derniers diminuent légèrement. Pour les professionnels, cela est compensé par la hausse du produit prix moyen-quantités débarquées (soit la valeur totale débarquée).

- les importations de produits de la mer au niveau national n'entraînent pas de modifications des prix au niveau local.

- le merlu est le seul gadiforme dont le prix mensuel soit très sensible à une augmentation du poids moyen de cette espèce. Le marché semble très demandeur de gros merlu.

- pour les professionnels, le marché du poisson à Lorient est moins intéressant l'été. Ses débouchés sont plus limités. La demande en poisson est moins forte. Les prix sont inférieurs à ceux qu'ils seraient à une autre saison.

- sur le marché local, il existe plusieurs phénomènes de substitutions entre les diverses espèces présentées à la vente. L'intérêt essentiel du modèle économétrique est d'avoir mis en évidence ceux qui existent entre le lieu noir, la lingue bleue et la lingue franche (substitution lieu noir-lingue bleue, lingue bleue-lingue franche).

Les formations des prix de ces trois espèces sont très liées et leurs marchés sont interdépendants. Cela a sans doute des effets induits sur le mode d'exploitation de ces trois stocks.

Pour analyser l'exploitation et la gestion des pêcheries du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse, il faut donc tenir compte de cet élément désormais primordial. Surtout quand on sait que ces trois espèces représentent jusqu'à 75 % du total des captures annuelles de la flottille industrielle.

### **III-3 ANALYSE DES ELEMENTS GENERATEURS DE LA SUBSTITUTION DE CERTAINS PRODUITS**

Nous venons de mettre en évidence de forts phénomènes de substitution entre les marchés des produits du lieu noir et des lingues (lieu noir-lingue bleue, lingue bleue-lingue franche). Ces espèces sont débarquées en quantités très variables selon la saison. Leurs produits sont commercialisés sous forme de filets frais. La substitution entre les produits de ces espèces ne peut avant tout se faire que si celles-ci sont disponibles dans les pêcheries, aux mêmes périodes, en quantités à peu près équivalentes (ou plus importantes pour l'espèce substituante). La flottille industrielle peut alors orienter sa stratégie de pêche vers l'espèce qui offre (à court terme) les meilleurs rendements, ou vers celle qui, pour de mêmes rendements, possède, selon l'état du marché, un meilleur prix de vente.

L'objet de cette étude est de comparer, sur plusieurs années, dans les différents secteurs de pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse, les sources de variations des captures par unité d'effort (c.p.u.e.) mensuelles des trois gadidés (lieu noir, lingue bleue, lingue franche). Ces sources de variations sont obtenues par discrimination des c.p.u.e. Leurs comparaisons doivent permettre de vérifier dans quelle mesure le lien, entre les variations des c.p.u.e. des espèces considérées et les substitutions entre leurs produits sur le marché lorientais, est effectif.

#### **3.1 DESCRIPTION DU MODELE DISCRIMINANT**

Le modèle utilisé, décrit par LAUREC et LE GALL (1975), est le prolongement de l'étude de l'estimation des puissances de pêche par différents engins (ROBSON 1966). Il est fondé sur les hypothèses d'homogénéité des strates spatio-temporelles. Les caractéristiques de chaque strate peuvent varier de façon discrète à l'intérieur d'une année, mais de façon reproductible d'une année à l'autre. L'intégration des données permet de les dissocier des tendances annuelles (LAUREC et FONTENEAU 1979).

Les strates correspondent ici à des couples (mois, secteur de pêche), les données sont des captures et des efforts et donc des captures par unité d'effort

(c.p.u.e.). La c.p.u.e.,  $C_{i,k}$  de la strate spatio-temporelle  $k$  pour l'année  $i$  s'écrit :

$$C_{i,k} = R_i \cdot Q_k \cdot \epsilon_{i,k} \quad (1)$$

avec :

$R_i$  = tendance de l'année  $i$ , supposée constante à l'intérieur de l'année.

$i = 1 \dots NA$  années étudiées.

$Q_k$  = facteur caractéristique de la strate spatio-temporelle supposé constant d'une année à l'autre.

$k = 1 \dots NS$  strates spatio-temporelles.

$\epsilon_{i,k}$  = résidu inexpliqué (supposés être des variables aléatoires indépendantes).

Le passage du modèle multiplicatif (1) au modèle additif se fait par transformation logarithmique :

$$(1) (=) \quad \text{Log} C_{i,k} = \text{Log} R_i + \text{Log} Q_k + \text{Log} \epsilon_{i,k} \quad (2)$$

les  $Q_k$  sont des facteurs caractéristiques relatives :  $\sum_{k=1}^{NS} \text{Log} Q_k = 0$

La détermination des composantes du modèle se fait par un ajustement selon les moindres carrés en minimisant :

$$\sum_{i=1}^{NA} \sum_{k=1}^{NS} [\text{Log} C_{i,k} - (\text{Log} R_i + \text{Log} Q_k)]^2 \quad (3)$$

Les  $\text{Log} R_i$  et  $\text{Log} Q_k$  sont des estimations des vraies valeurs.

**Remarques :**

- pour analyser la relation c.p.u.e.-abondance, dans le cas où la capturabilité est proportionnelle à l'abondance, LAUREC et LE GALL (1975) suggèrent l'utilisation des moindres carrés pondérés. L'estimation des  $\text{Log } R_i$  et des  $\text{Log } Q_k$  est obtenue par la minimisation de :

$$\sum_{i=1}^{NA} \sum_{k=1}^{NS} W_{i,k} \cdot [\text{Log } C_{i,k} - (\text{Log } R_i + \text{Log } Q_k)]^2 \quad (4)$$

où :

$W_{i,k}$  est un poids qui peut être proportionnel à l'effort de pêche, ou être l'effort de pêche.

Cette pondération donne une importance réduite aux termes correspondants à un effort de pêche faible et augmente l'influence de ceux dont l'effort est élevé (LAUREC et FONTENEAU 1979).

- dans un tel modèle discriminant (1) et (2), il est possible de prendre en considération les modifications de puissance de pêche des engins qui exploitent les stocks.

**3.2. APPLICATION DU MODELE**

Les strates spatio-temporelles sont formées par les subdivisions C.I.E.M. de la zone de pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse (Fig. 10) et par les douze mois de l'année. L'utilisation du modèle discret décrit plus haut implique la reproductibilité annuelle des structures spatio-temporelles. Il est donc admis que dans chacune de ces strates, d'une part la méthode et la tactique de pêche appliquées par la flottille industrielle, d'autre part la répartition et l'abondance des espèces capturées, sont les mêmes d'une année à l'autre.

Pour conforter cette hypothèse, les données utilisées correspondent à la période 1980-1985. Au cours de ces six années, la flottille est restée relativement homogène dans sa composition et elle a travaillé dans les mêmes zones de pêche.

Les données sont constituées par les captures de lingues bleues et franches par strates, et de l'effort de pêche appliqué par la flottille industrielle lorientaise dans chacune de ces strates. Dans une strate spatio-temporelle, les captures sont en général multispécifiques. Il est difficile d'extraire la part de l'effort relatif à la prise de chaque espèce. L'effort de pêche est défini comme étant le produit de la puissance motrice des navires de la flottille industrielle lorientaise (en chevaux vapeur) par le nombre d'heures de pêche réalisées dans la strate. La c.p.u.e. dans une strate (mois, subdivision CIEM) est donc le rapport des captures de lingues de la subdivision par l'effort total appliqué à la capture de l'ensemble des espèces dans cette subdivision CIEM.

La capturabilité n'est pas directement proportionnelle à l'abondance. Il n'est pas judicieux d'employer la pondération suggérée par LAUREC et LE GALL (1975). Le manque de données de bases ne nous a pas permis de prendre en considération les modifications des puissances de pêche.

C'est le modèle discriminant décrit par l'équation (2) qui est utilisé. Il est ajusté par la minimisation des moindres carrés selon l'équation (3).

Pour le lieu noir, nous reprenons le travail de PERODOU et FONTAINE (1985). Les strates spatio-temporelles retenues et les processus de calculs utilisés sont identiques aux nôtres. Dans chaque strate, les c.p.u.e. de lieu noir sont calculées par le rapport des captures de lieu noir sur l'effort de pêche total appliqué par les navires de la flottille. La période d'étude est plus longue et couvre onze années : 1974-1984.

### 3.3. RESULTATS ET DISCUSSION

D'après le calcul de leurs estimations (capture de l'espèce considérée dans la strate, divisée par l'effort de pêche appliqué à la capture de l'ensemble des espèces de la strate), les captures par unité d'effort (c.p.u.e.) des lingues et du lieu noir sont des fonctions complexes de l'abondance et de l'effort de pêche (ROTSCHILD 1977).

Selon des critères de rendements ou de marché, ces espèces sont considérées par les professionnels comme des espèces cibles ou accessoires. Leurs c.p.u.e. correspondent donc avant tout à un reflet de la stratégie de pêche qui

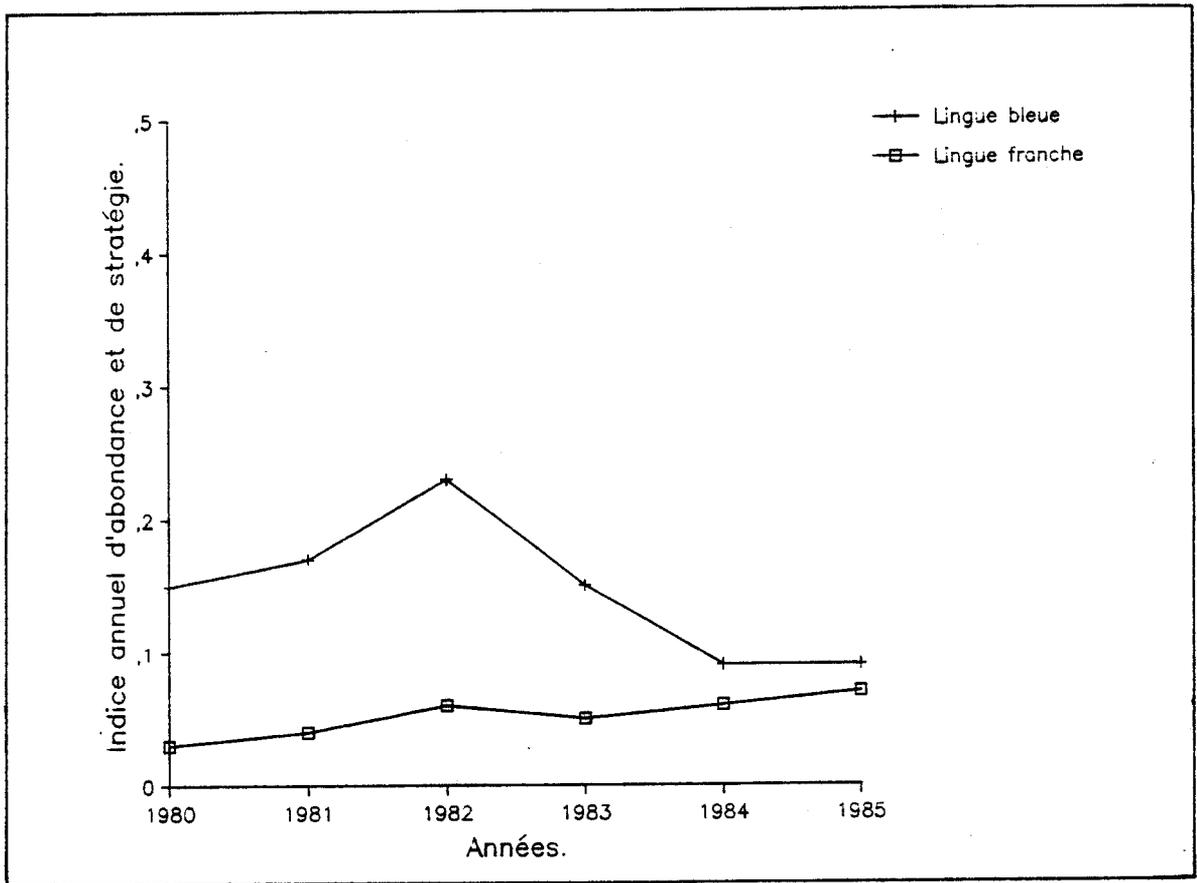


Figure (36) : Indices annuels d'abondance et de stratégie, obtenus par la discrimination des c.p.u.e des lingues.

leur est appliquée par la flottille de pêche industrielle lorientaise. Les fortes c.p.u.e. sont dues à des captures élevées et donc une recherche plus systématique de l'espèce. Les faibles c.p.u.e. sont le reflet de captures peu importantes, mais qui sont obtenues par division d'un effort total élevé. Elles correspondent donc à un désintérêt passager de l'espèce dans la stratégie de la flottille.

La tendance annuelle  $R_i$  dégagée par le modèle discret décrit plus haut est interprétée comme un indice annuel de stratégie et d'abondance. Le facteur  $Q_k$ , caractéristique de la strate, est considéré comme un indice de capturabilité de l'espèce capturée. La capturabilité dépend à la fois de la relation entre le poisson et l'engin de pêche (disponibilité) et de la stratégie ou tactique de pêche de la flottille (efficacité) (LAUREC et LE GUEN 1981). La caractéristique  $Q_k$ , de chaque strate  $k$ , est interprétée ici comme un facteur d'efficacité.

- **Indices annuels d'abondance-efficacité (Fig. 36)**

Les indices annuels d'abondance-efficacité de la lingue bleue subissent plusieurs variations entre 1980 et 1985. De 1980 à 1982, ils augmentent (0.15 en 1980 ; 0.23 en 1982). De 1982 à 1983, ils diminuent (0.09 en 1985). La stratégie globale qui est déployée par la flottille industrielle vis-à-vis de la lingue bleue est restée stable au cours de six années. Les variations sont donc sans doute des conséquences de modification de l'abondance de cette espèce. Depuis 1982, cette abondance diminuerait.

Entre 1980 et 1985, les indices annuels d'abondance-efficacité de la lingue franche sont en continuelle augmentation. Deux facteurs directement liés à l'efficacité expliquent ce phénomène :

- depuis 1981, les professionnels utilisent un "racasseur" à l'avant de leur chalut. Cet engin, qui est une grosse chaîne, racle le fond et soulève les espèces qui vivent collées au substrat. Celles-ci sont entraînées dans le chalut. Selon les patrons-pêcheurs, depuis qu'ils utilisent cet engin, les rendements de lingue franche sont multipliés par 1.5.

- depuis 1983, pour pallier la diminution des captures de cabillaud et d'églefin, la lingue franche est de plus en plus systématiquement recherchée par la flottille industrielle.

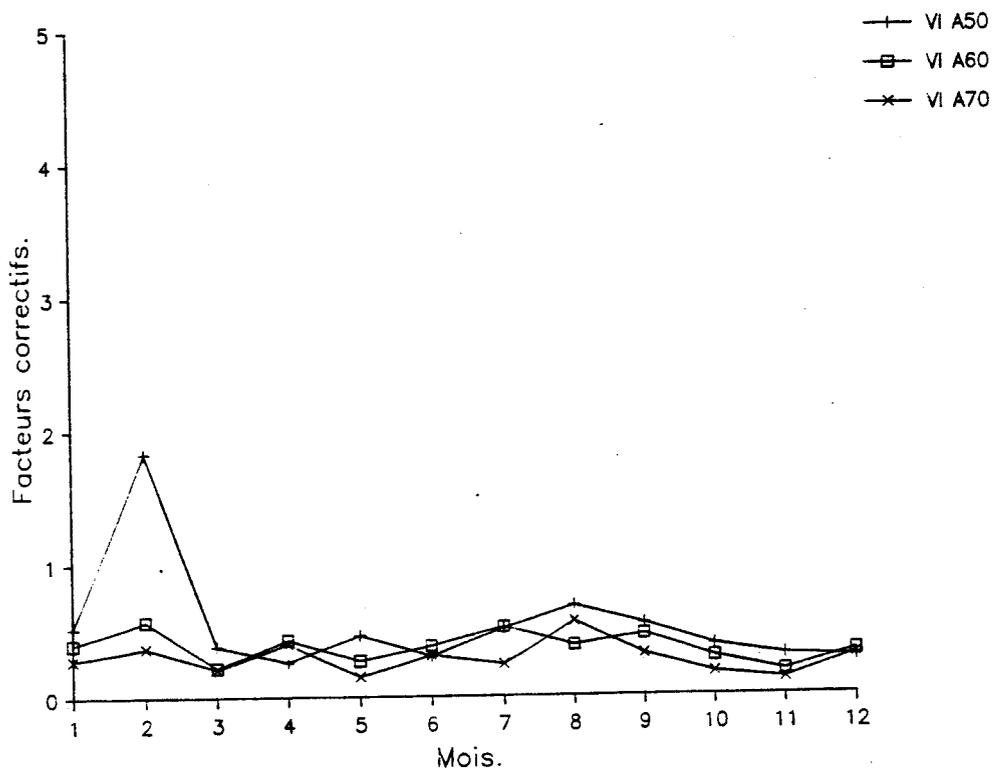
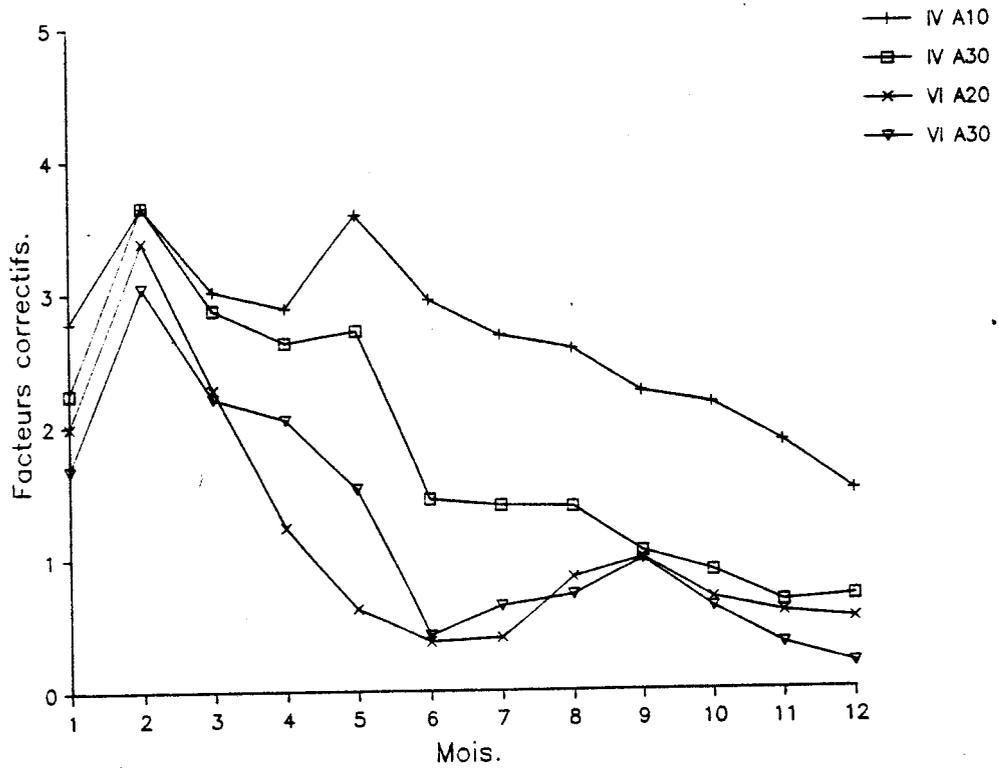


Figure (37): Facteurs d'efficience mensuels développés par la flottille industrielle orientale sur le lieu noir.

La méthode utilisée pour dégager la tendance annuelle des variations de c.p.u.e. de lieu noir (pour ces divisions CIEM IVA et VIA, par saison) ne permet pas de comparer les résultats avec ceux obtenus pour les lingues. Les variations observées sont sans doute liées à des fluctuations de l'abondance.

- **Stratégie de pêche exercée sur le lieu noir (Fig. 37)**

La flottille industrielle recherche très intensivement cette espèce de Février à Mars dans les subdivisions CIEM IVA10, IVA30, VIA20 et VIA30. Cette stratégie hivernale est orientée sur les concentrations de géniteurs (individus de 4 ans et plus). Ceux-ci se regroupent le long des accores, dans la partie Nord et Nord-Ouest du plateau continental des Hébrides.

A partir du mois d'Avril et jusqu'à la fin de l'été, la flottille traque le lieu noir principalement dans la division CIEM IVA10. Elle porte donc son effort de pêche sur les plus jeunes individus. Après leur vie pélagique dans les eaux très côtières, ceux-ci gagnent des eaux plus profondes et se développent dans la nourricerie située sur le plateau continental tout autour des Shetlands.

Dans les autres subdivisions CIEM de la zone de pêche considérée (subdivisions VIA50, VIA60, VIA70), la stratégie de pêche exercée sur le lieu noir est en général peu développée. Tout au long de l'année, les captures sont plus aléatoires et se font aux dépens des concentrations de lieu noir qui se déplacent à la recherche de nourriture (merlan bleu et crevettes).

- **Stratégie de pêche exercée sur la lingue bleue (Fig. 38)**

Dans une même subdivision CIEM, la stratégie de pêche exercée par la flottille industrielle sur la lingue bleue varie énormément d'un mois à l'autre. La tactique de pêche n'est pas régulière et continue au cours des saisons. Elle est très ponctuelle et fluctuante.

De Février à Avril ou Mai (selon les subdivisions), la flottille développe, vis-à-vis de la lingue bleue, une stratégie de pêche très forte, mais de manière discontinue dans les subdivisions CIEM IVA30, VIA20, VIA50 et VIB10, VIB20. Cette stratégie hivernale est, comme pour le lieu noir, orientée sur les géniteurs (individus de 9 ans et plus). Ceux-ci se concentrent pour se reproduire, en divers

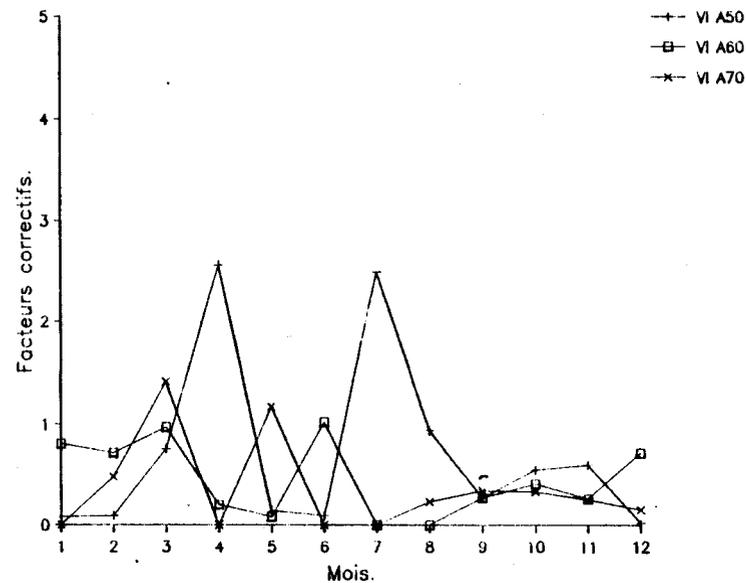
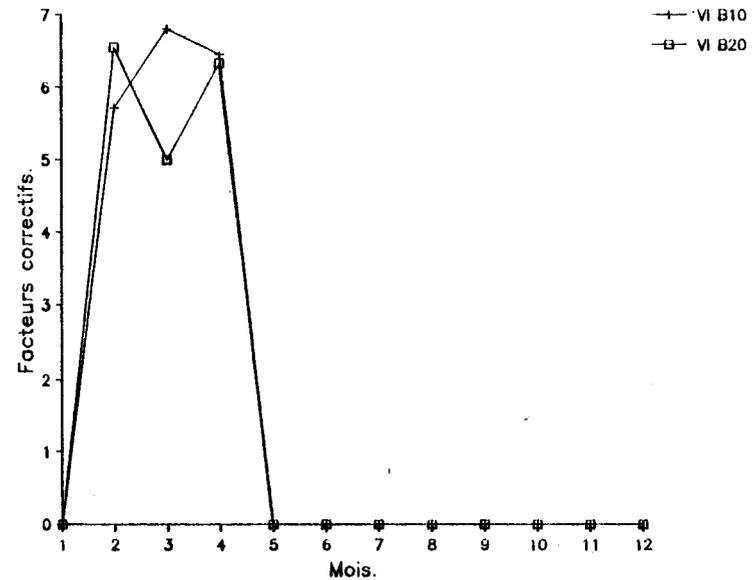
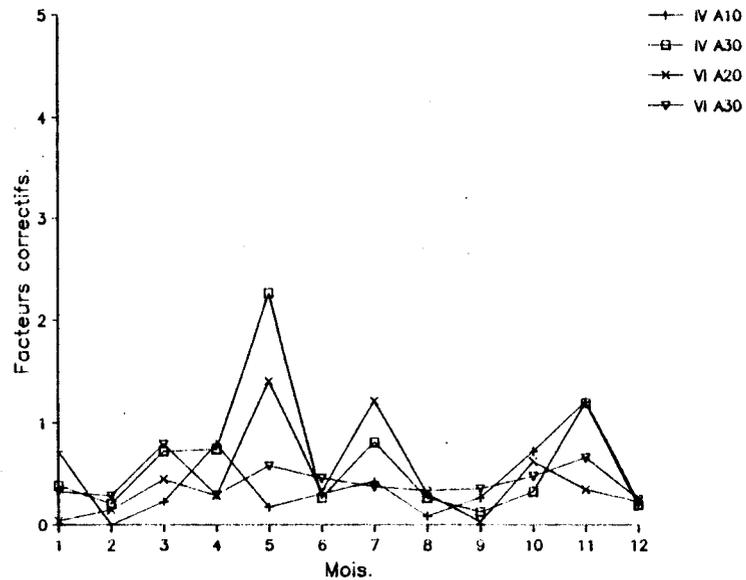


Figure (38) : Facteurs d'efficience mensuels développés par la flottille industrielle orientale sur la lingue bleue.

endroits sur la partie inférieure des accores, du plateau continental (au large des Hébrides), et des bancs (Bill Bailey, Hatton, Anton Dohrn).

En Juillet et en Août, la flottille recherche fortement la lingue bleue dans les subdivisions CIEM VIA50 et VIA60. Elle capture alors, le long de la partie inférieure des accores, des individus plus jeunes. En dehors de ces périodes, l'intensité de pêche dirigée vers la lingue bleue est faible sur les accores du plateau continental et nulle sur ceux des bancs.

- **Stratégie de pêche exercée sur la lingue franche (Fig. 39).**

L'évolution de la stratégie de pêche, exercée par la flottille industrielle sur cette espèce dans chaque subdivision CIEM, est régulière au cours de l'année. La flottille développe une forte stratégie de pêche vis-à-vis de la lingue franche entre Mai et Octobre. Cela se fait dans toutes les subdivisions CIEM de la zone de pêche situées sur le plateau continental (IVA10, IVA30, VIA10, VIA30, VIA50, VIA60, VIA70). La stratégie optimale est exercée dans les subdivisions CIEM VIA50 et VIA60. Les individus qui sont capturés sont en général plutôt jeunes (4 à 7 ans). Ils vivent sur le plateau continental.

Au cours des autres mois de l'année, la recherche de lingue franche est généralement faible. Sauf aux mois de Février et de Décembre où la flottille industrielle exerce une plus grande intensité de pêche sur cette espèce. Cela se fait dans les subdivisions CIEM IVA10; IVA30 et VIA60. Les individus capturés en Février sont des géniteurs.

- **Approche de la stratégie globale de la flottille industrielle et analyse des incidences sur le marché de ses principaux produits**

Tout au long de l'année, la flottille industrielle recherche prioritairement le lieu noir. En hiver, à partir du mois de Février, elle oriente sa stratégie sur les concentrations de géniteurs au Nord et au Nord-Ouest des Hébrides. Un décalage dans le temps de ces concentrations ou une baisse du nombre de géniteurs entraînent une baisse des rendements. A l'inverse, de trop fortes concentrations provoquent des apports importants sur le marché et induisent une baisse des prix de vente du lieu noir et du poisson en général.

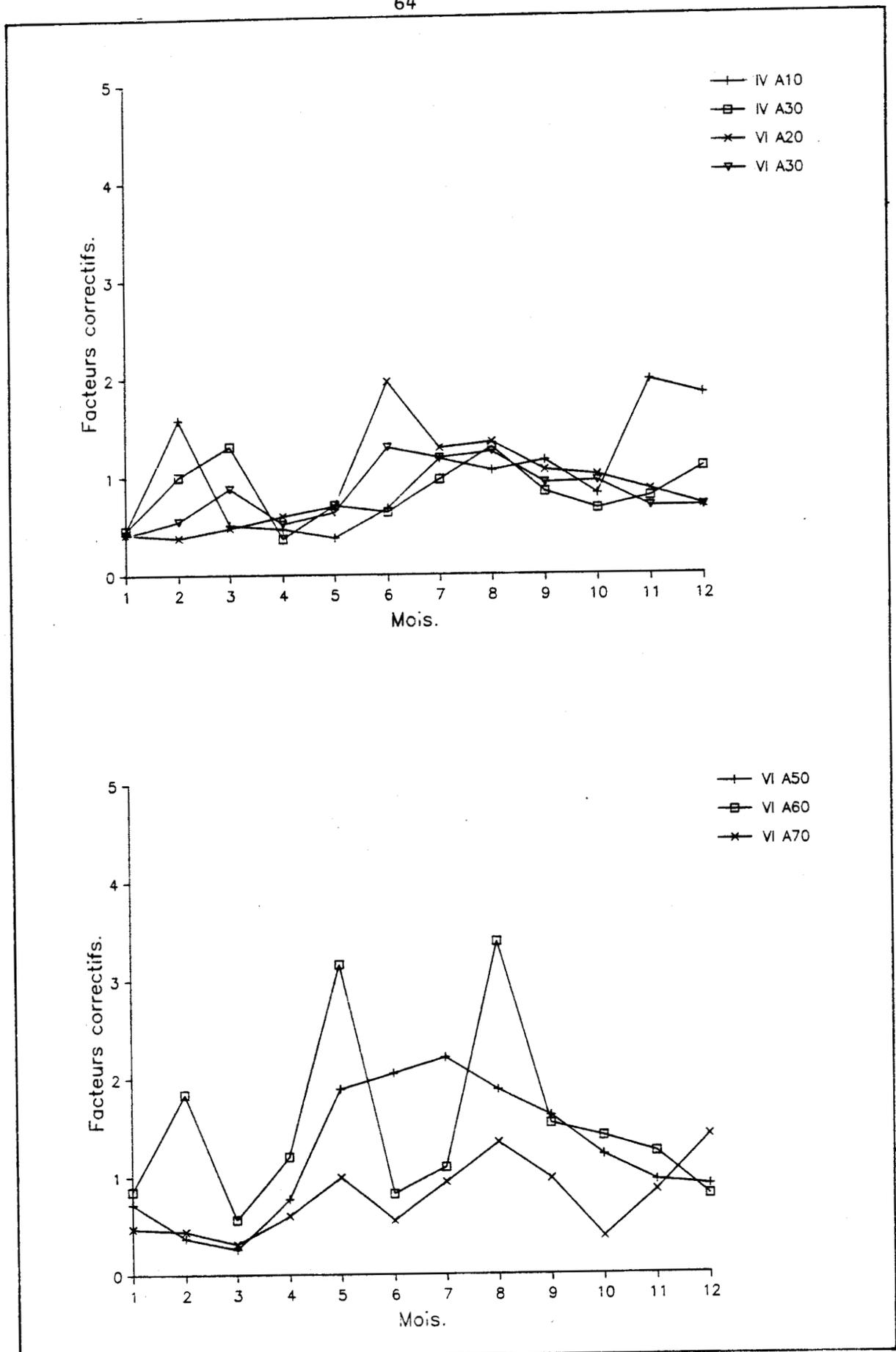


Figure (39) : Facteurs d'efficacité mensuels développés par la flottille industrielle lorientaise sur la lingue franche.

A la même époque, les géniteurs de lingue bleue se regroupent également pour la reproduction, le long de la partie inférieure des accores du plateau continental, et des bancs. Pour optimiser sa production, la flottille modifie sa tactique de pêche. Pour augmenter les rendements de sa production (cas de concentration retardée des géniteurs de lieu noir, ou de concentration faible), ou pour diversifier ses apports et augmenter le prix de vente des débarquements (cas de trop grandes concentrations de lieu noir), la flottille industrielle recherche la lingue bleue.

Ainsi, tout au long de l'hiver, en fonction de l'état de la ressource et du marché, la flottille opte pour une tactique de pêche d'une espèce ou de l'autre (toutes les solutions intermédiaires existent). Le complément des captures est assuré par les autres gadidés de la région. Ce mode d'exploitation de ces deux espèces (lieu noir-linge bleue) permet et engendre la substitution de leurs produits sur le marché local.

A la fin du printemps, les géniteurs de lieu noir et de lingue bleue se dispersent. La flottille recherche alors les jeunes lieux noirs dans la partie la plus Nord de la zone de pêche, autour des Shetlands. Pour augmenter ses apports, elle oriente plus intensivement sa stratégie de pêche sur les autres gadidés présents dans la zone de pêche. En particulier la lingue franche. Elle capture cette espèce sur tout le plateau continental des Shetlands au Sud des Hébrides.

En été, les rendements réalisés pour la capture du lieu noir sont très bas. En outre, le marché du poisson devient moins intéressant. Pour augmenter le prix de vente de leur pêche, les professionnels diversifient ses composantes. Ils orientent fortement leur stratégie de pêche sur la lingue franche et la lingue bleue. Les deux espèces deviennent alors concurrentielles sur le marché, et des substitutions s'opèrent entre leurs produits.

Du début de l'automne à celui de l'hiver, les rendements réalisés pour la capture de toutes les espèces sont faibles en général. La flottille abandonne la capture de la lingue bleue. L'exploitation de cette espèce qui se trouve plus éloignée des zones de pêche habituelles n'est plus rentable. La stratégie de pêche de la flottille se développe sur les espèces annexes (merlu, églefin, aiguillat . . .).

### 3.4 CONCLUSION

Les contraintes d'exploitation de la flottille industrielle conduisent les professionnels à diversifier leurs captures. Le lieu noir joue le rôle d'espèce support de l'exploitation. Le changement de stratégie de la flottille se fait surtout en fonction du niveau des captures et de l'état du marché de cette espèce :

- en hiver, la lingue bleue présente des possibilités d'exploitation (rendements) analogues à celles du lieu noir. C'est vers elle que la flottille oriente sa stratégie. Sur le marché local, la substitution entre les produits de ces deux espèces va être forte.

- le reste de l'année, les captures de lieu noir sont moins importantes. Pour augmenter le total de ses apports, la flottille recherche un plus grand nombre d'espèces. Des espèces comme la lingue franche sont plus systématiquement recherchées. La substitution des produits va alors pouvoir se faire entre ceux dont les espèces ont la possibilité d'être pêchées aux mêmes moments dans des conditions d'exploitation identiques (lingue franche - lingue bleue, en été).

La substitution entre les produits sur le marché du poisson lorientais est induite par la stratégie de pêche de la flottille industrielle. Cette stratégie dépend des rendements réalisés sur l'espèce cible, et de ceux potentiels de l'espèce accessoire (qui varie selon la saison) et de l'état du marché.

### III-4 CONCLUSION

En 1985, les principales espèces débarquées par la flottille industrielle sont, par ordre d'importance décroissante : le lieu noir, la lingue bleue, le merlu, la lingue franche, la morue, l'églefin, l'aiguillat et la lotte. Ces espèces ont en général une faible valeur marchande (4 à 6 F au kilo en moyenne pour le lieu noir et la lingue bleue). Cela est compensé par l'importance des captures.

Entre 1973 et 1985, le total annuel des quantités débarquées a fluctué. Depuis 1980, il est en continuelle augmentation (32 000 tonnes en 1980, 56 000 tonnes en 1985). Celui des valeurs débarquées a aussi varié entre 1973 et 1985,

mais avec moins d'amplitude. Il est en augmentation depuis 1983 (300 000 milliers de francs en 1983, 420 000 milliers de francs en 1985).

L'analyse de la formation des prix au débarquement montre que les importations des produits au niveau national ont peu d'incidence sur la formation des prix au niveau lorientais, et que le marché de ce port est moins intéressant l'été. En outre, la diversification des captures conduit à plusieurs phénomènes de substitutions entre les produits. Les plus remarquables sont ceux entre le lieu noir et la lingue bleue, et ceux entre la lingue bleue et la lingue franche.

Ces substitutions particulières résultent de la stratégie de pêche appliquée, selon la saison, par la flottille industrielle. Dans cette stratégie globale, l'exploitation du lieu noir occupe une place centrale et les captures des autres espèces se font avant tout en fonction des rendements obtenus sur le lieu noir, et de l'état du marché. Parmi ces espèces, les deux lingues, la lingue bleue en hiver et au milieu de l'été, la lingue franche du début du printemps à celui de l'automne, jouent un rôle essentiel dans la diversification des captures.

Dans un premier temps, il apparaît donc nécessaire d'évaluer l'état de ces deux stocks de lingues. Notamment pour apprécier l'influence du taux d'exploitation actuel et les conséquences d'éventuelles modifications de l'effort de pêche. Ce sera l'objet des quatre prochains chapitres.

Dans la zone de pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse, les exploitations des divers gadidés sont interdépendantes. Il faut donc envisager une approche multispécifique de gestion de la pêcherie. Cela sera réalisé dans un second temps, dans le huitième chapitre de cette thèse.

## CHAPITRE IV

### SYSTEMATIQUE, REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET BIOLOGIE DES LINGUES

#### IV-1 SYSTEMATIQUE

- 1.1 Ordre
- 1.2 Famille
- 1.3 Genre
- 1.4 Espèce

#### IV-2 REPARTITION

- 2.1 Répartition géographique
- 2.2 Répartition bathymétrique

#### IV-3 BIOLOGIE DES LINGUES

- 3.1 La lingue bleue : Molva dypterygia dypgterygia P. 1784
  - 3.1.1 Comportement
  - 3.1.2 Cycle biologique
  - 3.1.3 Régime alimentaire
  - 3.1.4 Migrations
  - 3.1.5 Populations
- 3.2 La lingue franche : Molva Molva L. 1758
  - 3.2.1 Comportement
  - 3.2.2 Cycle biologique
  - 3.2.3 Régime alimentaire
  - 3.2.4 Migrations
  - 3.2.5 Populations

#### IV-4 ACQUISITION DES PARAMETRES BIOLOGIQUES NECESSAIRES A L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES LINGUES

- 4.1 Reproduction et développement
  - 4.1.1 Echelle de maturité
  - 4.1.2 Ponte - Age de première maturité
  - 4.1.3 Développement des oeufs et des larves

- 4.2 Rapport poids de poissons pleins/poids de poissons éviscérés
- 4.3 Coefficient d'allométrie et indice pondéral
- 4.4 Détermination de l'âge des individus
  - 4.4.1 Présentation de l'otolithe
  - 4.4.2 Matériel et méthode
  - 4.4.3 Difficultés rencontrées
  - 4.4.4 Résultats
- 4.5 Estimation des paramètres de la croissance en longueur

#### IV-5 CONCLUSION

## CHAPITRE IV

### SYSTEMATIQUE, REPARTITION GEOGRAPHIQUE ET BIOLOGIE DES LINGUES

Les caractères biologiques et écologiques propres aux populations de lingues bleues et franches de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse sont des éléments de base nécessaires à l'analyse de la dynamique de ces populations. Le but de ce chapitre est de décrire certains de ces caractères et d'estimer les paramètres biologiques des populations de lingues exploitées dans la zone de pêche considérée.

Les connaissances sur la biologie des lingues varient selon les espèces. Pour la lingue bleue, les travaux, effectués depuis une dizaine d'années, sur les peuplements des bancs de Lousy et de Bill Bailey (EHRICH 1981, REINSH 1984) et sur celui des eaux islandaises (MAGNUSSON 1975 à 1982), décrivent la biologie de cette espèce. Pour la lingue franche, les travaux sont plus anciens et datent du milieu des années cinquante. C'est à partir de l'étude du peuplement de mer de Norvège (MOLANDER 1956), qu'une première description de la biologie de cette espèce a été donnée. Pour décrire les caractères biologiques et écologiques de ces deux espèces (distribution, comportement, alimentation, migration) et estimer les paramètres biologiques qui se rapportent à l'analyse de leurs exploitations respectives (reproduction, rapport poids du poisson vide/poids du poisson plein, coefficient d'allométrie, indice pondéral, âge des individus, croissance), nous ferons référence aux travaux et aux publications antérieurs aux nôtres. Nous y intégrerons les éléments que nous avons observés et déterminés au cours de nos embarquements à bord de navires de pêche industrielle.

#### Remarque :

En plus des lingues bleues et franches, il existe une troisième espèce : la lingue espagnole. Sa répartition étant plus méridionale, elle n'est pas exploitée par la flottille de pêche industrielle lorientaise. Nous n'étudierons donc pas la dynamique de cette espèce. Il n'est donc pas nécessaire d'en décrire ses caractéristiques biologiques. Nous la citerons pour mémoire, en la replaçant dans la systématique des molvidés et en indiquant simplement sa répartition géographique et bathymétrique.

|                   | <u>Molva molva</u>                                       | <u>Molva dypterygia dypterygia</u>                              | <u>Molva dypterygia macrophtalma</u>                   |
|-------------------|--|---|--|
| Pédoncule caudal  | élevé  | relativement étroit   | étroit   |
| Dorsale I (D I)   | longue 13-14 rayons                                      | 14 rayons   | courte 10-11 rayons                                    |
| Dorsale II (D II) | courte 63-70 rayons                                      | longue 76-78 rayons   | longue 77-81 rayons                                    |
| Anale             | débute sous le 8ème rayon de D II<br>courte 57-66 rayons | se termine à la verticale de fin de D II<br>longue 74-75 rayons | se termine en arrière de D II<br>longue (73-78) rayons |
| Pelviennne        | large  | ne dépasse pas les pectorales                                   | très allongée en arrière des pectorales                |
| Pectorale         |  | ne dépasse pas les pelviennes                                   |  |
| Mâchoire          | sup. inf.  | inf. sup.   | inf. sup.  |
| Ecailles          |  | stries radiales concentriques                                   | stries radiales uniquement                             |
| Taille maximale   | 2. 10 m  | 1. 50 m   | 0. 90 m  |

**Tableau ( 2 ) :** Caractères morphologiques distinctifs chez les lingues.  
(d'après MAIGRET 1969 et HURRIEZ 1982).

## IV-1 SYSTEMATIQUE

### 1.1 ORDRE

Les lingues font partie de l'ordre des gadiformes (GRASSE 1958, HUREAU et al. 1973). Cet ordre souvent remanié regroupe actuellement, à côté des gadiformes typiques (Gadidés, Eretmophoridés, Macrouridés), un certain nombre d'autres familles (Zoarcidés, Carapidés, Ophididés, Brotulidés, Parabrotulidés) encore souvent classées parmi les Perciformes dans le sous ordre des Blennoïdes ou à son voisinage (BAUCHOT 1980).

### 1.2 FAMILLE

Les lingues appartiennent à la famille des gadidés. Les poissons de cette famille ont un corps plus ou moins allongé, parfois fusiforme. Ils possèdent une, deux ou plus généralement trois nageoires dorsales, une ou deux nageoires anales, des nageoires pelviennes et jugulaires. Aucune nageoire ne possède de rayons épineux. La nageoire caudale est bien développée, symétrique, arrondie ou échancrée. Le corps est recouvert d'écailles cycloïdes. Un barbillon mentonnier est généralement présent (parfois plusieurs). La ligne latérale est bien marquée.

Les gadidés se rencontrent surtout dans les mers boréales. Les espèces les plus méridionales (Trisopterus minutus, Trisopterus luscus et Molva dypterygia elongata) se pêchent au large du Maroc et de la Mauritanie.

Ils sont tous marins à l'exception du genre Lotta.

La migration des gadidés est en relation avec la recherche de nourriture, la reproduction, les variations de courants et de températures de l'eau. Durant la période de reproduction, les adultes se concentrent dans des aires de pontes bien définies (SVETOVIDOV 1948).

### 1.3 GENRE

A l'intérieur de la famille des gadidés, les lingues font partie du genre Molva. Les espèces appartenant à ce genre ont le corps allongé et possèdent un seul barbillon mentonnier. Elles se distinguent de la plupart des autres gadidés

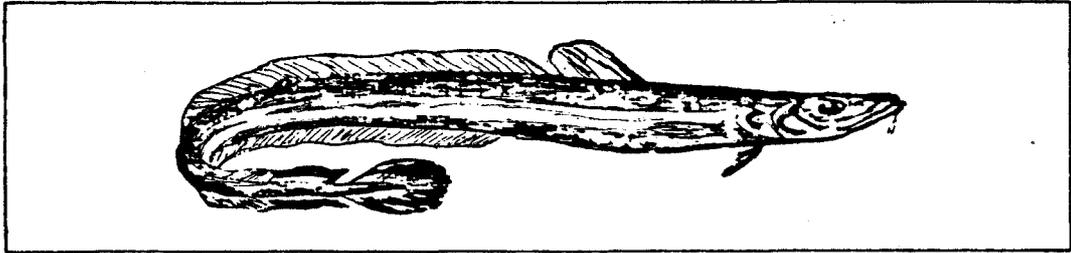
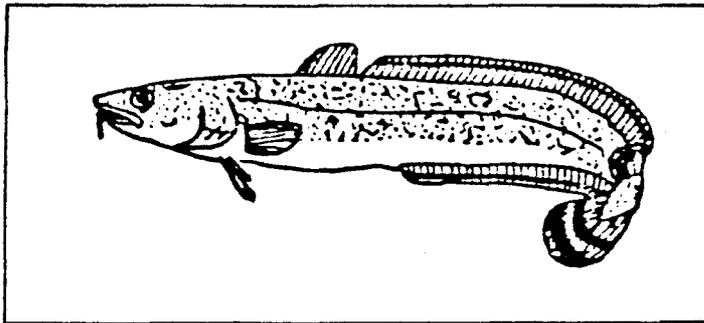


Figure (40) : La Lingue bleue Molva dypterygia dypterygia P. 1784 .



Figure(41): La Lingue Franche Molva molva L. 1758 .

par la présence de deux nageoires dorsales (la première dorsale étant beaucoup plus courte que la seconde).

#### 1.4 ESPECE

Trois espèces représentent le genre Molva dans les eaux européennes (Tab.2) :

- Molva dypterygia dypterygia (PENNANT 1784) = Molva byrkelange (MALM 1877) = Molva dypterygia (ANDRIASHOV 1954) (Fig. 40)

Nom vernaculaire : lingue bleue, élingue bleue, élingue bâtarde, élingue.

Elle est caractérisée par une mandibule proéminente et une nageoire anale à plus de 70 rayons. Les nageoires pelviennes sont assez courtes et n'atteignent pas en arrière l'extrémité des nageoires pectorales. La couleur du corps est sombre. La deuxième nageoire dorsale, les nageoires caudale et anale sont bordées de clair sur l'arrière. La première nageoire dorsale est plus haute et triangulaire. Le barbillon mentonnier est présent, mais très réduit.

- Molva molva (LINNE 1758) = Molva vulgaris (FLEMMING 1828) (Fig. 41)

Nom vernaculaire : lingue franche, lingue commune, grande lingue, julienne.

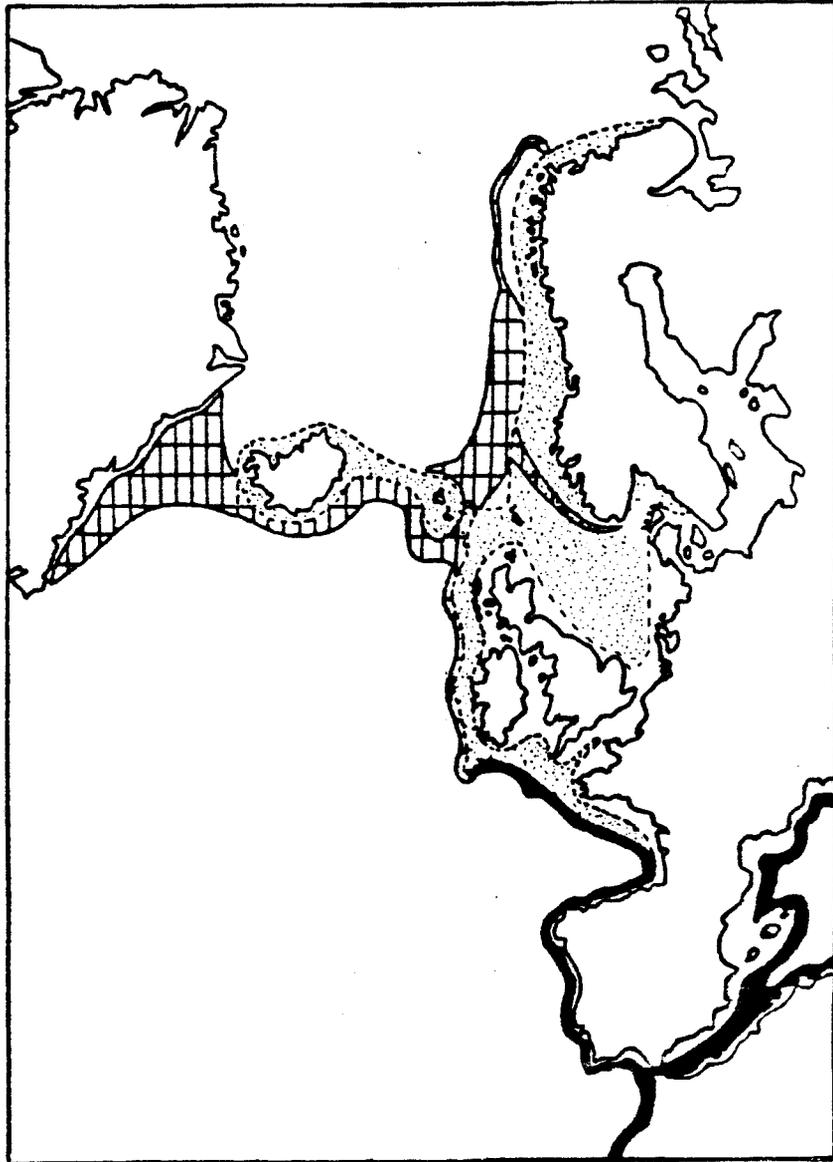
Elle est reconnaissable à sa mâchoire supérieure proéminente. Sa couleur est brun jaunâtre, plus ou moins marbrée. La première nageoire dorsale est bordée de noir. La seconde nageoire dorsale, les nageoires caudale et anale sont bordées de clair. Le barbillon mentonnier est plus long. Le pédoncule caudal est plus haut que chez les autres espèces.

- Molva dypterygia macrophtalma (RAFINESQUE 1810) = Molva elongata (RISSO 1821) = Molva elongata (SOLJAN 1948) = Molva dypterygia elongata (SVETOVIDOV 1948) = Molva macrophtalma (LOZANO REY 1960).

Nom vernaculaire : lingue espagnole.

Répartition géographique de :

-  Molva molva  
 Molva dypterygia dypterygia  
 Molva dypterygia macrophthalmus



d'après Muus & Dohström (1981) , Messtorff (1975) .

Figure (42) : Répartition géographique des Molvidés .

La mandibule est proéminente. La nageoire anale à plus de 70 rayons. Contrairement à la lingue bleue, les nageoires pelviennes sont plus longues et dépassent en arrière l'extrémité des pectorales. Elle ressemble beaucoup à la lingue bleue et sont souvent confondues.

## **IV-2 REPARTITION**

### **2.1 REPARTITION GEOGRAPHIQUE**

Le genre Molva est strictement limité à l'Atlantique Nord et à la Méditerranée (Fig. 42).

La lingue bleue (Molva dypterygia P. 1784) se répartit du Nord de la Norvège à l'Ecosse, autour des Faeroés et de l'Islande, ainsi que le long de la côte Est du Groenland. Elle fréquente aussi les "bancs" de Rockall, Rosemary, Anton Dohrn, George Bligh, Lousy, Bill Bailey et Hatton (SIEGFRIED 1982). Sa limite Sud de distribution se situe au Sud-Ouest de l'Irlande. La lingue bleue et la lingue espagnole (Molva dypterygia macrophtalma R. 1810) sont vicariantes. La seconde espèce remplace la première du Sud Ouest de l'Irlande au Cap Juby en Mauritanie (MAIGRET 1969) et en Méditerranée.

La lingue bleue, représentant de la faune arctique (DELMAS 1906) est un sténotherme froid (6-7°C). La lingue espagnole préfère des eaux plus chaudes (8-13°C).

La lingue franche (Molva molva L. 1758) se répartit de la presqu'île de Kola et de l'Islande au Golfe de Gascogne (DESBROSSES 1958). Des captures accidentelles sont recensées en Atlantique, le long des côtes portugaises et en Méditerranée occidentale.

### **2.2 REPARTITION BATHYMETRIQUE**

La lingue bleue vit à de très grandes profondeurs. Sa répartition bathymétrique est comprise entre 400 et 1200 m (EHRICH 1981). Le préférendum semble se situer autour de 800 m. Elle se trouve généralement à l'accroche du plateau continental sur des fonds durs et rocaillieux (MAIGRET 1969) en

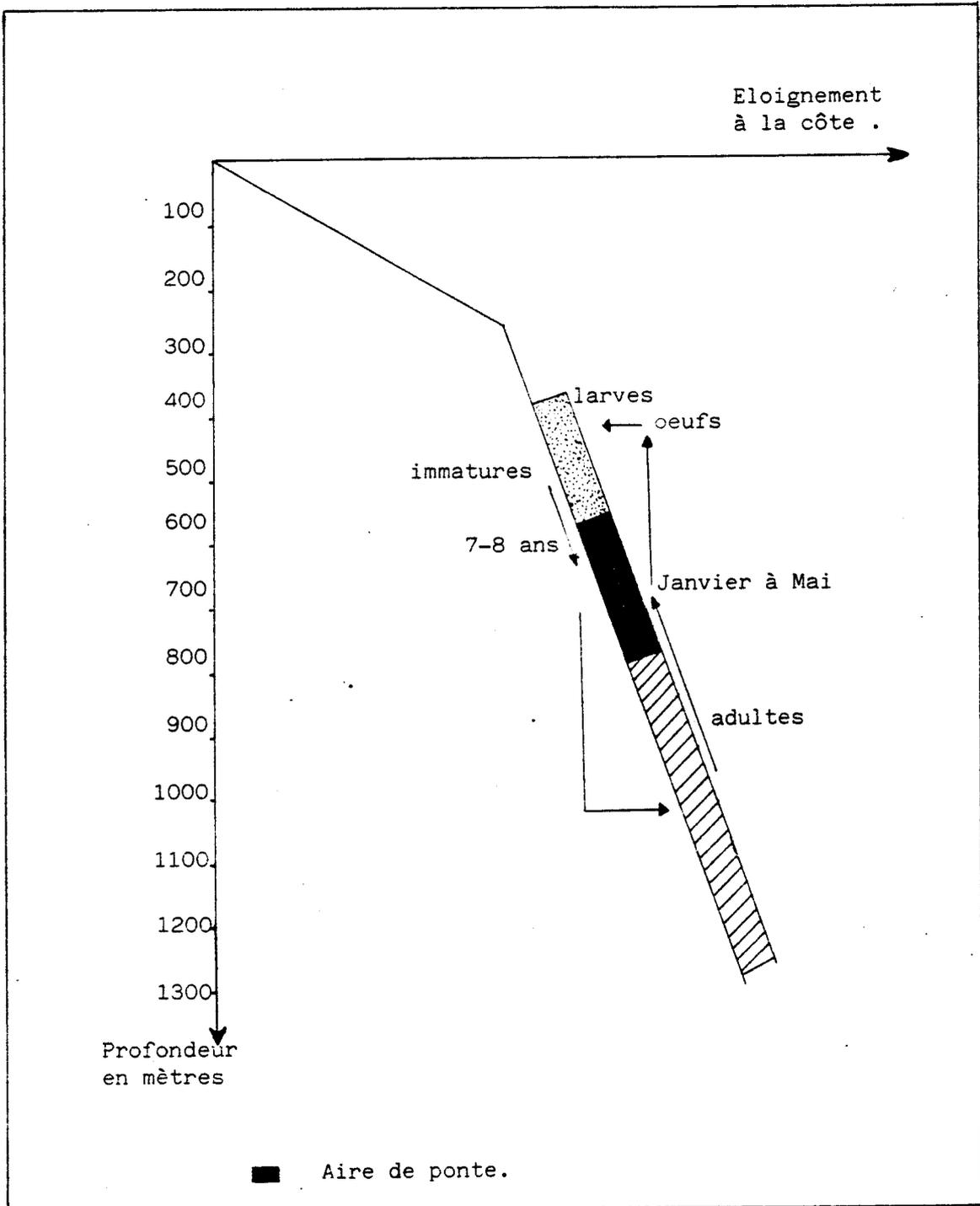


Figure (43) : Cycle biologique de la Lingue bleue Molva dypterygia dypterygia (Pennant 1784).

compagnie de rascasses du Nord (Helicolenus dactylopterus), de merlans bleus (Micromesistius poutassou) et de sébastes (Sebastes marinus).

La lingue franche est mésodémersale. Elle se distribue entre 50 et 600 m sur des fonds vaseux, caillouteux, rocaillieux. Elle fréquente le même habitat que la morue (Gadus morhua) et le merlu (Merluccius merluccius).

#### **IV-3 BIOLOGIE DES LINGUES**

##### **3.1 LA LINGUE BLEUE = Molva dypterygia dypterygia P. 1784**

###### **3.1.1 Comportement**

La lingue bleue est un poisson bathydémersal, eurybathe. Elle se distingue des autres gadidés par son adaptation morphologique à la vie en profondeur : yeux et bouche développés, couleur sombre du corps.

La forme effilée du corps (de type anguilliforme), la disposition et la forme des nageoires, indiquent une faible adaptation à la vie pélagique : c'est un poisson qui vit et se déplace près du fond (MOGUEDET 1987 b).

###### **3.1.2 Cycle biologique**

- La période de reproduction s'étale de Février à Avril. Les activités de frai atteignent leur maximum en Mars (EHRICH 1984). Il se forme alors de grandes concentrations de géniteurs au large des Hébrides, ainsi que sur les bancs de Hatton, Anton Dohrn, Bill Bailey et Lousy.

- La reproduction se fait entre 600 et 1000 m (HUREAU et al. 1973) à des températures comprises entre 5 et 7°C. Les oeufs sont pélagiques et sont dispersés par les courants. Les larves se développent rapidement et prennent très tôt la forme des adultes.

- Le développement des immatures s'effectuerait entre 200 et 300 m de profondeur (KOCK et LAMBERT 1974). A l'Ouest de l'Ecosse, la localisation des aires de répartition des immatures reste inconnue (EHRICH 1984). Dans

l'Atlantique du Nord-Ouest, les jeunes individus (taille < 65 cm) sont présents au Sud-Ouest de l'Islande (MAGNUSSON 1978, 1979, 1980, 1981, 1982).

- A la maturité, les jeunes rejoignent les adultes sur les frayères (SIEGFRIED 1982).

Le cycle biologique de la lingue bleue est résumé figure (43).

### 3.1.3. Régime alimentaire

La lingue bleue est un prédateur vorace. L'étude du régime alimentaire est rendue difficile du fait de son habitat profond : sous l'action de la différence de pression subie par les lingues lors de la remontée du chalut, la majeure partie des estomacs des animaux pêchés ressortent de la bouche et se vident. Dans ceux encore pleins, nous avons pu recenser (MOGUEDET 1987 b) :

- des merlans bleus (Micromesistius poutassou)
- des argentines (Argentina sileus)
- des céphalopodes (Loligo sp.)
- des crustacés (Pandalus sp.)

La lingue bleue semble être friande de merlans bleus et BRIDGER (1978) suggère une relation proie prédateur entre ces deux espèces.

### 3.1.4. Migrations

La lingue bleue se déplace peu. Les grandes migrations ont lieu uniquement lors du passage de la vie pélagique à la vie benthique et au cours des concentrations hivernales pour la reproduction.

### 3.1.5. Populations

MAGNUSSON (1982) suppose que les grands individus de l'Est de l'Islande proviennent des régions de frai de l'Ouest des îles Shetland. Selon ROLLEFSEN (1960), ces régions doivent être le lieu d'origine des nouvelles générations de lingues bleues des eaux norvégiennes. Il n'y aurait donc qu'une seule population de lingue bleue dans l'Atlantique Nord. Les courants de cette région assurent la dispersion et le brassage des oeufs, des larves et des immatures.

## 3.2 LA LINGUE FRANCHE : Molva molva L. 1758

### 3.2.1. Comportement

La lingue franche est un poisson mésodémersal, erratique (HURRIEZ 1982). La forme générale du corps, la disposition et la forme des nageoires, la présence d'un grand barbillon mentonnier, montrent que la lingue franche est un poisson qui vit sur, ou à proximité, du fond.

### 3.2.2. Cycle biologique

- La période de reproduction couvre les mois de Février à Juin. Les concentrations de géniteurs sont moins importantes que chez les autres gadidés. Parmi toutes les frayères recensées, les plus grandes se situent à l'Ouest des Iles Britanniques (MOLANDER 1956).

- La reproduction se fait entre 100 et 300 m au Sud de l'Islande et le long de l'isobathe 200 m du Nord de l'Ecosse au Golfe de Gascogne (WHEELER 1969). Elle s'effectue sur des fonds de graviers à une température voisine de 7° C (DESBROSSES 1958).

- Les oeufs sont pélagiques et sont entraînés par les courants vers des eaux peu profondes. Des lingues franches aux premiers stades de développement sont pêchées à des profondeurs comprises entre 25 et 50 m.

- La vie benthodémersale ne commence que vers le mois de Décembre, après 6 et 7 mois de vie pélagique. Les juvéniles ne mesurent alors que 7 à 8 cm de longueur (MOLANDER 1956).

- Les immatures se développent sur le plateau continental entre 20 et 100 m de profondeur.

- Après la maturité sexuelle, les jeunes rejoignent les adultes sur les frayères. La reproduction terminée, ils se répartissent avec les autres adultes sur le haut du talus continental. Les plus grands individus se situent à de plus grandes profondeurs (DESBROSSES 1958).

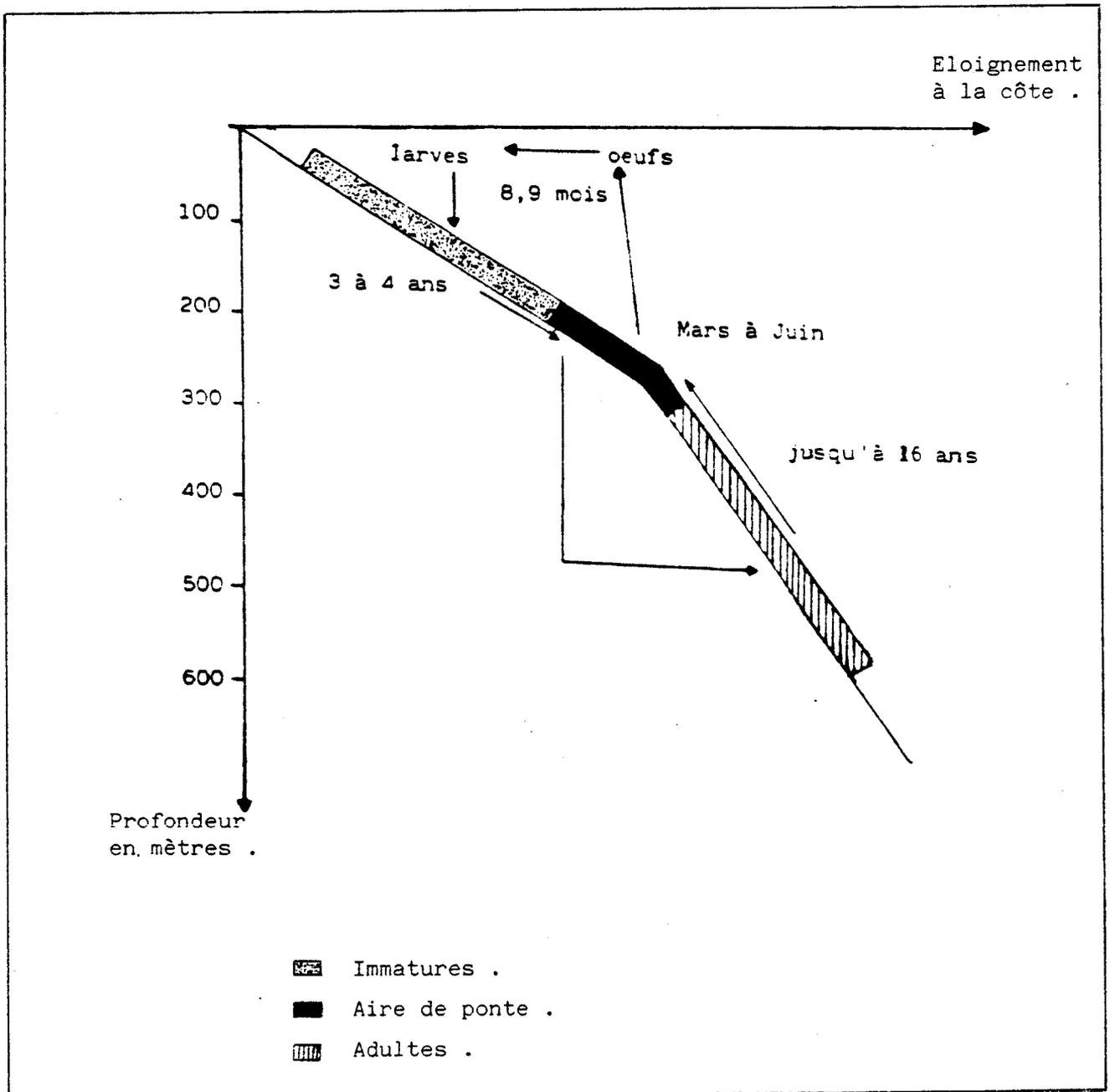


Figure (44) : Cycle biologique de la Lingue Franche :  
*Molva molva* ( Linné 1758 ) .

Selon cet auteur, la taille maximale serait de 1.60 m dans le Golfe de Gascogne pour un âge de 16 ans. Il a été trouvé des individus de plus de 2 m à l'Ouest des Iles Britanniques (FRASER et al. 1951).

Le cycle biologique de la lingue franche est résumé figure (44).

### 3.2.3. Régime Alimentaire

La lingue franche est un prédateur actif d'une rare voracité. Elle se nourrit d'animaux vivant près du fond ou sur le fond (WHEELER 1969, HUREAU et al. 1973, ). Comme chez la lingue bleue, la plupart des animaux ont l'estomac qui ressort de la bouche au cours de la remontée du chalut. L'examen du contenu stomacal de quelques individus donne un exemple du type de proies ingérées (MOGUEDET 1986) :

- chez les jeunes individus :
  - . céphalopodes (Loligo sp.)
  - . crustacés (Pandalus sp.)
  - . petits merlans bleus (Micromesistius poutassou)
  - . petits tacauds (Trisopterus sp.)
  
- chez les adultes :
  - . céphalopodes (Loligo sp.)
  - . lieus noirs (Pollachius virens)
  - . morues (Gadus morhua)
  - . lottes (Lophius sp.)
  - . argentines (Argentina sileus)
  - . grondins (Trigla sp.)
  - . cardines (Lepidorhombus whiffiagonis)
  - . limandes (Limanda sp.)
  - . maquereaux (Scomber scombrus) en phase démersale

Le régime alimentaire est diversifié et varie suivant l'âge : chez les jeunes individus, il se compose de crustacés et de petits poissons. Chez les adultes, il est constitué de poissons de grandes tailles (régime essentiellement ichtyophage).

### 3.2.4. Migrations

La lingue franche effectue, en dehors des migrations bathymétriques pour la reproduction, des mouvements migratoires latitudinaux de faible amplitude. Elle ne se rencontre qu'en été sur la côte Nord de l'Islande (MOLANDER 1956).

### 3.2.5. Populations

Aucune population différenciée et isolée n'a été mise en évidence. Les oeufs et les larves sont brassés et dispersés par les courants au cours de leur vie pélagique.

## IV - 4 ACQUISITION DES PARAMETRES BIOLOGIQUES NECESSAIRES A L'ETUDE DE LA DYNAMIQUE DES LINGUES

### 4.1 REPRODUCTION ET DEVELOPPEMENT LARVAIRE

Les lingues ne possèdent pas de caractères morphologiques secondaires permettant de distinguer les mâles des femelles. La différenciation des deux sexes se fait par l'examen de l'appareil génital.

#### 4.1.1. Echelle de maturité

Comme pour la plupart des gadidés, les gonades ont chez les mâles l'aspect d'un filament onduleux de couleur rosâtre ou blanchâtre. Chez les femelles, elles ont une forme de poche. Les stades de développement et la forme des organes génitaux des lingues sont les mêmes que ceux de la morue (Gadus morhua) et de l'églefin (Melanogrammus aeglefinus). Nous avons donc repris la classification de POWLES (1958):

#### Stade 1 :

Les testicules sont cordiformes, minces, bosselés, de couleur rosâtre, sans lobes, ni replis.

Les ovaires, de couleur rose pâle à orangé, sont flasques. La membrane ovarienne est fine et transparente. L'ovaire est plus transparent et plus ferme

que les testicules. La membrane est plus épaisse chez les grands individus.

**Stade 2 :**

Les testicules accroissent leur volume et leur couleur devient rosâtre à blanche. La glande est de consistance pâteuse, mais est ferme et gonflée. Des vaisseaux fins et onduleux sont présents à la surface.

Les ovaires sont enflés et ont deux fois la longueur et le diamètre du stade précédent. Les oeufs sont nombreux, petits, opaques, blancs et visibles à l'oeil nu. La surface est irriguée par de petits vaisseaux sanguins.

**Stade 3 :**

Les testicules sont blancs et gonflés, en lobules onduleux. La laitance sort légèrement après pression de la glande.

Le volume de l'ovaire a triplé. Les oeufs sont plus grands. Les vaisseaux sont moins visibles. Une pression sur l'ovaire provoque l'extrusion de quelques oeufs.

**Stade 4 :**

Les testicules sont complètement distendus et sont d'un blanc assez dense. La laitance se répand librement par simple toucher des glandes.

Les ovaires sont transparents ou rose pourpre. Des oeufs gros et transparents sont évacués par simple pression de l'ovaire.

**Stade 5 :**

Les testicules sont rétrécis et rougeâtres. Ils "flottent" dans la cavité générale. Les "vas déférens" sont proéminents à leur surface devenue irrégulière.

L'ovaire est flasque et pourpre. Les oeufs sont presque tous pondus. La membrane ovarienne commence à s'épaissir et à se rétracter.

**Stade 6 :**

Les testicules retrouvent une couleur rose pâle, à peu près semblable à la condition du stade 1, mais sont de volume supérieur.

Des nuances roses et oranges, contrastant avec le pourpre des conditions précédentes, apparaissent à la surface de l'ovaire. Chez les plus petits individus, ce stade peut être confondu avec le stade d'immature, mais la membrane est moins épaisse et l'ovaire moins ferme.

#### 4.1.2. Ponte - Age de la première maturité

Le développement des gonades est lié aux variations de facteurs écologiques. La ponte des lingues bleues a lieu entre Janvier et Mai. Celle des lingues franches se fait de Février à Juin. L'observation macroscopique des gonades nous a permis d'estimer l'âge de première maturité sexuelle :

- les lingues bleues mâles sont matures à l'âge de 7 ans (soit à une taille moyenne de 75 cm), les lingues bleues femelles à 8 ans (taille moyenne de 80 cm).

- les lingues franches mâles sont matures à partir de 3 ans. (soit à une taille moyenne de 50 cm), les lingues franches femelles dès l'âge de 4 ans (soit à une taille moyenne de 55 cm).

#### 4.1.3. Développement des oeufs et des larves

Les oeufs des lingues sont pélagiques. La fécondité des lingues franches est exceptionnellement élevée : 20 à 60 millions d'oeufs par femelle (DAMAS 1909, MESTORFF 1975). Cette fécondité élevée compense les très fortes pertes causées par les caractéristiques biologiques des oeufs : faible diamètre, pauvreté en matières de réserves.

A l'éclosion, les larves des lingues bleues et franches se ressemblent : la tête est volumineuse, le corps est mince et long. Le vitellus est déjà réduit. La différence provient surtout de leurs pigmentations respectives. SCHMIDT (1906) a décrit les larves de lingues à divers stades de développement (Fig. 45 et 46).

#### 4.2 RAPPORT POIDS DES POISSONS PLEINS/POIDS DES POISSONS EVISCERES

Les lingues sont débarquées et vendues en hall de marée, éviscérées. Afin de travailler avec les biomasses réellement capturées par les flottilles de pêche, il est nécessaire d'appliquer un coefficient de conversion aux tonnages débarqués. Ce coefficient est calculé en faisant, par espèce et par sexe, le rapport de la somme des poids poissons pleins sur la somme des poids poissons éviscérés (ces poids étant mesurés par classes de taille, exprimées en centimètres).

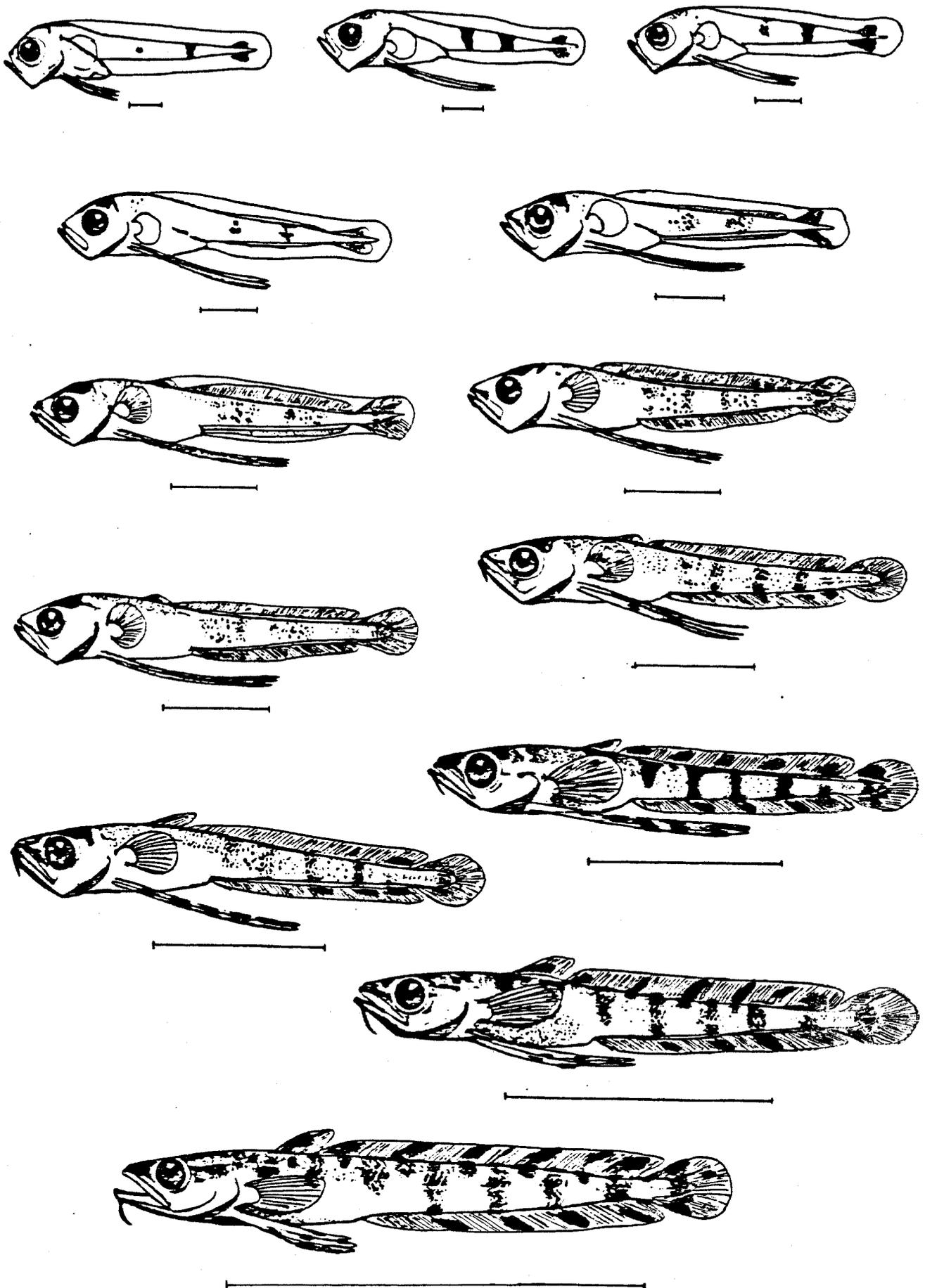


Figure (45) : Descriptions des stades larvaires de la lingue bleue  
*Molva dypterygia dypterygia* ( d'après Schmidt 1906 ).

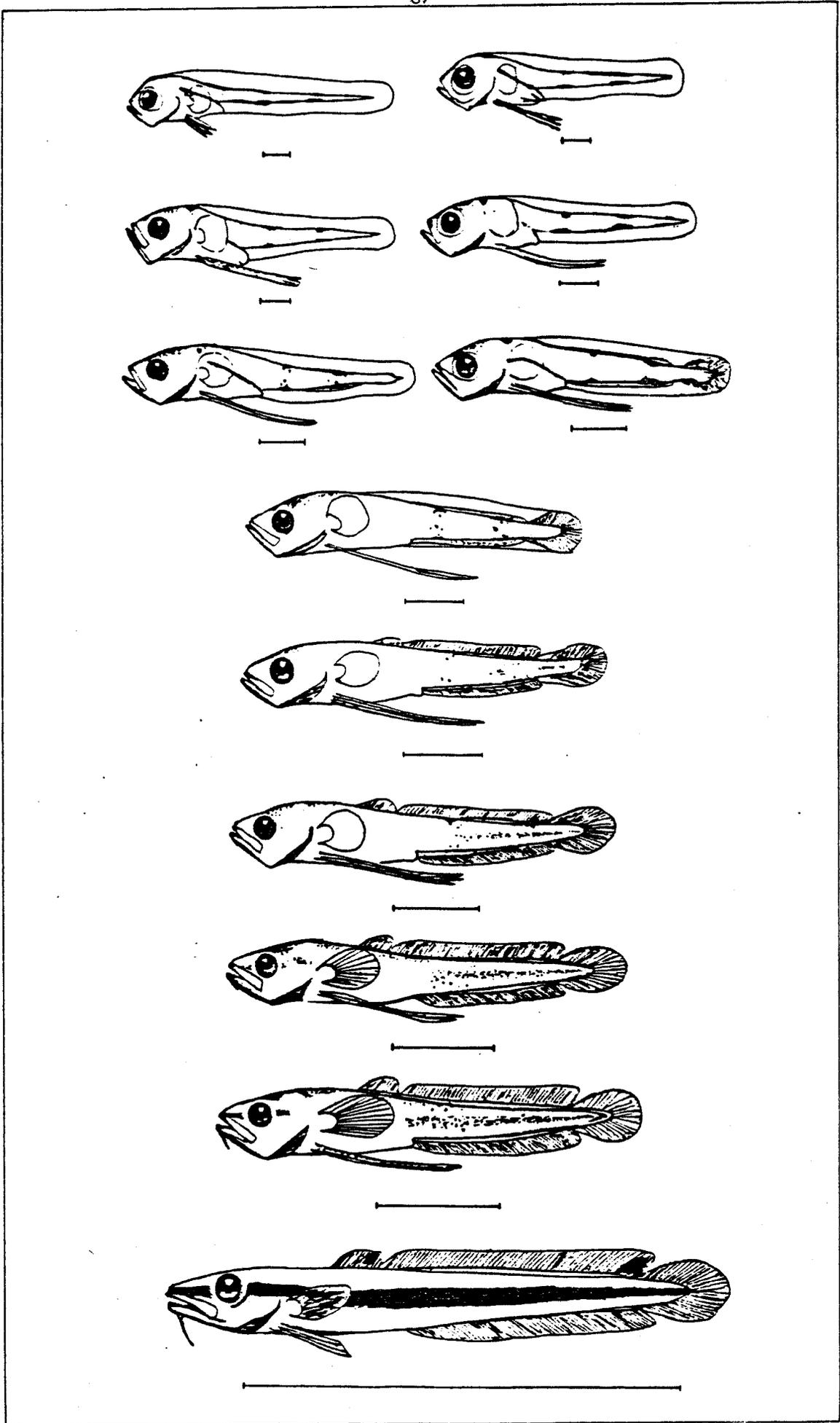


Figure (46) : Description des stades larvaires de la lingue franche Molva molva (d'après Schmidt 1906).

Pour la lingue bleue, le coefficient retenu par les services statistiques de pêche est de 1.18.

Lors d'embarquements à bord de navires de pêche, le calcul du rapport poids poissons pleins/poids poissons éviscérés a donné :

- pour les mâles : 1.13
- pour les femelles : 1.19

Pour la lingue franche, le coefficient retenu par les services statistiques de pêche est de 1.18. Lors d'embarquements à bord de navire de pêche, le calcul du rapport poids poissons pleins/poids poissons éviscérés a donné :

- pour les mâles : 1.14
- pour les femelles : 1.22

Le coefficient moyen (mâles-femelles) est donc de 1.16 pour les lingues bleues et de 1.18 pour les lingues franches.

#### 4.3. COEFFICIENT D'ALLOMETRIE ET INDICE PONDERAL

Pour utiliser certains modèles de dynamique des populations exploitées, il est nécessaire de connaître la relation liant la taille d'un animal à son poids. Cette relation est de type allométrique : elle relie des grandeurs mesurées non proportionnelles et se traduit par une fonction de la forme  $W = aL^b$

où :

- W est le poids plein de l'animal en grammes et L la longueur totale en centimètres.
- le paramètre a est l'indice pondéral (ou coefficient de condition), le paramètre b est le coefficient d'allométrie.

Une équation de la forme  $W = aL^b$  se linéarise par transformation logarithmique des deux variables et donne l'équation :

$$\text{Log } W = b \cdot \text{Log } L + \text{Log } a$$

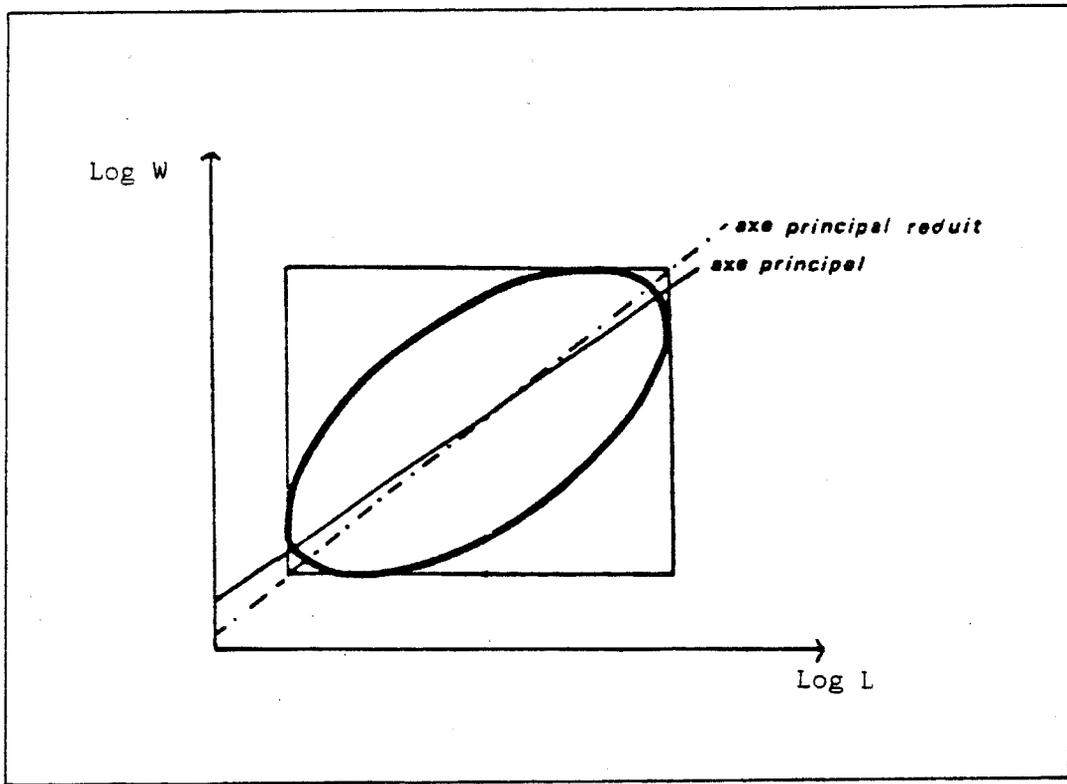


Figure (47) : Représentation de l'axe majeur réduit et l'axe principal par rapport à l'ellipse d'équiprobabilité ( d'après Daget 1976).

Les deux variables aléatoires W et L sont liées par l'intermédiaire de l'âge et ne dépendent donc pas l'une et l'autre par une relation de cause à effet non réciproque (RICKER 1973). La meilleure relation linéaire entre ces deux variables aléatoires est donnée par le premier axe principal du nuage de points. Cet axe est estimé avec une très bonne approximation, lorsque la corrélation est étroite, par l'axe majeur réduit (ou droite de régression fonctionnelle ou droite de TESSIER), diagonale du rectangle dans lequel est inscrit une ellipse d'équiprobabilité (DAGET 1976) (Fig. 47). Si cette relation linéaire (axe majeur réduit) est la plus appropriée lorsque la distribution des variables aléatoires est non normale et a des extrémités ouvertes (ce qui est souvent le cas en biologie des poissons), son principal inconvénient est l'impossibilité actuelle du calcul des intervalles de confiance de cet axe.

**Remarque :**

Les avis des auteurs divergent quant aux choix du type de régression à utiliser. Puisqu'on calcule le poids des animaux à partir d'une taille donnée, LAUREC (com. pers.) préconise la prédiction de W à partir de L (régression de W en L). Cependant, l'étude de la relation taille/poids, a montré que, pour toute espèce étudiée, le coefficient de corrélation est élevé ( $0.9 < r < 1$ ). Le choix du type de régression n'influe donc pas de beaucoup sur les résultats obtenus.

L'axe majeur réduit (ou droite de TESSIER) est obtenu en minimisant la somme des surfaces des rectangles d'ajustement (produits des distances horizontales et verticales). Il est aussi appelé droite des moindres rectangles (DAGET 1976). Son équation est :

$$y - \bar{y} = \pm \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot (x - \bar{x})$$

où :

$\bar{x}$  = moyenne des x

$\bar{y}$  = moyenne des y

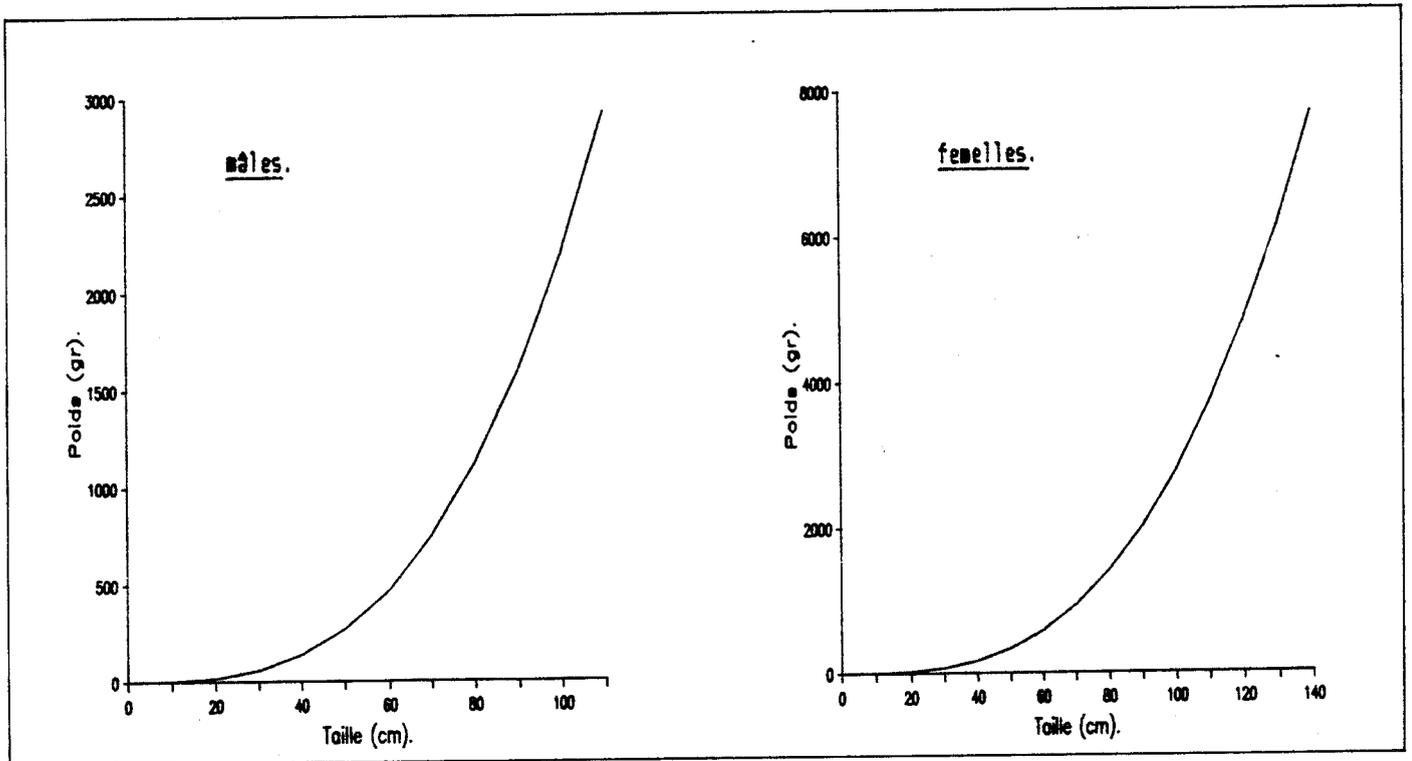


Figure (48) : Courbes de relation taille / poids pour la lingue bleue.

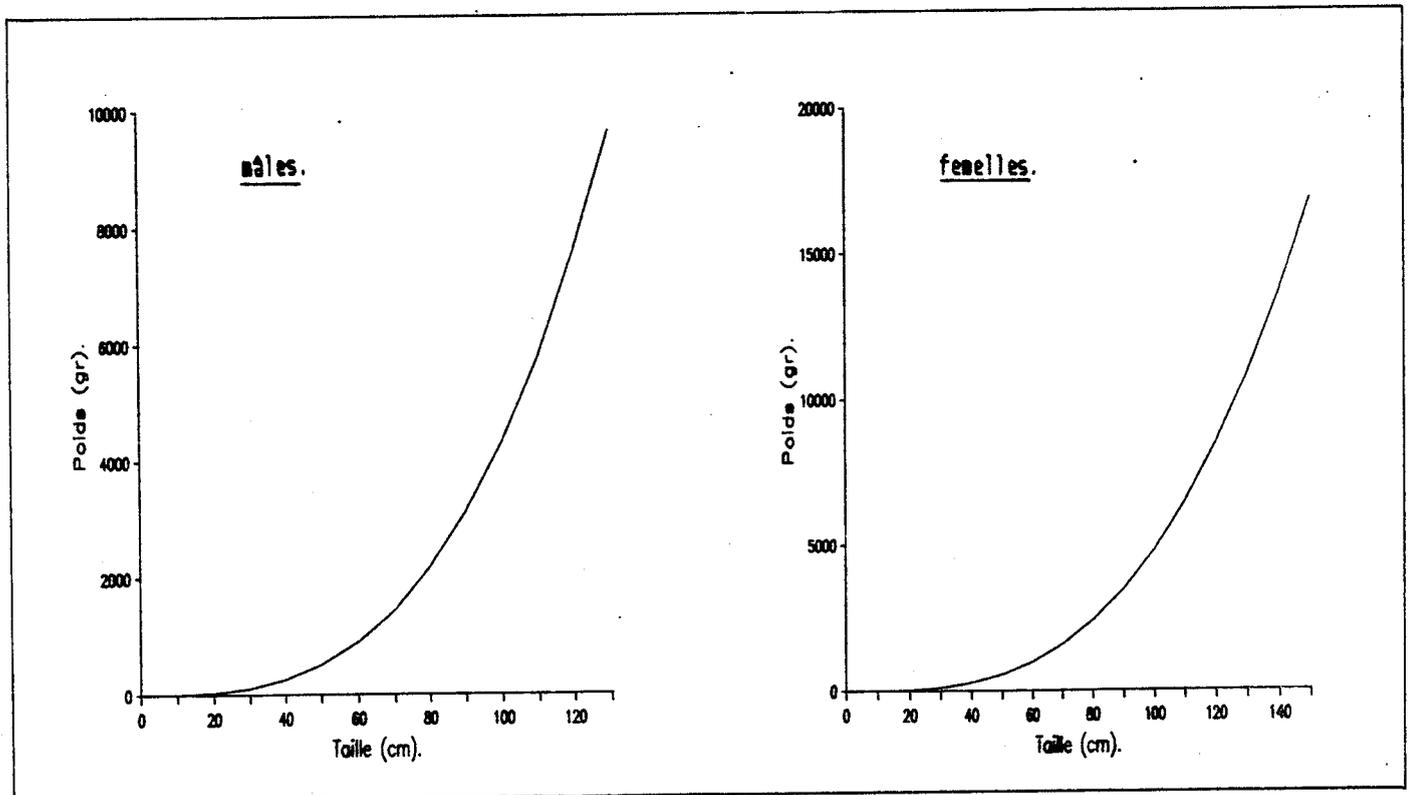


Figure (49) : Courbes de relation taille / poids pour la lingue franche.

$\sigma_x$  = écart type des x.

$\sigma_y$  = écart type des y.

(avec  $y = \text{Log } W$  et  $x = \text{Log } L$  )

- la pente de la droite est  $b = \pm \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$

- L'ordonnée à l'origine est  $a' = \bar{y} \pm \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot x$  (avec  $a' = \text{Log } a$ )

Le signe de la pente de la droite est déterminée par celui du coefficient de corrélation (ou de la covariance entre x et y :  $\sigma_{x,y}$ ) :

$$r = \frac{\sigma_{x,y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sqrt{\text{var}(x) \cdot \text{var}(y)}}$$

Les mesures ont été effectuées à bord des navires de pêche industrielle sur une période de un an. Les pesées (poids du poisson plein) ont été faites à 0.5 grammes près et les mensurations ont été prises par classe de taille au centimètre inférieur. La relation taille-poids varie en fonction de la saison et de l'âge des poissons. C'est l'équation allométrique moyenne qui est calculée ici.

#### LINGUE BLEUE

- Mâles (Fig. 48):

classes de tailles : 69 cm - 109 cm

poids allant de 715 g à 2 900 g.

coefficient de corrélation :  $r = 0.95$

relation taille-poids :  $W = 2 \cdot 10^{-3} \cdot L^{3.02}$

- Femelles (Fig. 48) :

classes de taille : 74 cm - 142 cm

poids allant de 1 150 g à 8 600 g.

coefficient de corrélation :  $r = 0.97$

relation taille-poids :  $W = 2.3 \cdot 10^{-3} \cdot L^{3.04}$

## LINGUE FRANCHE

- **Mâles** (Fig. 49) : classes de taille : 57 cm - 126 cm  
 poids allant de 760 g à 9 500 g  
 coefficient de corrélation :  $r = 0.98$   
 relation taille-poids :  $W = 3.12 \cdot 10^{-3} \cdot L^{3.07}$
- **Femelles** (Fig. 49) : classes de tailles : 58 cm - 172 cm  
 poids allant de 880 g à 25 000 g  
 coefficient de corrélation :  $r = 0.98$   
 relation taille-poids :  $W = 3.03 \cdot 10^{-3} \cdot L^{3.10}$

Pour les deux espèces, à une taille donnée, les femelles capturées sont plus lourdes que les mâles (MOGUEDET 1985, 1986, 1987 b, 1987 c).

### 4.4 DETERMINATION DE L'AGE DES INDIVIDUS

La relation entre l'âge et la longueur des animaux est un des facteurs entrant comme paramètre dans les modèles analytiques d'évaluation et de gestion des stocks. Cette relation peut être déduite des histogrammes des fréquences de tailles obtenus après échantillonnage des captures. Pour identifier les cohortes, il faut que la croissance des animaux soit suffisamment rapide et homogène. La distance entre les médianes de deux distributions normales doit être supérieure à deux fois l'écart-type. Les hypothèses requises pour l'emploi de telles méthodes ne sont pas vérifiées pour les lingues. Pour relier la taille à l'âge, nous avons dû procéder à la lecture de pièces anatomiques.

Différentes pièces anatomiques dures, les otolithes, les écailles, les vertèbres, sont susceptibles de révéler des traces inhérentes aux changements de conditions du milieu subis au cours de la croissance des poissons. L'otolithe est la structure calcifiée la mieux adaptée à la lecture de l'âge des lingues.

#### 4.4.1. Présentation de l'otolithe

Les otolithes sont des concrétions calcaires qui appartiennent à l'oreille interne des poissons, située dans les capsules otiques du crâne (neurocrâne).

Chaque capsule contient un labyrinthe constitué de trois canaux semi-circulaires et d'un otosac, compartimenté en utricule, saccule et lagena. Les cellules sensorielles sont regroupées en maculae austicae, une par compartiment de l'otosac. En face de chaque macula se trouve un otolithe noyé dans une gelée de mucus et relié aux parois par des formations ligamenteuses. L'otolithe porte un nom précis par compartiment : dans l'utricule se loge l'astéricus, dans la saccule la sagitta, dans la lagena le lapillus. Les canaux semi-circulaires jouent le rôle d'un pendule de torsion et enregistrent les mouvements du poisson. Les otolithes servent à l'équilibration en stimulant par contact les cellules sensorielles. L'astéricus et le lapillus étant minuscules, seule la sagitta est utilisée pour la lecture de l'âge. La forme de l'otolithe est particulière à chaque espèce. Chez les lingues, la sagitta est mince et allongée.

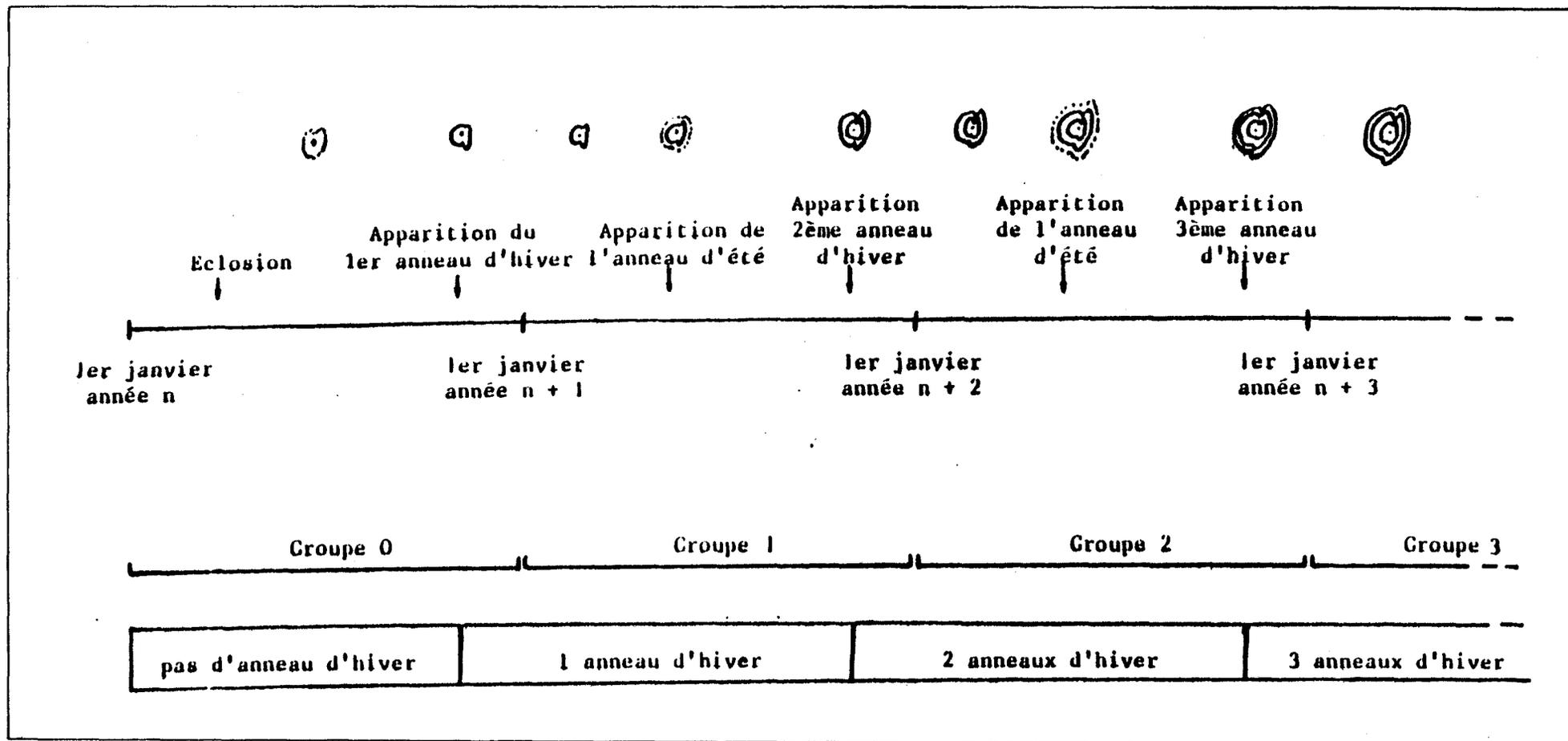
L'otolithe est constitué de deux types de zones annulaires : opaques et hyalines. Les structures de ces zones sont identiques. Seule la proportion des éléments qui les composent, diffère (DENIEL 1981) :

- la structure opaque (grise en lumière directe) est formée de carbonate de calcium (aragonite) et de protéines.
- la structure hyaline (blanche en lumière directe) est constituée de carbonate de calcium et d'une proportion plus grande de matériaux organiques (90 %). Essentiellement de protéine se déposant en réseau fibrillaire.

Les zones hyalines et opaques correspondent respectivement, aux périodes d'arrêt de croissance (ou de croissance ralentie), et aux périodes de croissance.

Les eaux où se répartissent les lingues sont tempérées. L'arrêt de croissance, ou la croissance ralentie se fait en hiver. La croissance reprend au printemps pour être maximale en l'été. L'otolithe est donc constitué d'une alternance de zones opaques et hyalines. Chaque zone hyaline correspond à un hiver. La date anniversaire est fixée par convention au premier Janvier. La détermination de l'âge consiste à compter le nombre de zones hyalines (Fig. 50). L'âge attribué au poisson dont l'otolithe comporte n anneaux hyalins est :

- $n + 1$  au premier trimestre si le bord de l'otolithe est non hyalin.
- $n$  au deuxième et troisième trimestre.
- $n - 1$  au quatrième trimestre si le bord de l'otolithe est hyalin.



Figure(50; Détermination du groupe d'âge en fonction du nombre d'anneaux observés sur l'otolithe et de la date d'observation (d'après Théret 1983).

#### 4.4.2. Matériel et méthode

Les otolithes ont été prélevés sur les mâles et les femelles de lingues bleues et franches au cours d'embarquements sur des navires de pêche qui travaillent dans l'Ouest de l'Ecosse. Après incision de la boîte crânienne, en passant par les fentes branchiales, les otolithes sont extraits des capsules otiques à l'aide d'une pince fine. Ils sont débarrassés de la fine membrane qui les entoure et sont conservés dans des sachets de papier référencés. Dans la mesure du possible, cinq otolithes ont été prélevés par classe de taille (au centimètre inférieur), par sexe, pour les deux espèces.

L'épaisseur des otolithes interdit toute interprétation macroscopique des zones hyalines et opaques. Une technique de préparation est donc nécessaire. Parmi les diverses techniques existantes, nous avons retenu celle mise au point par BEDFORD (1983) et reprise par SOUPLLET et DUFOUR (1983) :

les otolithes sont inclus dans des blocs de résine polyester colorée en noir opaque (pour éviter toute lumière parasite lors de la "lecture"). Les blocs sont débités à la scie circulaire en lames minces (0.4 à 0.7 mm d'épaisseur). Ces lames passent perpendiculairement au grand axe des otolithes, par le milieu du nucléus (situé à 1/3 de la longueur du grand axe à partir du bord antérieur).

L'observation des lames minces est faite par deux personnes en lumière transmise sur un lecteur de profil Nikon, type V12. Les résultats sont déduits de la lecture de 158 otolithes de mâles et de 148 otolithes de femelles pour la lingue bleue, et de 224 otolithes de mâles et de 248 otolithes de femelles pour la lingue franche.

#### 4.4.3. Difficultés rencontrées

Lors de la coupe, la lame de la scie doit passer par le milieu du nucléus des otolithes. La forme des otolithes de lingues rend difficile le repérage de l'emplacement de ce nucléus. Leur positionnement dans le moule à inclusion est très délicat. Les lingues bleues vivent à des profondeurs où les variations de température des eaux sont faibles et leurs otolithes ont des zones hyalines peu marquées. En outre, ces otolithes présentent souvent des zones hyalines dédoublées (MOGUEDET 1985).

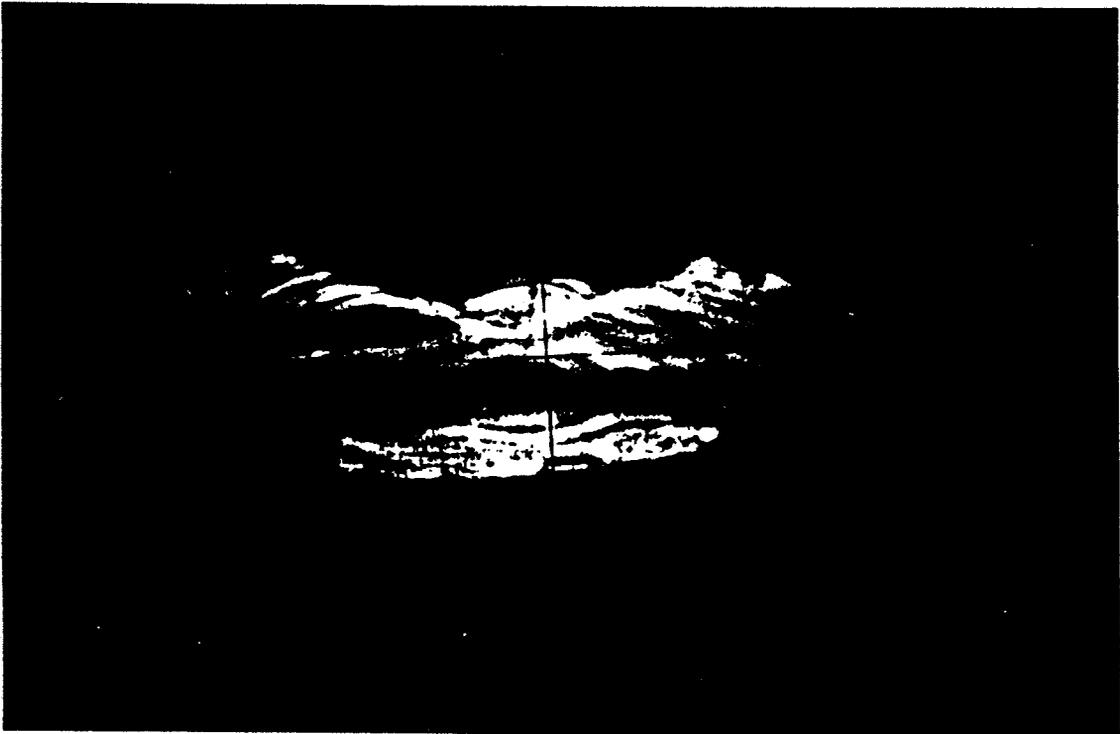
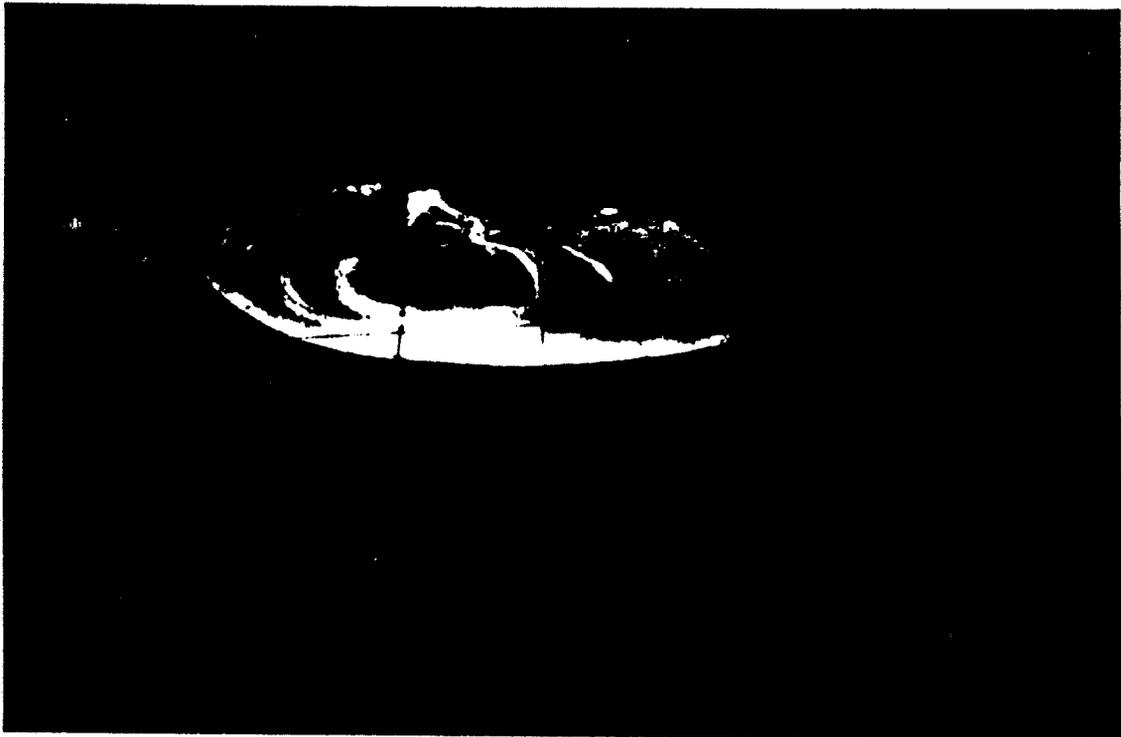


Figure (51) : Otolithe de mâle de lingue bleue - 12 ans  
(x 50 )

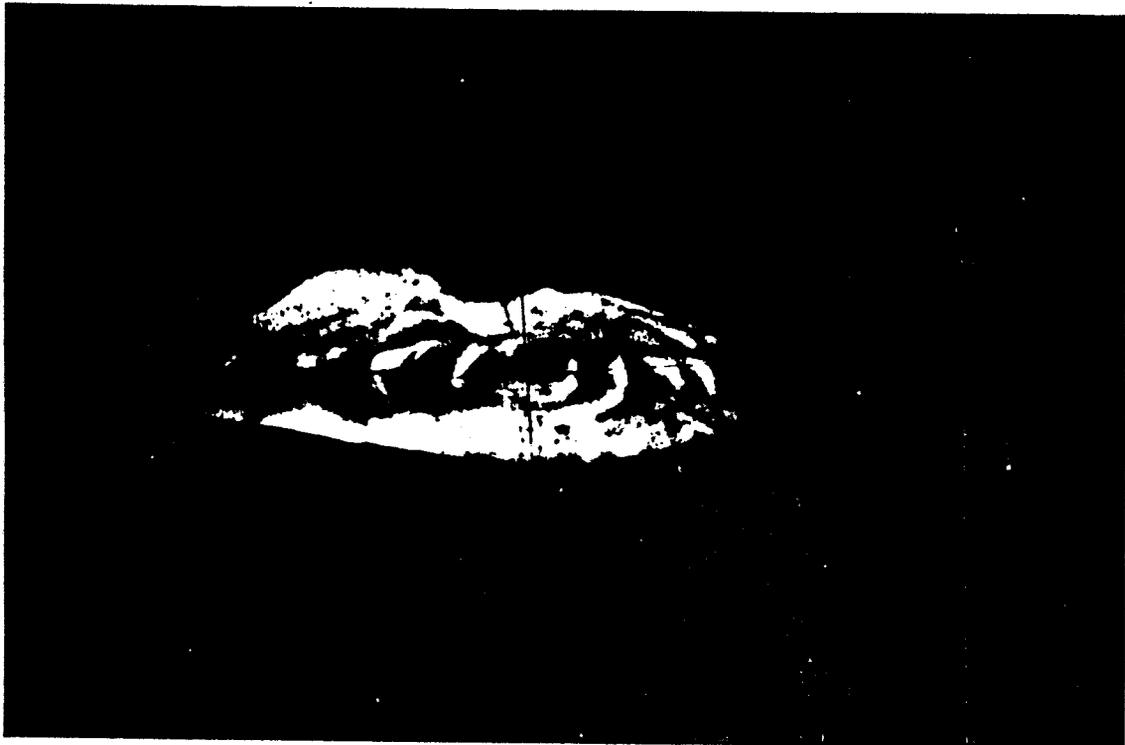
50  
LILLE



Figure (52) : Otolithe de femelle de lingue bleue - 17 ans  
(x 50 )



**Figure (53) :** Otolithe de mâle de lingue franche - 5 ans.  
(x 20 - )



**Figure (54) :** Otolithe de femelle de lingue franche - 6 ans  
(x 20 )

Lorsque les animaux sont âgés, ils ont une croissance très lente. L'écart entre les zones hyalines devient de plus en plus faible. Il est alors impossible de toutes les compter. Nous avons donc été obligés de constituer des groupes dans lesquels les animaux ont 19 ans et plus pour les lingues bleues et 16 ans et plus pour les lingues franches. L'abandon des lectures difficiles engendre une sous estimation de l'âge pour les grands individus. A une taille donnée, seuls les otolithes les plus facilement lisibles sont "lus". Par contre, la taille moyenne de la première classe d'âge des animaux capturés est surestimée. Seuls les plus grands d'entre eux sont retenus par le chalut.

#### 4.4.4. Résultats

Nous présentons (Fig. 51 à 54) des exemples d'otolithes de poissons âgés pour les deux espèces. L'ensemble des lectures a permis, pour les poissons des deux sexes de chaque espèce, de calculer la longueur moyenne, la longueur modale et celle de la médiane de chaque classe d'âge (Tab. 3 à 6).

Une première analyse montre que pour les deux espèces, à un âge donné, les femelles sont souvent plus grandes que les mâles. De même, à un âge donné, les mâles et les femelles de lingues franches sont généralement plus grands que leurs homologues de lingues bleues.

#### 4.5 ESTIMATION DES PARAMETRES DE LA CROISSANCE EN LONGUEUR

Parmi les nombreux modèles proposés en dynamique des populations pour décrire la croissance en longueur, nous avons retenu celui développé par VON BERTALANFFY (1938). Malgré les réserves suscitées par la justification physiologique des paramètres, et les problèmes liés à son utilisation, ce modèle a le double avantage d'être simple et heuristique (GROS 1980 a).

Selon le modèle de VON BERTALANFFY, la longueur observée  $L_{ij}$  du  $j$ -ème poisson ( $j = 1, 2 \dots n_i$ ) appartenant au groupe d'âge  $i$  ( $i = 1, 2 \dots I$ ) s'exprime par :

(1)

$$L_{ij} = \theta_1 \cdot [1 - \text{Exp}(-\theta_2(t_i - \theta_3))]$$

| Age | Longueur moyenne | Longueur du mode | Longueur médiane | Effectif |
|-----|------------------|------------------|------------------|----------|
| 7   | 74.36            | 73.90            | 75.25            | 7        |
| 8   | 78.58            | 77.50            | 79.20            | 24       |
| 9   | 84.64            | 86.00            | 85.87            | 29       |
| 10  | 88.14            | 89.50            | 89.62            | 31       |
| 11  | 92.63            | 95.50            | 94.75            | 15       |
| 12  | 94.27            | 96.00            | 96.17            | 13       |
| 13  | 98.00            | 98.00            | 98.00            | 8        |
| 14  | 99.28            | 99.60            | 100.50           | 9        |
| 15  | 101.50           | 100.50           | 101.00           | 8        |
| 16  | 103.10           | 102.50           | 103.75           | 5        |
| 17  | 104.90           | 104.50           | 105.75           | 5        |
| 18  | 105.50           | 106.20           | 106.00           | 4        |

**Tableau (3) :**

Effectifs, longueurs moyennes, modales et médianes des classes d'âges des lingues bleues mâles obtenus après lecture des otolithes.

| Age | Longueur moyenne | Longueur du mode | Longueur médiane | Effectif |
|-----|------------------|------------------|------------------|----------|
| 7   | 74.07            | 73.00            | 74.75            | 7        |
| 8   | 82.92            | 84.90            | 85.33            | 12       |
| 9   | 88.97            | 91.50            | 89.00            | 36       |
| 10  | 96.50            | 99.50            | 98.50            | 24       |
| 11  | 100.71           | 102.50           | 101.75           | 19       |
| 12  | 106.50           | 108.00           | 107.00           | 14       |
| 13  | 111.50           | 111.50           | 112.50           | 5        |
| 14  | 116.30           | 115.50           | 117.25           | 9        |
| 15  | 119.75           | 119.50           | 120.00           | 8        |
| 16  | 124.10           | 123.50           | 125.50           | 5        |
| 17  | 126.70           | 126.80           | 127.75           | 5        |
| 18  | 129.95           | 129.50           | 130.50           | 4        |

**Tableau (4) :**

Effectifs, longueurs moyennes, modales et médianes des classes d'âges des lingues bleues femelles obtenus après lecture des otolithes.

| Age | Longueur moyenne | Longueur du mode | Longueur médiane | Effectif |
|-----|------------------|------------------|------------------|----------|
| 5   | 64.08            | 64.62            | 65.20            | 26       |
| 6   | 72.67            | 80.00            | 73.17            | 47       |
| 7   | 79.65            | 84.38            | 79.00            | 56       |
| 8   | 85.38            | 88.00            | 86.00            | 42       |
| 9   | 92.61            | 93.17            | 93.00            | 18       |
| 10  | 98.71            | 97.27            | 98.80            | 14       |
| 11  | 103.50           | 102.50           | 103.00           | 8        |
| 12  | 107.90           | 108.00           | 108.50           | 5        |
| 13  | 108.50           | 108.50           | 109.50           | 3        |
| 14  | 111.00           | 111.00           | 111.00           | 2        |
| 15  | 113.16           | 113.00           | 114.50           | 3        |

**Tableau (5) :**

Effectifs, longueurs moyennes, modales et médianes des classes d'âges des lingues franches mâles obtenus après lecture des otolithes.

| Age | Longueur moyenne | Longueur du mode | Longueur médiane | Effectif |
|-----|------------------|------------------|------------------|----------|
| 5   | 63.74            | 62.50            | 64.50            | 42       |
| 6   | 74.45            | 74.41            | 75.08            | 41       |
| 7   | 85.01            | 84.57            | 85.75            | 45       |
| 8   | 93.73            | 93.32            | 94.50            | 39       |
| 9   | 102.11           | 102.64           | 103.37           | 31       |
| 10  | 110.40           | 109.83           | 110.87           | 19       |
| 11  | 117.14           | 115.50           | 117.00           | 14       |
| 12  | 124.35           | 125.50           | 126.25           | 7        |
| 13  | 130.00           | 131.00           | 128.00           | 4        |
| 14  | 134.50           | 133.50           | 137.50           | 3        |
| 15  | 138.83           | 139.00           | 139.50           | 3        |

**Tableau (6) :**

Effectifs, longueurs moyennes, modales et médianes des classes d'âges des lingues franches femelles obtenus après lecture des otolithes.

où :

$\theta_1$ ,  $\theta_2$  et  $\theta_3$  sont habituellement notés  $L_\infty$ ,  $K$  et  $t_0$ .

Si on note  $\theta$  le vecteur colonne des paramètres du modèle, ce dernier s'écrit plus simplement :

$$(2) \quad L_{ij} = F(t_i, \theta)$$

où :

$t_i$  est l'âge, du groupe  $i$ , de longueur  $L_i$ , considéré en général connu sans erreur.

L'estimation des paramètres ( $L_\infty$ ,  $K$ ,  $t_0$ ), à partir des couples observés ( $L_i, t_i$ ), est déduite de l'utilisation de la méthode du maximum de vraisemblance. Cette méthode est préférée à l'estimateur des moindres carrés lorsque, comme ici, le modèle est non linéaire. Elle retient la valeur numérique du paramètre recherché qui maximise la densité du résultat observé (GROS 1980 b). Elle calcule les estimateurs ( $\hat{L}_\infty$ ,  $\hat{K}$ ,  $\hat{t}_0$ ) de ( $L_\infty$ ,  $K$ ,  $t_0$ ). Ces estimateurs sont asymptotiquement normaux, convergents en probabilité et de variance minimale.

La fonction de vraisemblance est décrite par KIMURA (1980) :

$$(3) \quad L(\theta) = \frac{1}{(2\pi \cdot \sigma^2)^{N/2}} \cdot \text{Exp}(-S(\theta)/2\sigma^2)$$

où :

$$N = \sum_{i=1}^k n_i = \text{nombre total d'observations}$$

$S(\theta)$  = fonction objectif

$\sigma^2$  = variance des résidus  $\epsilon_j$  définies comme  $L_{ij} = F(t_i) + \epsilon_j$

Pour  $\sigma^2$  fixée, la fonction de vraisemblance  $L(L_\infty, K, t_0, \sigma^2)$  est maximale quand  $S(\theta)$  est minimale (d'après (3)).

L'estimation de  $\sigma^2$  doit satisfaire à la condition :

$$\delta \log L(L_\infty, K, t_0, \sigma^2) / \delta \sigma^2 = 0$$

d'où :

$$\sigma^2 = S(L_\infty, K, t_0) / k-3$$

avec  $k$  = nombre de classes d'âge.

Le critère d'optimalité adéquat au calcul de  $\hat{L}_\infty$ ,  $\hat{K}$  et  $\hat{t}_0$  est la minimisation d'une fonction quadratique des différences entre les valeurs observées et prédites (SMITH 1979). Le plus classique est le critère des moindres carrés (KIMURA 1980) :

$$(4) \quad S(\theta) = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^{n_i} [L_{ij} - F(t_i, \theta)]^2$$

sous la condition que les résidus soient des variables aléatoires, non corrélées entre elles, distribuées normalement, d'espérance nulle et de même variance  $\sigma^2$ .

Une optimisation de l'estimation de  $\hat{L}_\infty$ ,  $\hat{K}$ ,  $\hat{t}_0$  est obtenue par le critère :

$$(5) \quad S(\theta) = \sum_{i=1}^I [n_i \cdot (\bar{L}_i - F(t_i, \theta))]^2$$

où :

$\bar{L}_i$  est la longueur moyenne des  $n_i$  individus d'âge  $t_i$ .

L'estimation approchée  $\hat{V}$  de la matrice des variances-covariances  $V$  est donnée par :

$$(6) \quad \hat{V} = \left[ \sum_{i=1}^I n_i \cdot (\delta F_i / \delta \theta) \cdot (\delta F_i / \delta \theta)^T \right]^{-1} \cdot \hat{\sigma}^2$$

où :

$\delta F_i / \delta \theta$  est évalué à l'optimum.

$$\hat{\sigma}^2 = S(\hat{L}_\infty, \hat{K}, \hat{t}_0) / k-3$$

(T désigne la transposition).

La distribution normale des résidus, condition nécessaire à la validité des équations (4) et (5) a, en pratique, peu de chances d'être vérifiée. Pour pallier cela, il faut recourir à des techniques de rééchantillonnage (Bootstrap, Jackknife décrites par GROS et al. 1987).

La lecture des otolithes de linges est difficile. La détermination de l'âge de certains individus engendre des erreurs. Il est nécessaire d'utiliser une procédure d'estimation des paramètres de croissance qui soit la moins sensible possible à cette perturbation. L'estimation de  $(\hat{L}_\infty, \hat{K}, \hat{t}_0)$  par l'optimisation d'un critère tel que (5) repose sur une minimisation de la distance au modèle d'un indicateur de la tendance centrale des densités. Si les extrémités de celles-ci sont déformées par des erreurs de détermination de l'âge, il convient de définir un estimateur de position qui soit robuste. Le choix de la moyenne  $\bar{L}_i$  n'est pas adéquat puisque cet estimateur est sensible aux extrémités de distribution. GROS et al. (1987) proposent d'utiliser la médiane, le critère (5) devient :

$$(7) \quad S(\theta) = \sum_{i=1}^I w_i \cdot [\bar{L}_{i, \frac{1}{2}} - F(t_i, \theta)]^2$$

où :

$w_i$  représente un système quelconque de pondération.

$\bar{L}_{i, \frac{1}{2}}$  représente la moyenne "demi-tronquée", i.e la médiane.

ou bien le mode, le critère (5) devient :

$$(8) \quad S(\theta) = \sum_{i=1}^I w_i \cdot [\text{mode}_i - F(t_i, \theta)]^2$$

où :

$\text{mode}_i$  représente le mode de la classe d'âge  $i$ .

Dans ces deux cas l'estimation de la matrice de covariance de l'estimateur est calculée par l'algorithme du Bootstrap (in GROS et al. 1987).

Pour ajuster le modèle de croissance de VON BERTALANFFY aux données obtenues par la lecture des otolithes de lingues, pour chacun des deux sexes (paragraphe 4.4), nous avons utilisé le logiciel programmé par LAUREC, in GROS et al. (1987). La technique de rééchantillonnage de Bootstrap non paramétrique, décrite par EFRON 1979, a été retenue. L'ajustement par les moindres carrés est effectué selon la technique de TOMLINSON et ABRAMSON (1961). Deux cents échantillons ont été créés pour le Bootstrap.

Nous avons testé trois valeurs centrales d'ajustement : la moyenne, le mode et la médiane. Les données d'entrée sont prétraitées par le programme. Pour le calcul des moyennes arithmétiques la moyenne de chaque classe de taille est attribuée à tous les poissons concernés. Pour le calcul du mode, la classe de plus forte fréquence est d'abord identifiée. Si elle est multiple, la moyenne arithmétique, de la valeur la plus forte et de la valeur la plus faible, est prise en compte. En cas contraire, une seule classe correspondant à un maximum strict apparaissant, le centre de la classe concernée est considéré d'une part, le centre des deux classes adjacentes d'autre part. La valeur retenue pour l'estimation du mode et la moyenne pondérée de ces trois valeurs (la pondération est faite d'après les fréquences respectives). Pour le calcul de la médiane, la fonction de répartition est discrétisée du fait de la création d'un histogramme. La valeur correspondant à une probabilité de 0.5 qui définit la médiane, est obtenue par interpolation linéaire.

Les ajustements ont été faits pour les moindres carrés pondérés par les effectifs. Une pondération par les variances conduit à des aberrations car dans les échantillons Bootstrap il apparaît systématiquement un ou quelques cas où une variance  $\sigma_i^2$  est très faible, ou nulle pour le Bootstrap non paramétrique (GROS et al. 1987).

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (6') et sur la figure (55). Ils montrent que, quelle que soit la valeur centrale d'ajustement retenue, la croissance en longueur chez les lingues varie selon le sexe. Les femelles atteignent des tailles supérieures à celles des mâles. Par contre leur vitesse de

|                          | Statistique centrale |                |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|
|                          | Moyenne              | Mode           | Médiane        |
| $L_{\infty}$<br>Variance | 112.48<br>4.75       | 108.24<br>2.84 | 111.30<br>3.67 |
| K<br>Variance            | 0.161<br>0.029       | 0.231<br>0.001 | 0.183<br>0.006 |
| To<br>Variance           | 0.43<br>0.36         | 2.27<br>0.34   | 1.05<br>0.38   |

a : Lingue bleue mâle

|                          | Statistique centrale |                |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|
|                          | Moyenne              | Mode           | Médiane        |
| $L_{\infty}$<br>Variance | 138.25<br>7.19       | 120.78<br>2.40 | 145.54<br>2.03 |
| K<br>Variance            | 0.116<br>0.004       | 0.153<br>0.010 | 0.098<br>0.056 |
| To<br>Variance           | -0.25<br>0.26        | 0.37<br>0.26   | -0.66<br>0.51  |

c : Lingue franche mâle

|                          | Statistique centrale |                |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|
|                          | Moyenne              | Mode           | Médiane        |
| $L_{\infty}$<br>Variance | 165.77<br>3.68       | 152.77<br>4.38 | 166.38<br>9.74 |
| K<br>Variance            | 0.084<br>0.001       | 0.110<br>0.003 | 0.085<br>0.002 |
| To<br>Variance           | -0.07<br>0.02        | 0.66<br>0.06   | -0.08<br>0.03  |

b : Lingue bleue femelle

|                          | Statistique centrale |                |                |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------|
|                          | Moyenne              | Mode           | Médiane        |
| $L_{\infty}$<br>Variance | 189.83<br>6.68       | 180.25<br>4.57 | 192.54<br>1.06 |
| K<br>Variance            | 0.091<br>0.007       | 0.097<br>0.005 | 0.088<br>0.001 |
| To<br>Variance           | 0.52<br>0.04         | 0.77<br>0.37   | 0.42<br>0.07   |

d : Lingue franche femelle

**Tableau (6'):** Estimation des paramètres  $L_{\infty}$ , K et to obtenus pour les lingues, par l'ajustement du modèle de VON BERTALANFFY, après rééchantillonnage par Bootstrap non paramétrique, selon trois valeurs centrales (moyenne, mode et médiane), et avec une pondération par les effectifs aux âges.

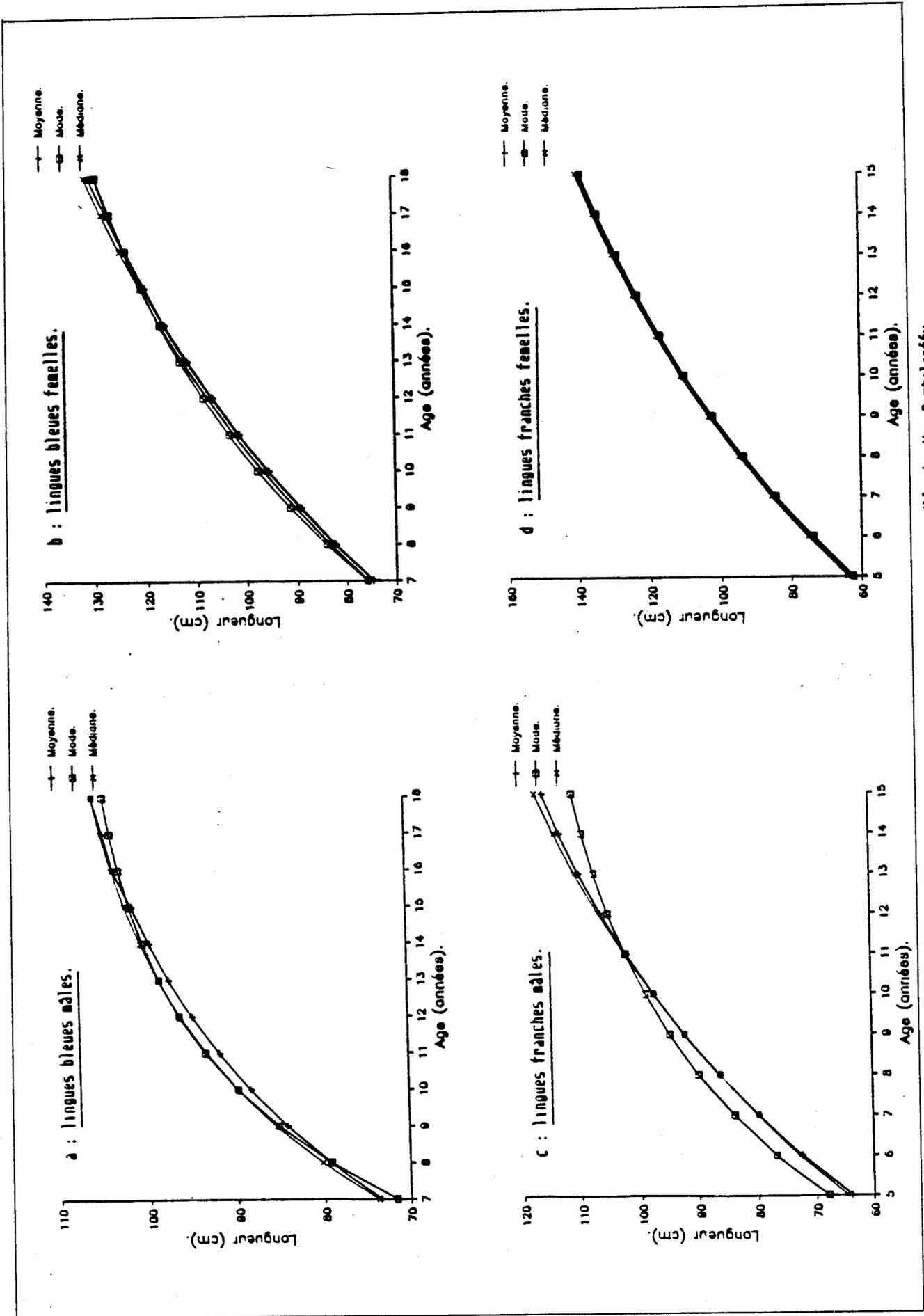


Figure (55) : Courbes de croissance des lingues ajustées au modèle de Von Bertalanffy suivant la moyenne (1), le mode (2), et la médiane (3) des classes d'âge.

croissance est plus lente. Le coefficient de corrélation entre les paramètres  $L_{\infty}$  et  $K$  est dans chacun des cas proche de -0.95. Les paramètres sont donc fortement corrélés et évoluent de façon inverse.

Les perturbations des lectures d'âges erronées, entraîne, lors de l'utilisation de la médiane et surtout lors de celle de la moyenne, une surestimation des paramètres de la taille maximale  $L_{\infty}$ , et à l'inverse une sous-estimation de ceux de la vitesse de croissance  $K$ . L'utilisation des modes comme valeur centrale est la méthode qui apparaît la plus robuste aux erreurs de détermination des âges ; cela est également constaté par GROS et al. (1987). Par contre cet ajustement est le plus sensible aux variabilités individuelles de croissance car l'estimation du mode principal n'utilise qu'une partie de l'information procurée par la distribution en taille des longueurs pour un âge donné (GROS et al. 1987). Cette croissance individuelle n'est pas étudiée ici.

#### IV - 5 CONCLUSION

Les lingues bleues et franches sont largement distribuées dans l'Atlantique Nord-Est. Les lingues franches se répartissent sur le plateau continental et le long de ses accores (50 - 600 m). Les lingues bleues vivent sur la partie inférieure des accores (400 - 1 200 m).

Les deux lingues ont des cycles de vie analogues. Les adultes se regroupent pour la reproduction (de Janvier à Mai pour les lingues bleues, de Février à Juin pour les lingues franches). Les oeufs, les larves et les immatures sont pélagiques. Ils se développent dans des eaux moins profondes que les adultes.

Les jeunes rejoignent les adultes lorsqu'ils deviennent matures (vers 3-4 ans pour les lingues franches, vers 7-8 ans pour les lingues bleues).

Les lingues sont voraces. Les jeunes ont un régime alimentaire varié (crustacés, mollusques, céphalopodes, poissons). Les adultes sont essentiellement ichthyophages.

Pour chacune des deux lingues, les paramètres de croissance en longueur diffèrent selon le sexe. Les mâles grandissent plus vite que les femelles, mais ils

atteignent des tailles maximales inférieures à celles des femelles. Ce phénomène de croissance plus rapide, mais qui se termine plus tôt, des mâles, opposé à la croissance plus lente, mais qui dure plus longtemps, des femelles, est observé chez presque tous les gadidés. Seul le lieu noir (Pollachius virens) semble échapper à cette règle. Chez cette espèce, qui est la plus pélagique de tous les gadidés, les individus des deux sexes ont des paramètres de croissance relativement proches (MOGUEDET et al. 1987).

Dans le Nord et l'Ouest de l'Ecosse, les populations de lingues sont globalement homogènes. Les courants assurent un brassage et une dispersion des oeufs et des larves au cours de leur vie pélagique. Par contre, pour chaque espèce, les mâles et les femelles ont des paramètres biologiques différents (croissance, relation taille-poids, âge de première maturité sexuelle). Pour analyser la dynamique de chaque population de lingues, nous considérerons donc un stock-unité (LAUREC et al. 1983) de mâles et un stock-unité de femelles. Nous étudierons l'évolution de chacun de ces stocks sous la pression de pêche exercée dans la zone considérée.

**CHAPITRE V****ACQUISITION DES DONNEES NECESSAIRES A L'ANALYSE  
DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS DE LINGUES**

- V-1 PRODUCTION DE LINGUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-EST
- 1.1 Production de lingue bleue au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse entre 1973 et 1985
    - 1.1.1 Historique de la production internationale
    - 1.1.2 Historique de la production française
    - 1.1.3 Bilan de l'exploitation en 1985
  - 1.2 Production de lingue franche au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse entre 1973 et 1985
    - 1.2.1 Historique de la production internationale
    - 1.2.2 Historique de la production française
    - 1.2.3 Bilan de l'exploitation en 1985
- V-2 ESTIMATION DE LA STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DES DEBARQUEMENTS DE LINGUES
- 2.1. Estimation des distributions en taille des débarquements par sexe et par métier
    - 2.1.1 Enquête cadre
    - 2.1.2 Présentation des protocoles d'échantillonnage
      - 2.1.2.1 Partition de la population ciblée en strates
      - 2.1.2.2 Protocole d'échantillonnage à bord des navires de pêche
      - 2.1.2.3 Protocole d'échantillonnage en halle de marée (criée)
    - 2.1.3 Résultats et discussion
    - 2.1.4 Extrapolation aux captures internationales
  - 2.2 Estimation des tableaux de correspondance taille-âge
  - 2.3 Estimation de la capture en âge des débarquements
    - 2.3.1 Processus de calcul
    - 2.3.2 Résultats et discussion

V-3 ESTIMATION DES EFFORTS DE PECHE APPLIQUES A LA CAPTURE  
DES LINGUES

- 3.1 Définition du concept "effort de pêche" et choix des unités d'effort
- 3.2 Application à l'exploitation des lingues
- 3.3 Résultats et discussion

**CHAPITRE V****ACQUISITION DES DONNEES NECESSAIRES A L'ANALYSE  
DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS DE LINGUES**

L'étude de la dynamique des stocks-unités de lingues mâles et femelles exploités au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse sera réalisée à partir de l'ajustement d'un modèle appartenant à la famille des modèles structuraux. Le modèle, qui sera décrit ultérieurement, requiert comme données de bases, la structure démographique des captures totales de chaque stock-unité pour l'année de référence de l'étude, et l'estimation de l'effort de pêche auquel a été soumis chaque stock-unité pendant un nombre d'années (antérieures à l'année de référence) égal au nombre de classes d'âge présentes dans les captures.

L'estimation de la structure démographique des captures nécessite, dans un premier temps, celle de la production totale de lingue pour l'ensemble des flottilles qui exploitent les lingues dans la zone de pêche considérée. Nous commencerons par une présentation de l'historique des captures internationales et françaises de lingues entre 1973 et 1985. L'évolution globale de ces captures et les modifications de leurs origines (pays producteur) pourront être des éléments d'aide à la simulation et à la prévision des changements de stratégies de pêche des diverses flottilles vis-à-vis des lingues. Ensuite, nous estimerons la structure démographique de chaque stock-unité pour l'année 1985. Les protocoles d'échantillonnage et le processus des calculs qui permettent d'obtenir ces estimations, seront décrits. Enfin, nous déterminerons les efforts de pêche auxquels chaque stock-unité a été soumis au cours de ces dernières années.

**V-1 PRODUCTION DE LINGUES DANS L'ATLANTIQUE NORD-EST**

Les lingues font partie des espèces dont les captures ont longtemps été considérées comme négligeables. Les informations et les statistiques concernant leur exploitation n'ont pas toujours été prises en compte ou ont été répertoriées de manière peu fiable. Lorsqu'on veut faire le bilan de l'exploitation de ces

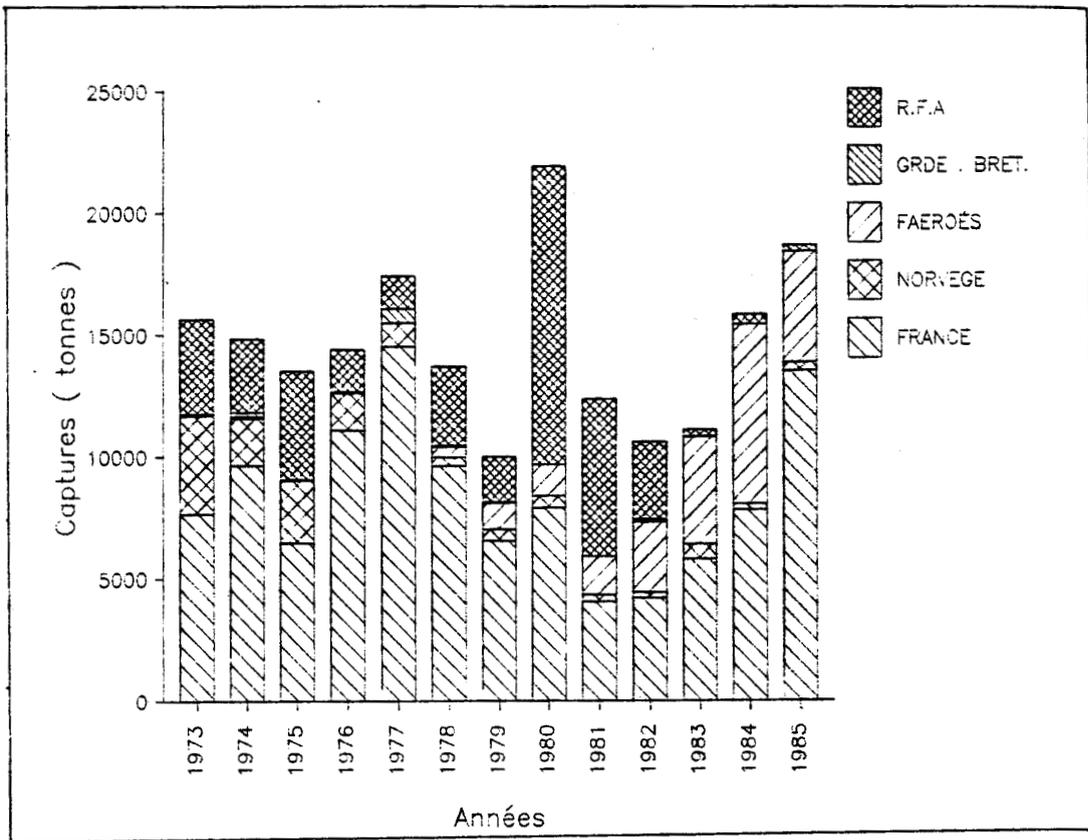


Figure (56) : Evolution des captures internationales de lingue bleue à l'ouest et au nord de l'Ecosse entre 1973 et 1985.

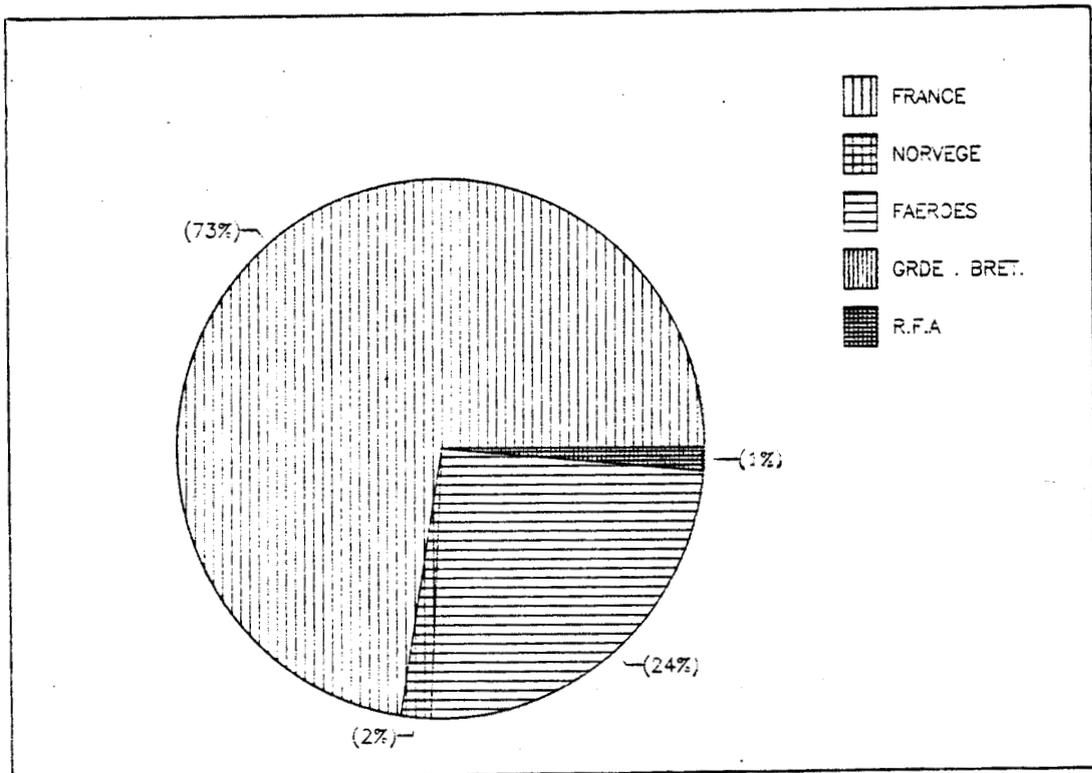


Figure (57) : Composition internationale des captures de lingue bleue à l'ouest et au nord de l'Ecosse en 1985.

espèces dans l'Atlantique Nors-Est, on s'aperçoit que, bien souvent, les statistiques internationales de leurs captures ont été cumulées. Il aura fallu attendre le rapport du groupe de travail du C.I.E.M.\* de Septembre 1986, relatif à l'exploitation des poissons de fond dans la partie Nord et Ouest de l'Ecosse (ANOMYME 1986) pour pouvoir inventorier les captures par pays pour les deux espèces.

## 1.1 PRODUCTION DE LINGUE BLEUE AU NORD ET A L'OUEST DE L'ECOSSE ENTRE 1973 ET 1985

### 1.1.1 Historique de la production internationale

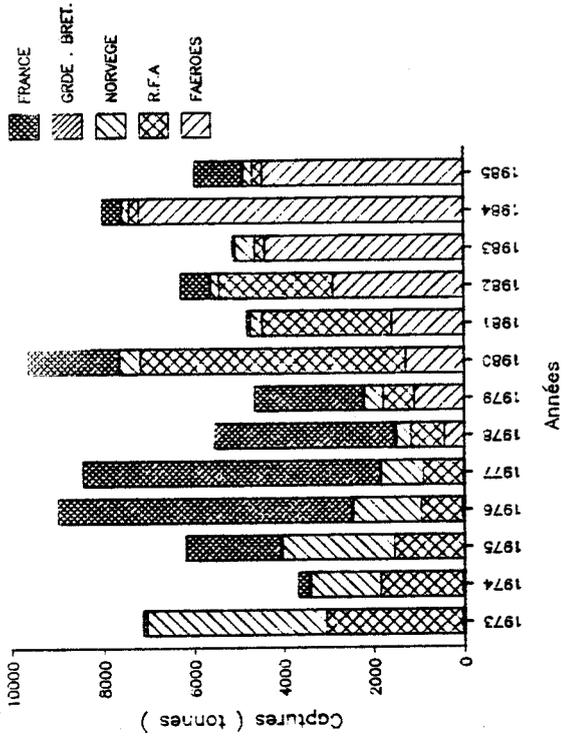
De 1973 à 1985, le total des captures débarquées fluctue de façon souvent très variable d'une année à l'autre, entre 10 000 et 22 000 tonnes (Fig. 56). Entre 1973 et 1976, les débarquements sont relativement stables (14 500 tonnes en moyenne par an). En 1977, ils progressent rapidement (17 500 tonnes). Ils régressent ensuite pendant deux années (13 500 tonnes en 1978, 10 000 tonnes en 1979). De 1980 à 1982, ce phénomène s'est reproduit. Les captures augmentent fortement en 1980 (22 000 tonnes) puis diminuent pendant les deux années suivantes (12 300 tonnes en 1981, 10 500 tonnes en 1982). Depuis 1982, le total des captures débarquées progresse continuellement et atteint 18 600 tonnes en 1985.

Les flottilles de cinq nationalités différentes exploitent la lingue bleue : les flottilles française, faeringienne, norvégienne, allemande et britannique.

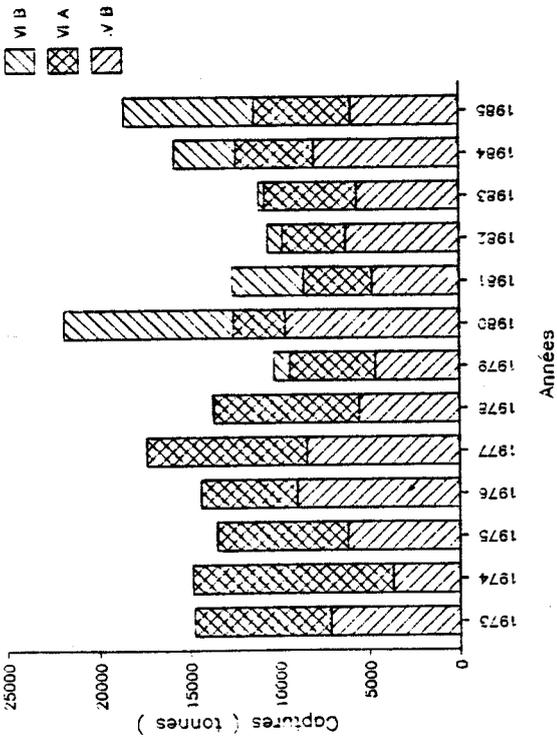
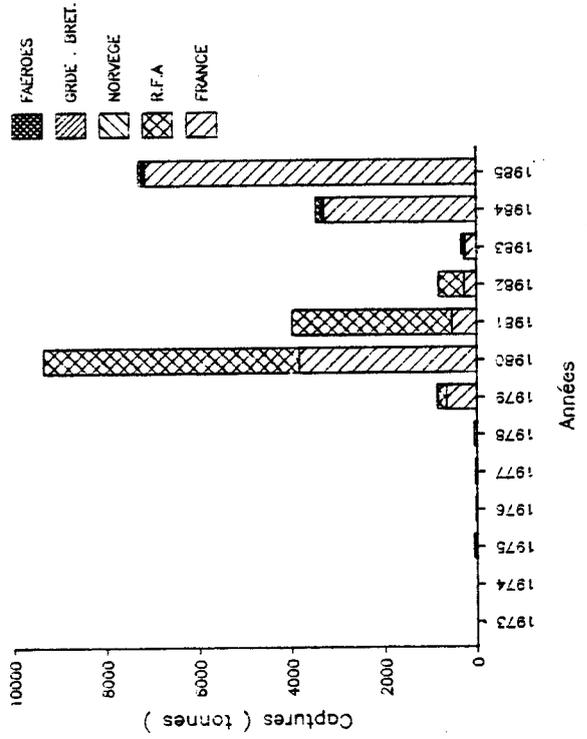
La flottille française est la principale exploitante de lingue bleue dans la région. Sur la période étudiée, elle est seulement devancée par la flottille allemande (55 % des captures) et ce au cours de deux années (1980, 1981). De 1973 à 1978, les flottilles française, allemande et norvégienne débarquent 99 % des captures totales. Depuis 1979, celle des Faeroes se développe et supplante ses homologues allemande et norvégienne. La part prise par la flottille britannique dans l'exploitation de la lingue bleue est toujours restée faible (0.5 % des captures).

\* C.I.E.M. : Conseil International pour l'Exploration de la Mer

DIVISION C.I.E.M. V B.



DIVISION C.I.E.M. VI B.



DIVISION C.I.E.M. VI A.

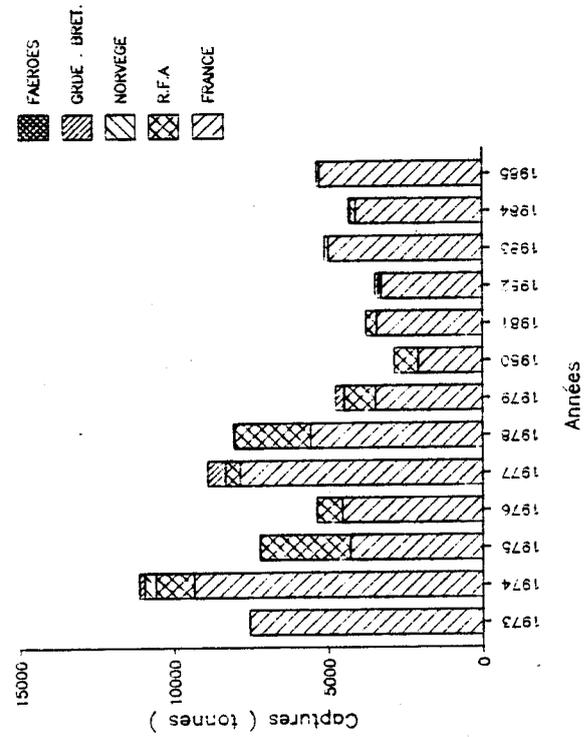


Figure (58) : Captures internationales de lingue bleue dans les divisions C.I.E.M. V B, VI A et VI B, entre 1973 et 1985.

- **Production dans les divisions CIEM**

De 1973 à 1978, les apports de lingue bleue proviennent presque exclusivement des divisions CIEM VB et VIA (Fig. 58). Depuis 1979, les flottilles exploitent intensivement la division CIEM VIB. En 1984 et 1985, les captures se réalisent en proportions à peu près égales dans chacune de ces trois divisions CIEM.

. Dans la division CIEM VB, les apports totaux sont variables selon les années (Fig. 58). En 1973, l'exploitation est faite par les flottilles norvégienne (4 000 tonnes soit 56 % des captures) et allemande (3 000 tonnes soit 42 % des captures). De 1975 à 1978, la flottille française se substitue peu à peu à ces flottilles (72 % des captures en 1978 soit 4 000 tonnes, contre 6 % soit 320 tonnes pour la flottille norvégienne et 13 % soit 750 tonnes pour la flottille allemande). En 1978, la création d'une zone économique exclusive (Z.E.E.) autour des Faeroes, provoque le retrait partiel des flottilles française et norvégienne. Cela facilite et entraîne le développement de la flottille faeringienne. La flottille allemande est, quant à elle, restée exploiter cette zone de pêche. Le déclin de cette flottille (non renouvellement des unités vieillissantes), place depuis 1983 la flottille faeringienne au premier rang de l'exploitation de lingue bleue dans la division CIEM VB (4 400 tonnes en 1983, 7 200 tonnes en 1984, 4 450 tonnes en 1985, soit respectivement 78 %, 90 % et 75 % des apports annuels).

. Dans la division CIEM VIA, les apports totaux fluctuent selon les années (Fig. 58). Entre 1979 et 1985, les apports moyens annuels baissent de moitié (4 200 tonnes en moyenne par an sur cette période contre 8 000 tonnes en moyenne pour la période 1973-1978). L'exploitation de la lingue bleue dans cette division CIEM est essentiellement faite par la flottille française. De 1975 à 1983, la flottille allemande complète ces captures (2 500 tonnes en 1978 soit 34 % des captures). Depuis le déclin de cette flottille, la flottille française est l'exploitant essentiel de la division CIEM VIA (5 000 tonnes soit 97 % des captures en 1983, 4 100 tonnes soit 94 % des captures en 1984, 5 260 tonnes soit 98 % des captures en 1985).

. Dans la division CIEM VIB, l'exploitation de la lingue bleue ne débute réellement qu'en 1979 (Fig. 58). Cette exploitation est variable selon les années (9 300 tonnes en 1980, 830 tonnes en 1983, 7 300 tonnes en 1985). Entre 1980 et

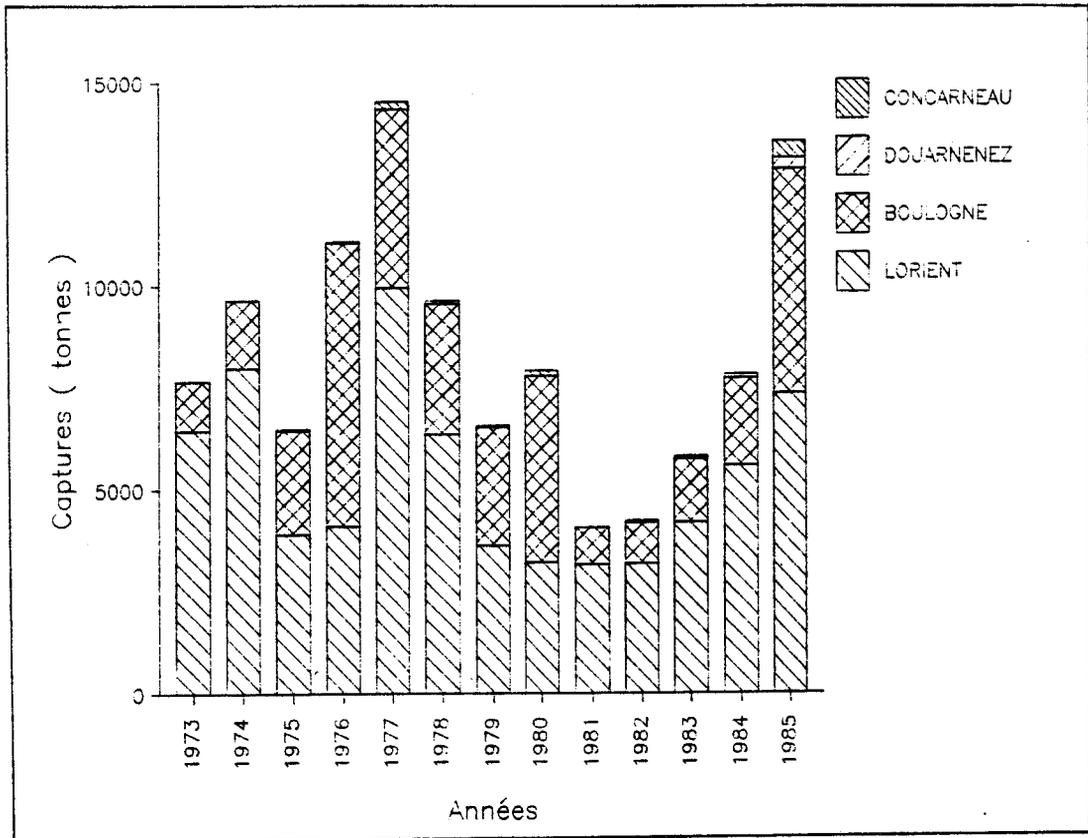


Figure (59) : Evolution des captures françaises de lingue bleue à l'ouest et au nord de l'Ecosse entre 1973 et 1985.

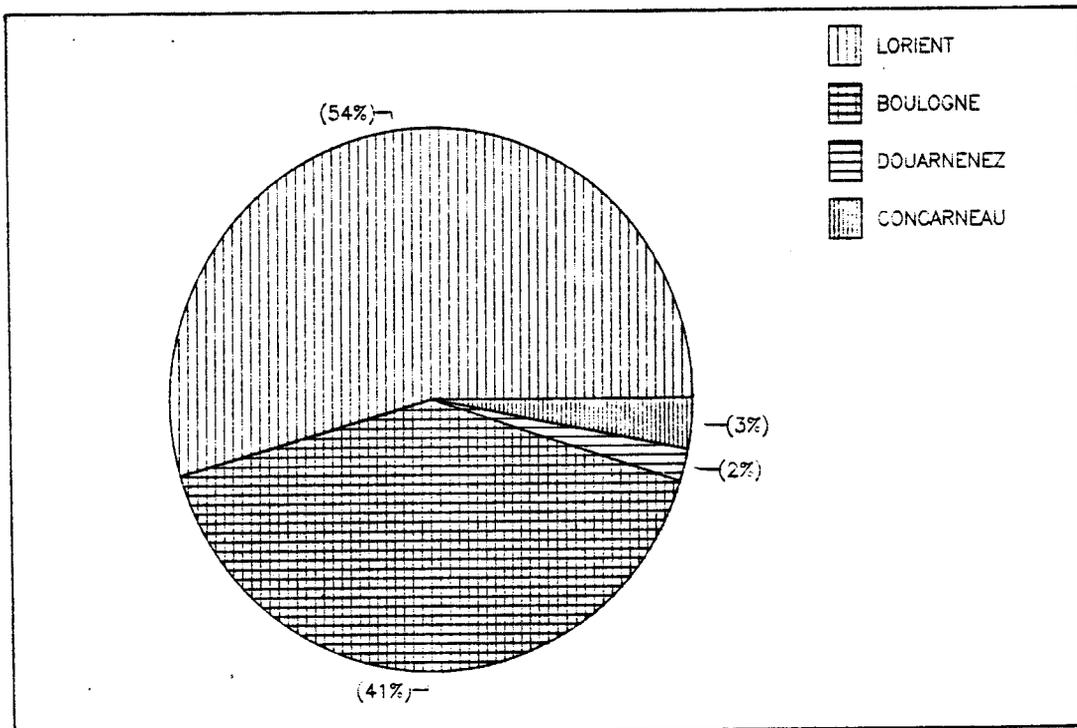


Figure (60) : Composition des captures françaises de lingue bleue à l'ouest et au nord de l'Ecosse en 1985.

1983, les flottilles allemande et française se partagent les captures. Le non renouvellement de la flottille allemande fait de la flottille française la principale flottille de pêche de lingue bleue de la division CIEM VIB (3 200 tonnes soit 95 % des captures en 1984, 7 200 tonnes soit 98 % des captures en 1985).

**En résumé**, entre 1973 et 1985, deux facteurs modifient l'origine des apports internationaux de lingue bleue dans le Nord et l'Ouest de l'Ecosse :

- la création d'une zone économique exclusive (Z.E.E.) autour des Faeroes (division CIEM VB) en 1978.
- le déclin de la flottille allemande.

Le premier entraîne le retrait partiel des flottilles française et norvégienne de la division CIEM VB. Elles redéplient leurs activités dans la division CIEM VIB. La flottille faeringienne occupe leurs anciennes zones de pêche, se développe et assure l'essentiel de l'exploitation de ses eaux (division CIEM VB). Le second provoque une diminution importante des captures de lingue bleue par ce pays et ce, dans toutes les divisions CIEM.

### 1.1.2. Historique de la production française

La production de lingue bleue par la flottille française est récente. Elle commence au début des années soixante-dix avec l'arrivée de puissants navires de pêche arrière capables de chaluter à plus de 800 mètres de fond.

Entre 1973 et 1985, cette production oscille entre 4 000 et 14 500 tonnes (Fig. 59). Elle augmente entre 1973 et 1977 (14 500 tonnes en 1977). Cela est lié à la découverte de pêcheries nouvelles et à l'accroissement du nombre de navires dans la flottille. L'année 1975 est marquée par de faibles captures. De 1978 à 1981, les apports régressent (4 000 tonnes en 1981). Depuis 1982, les captures de lingues bleues augmentent régulièrement tous les ans et atteignent un niveau d'exploitation voisin de celui de 1977 (13 500 tonnes en 1985). La baisse enregistrée de 1978 à 1981 est la conséquence directe de la limitation à l'accès de la zone faeringienne (division CIEM VB). La flottille française a dû se redéployer et chercher de nouvelles pêcheries de lingue bleue. L'augmentation observée les années suivantes résulte de la découverte et de l'exploitation de pêcheries dans la division CIEM VIB.

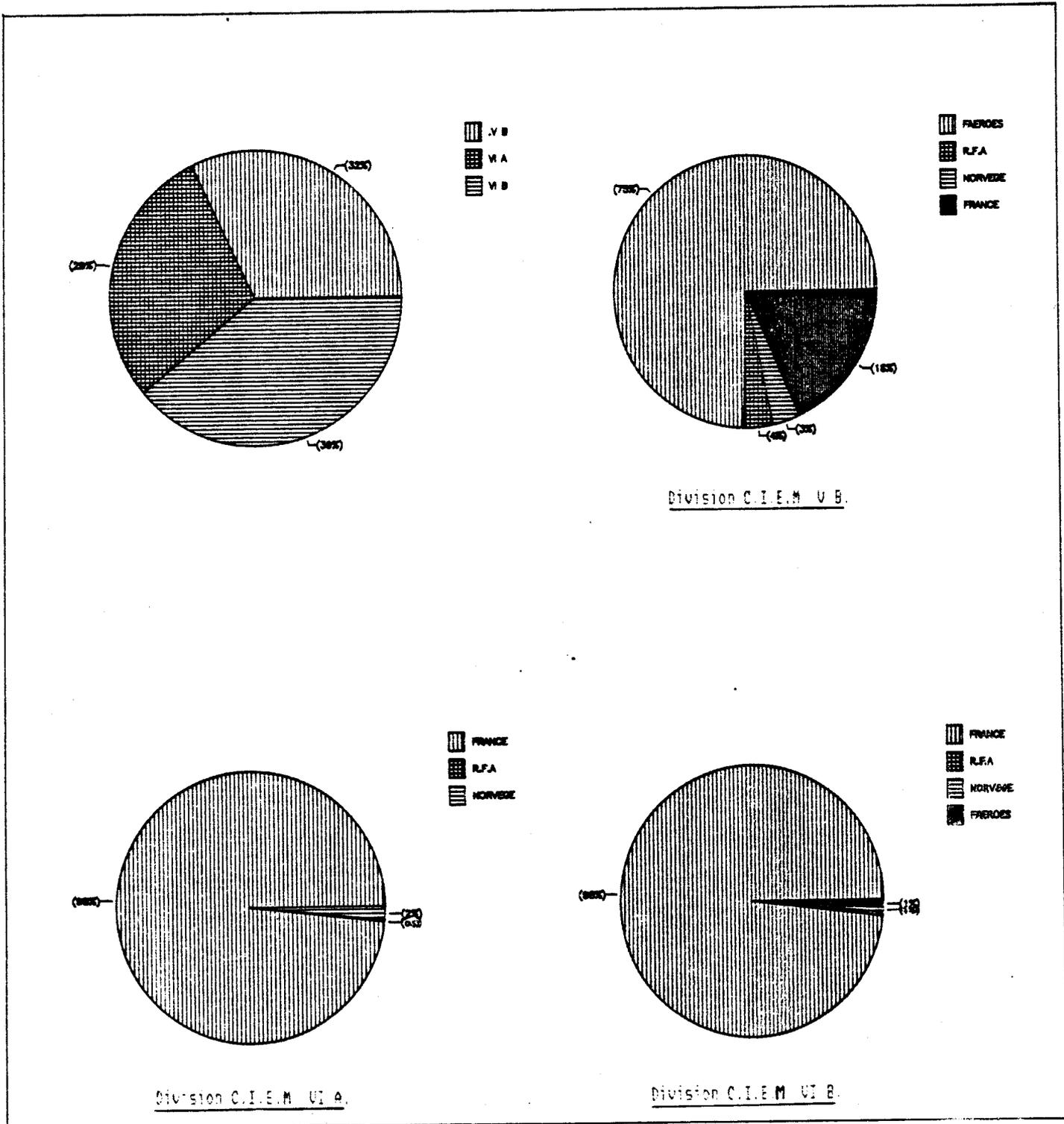


Figure (61) : Composition des apports internationaux de lingue bleue dans les divisions C.I.E.M., V B, VI A et VI B, en 1985.

Les apports français de lingue bleue sont essentiellement effectués par les flottilles industrielles lorientaise et boulonnaise (Fig. 59). Les captures réalisées par les flottilles douarneniste et concarnoise sont négligeables (1 à 3 % du total des captures). De 1973 à 1985, la flottille lorientaise en est souvent la principale flottille productrice. La flottille boulonnaise ne la devance qu'en 1975 et 1980. Au cours de ces deux années, le port de Lorient connaît des graves crises et des longues périodes de grève. Depuis 1982, la flottille boulonnaise augmente régulièrement ses apports de lingue bleue. Elle atteint en 1985 un niveau d'exploitation voisin de celui de la flottille lorientaise (respectivement 40 % des captures pour la flottille boulonnaise et 55 % pour la flottille lorientaise). Face à la crise qu'elle traverse, la flottille boulonnaise essaie de diversifier ses apports et recherche plus intensivement la lingue bleue.

### 1.1.3. Bilan de l'exploitation en 1985

En 1985, 18 600 tonnes de lingue bleue sont capturées au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse. Les captures proviennent à part à peu près égales des trois divisions CIEM VB, VIA et VIB (respectivement 5 900 tonnes soit 32 % des captures dans la division CIEM VB, 5 300 tonnes soit 29 % des captures dans la division CIEM VIA et 7 300 tonnes soit 39 % des captures dans la division CIEM VIB (Fig. 61)).

Deux flottilles contribuent à l'essentiel des captures (Fig. 57). La flottille française qui en effectue à elle seule 73 % (soit 13 500 tonnes). La flottille faeringienne qui en débarque 24 % (soit 4 500 tonnes). Cette dernière réalise la presque totalité de ses apports dans la division CIEM VB (99 % des apports). La flottille française effectue les siens dans les divisions CIEM VB, VIA et VIB (respectivement 1 090 tonnes ou 8 % des captures, 5 200 tonnes ou 39 % des captures, 7 100 tonnes ou 53 % des captures) (Fig 61).

Les captures françaises de lingue bleue sont réalisées dans leur grande majorité par les deux principales flottilles industrielles. La flottille lorientaise débarque 7 350 tonnes, celle de Boulogne, 5 400 tonnes (soit 55 % et 44 % du total des débarquements français). La flottille industrielle lorientaise contribue donc à 39. 5 % des 18 600 tonnes de lingue bleue prises en 1985 au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse (Fig. 60).

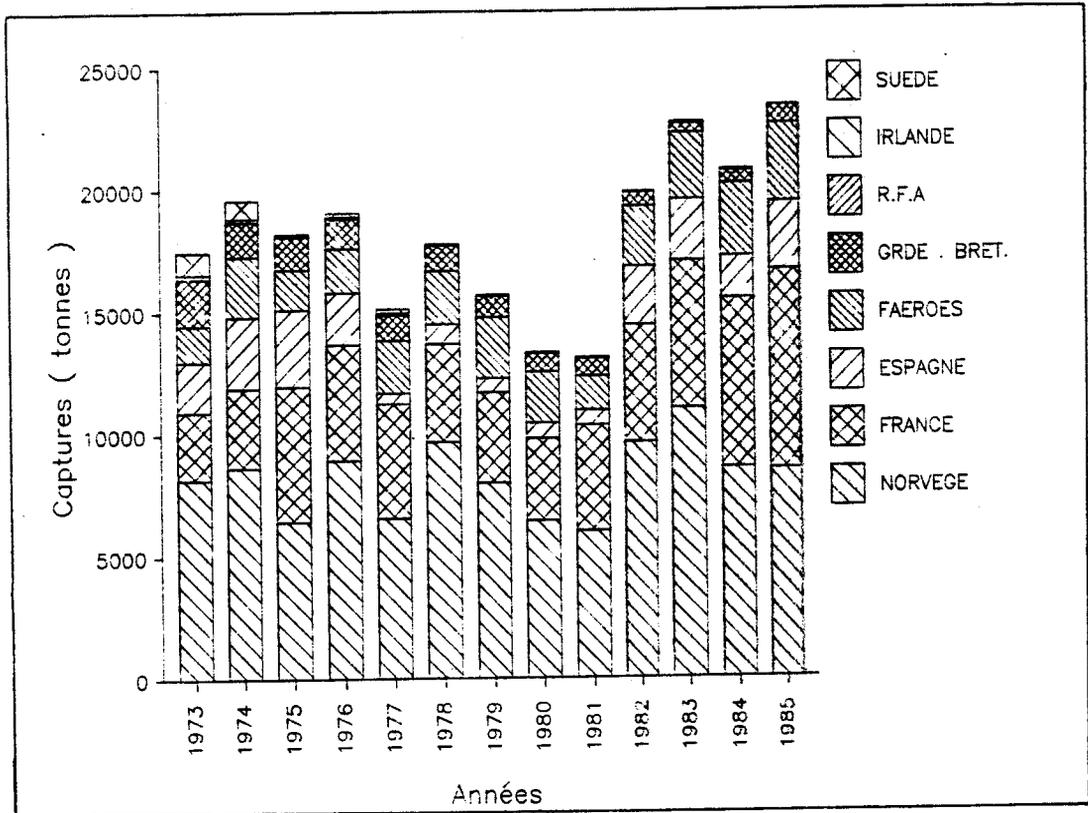


Figure (62) : Evolution internationale des captures de lingue franche à l'ouest et au nord de l'Ecosse entre 1973 et 1985.

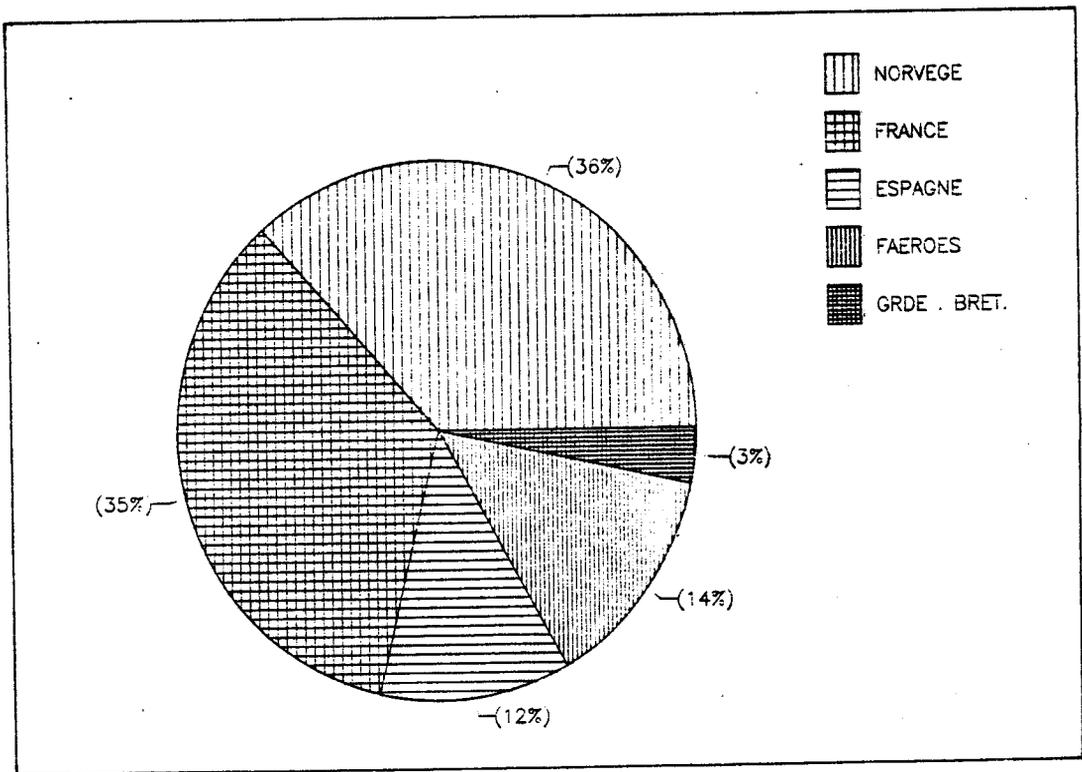


Figure (63) : Composition internationale des captures de lingue franche à l'ouest et au nord de l'Ecosse en 1985.

## 1.2. PRODUCTION DE LINGUE FRANCHE AU NORD ET A L'OUEST DE L'ECOSSE ENTRE 1973 et 1985

### 1.2.1. Historique de la production internationale

Entre 1973 et 1985, la production totale de lingue franche au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse subit plusieurs fluctuations (Fig. 63). Elle oscille selon les années entre 13 000 et 23 000 tonnes. De 1973 à 1978, les débarquements annuels sont relativement stables (17 500 tonnes en moyenne). En 1979, ils baissent et ce jusqu'à 1981 (13 000 tonnes). Depuis, à part l'année 1984 où une légère baisse est constatée, ils progressent tous les ans (23 350 tonnes en 1985).

Les flottilles de huit nations différentes participent à l'exploitation de la lingue franche : les flottilles française, norvégienne, espagnole, faeringienne, allemande, britannique, irlandaise et suédoise.

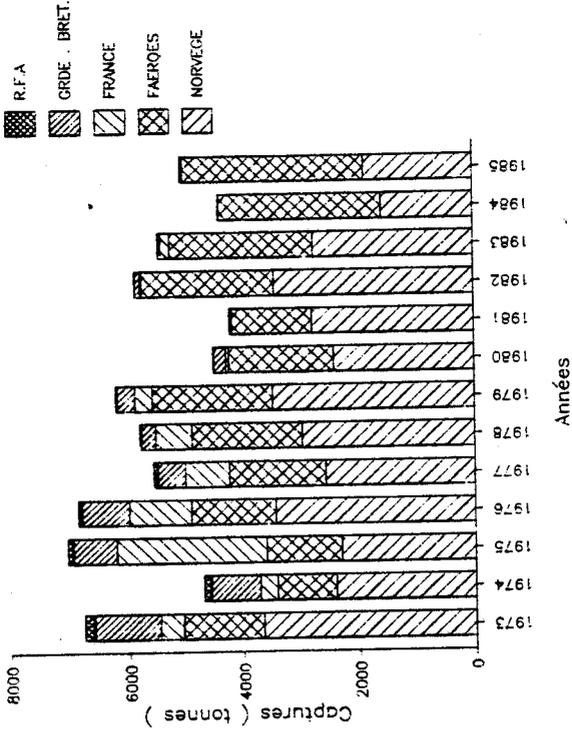
Les flottilles française et norvégienne sont les principales exploitantes de lingue franche de la zone de pêche (60 % à 80 % des apports totaux selon les années). La flottille norvégienne assure jusqu'en 1984 la plus grande part des apports (40 à 55 % en fonction des années). En 1985, la flottille française produit autant de lingue franche que cette dernière (35 % des captures pour chacune des flottilles soit environ 8 200 tonnes).

Les flottilles espagnole et faeringienne assurent la majeure partie du complément des captures (16 à 26 % des captures selon les années). La flottille espagnole connaît une baisse de sa production entre 1977 et 1981 (600 tonnes par an au lieu de 2 400 pour les autres années).

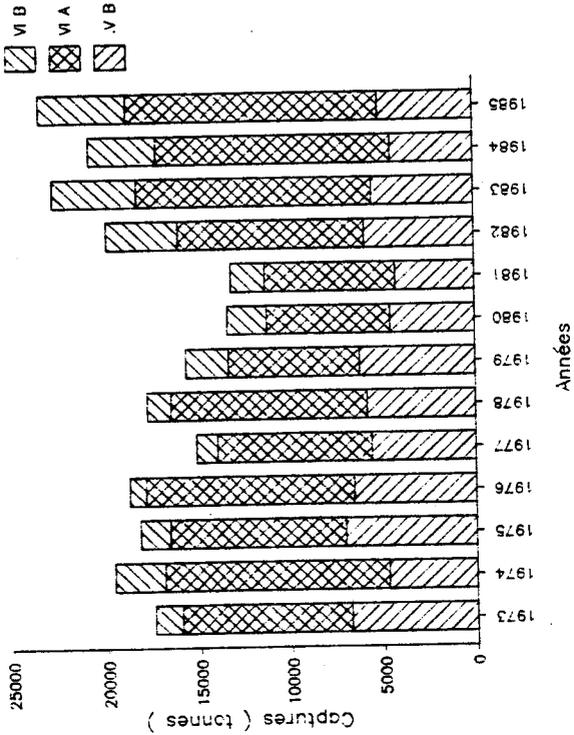
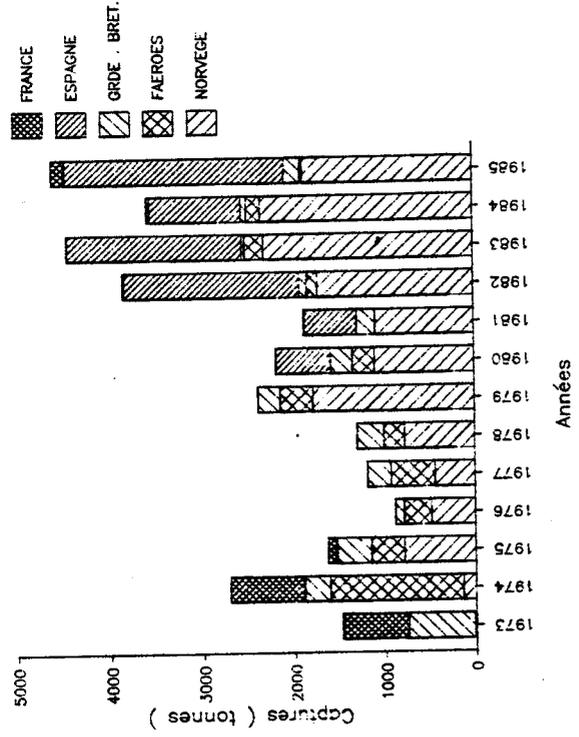
Sur la période étudiée, la flottille britannique diminue le taux de ses captures par deux. Son niveau d'exploitation est devenu aussi négligeable que ceux des flottilles irlandaise et allemande (0.5 à 1 % des captures).

La flottille suédoise a abandonné la zone de pêche en 1976.

DIVISION C.I.E.M. V B.



DIVISION C.I.E.M. VI B.



DIVISION C.I.E.M. VI A.

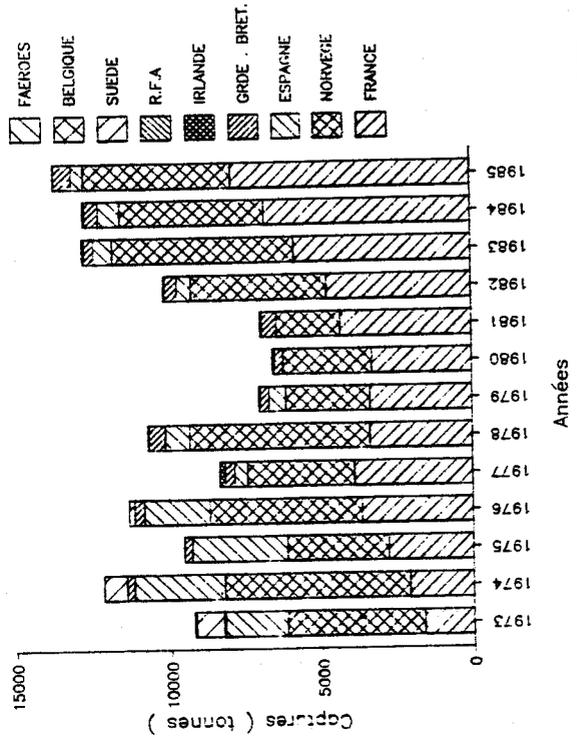


Figure (64) : Composition des apports internationaux de lingue franche dans les divisions C.I.E.M. V B, VI A et VI B entre 1973 et 1985.

## - Production dans les divisions CIEM

De 1973 à 1985, la plus grande partie des captures de lingue franche est réalisée chaque année dans la division CIEM VIA (Fig. 64). Jusqu'en 1978, le restant des captures provient principalement de la division CIEM VB. Depuis 1979, une exploitation se développe dans la division CIEM VIB. Le niveau atteint dans cette division CIEM en 1985 est semblable à celui de la division CIEM VB (5 000 tonnes dans la division CIEM VB, 4 500 tonnes dans celle du VIB).

. Dans la division CIEM VB, les apports annuels oscillent entre 4 000 et 7 000 tonnes, sans qu'il n'y ait de tendance marquée sur plusieurs années (Fig. 64). De 1973 à 1979, l'exploitation de la lingue franche dans cette division est assurée principalement par la flottille norvégienne (2 200 à 3 600 tonnes selon les années, soit 32 % à 52 % des captures. Les flottilles faeringiennes (1 000 à 2 000 tonnes selon les années, soit 18 % à 23 % des apports), française et britannique (pour chacune des flottilles, 700 tonnes par an, soit 10 % des captures), complètent l'exploitation. Depuis 1980, les captures de lingue franche sont réalisées à plus de 95 % par les flottilles norvégienne et faeringienne. La flottille norvégienne diminue ses apports (1 800 tonnes en 1985). La flottille faeringienne augmente les siens (1 410 tonnes en 1981, 3 150 tonnes en 1985). Cette dernière est devenue la principale flottille exploitant la lingue franche dans la division CIEM VB.

. Dans la division CIEM VIA, (Fig 64), de 1973 à 1978, les captures annuelles varient sensiblement d'une année à l'autre (9 000 tonnes en moyenne, une année, 11 500 tonnes, l'année suivante. De 1979 à 1981, les débarquements diminuent (7 000 tonnes par an). Depuis 1982, ils ne cessent d'augmenter (13 700 tonnes en 1985). De 1973 à 1976, l'essentiel des captures est produit par les flottilles norvégienne (de 3 300 tonnes à 6 100 tonnes selon les années, soit 35 % à 50 % des captures), française (de 1 600 tonnes à 5 000 tonnes soit 17 à 36 % des captures). En 1977, la flottille espagnole se retire partiellement de cette zone de pêche. De 1977 à 1985, la presque totalité des captures de lingue franche est réalisée par les flottilles norvégienne et française. Depuis 1979, la flottille française réalise régulièrement plus d'apports de lingue franche que chacune des autres flottilles dans la division CIEM VIA.

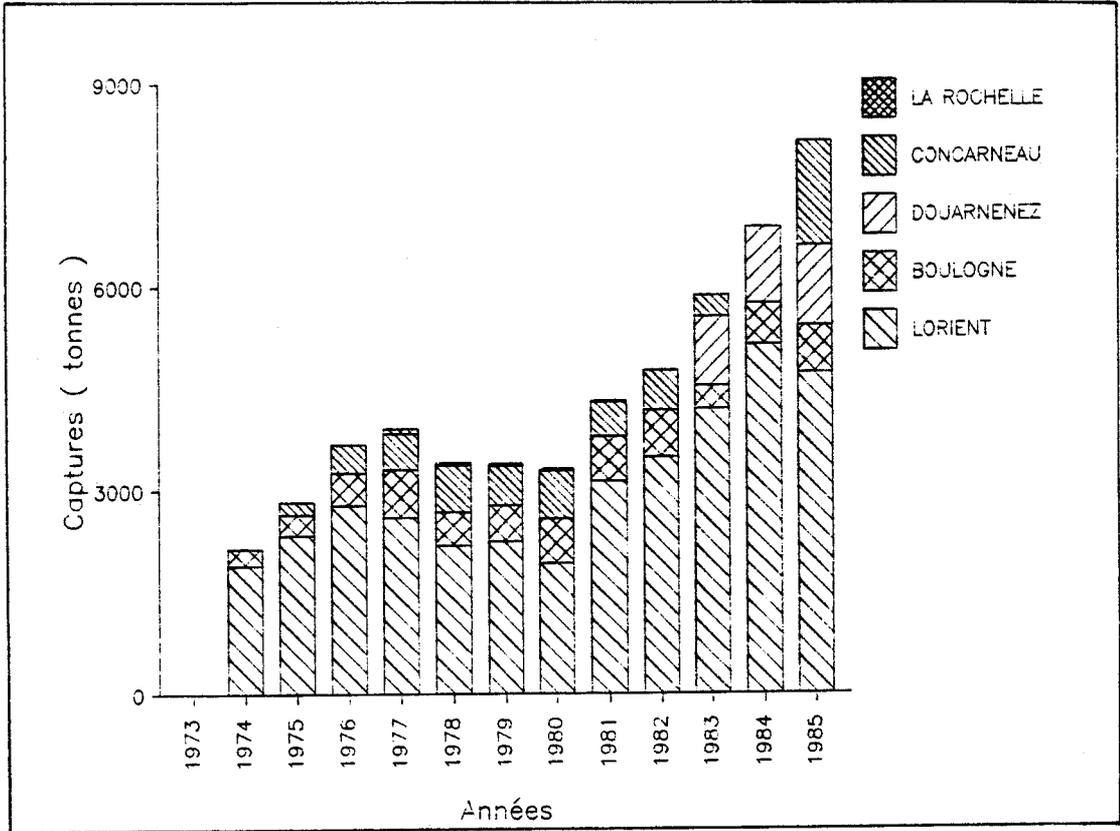


Figure (65) : Evolution des captures françaises de lingue franche à l'ouest et au nord de l'Ecosse entre 1973 et 1985.

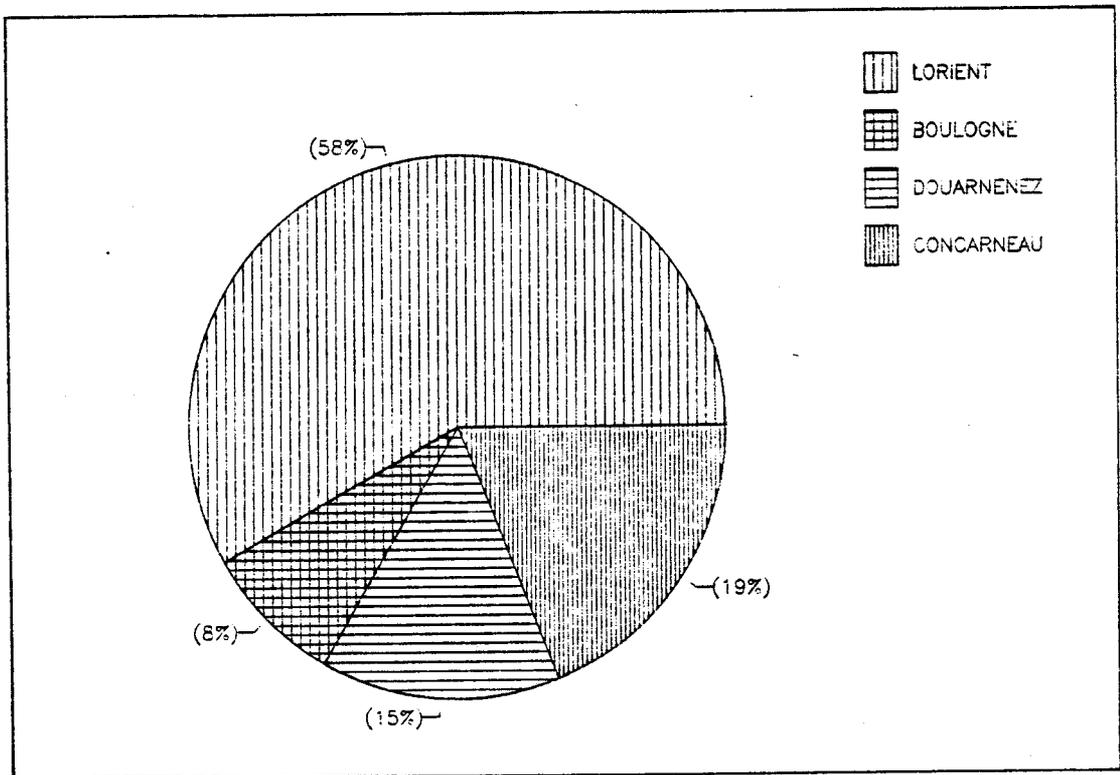


Figure (66) : Composition des captures françaises de lingue franche à l'ouest et au nord de l'Ecosse en 1985.

. Dans la division CIEM VIB, la production de lingue franche est multipliée par deux et demi entre 1973 et 1985 (Fig-64). De 1973 à 1981, cette production est relativement faible (1 700 tonnes par an). Depuis 1982, elle progresse fortement (4 100 tonnes capturées en moyenne par an). En 1973, l'exploitation est française et britannique. L'année suivante, elle devient française et faeringienne. De 1975 à 1979, les flottilles norvégienne (50 à 70 % des captures), faeringienne (10 à 30 % des captures) et britannique (10 à 20 % des captures) contribuent à l'exploitation de la lingue franche dans cette zone de pêche. Depuis 1980, la flottille espagnole exploite régulièrement et progressivement la lingue franche dans cette division CIEM. Cette flottille, et la flottille norvégienne, sont, de 1980 à 1985, les deux exploitants majeurs de cette division CIEM (respectivement 620 tonnes, soit 28 % des captures en 1980 et 2 400 tonnes, soit 52 % des captures en 1985 pour la flottille espagnole et 1 100 tonnes, soit 50 % des captures en 1980 et 1 900 tonnes, soit 41 % des captures en 1985 pour la flottille norvégienne).

En résumé, entre 1973 et 1985, deux faits modifient l'origine des captures internationales de lingue franche au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse :

- l'extension des eaux communautaires à 200 miles des côtes en 1976.
- la création de la zone économique exclusive (Z.E.E.) autour des Faeroes en 1978.

Le premier fait provoque le retrait de la flottille espagnole de la division CIEM VIA. Cette flottille se redéploie alors dans la division CIEM VIB. Elle y devient l'un des principaux exploitants de lingue franche. Le second entraîne les retraits partiels des flottilles française, norvégienne et britannique de la division CIEM VB. La flottille faeringienne prend leur place, se développe et augmente sa production de lingue franche dans cette division. La flottille française ne redéploie pas son exploitation de lingue franche dans la division CIEM VIB. Elle se contente d'exploiter plus intensivement la division CIEM VIA. La flottille norvégienne se redéploie dans les divisions VIA et VIB.

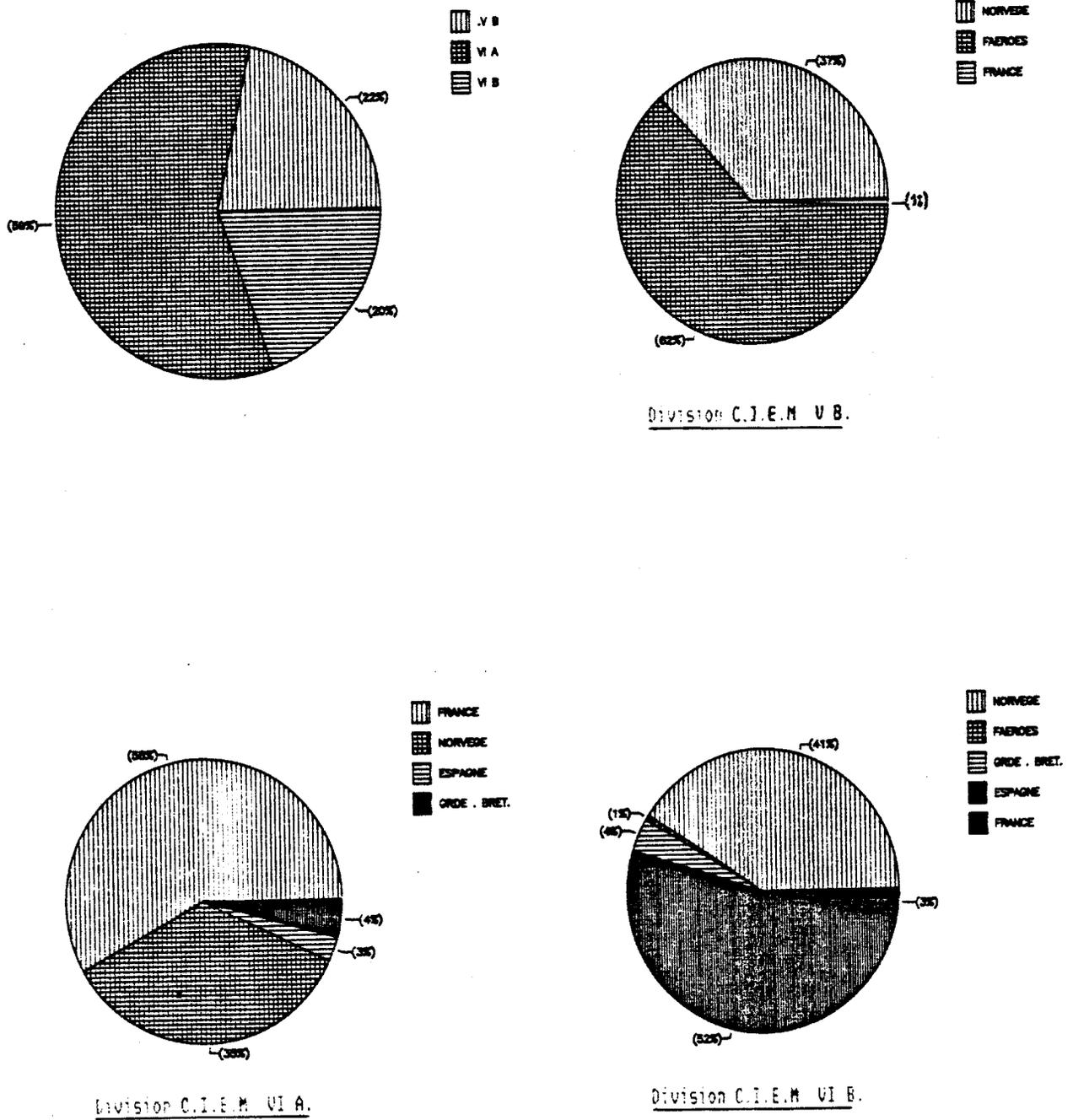


Figure (67) Composition des apports internationaux de langue fran-  
-che dans les divisions C.I.E.M V B,VI A et VI B ,en  
1985.

### 1.2.2. Historique de la production française

Entre 1974 et 1985, la production française de lingue franche dans le Nord et l'Ouest de l'Ecosse est multipliée par trois (Fig. 65). De 1974 à 1976, les captures doublent (2 750 tonnes en 1973, 5 500 tonnes en 1976). Cela est lié à l'augmentation de la capacité de production (nombre de navires) de la flottille française en général. De 1977 à 1981, la production totale régresse (3 400 tonnes en 1981). Depuis 1982, les débarquements sont en constante progression (8 100 tonnes en 1985). La baisse des captures est le résultat de l'abandon de la zone de pêche de la division CIEM VB. L'augmentation observée depuis 1982 résulte d'une stratégie de pêche orientée plus systématiquement sur la lingue franche et de l'amélioration de l'engin de pêche (utilisation d'un racasseur).

Les apports français de lingue franche au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse sont principalement effectués par la flottille lorientaise (60 % à 85 % des captures selon les années) (Fig. 65). Les flottilles boulonnaise, concarnoise et douarneniste assurent le complément de la production. Chacune de ces flottilles effectue de 10 à 30 % des captures totales. (Il est difficile d'analyser la part qu'a réellement pris la flottille douarneniste avant 1983, puisque ses captures ne sont répertoriées par le système statistique que depuis cette année).

Pendant trois années, de 1976 à 1978, la flottille boulonnaise recherche plus particulièrement la lingue franche (1 400 tonnes en 1976, 1 120 tonnes en 1977, 1 130 tonnes en 1978).

La flottille concarnoise pêche généralement en Mer Celtique. En hiver, une partie de ses navires vient travailler occasionnellement dans l'Ouest de l'Ecosse. En 1985, ce nombre de bateaux et le nombre total de jours de pêche ont considérablement augmenté. Il en résulte une augmentation très forte des captures de lingue franche (1500 tonnes).

### 1.2.3. Bilan de l'exploitation en 1985

En 1985, 23 550 tonnes de lingue franche sont capturées au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse. Ces captures sont surtout réalisées dans la division CIEM VIA (13 700 tonnes soit 60 % du total). Dans les deux autres divisions CIEM de la

zone de pêche, les apports sont relativement voisins (5 000 tonnes soit 20 % environ des captures dans la division CIEM VB, 4 600 tonnes soit 20 % environ des captures dans la division CIEM VIB)(Fig. 67).

Quatre flottilles contribuent à l'essentiel de la production : les flottilles norvégienne, française, faeringienne et espagnole (Fig. 66). La flottille norvégienne travaille dans les divisions CIEM VB, VIA et VIB. La flottille faeringienne exploite surtout la division CIEM VB, la flottille française celle du VIA et la flottille espagnole celle du VIB (Fig. 67).

Les captures françaises sont réalisées dans leur plus grande partie par la flottille lorientaise (4 580 tonnes soit 60 % des apports français). Les flottilles concarnoise (1 500 tonnes soit 19 % des apports), douarneniste (1 100 tonnes soit 14 % des apports) et à un degré moindre, boulonnaise (700 tonnes soit 7 % des apports) complètent la production française (Fig. 63).

Pour exploiter la lingue franche, les diverses flottilles internationales utilisent deux types d'engins de pêche : le chalut de fond et la palangre. Les flottilles française et allemande travaillent avec le chalut. Les flottilles faeringienne, norvégienne, espagnole et britannique pêchent à la palangre. La flottille lorientaise contribue en 1985, à 56.6 % des 8 120 tonnes capturées par l'ensemble des chalutiers au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse. La flottille faeringienne, dont nous disposons des structures en taille des captures de lingues, réalise en 1985, 20.8 % des 15 230 tonnes capturées par l'ensemble des palangriers dans cette même zone de pêche.

## V-2 ESTIMATION DE LA STRUCTURE DEMOGRAPHIQUE DES DEBARQUEMENTS DE LINGUES

La structure démographique de chaque stock de lingue est obtenue par ventilation des distributions en taille des captures dans les tableaux de correspondance taille-âge.

Le lingue franche est capturée par deux types d'engins. Pour étudier l'interaction de ces engins (chalut et palangre) sur les stocks de lingues franches mâles et femelles, il est nécessaire de déterminer la structure démographique des captures des chalutiers et des palangriers.

## 2.1 ESTIMATION DES DISTRIBUTIONS EN TAILLE, PAR SEXE ET PAR METIER, DES DEBARQUEMENTS

L'estimation des distributions en taille des captures de lingues (bleues et franches) par les chalutiers est obtenue à partir de l'échantillonnage des débarquements de lingues de la flottille industrielle lorientaise.

Les conditions de débarquement impliquent, après stratification de la population cible, un échantillonnage en mer et en halles de marées (criée). En mer, la stratégie retenue pour estimer le sex-ratio dans les captures est un échantillonnage aléatoire simple. En halle de marée, le protocole d'échantillonnage doit servir d'étude pilote pour l'optimisation des stratégies d'échantillonnages des débarquements. Un échantillonnage à plusieurs niveaux a été conçu pour analyser les diverses sources de variabilités et leur importance.

La première partie de ce paragraphe est consacrée à l'aspect théorique de l'étude. L'enquête cadre et les protocoles d'échantillonnages sont présentés. Les formules mathématiques des estimateurs des distributions en taille et de leurs variances, sont données. Les algorithmes de programmation des traitements informatiques qui ont été mis au point ne sont pas fournis. Seuls les principaux résultats sont discutés.

L'extrapolation des distributions en taille des captures de lingues franches par les palangriers faeringiens nous est donnée par le laboratoire des pêches de Torshavn (Faeroes). L'extrapolation aux débarquements internationaux est effectuée au prorata de la part prise par les captures faeringiennes dans celles réalisées par l'ensemble des flottilles de palangriers.

### 2.1.1. Enquête cadre

Les navires de la flottille industrielle effectuent plusieurs marées dans l'année. A chaque retour de marée, les captures sont disposées dans des caisses et débarquées en halle de marées. L'ensemble des caisses provenant d'un navire est accessible et bien individualisé. Les espèces sont séparées. Pour chacune d'entre elles les individus de tailles voisines sont regroupés en catégories commerciales.

Pour les lingues bleues, cela se fait selon deux catégories :

- 1 : grandes
- 2 : moyennes

Pour les lingues franches, selon trois :

- 1 : grandes
- 2 : moyennes
- 3 : petites

Le nombre de caisses débarquées est variable d'une marée à l'autre (il peut atteindre jusqu'à 3 000 caisses pour une même espèce en hiver).

Comme tous les gadidés, les lingues sont débarquées éviscérées. Il n'existe pas de caractères morphologiques autres que les gonades qui permettent de distinguer les mâles des femelles. L'estimation des distributions des captures en taille pour chacun des sexes implique donc une évaluation du sex-ratio des débarquements. Elle doit être réalisée à partir de mesures effectuées à bord des navires de pêche.

En halle des marées, l'unité d'échantillonnage retenue est la caisse. La population de caisses à échantillonner possède une structure. Elle peut-être partitionnée en sous-ensembles ou unités d'échantillonnage (bateaux, marées, caisses).

## **2.1.2. Présentation des protocoles d'échantillonnage**

### **2.1.2.1. Partition de la population cible en strates**

La population cible est constituée par l'ensemble des lingues bleues et franches capturées par la flottille industrielle lorientaise en 1985 au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse. Quand il est possible de distinguer dans la population cible des groupes homogènes, la stratification s'impose. Cela consiste à subdiviser une population hétérogène en sous populations, en strates, plus homogènes, mutuellement exclusives et collectivement exhaustives (SHERRER 1983). Le gain de précision espéré est d'autant plus élevé que les strates sont homogènes et dissemblables les unes des autres.

Toutes les strates doivent être échantillonnées et l'échantillonnage d'une strate est totalement indépendant de celui d'une autre.

Dans le protocole d'échantillonnage en mer, deux critères de stratification ont été retenus. Le premier, le trimestre est temporel. Le second, les classes de taille (de 1 cm) est quantitatif. Ce dernier critère n'est pas statistiquement très rigoureux. Ces stratégies d'échantillonnages à l'intérieur des strates "classes de taille" ne sont pas entièrement indépendantes. Dans une population, le nombre d'individus d'une classe de taille est plus ou moins fonction de ceux des autres classes de tailles voisines. Cependant l'analyse porte sur l'estimation du nombre d'individus capturés par classe de taille. Le critère de stratification correspond à ce que l'on veut concrètement obtenir. L'erreur commise est sans conséquence majeure dans la mesure où les variances estimées par classes de taille ne sont pas additionnées.

Dans le protocole d'échantillonnage en halle des marées, un troisième critère de stratification a été ajouté : les catégories commerciales. L'enquête cadre montre que ces catégories commerciales correspondent à de sous-ensembles relativement homogènes dans lesquels les individus ont des tailles assez voisines.

#### 2.1.2.2. Protocole d'échantillonnage à bord des navires de pêche

L'objectif de ce protocole est d'évaluer, par classes de taille, le sex-ratio, et sa variance, des lingues capturées au cours de chaque trimestre.

La durée d'une marée est d'environ 14 jours. Le coût de l'échantillonnage est donc le principal facteur limitant du protocole. Un seul embarquement peut être réalisé par trimestre. Il est effectué sur un navire choisi au hasard parmi les 22 de la flottille. Au cours de la marée, l'unité d'échantillonnage retenue est le trait. Les traits échantillonnés sont choisis au hasard. Toutes les lingues capturées, pendant le trait de chalut échantillonné, sont mesurées et sexées.

Le sex-ratio est défini comme étant, pour une classe de taille donnée, le rapport du nombre de mâles sur celui de mâles plus celui de femelles :

$$\hat{SR}_{mt} = \frac{\sum_{c=1}^{n_m} NBMA_{mct}}{\sum_{c=1}^{n_m} [NBMA_{mct} + NBFEmct]}$$

où :

- m est l'indice du trimestre
- c est l'indice du coup de chalut ou "trait", échantillonné
- t est l'indice de la classe de taille
- $n_m$  est le nombre de traits échantillonnés pendant le trimestre m
- NBMA est le nombre de mâles
- NBFE est le nombre de femelles

Sa variance est estimée par (d'après COCHRAN 1977) :

$$\hat{V}(\hat{SR}_{mt}) = \left(1 - \frac{n_m}{N_m}\right) \cdot \frac{1}{n_m} \cdot \frac{1}{(K_{mct})^2} \cdot \frac{\sum_{c=1}^{n_m} [NBMA_{mct} - \hat{SR}_m \cdot (NBMA_{mct} + NBFEmct)]^2}{(n_m - 1)}$$

où :

$$K_{mct} = \frac{\sum_{c=1}^{n_m} (NBMA_{mct} + NBFEmct)}{n_m}$$

$\left(1 - \frac{n_m}{N_m}\right)$  correspond au terme de correction de la population finie.

Le nombre de traits échantillonnés pendant le trimestre  $n_m$  est très petit devant le nombre total de traits  $N_m$  effectués par l'ensemble des navires de la flottille pendant le même trimestre. Ce terme de correction de population finie tend donc vers 1, il influe peu sur le calcul de la variance.

### 2.1.2.3. Protocole d'échantillonnage en halle des marées (criée)

Le but de ce protocole est d'évaluer le nombre, avec sa variance, de lingues débarquées par classe de taille de 1 cm par la flottille industrielle lorientaise par trimestre.

Le maillage utilisé dans le cul du chalut par les professionnels de cette flottille ne permet pas la capture de petits individus non commercialisables. Toutes les lingues capturées sont mises sur le marché. Il n'y a pas de rejets de lingues. L'inférence qui est évaluée à partir des échantillons mesurés sous criée permet donc d'estimer dans sa totalité la fraction des populations de lingues exploitée par la flottille lorientaise.

Il est impossible d'échantillonner exhaustivement toutes les strates de la population cible définies précédemment (trimestre, catégories commerciales, classe de taille). Les protocoles d'échantillonnages stratifiés peuvent être combinés avec le protocole d'échantillonnage par grappes. Dans chaque strate, la population est divisée en plusieurs grappes (SHERRER 1983). Parmi celles-ci, seules quelques unes sont prélevées et ce, de façon aléatoire (E.A.S.).

Quand l'effectif des grappes est trop élevé et qu'il est alors impossible d'étudier tous les éléments de ces grappes (GROS 1983), et lorsqu'on veut mettre en évidence les sources de variabilités à l'intérieur des strates, il est possible d'améliorer le protocole d'échantillonnage en partitionnant les grappes en niveaux. Cette stratégie constitue l'échantillonnage à plusieurs niveaux ou degrés (COCHRAN 1977, GROS 1983, KENDALL 1983, SHERRER 1983). Dans chaque niveau, la sélection des unités doit être effectuée indépendamment des autres. L'échantillonnage d'un niveau donné est opéré de manière indépendante de ceux réalisés aux autres niveaux.

Un protocole d'échantillonnage doit permettre, en plus de l'estimation d'un paramètre (ici le nombre d'individus par classe de taille) et de sa variance, l'optimisation de la répartition des coûts. Ceci doit se faire en étudiant la sensibilité de la précision aux modifications de l'allocation de l'effort d'échantillonnage.

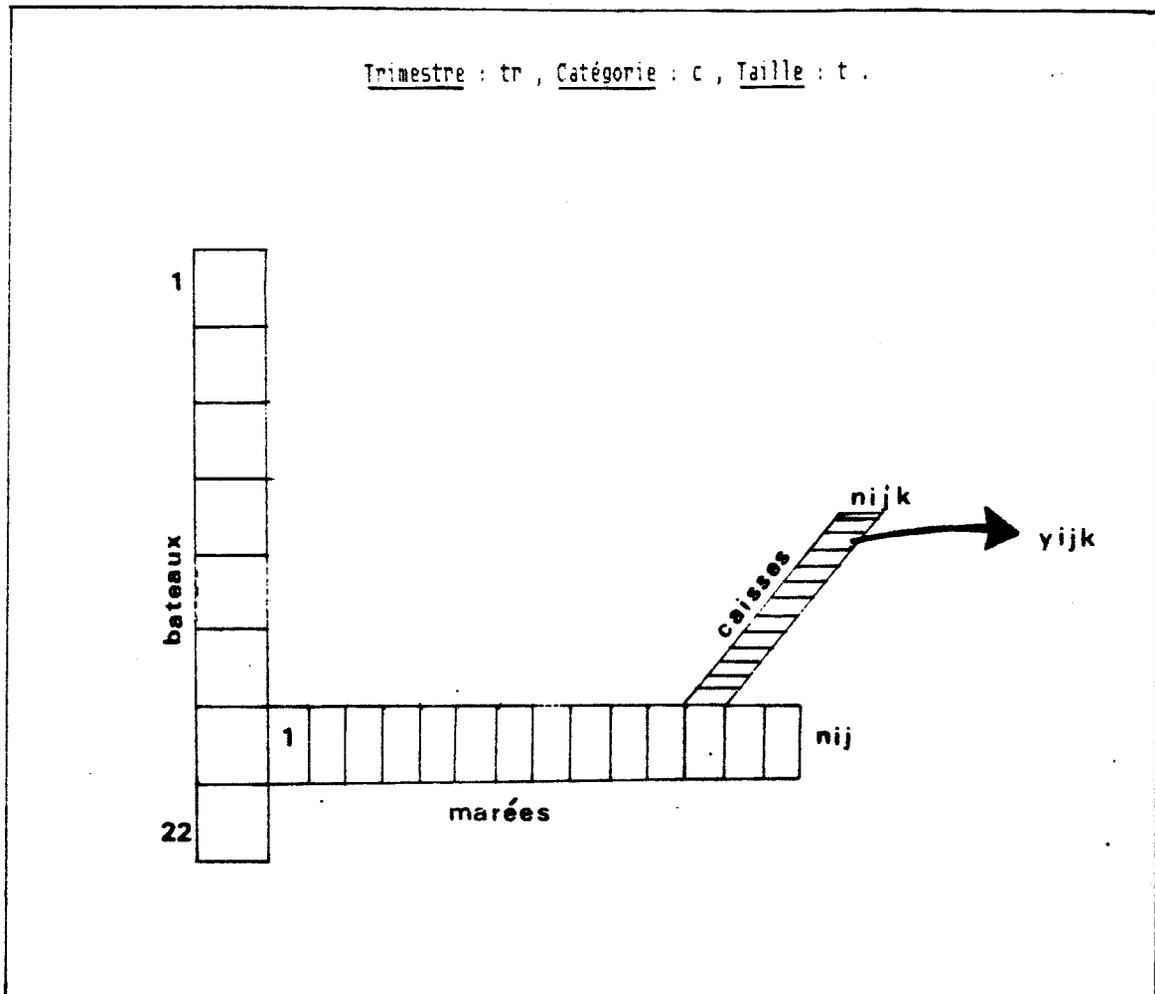


Figure (69) : Schématisation de la stratégie d'échantillonnage développée sous criée pour estimer le nombre d'individus  $y$  débarqués par classe de taille .

L'optimisation d'une stratégie d'échantillonnage à plusieurs niveaux nécessite dans un premier temps des estimations de la variabilité de chacun des niveaux. Cela est réalisé par une étude dite "étude pilote". Les résultats peuvent ensuite être affinés, notamment par des simulations quand le protocole d'échantillonnage est compliqué.

Le protocole d'échantillonnage conçu ici pour échantillonner les débarquements de lingues en halle des marées sert d'étude pilote.

Dans la population des caisses débarquées, l'enquête cadre a mis en évidence des unités d'échantillonnages (bateaux, marées, caisses). Ces unités sont retenues comme niveau d'échantillonnage. La population est partitionnée en grappes de bateaux (unités primaires). Chaque grappe est elle-même divisée en grappes de marées (unités secondaires) qui sont formées par des grappes de caisses (unités tertiaires). Les variances de chaque niveau sont estimées. C'est donc un échantillonnage stratifié combiné à un échantillonnage à plusieurs niveaux qui est réalisé (Fig. 69).

Cette stratégie est infléchiée en tenant compte des informations obtenues au fur et à mesure que l'échantillonnage se poursuit. Le niveau d'échantillonnage qui a une très faible variance dans une strate temporelle (trimestre), est supprimé dans la suivante. Cela permet de définir une stratégie qui, sans être optimale, devient judicieuse.

Dans les unités du troisième niveau, tous les individus sont mesurés. La caractéristique étudiée est le nombre d'individus par classe de taille. L'estimation du nombre d'individus débarqués au premier trimestre 1985 à Lorient, dans les strates échantillonnées, et les variances à chaque niveau (et totales), sont calculées suivant la méthode exposée ci-après.

Le système de notation est identique à celui de GROS (1983) (tiré de KENDALL 1983) :

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Nombre de bateaux de la flottille :  | $N_1$                     |
| Nombre de bateaux échantillonnés :   | $n_1$                     |
| Nombre de marées effectuées dans le trimestre<br>par chacun des bateaux échantillonnés :               | $N_{i2}$                  |
| Nombre de marées échantillonnées dans le trimestre<br>par chacun des bateaux échantillonnés            | $n_{i2}$                  |
|  | $i = 1, 2, \dots, N_1$    |
| Nombre de caisses débarquées dans le trimestre<br>par chacun des bateaux et marées échantillonnés      | $N_{ij3}$                 |
| Nombre de caisses échantillonnées dans le trimestre<br>par chacun des bateaux et marées échantillonnés | $n_{ij3}$                 |
|  | $j = 1, 2, \dots, N_{i2}$ |

Nombre total de caisses dans la population du trimestre  $m$  :

$$N_m = \sum_{i=1}^{N_1} \left[ \sum_{j=1}^{N_{i2}} N_{ij3} \right]$$

La caractéristique étudiée par classe de taille  $t$ , pour la caisse  $k$  ( $k=1, \dots, N_{ij3}$ ) la marée  $j$  du bateau  $i$  est notée :  $y_{ijkt}$

A chaque niveau d'échantillonnage, les unités d'échantillonnages sont tirées au hasard (E.A.S.). Il y a donc équiprobabilité de sélection de ces unités à un niveau donné. L'estimation du nombre d'individus débarqués par classe de taille ( $t$ ), par catégories commerciales ( $c$ ) et pour le premier trimestre est :

$$\hat{N}B_{Tct} = \frac{N_1}{n_1} \cdot \left[ \sum_{i=1}^{n_1} \frac{N_{i2}}{n_{i2}} \cdot \left[ \sum_{j=1}^{N_{i2}} \frac{N_{ij3}}{n_{ij3}} \cdot \left[ \sum_{k=1}^{N_{ij3}} y_{ijkt} \right] \right] \right]$$

Sa variance est estimée par (COCHRAN 1977) :

- au niveau de la caisse (variance inter-caisses) :

$$\hat{V}_1(\widehat{NBT}_{ct}) = \frac{N_1}{n_1} \cdot \sum_{i=1}^{n_1} \frac{N_{i2}}{n_{i2}} \cdot \left[ \sum_{j=1}^{n_{i2}} \left[ \frac{N^2_{ij3}}{n_{ij3}} \cdot (1 - f_{ij3}) \cdot S^2_{ij} \right] \right]$$

où :

$$f_{ij3} = n_{ij3} / N_{ij3}$$

$$S^2_{ij} = \frac{n_{ij3}}{\sum_{k=1}^{n_{ij3}} [y_{ijk} - \frac{1}{n_{ij3}} \cdot \sum_{k=1}^{n_{ij3}} y_{ijk}]^2}$$

- au niveau de la marée (variance inter-marées) :

$$\hat{V}_2(\widehat{NBT}_{ct}) = \frac{N_1}{n_1} \cdot \sum_{i=1}^{n_1} \left[ \frac{N^2_{i2}}{n_{i2}} \cdot (1 - f_{i2}) \cdot S^2_i \right]$$

où :

$$f_{i2} = n_{i2} / N_{i2}$$

$$S^2_i = \frac{1}{n_{i2} - 1} \cdot \sum_{j=1}^{n_{i2}} (\hat{T}_{ij} - \hat{T}_i)^2$$

avec :

$$\hat{T}_{ij} = \frac{N_{ij3}}{\sum_{k=1}^{n_{ij3}} y_{ijk}} \quad \text{et} \quad \hat{T}_i = \frac{1}{N_{i2}} \cdot \sum_{j=1}^{n_{i2}} T_{ij}$$

- au niveau du bateau (variance inter-bateaux) :

$$\hat{V}_3(\widehat{NBT}_{ct}) = \frac{N^2_1}{n_1} \cdot (1 - f_1) \cdot S^2$$

où :

$$f_1 = n_1 / N_1$$

$$S^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \sum_{i=1}^{n_1} (\hat{T}_i - \hat{T})^2$$

avec :

$$\hat{T}_i = \frac{N_{i2}}{n_{i2}} \cdot \sum_{j=1}^{n_{i2}} \hat{T}_{ij} \quad \text{et} \quad \hat{T} = \frac{1}{n_1} \cdot \sum_{i=1}^{n_1} \hat{T}_i$$

La variance totale est égale à la somme des variances calculées par classe de taille pour chaque niveau :

$$\hat{V}(\hat{NBT}_{ct}) = \hat{V}_1(\hat{NBT}_{ct}) + \hat{V}_2(\hat{NBT}_{ct}) + \hat{V}_3(\hat{NBT}_{ct})$$

Pour estimer le nombre total d'individus, avec sa variance, débarqué par classe de taille au cours du trimestre, il suffit de cumuler les nombres d'individus et les variances estimés par classe de taille pour chaque catégorie commerciale (d'après les règles de l'échantillonnage stratifié, COCHRAN 1977)).

$$\hat{NBT}_{mt} = \sum_{c=1}^{2 \text{ ou } 3} \hat{NBT}_{ct}$$

$$\hat{V}(\hat{NBT}_{mt}) = \sum_{c=1}^{2 \text{ ou } 3} \hat{V}(\hat{NBT}_{ct})$$

où :

m est l'indice du trimestre

c est l'indice des catégories commerciales (2 ou 3 selon l'espèce)

t est l'indice des tailles

$\hat{NBT}_{mt}$  est l'estimation du nombre total de lingues débarquées par classe de taille t au trimestre m.

$\hat{V}(\hat{NBT}_{mt})$  est l'estimation de la variance du nombre de lingues débarquées par classe de taille t au trimestre m.

Pour estimer le nombre de lingues mâles et femelles débarqué par classes de taille au cours du trimestre, il faut multiplier le nombre total de lingues débarqué par classe de taille calculé précédemment, par le sex-ratio de la classe de taille correspondante, calculé par ailleurs.

$$\begin{aligned}\widehat{NBMA}_{mt} &= \widehat{SR}_{mt} \times \widehat{NBT}_{mt} \\ \widehat{NBFE}_{mt} &= \widehat{NBT}_{mt} - \widehat{NBMA}_{mt}\end{aligned}$$

où :

$\widehat{NBMA}_{mt}$  est l'estimation du nombre de lingues mâles débarqué par classes de taille t au trimestre m,  
 $\widehat{NBFE}_{mt}$  est l'estimation du nombre de lingues femelles débarqué par classe de taille t au trimestre m.

La variance de l'estimation du nombre de lingues mâles et femelles est égale à :

$$\widehat{V}(\widehat{NBMA}_{mt}) = \widehat{V}(\widehat{NBFE}_{mt}) = \left[ (\widehat{NBT}_{mt})^2 \cdot \widehat{V}(\widehat{SR}_{mt}) \right] + \left[ (\widehat{SR}_{mt})^2 \cdot \widehat{V}(\widehat{NBT}_{mt}) \right] + \left[ \widehat{V}(\widehat{SR}_{mt}) \cdot \widehat{V}(\widehat{NBT}_{mt}) \right]$$

où :

$\widehat{NBT}_{mt}$  est l'estimation du nombre de lingues capturées par classe de taille t au trimestre m.  
 $\widehat{SR}_{mt}$  est l'estimation du sex-ratio des lingues capturées par classe de taille t au trimestre m.  
 $\widehat{V}(\widehat{SR}_{mt})$  est l'estimation de la variance  $\widehat{SR}_{mt}$  par classe de taille t au trimestre m.  
 $\widehat{V}(\widehat{NBT}_{mt})$  est l'estimation de la variance de  $\widehat{NBT}_{mt}$  par classe de taille t au trimestre m.  
 $\widehat{V}(\widehat{NBMA}_{mt})$  est l'estimation de la variance de  $\widehat{NBMA}_{mt}$  par classe de taille t au trimestre m.  
 $\widehat{V}(\widehat{NBFE}_{mt})$  est l'estimation de la variance de  $\widehat{NBFE}_{mt}$  par classe de taille t au trimestre m.

**Remarque :**

La suppression d'un ou deux niveaux d'échantillonnage ne modifie pas le processus général du calcul. Il suffit de supprimer dans les formules de  $\widehat{NBT}_{ct}$  et  $\widehat{V}(\widehat{NBT}_{ct})$  les calculs ayant trait au niveau ôté. Si un seul niveau est supprimé on est dans le cas d'un échantillonnage à deux niveaux (GROS 1983), si deux niveaux sont enlevés, on revient au cas simple de l'échantillonnage à un niveau.

Le nombre et la variance de lingues mâles et femelles capturées par classe de taille par la flottille lorientaise pour l'année 1985 est (d'après COCHRAN 1977) :

$$\widehat{NBMA}_t = \sum_{m=1}^4 \widehat{NBMA}_{mt}$$

$$\widehat{NBFE}_t = \sum_{m=1}^4 \widehat{NBFE}_{mt}$$

$$\widehat{V}(\widehat{NBMA}_t) = \sum_{m=1}^4 \widehat{V}(\widehat{NBMA}_{mt})$$

$$\widehat{V}(\widehat{NBFE}_t) = \sum_{m=1}^4 \widehat{V}(\widehat{NBFE}_{mt})$$

où :

$\widehat{NBMA}_t$  est l'estimation du nombre total de lingues mâles débarqué par classe de taille t en 1985.

$\widehat{NBFE}_t$  est l'estimation du nombre total de lingues femelles débarqué par classe de taille t en 1985.

$\widehat{V}(\widehat{NBMA}_t)$  est l'estimation de la variance de  $\widehat{NBMA}_t$  par classe de taille t

$\widehat{V}(\widehat{NBFE}_t)$  est l'estimation de la variance de  $\widehat{NBFE}_t$  par classe de taille t.

Pour chaque estimation du nombre d'individus par classe de taille, on peut calculer le coefficient de variation. Cet indice situe la précision de ces estimations :

$$\hat{CMA}_t = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{NBMA}_t)}}{\hat{NBMA}_t}$$

$$\hat{CFE}_t = \frac{\sqrt{\hat{V}(\hat{NBFE}_t)}}{\hat{NBFE}_t}$$

où :

$\hat{CMA}_t$  est l'estimation du coefficient de variation de l'estimation du nombre de lingues mâles par classe de taille t.

$\hat{CFE}_t$  est l'estimation du coefficient de variation de l'estimation du nombre de lingues femelles par classe de taille t.

Les calculs des estimations du nombre de lingues, avec les variances, débarquées par classe de taille, par catégorie commerciale au cours d'un trimestre, puis par sexe au cours de l'année 1985, ont été informatisés.

### 2.1.3. Résultats et discussion

Nous ne présentons ici que les résultats finaux, à savoir les histogrammes des distributions annuelles du nombre de lingues capturées par sexe et par classe de taille. Les résultats intermédiaires sont présentés en annexe. Nous ne discutons que de leurs caractères les plus significatifs.

- Le sex-ratio des captures varie sensiblement selon les classes de taille. Pour les lingues bleues de 70 à 90 cm de long, il est égal ou proche de 1. Il n'y a que des mâles, ou une grande majorité de mâles, dans les captures. Pour celles qui ont une taille comprise entre 90 et 110 cm, il varie entre 0.5 et 0.70. Les mâles sont légèrement plus nombreux que les femelles. Pour les tailles entre 100 et 110 cm, le phénomène s'inverse. Le sex-ratio devient inférieur à 0.5, il fluctue entre 0.3 et 0.5. Les femelles sont un peu plus nombreuses que les mâles. A partir de 110 cm, le sex-ratio tend vers 0 ou est égal à 0, il y a surtout, ou que des femelles dans les captures.

Pour les lingues franches dont les tailles sont comprises entre 50 cm et 60 cm ou qui sont supérieures à 110 cm, le sex-ratio est égal ou proche de 1. Les mâles sont les seuls représentants ou les représentants prépondérants de ces classes de taille. Pour celles qui ont des tailles allant de 60 cm à 110 cm, le sex-ratio varie entre 0.3 et 0.5, tout en étant le plus souvent proche de 0.3. Dans les captures, les femelles sont légèrement plus abondantes que les mâles.

Pour les deux espèces, les valeurs du sex-ratio, par classe de taille, sont relativement constantes d'un trimestre à l'autre. Les variances sont faibles quel que soit le trimestre et la classe de taille concernée.

- Le nombre de lingues capturées par classes de taille varie d'un trimestre à l'autre (Fig. 70 à 73).

Pour les lingues bleues, c'est au premier trimestre que se fait la majeure partie des débarquements. Ceux-ci proviennent, quel que soit le trimestre, à parts à peu près égales des deux catégories commerciales. La catégorie commerciale n° 1 est composée d'individus de tailles comprises entre 90 et 145 cm. Celle n° 2 est constituée d'individus de tailles allant de 70 cm à 110 cm. Au premier trimestre, ce sont surtout les grands individus, mâles ou femelles, qui sont débarqués. Au second et au troisième trimestre, leur part dans les captures diminue. Par contre, on voit apparaître de plus petits individus, mâles et femelles, dont les tailles sont comprises entre 70 et 90 cm. Le fait que la proportion des individus provenant des deux catégories commerciales reste à peu près identique, s'explique par un abaissement de la taille moyenne des catégories.

Pour les lingues franches, c'est au troisième trimestre que se fait la plus grande partie des débarquements. Ce sont les individus de la catégorie commerciale n° 3 qui constituent, pour les quatre trimestres, l'essentiel des captures. La catégorie commerciale n° 1 est composée d'individus de tailles comprises entre 95 cm et 170 cm. La catégorie commerciale n° 2 est formée de ceux qui ont des tailles allant de 65 cm à 105 cm et la catégorie commerciale n° 3 pour ceux de tailles comprises entre 45 cm et 90 cm.

Les captures de lingues franches concernent donc surtout les petits et les moyens individus (tailles comprises entre 45 cm et 105 cm). C'est au troisième trimestre que les plus petits d'entre eux (de 45 à 55 cm) sont débarqués.

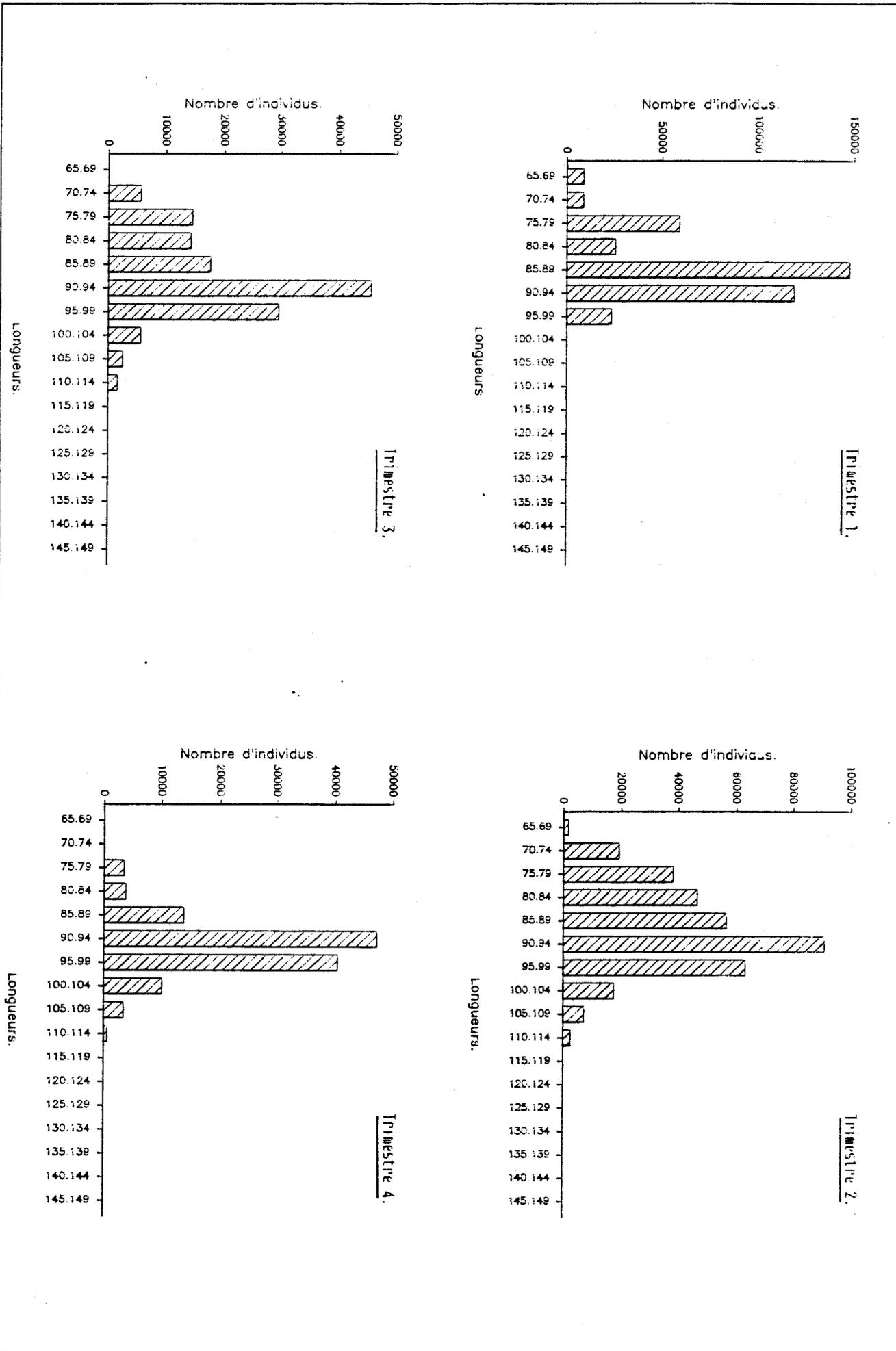
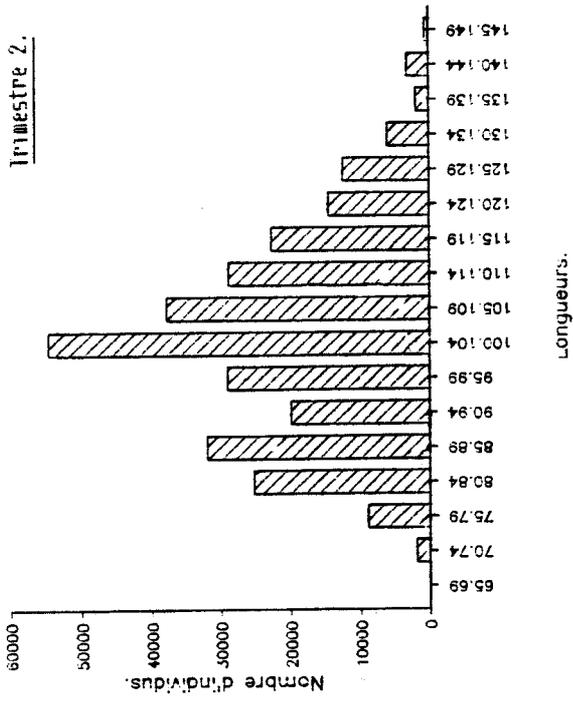
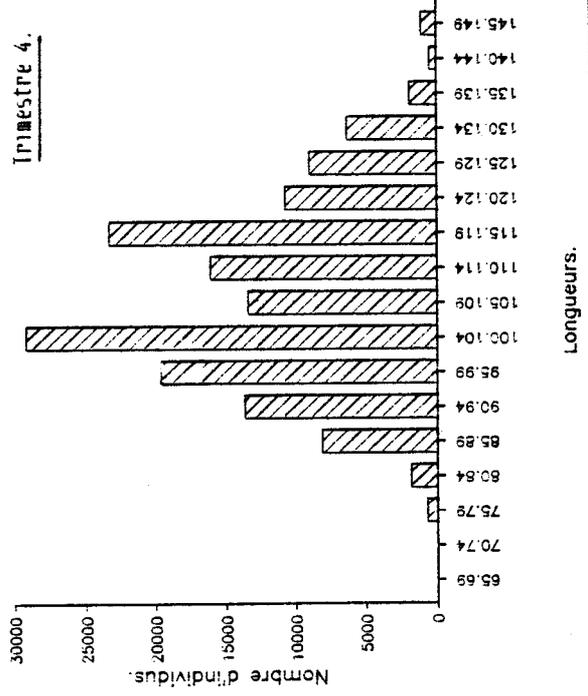


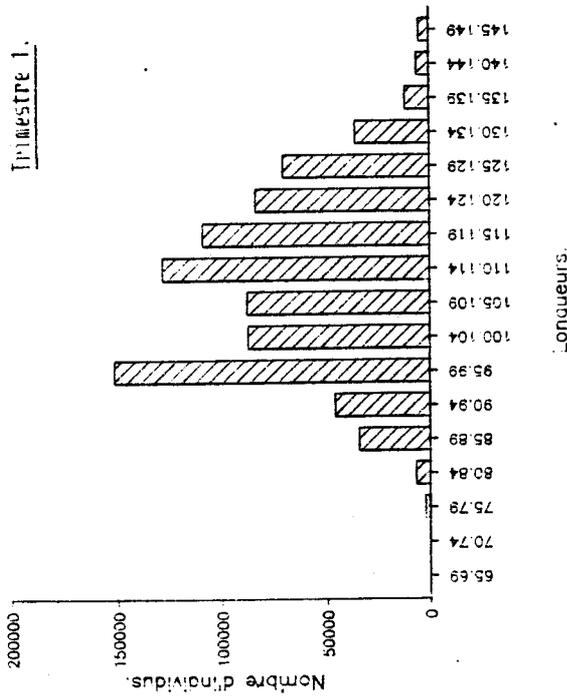
Figure (70) : Estimation de la distribution en classes de taille (Scm) des captures trimestrielles de lingues bleues mâles effectuées par la flottille industrielle orientale en 1985.



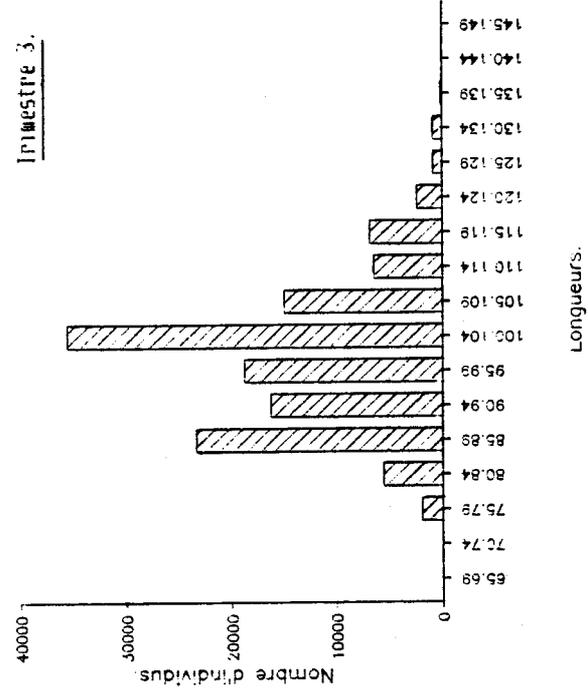
Longueurs.



Longueurs.

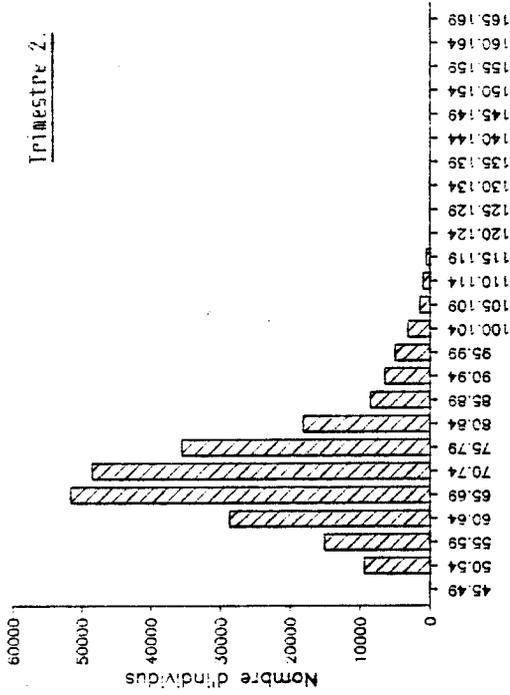


Longueurs.

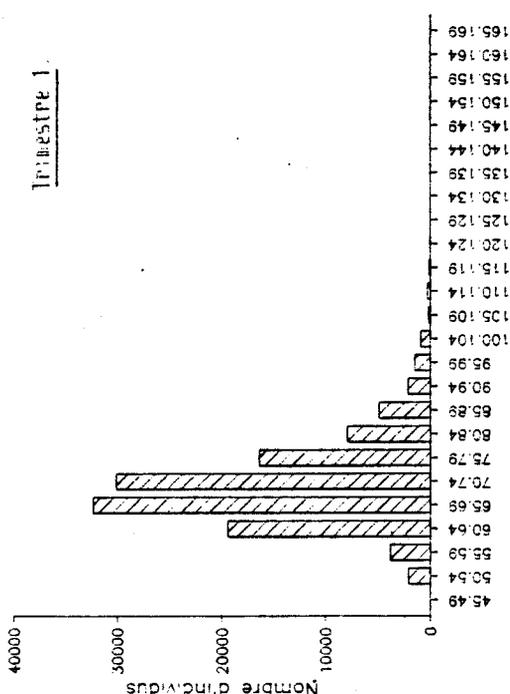


Longueurs.

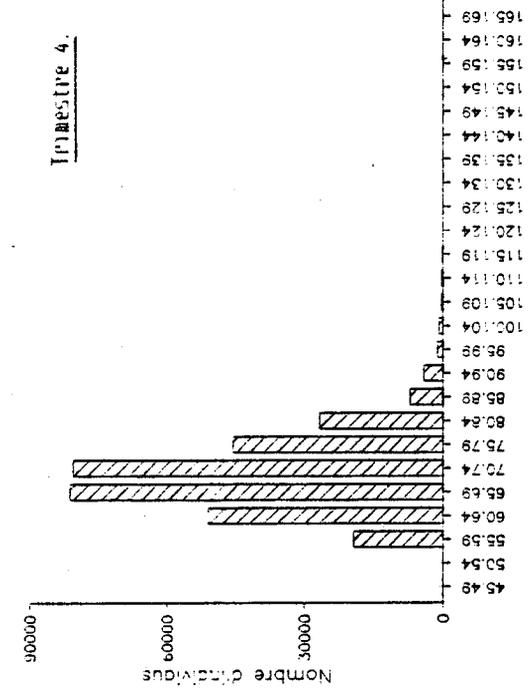
Figure (71) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures trimestrielles de lingues bleues femelles effectuées par la flottille industrielle lorientaise en 1985.



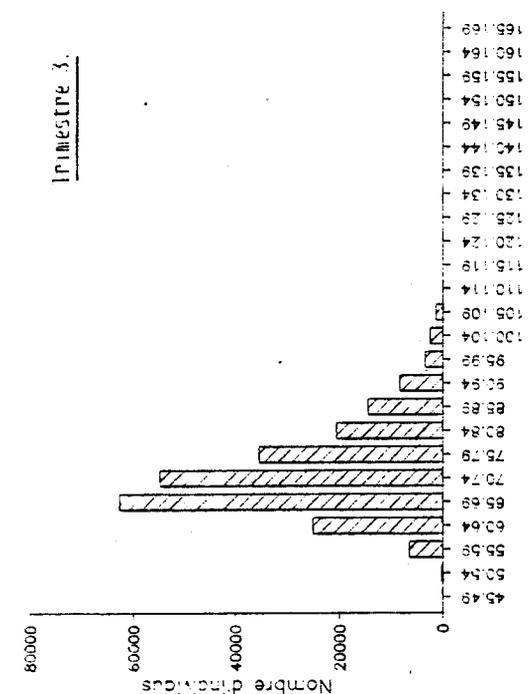
Longueurs.



Longueurs.



Longueurs.



Longueurs.

Figure (72) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures trimestrielles de linges franches mâles effectuées par la flottille industrielle orientale en 1985.

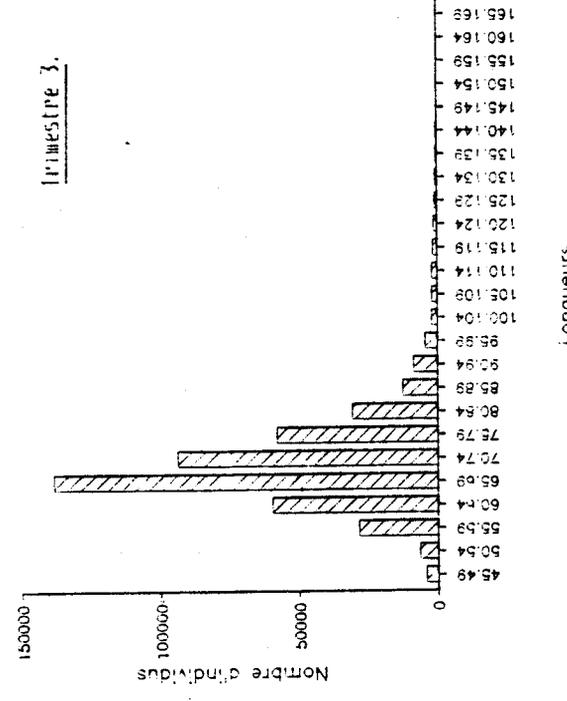
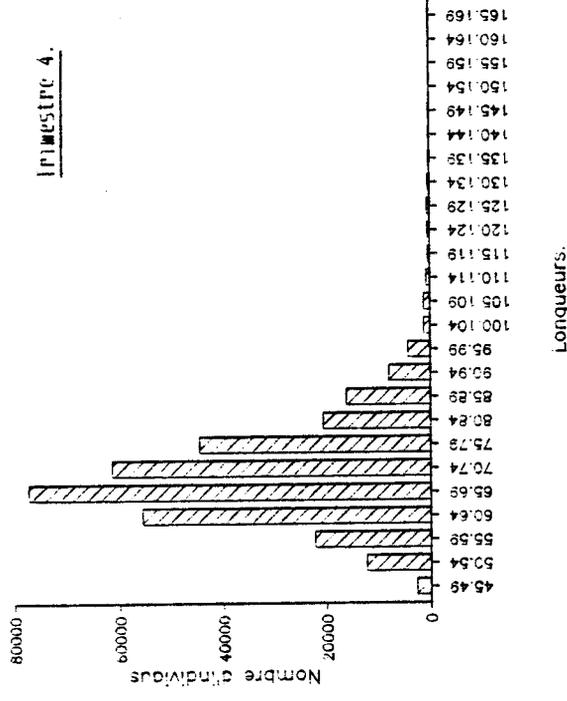
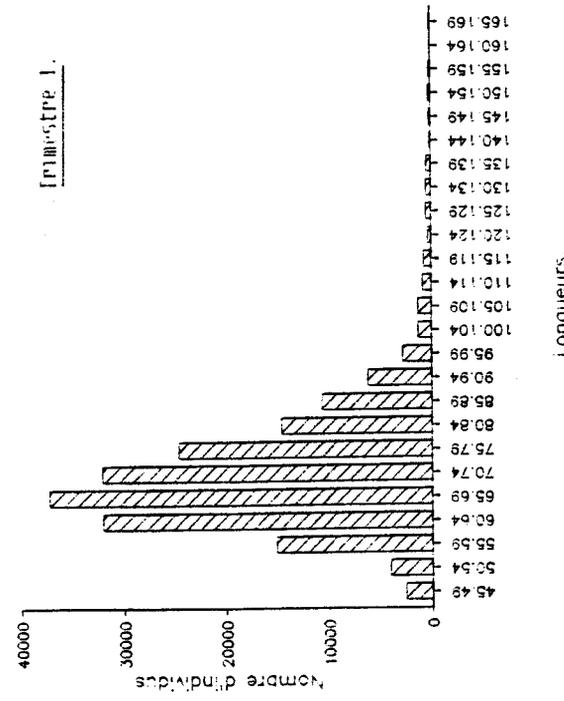
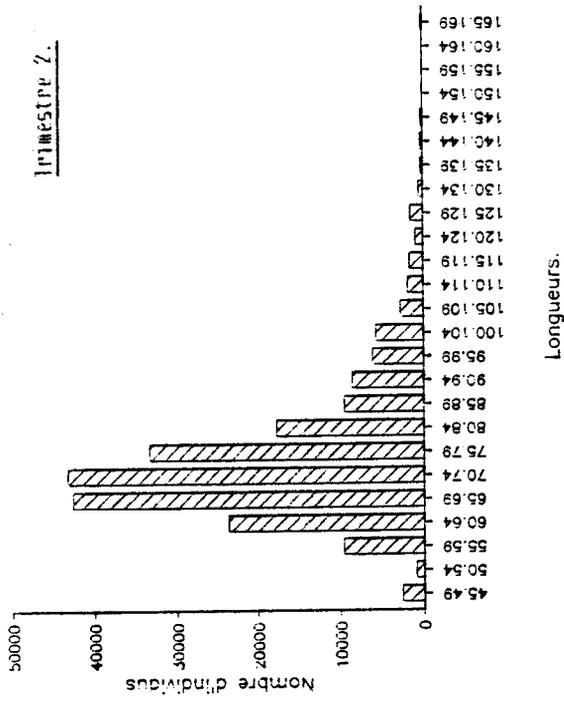


Figure (73) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures trimestrielles de Lingues franches femelles effectuées par la flottille industrielle orientale en 1985.

- L'estimation du nombre de lingues bleues débarquées par classe de taille à Lorient en 1985 a montré une grande dissemblance selon le sexe. Les mâles ont des tailles comprises entre 70 et 110 cm (Fig. 70). Les classes de tailles les plus représentées étant celles dont les tailles vont de 90 à 110 cm. Les femelles ont des tailles comprises entre 75 et 145 cm (Fig. 71). Le nombre d'individus débarqués par classe de taille est mieux réparti. Les individus dont les tailles sont comprises entre 95 et 105 cm et 110 et 120 cm sont les plus représentés.

L'estimation du nombre de lingues franches débarquées par classe de taille à Lorient en 1985 a montré une certaine analogie selon le sexe. Bien qu'à toutes les classes de taille, il y ait plus de femelles que de mâles (Fig. 72 et 73), les histogrammes de distribution de ces captures ont la même allure. Pour les deux sexes, ce sont les individus dont les tailles sont comprises entre 60 et 80 cm qui constituent la majeure partie des captures. Les mâles ont des tailles qui varient de 50 à 110 cm. Les femelles, qui atteignent une taille plus grande (cf. Chapitre IV), ont des tailles comprises entre 45 et 170 cm.

- Le protocole d'échantillonnage proposé initialement en halle de marée résultait de la combinaison d'un échantillonnage stratifié (trimestre, catégorie commerciale, classe de taille) et d'un échantillonnage à plusieurs degrés (bateau, marée, caisse).

Pour les deux espèces, quelle que soit la classe de taille, la variance du niveau marée a été négligeable au premier trimestre (0.5 % à 2 % de la variance totale). Par contre, celle du niveau bateau expliquait de 80 à 95 % de la variance totale. Au cours des trimestres suivants, nous avons donc supprimé le niveau d'échantillonnage "marée". En outre, nous avons augmenté le nombre de bateaux échantillonnés. Le coût d'échantillonnage étant élevé, nous avons été contraints de réduire le nombre de caisses échantillonnées par bateau. Le nombre total de caisses mesurées d'un trimestre à l'autre est resté constant. Malgré l'infléchissement de la stratégie d'échantillonnage, la variance est restée forte. D'autres facteurs variables d'un trimestre sur l'autre, et non contrôlables comme le changement de stratégie de la part des pêcheurs, des changements de secteurs de pêche, la modification du gréement du chalut, les variations d'abondance et de composition en taille du stock (et donc du nombre de caisses débarquées), ont sans doute influé sur les résultats.

En fait, nous avons abouti à la conclusion classique constatée par les dynamiciens des pêches et les statisticiens (LAUREC et al. 1983), qui veut que les variances des estimations du nombre d'individus débarqués soient fortement liées à celles du niveau bateau. Il convient donc, dans ce cas, d'augmenter le nombre de bateaux échantillonnés. Bien que les navires de pêche industrielle aient des caractéristiques voisines, qu'ils fréquentent les mêmes zones de pêche, et qu'ils travaillent souvent ensemble, le protocole d'échantillonnage a montré qu'il est nécessaire de distinguer un niveau bateau. Par contre au cours d'un trimestre, pour un même bateau, d'une marée à l'autre, les compositions en taille de lingues dans les captures ne varient pas de manière significative. Il n'est pas nécessaire de conserver le niveau d'échantillonnage "marée".

- Le coefficient de variation par classe de taille, qui est égal au rapport de la racine carrée de la variance estimée du nombre d'individus, par le nombre d'individus estimés, est un indice de précision des estimations. Son importance est liée au sous échantillonnage.

Les coefficients de variations sont en général faibles (inférieurs à 30 %) pour les classes de tailles les plus représentées dans les captures. Par contre, pour les petits individus et pour les très grands, les coefficients sont élevés. Ils sont plus rares dans les captures et le taux d'échantillonnage des caisses des catégories commerciales dans lesquels ils se trouvent, n'est pas assez important.

La stratégie d'échantillonnage utilisée fournit une assez bonne estimation pour les effectifs les plus fréquemment débarqués. L'imprécision relative à l'estimation des plus petits et des plus grands individus, doit être diminuée par une augmentation du nombre de caisses échantillonnées dans les catégories commerciales auxquelles ils appartiennent.

#### **2.1.4. Extrapolation aux captures internationales**

La flottille industrielle a contribué à 39.5 % des 18 600 tonnes de lingues bleues capturées en 1985 dans la zone de pêche concernée. En admettant que les autres flottilles travaillent sur les mêmes fonds, avec les mêmes engins et que leurs compositions en taille des captures soient les mêmes, le nombre total de lingues

bleues débarquées en 1985 par classe de taille et par sexe par l'ensemble des flottilles est :

$$\widehat{NBIMA}_t = \frac{1}{0.395} \cdot \widehat{NBMA}_t$$

$$\widehat{NBIFE}_t = \frac{1}{0.395} \cdot \widehat{NBFE}_t$$

où :

$t$  est l'indice des classes de taille

$\widehat{NBIMA}_t$  est l'estimation du nombre de linges bleues mâles capturées par classe de taille  $t$ , par l'ensemble des flottilles.

$\widehat{NBMA}_t$  est l'estimation du nombre de linges bleues mâles capturées par classe de taille  $t$  par la flottille lorientaise.

$\widehat{NBIFE}_t$  est l'estimation du nombre de linges bleues femelles capturées par classe de taille  $t$  par l'ensemble des flottilles.

$\widehat{NBFE}_t$  est l'estimation du nombre de linges bleues femelles capturées par classe de taille  $t$  par la flottille lorientaise.

La lingue franche est exploitée par des flottilles utilisant deux types d'engins : le chalut et la palangre.

La flottille industrielle lorientaise a contribué à 56.6 % des 8 120 tonnes capturées par les chalutiers en 1985 dans la zone de pêche considérée. En faisant les mêmes réserves que précédemment pour la lingue bleue, à savoir que les autres flottilles travaillent avec les mêmes chaluts sur des mêmes fonds et que leurs compositions en taille des captures sont identiques, le nombre total de linges franches débarquées en 1985 par classe de taille et par sexe par les chalutiers est :

$$\widehat{NBICHMA}_t = \frac{1}{0.566} \cdot \widehat{NBMA}_t$$

$$\widehat{NBICHFE}_t = \frac{1}{0.566} \cdot \widehat{NBFE}_t$$

où :

$t$  est l'indice des classes de taille

$\widehat{NBICHMA}_t$  est l'estimation du nombre de lingues franches mâles capturées par classe de taille et par les chalutiers

$\widehat{NBMA}_t$  est l'estimation du nombre de lingues franches mâles capturées par classe de taille  $t$ , par la flottille lorientaise

$\widehat{NBICHFE}_t$  est l'estimation du nombre de lingues franches femelles capturées par classe de taille  $t$ , par les chalutiers

$\widehat{NBFE}_t$  est l'estimation du nombre de lingues femelles capturées par classe de taille  $t$ , par la flottille lorientaise

J. REINERT du laboratoire des pêches de Torshavn (Faeroes) nous a fourni la distribution en taille des captures, par taille de classe de 5 cm, des palangriers faeringiens pour l'année 1985. Après avoir cumulé par classe de taille de 5 cm le nombre de mâles et de femelles capturés par la flottilles lorientaise en 1985, nous avons calculé le sex-ratio de ces classes de taille. Nous l'avons appliqué aux distributions en taille faeringienne et nous avons ainsi obtenu l'estimation du nombre de mâles et de femelles capturés par la flottille palangrière faeringienne.

La flottille palangrière faeringienne a contribué à 20.8 % des 15 240 tonnes capturées par les palangriers en 1985 dans la zone de pêche considérée. En admettant que toutes les flottilles palangrières travaillent de la même façon, avec le même type d'hameçons, et que les distributions en taille de leurs captures soient identiques, le nombre total de lingues franches débarquées en 1985, par classe de taille de 5 cm et par sexe, par les palangriers, est :

$$\widehat{NBIPAMA}_{t5} = \frac{1}{0.208} \cdot \widehat{NBFMA}_{t5}$$

$$\widehat{NBIPAFE}_{t5} = \frac{1}{0.208} \cdot \widehat{NBF FE}_{t5}$$

où :

$t5$  est l'indice des classes de taille de 5 cm.

$\widehat{NBIPAMA}_{t5}$  est l'estimation du nombre de lingues franches mâles capturées par classe de taille de 5 cm par les palangriers.

$\widehat{NBFMA}_{t5}$  est l'estimation du nombre de lingues franches mâles capturées par classe de taille de 5 cm par la flottille palangrière faeringienne.

$\widehat{NBIPAFE}_{t5}$  est l'estimation du nombre de lingues franches femelles capturées par classe de taille de 5 cm par les palangriers.

$\widehat{NBFFE}_{t5}$  est l'estimation du nombre de lingues franches femelles capturées par classe de taille de 5 cm par la flottille palangrière faeringienne.

**Remarque :**

Pour plus d'homogénéité dans les traitements des données de distribution en taille de lingue franche, les estimations du nombre de mâles et de femelles capturés par classe de taille par les chalutiers, ont été cumulées par classes de taille de 5 cm.

Pour les lingues bleues, les histogrammes de distribution en taille estimés en 1985 pour les captures totales, pour les mâles et les femelles, sont les mêmes que ceux obtenus à partir de captures lorientaises (à un coefficient multiplicateur près). (Tab. 7 et Fig. 74 et 75). La différence entre les distributions en taille des captures des mâles et des femelles est très marquée.

Pour les lingues franches, les histogrammes de distribution en taille estimés en 1985, pour les mâles et les femelles, montrent que, à une classe de taille donnée, les femelles sont très souvent plus nombreuses que les mâles (Tab. 8 et 9 Fig. 76 et 77). En outre, ces histogrammes de distribution en taille ont des modes qui varient selon le métier. Les modes des histogrammes relatifs aux palangriers correspondent à des classes de taille supérieures à celles observées pour les histogrammes relatifs aux chalutiers. Pour les mâles, le mode correspond à la classe de taille 65-69 cm pour les chalutiers et à celle de 85-89 cm pour les palangriers. Pour les femelles, le mode correspond à la classe de taille 70-74 cm pour les chalutiers et à celle de 90-94 cm pour les palangriers.

| Classe de taille (5 cm) | Nombre d'individus |          |
|-------------------------|--------------------|----------|
|                         | Mâles              | Femelles |
| 65- 69                  | 3 721              | -        |
| 70- 74                  | 57 257             | 4 189    |
| 75- 79                  | 149 668            | 31 510   |
| 80- 84                  | 172 798            | 78 708   |
| 85- 89                  | 339 351            | 225 729  |
| 90- 94                  | 1 010 059          | 221 628  |
| 95- 99                  | 700 781            | 506 565  |
| 100-104                 | 300 523            | 477 141  |
| 105-109                 | 88 022             | 354 621  |
| 110-114                 | 10 656             | 415 163  |
| 115-119                 | -                  | 373 609  |
| 120-124                 | -                  | 256 088  |
| 125-129                 | -                  | 218 211  |
| 130-134                 | -                  | 108 790  |
| 135-139                 | -                  | 36 995   |
| 140-144                 | -                  | 20 209   |
| 145-149                 | -                  | 14 581   |

**Tableau ( 7 ) :** Composition en taille des captures internationales, des chalutiers, de lingues bleues à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse en 1985.

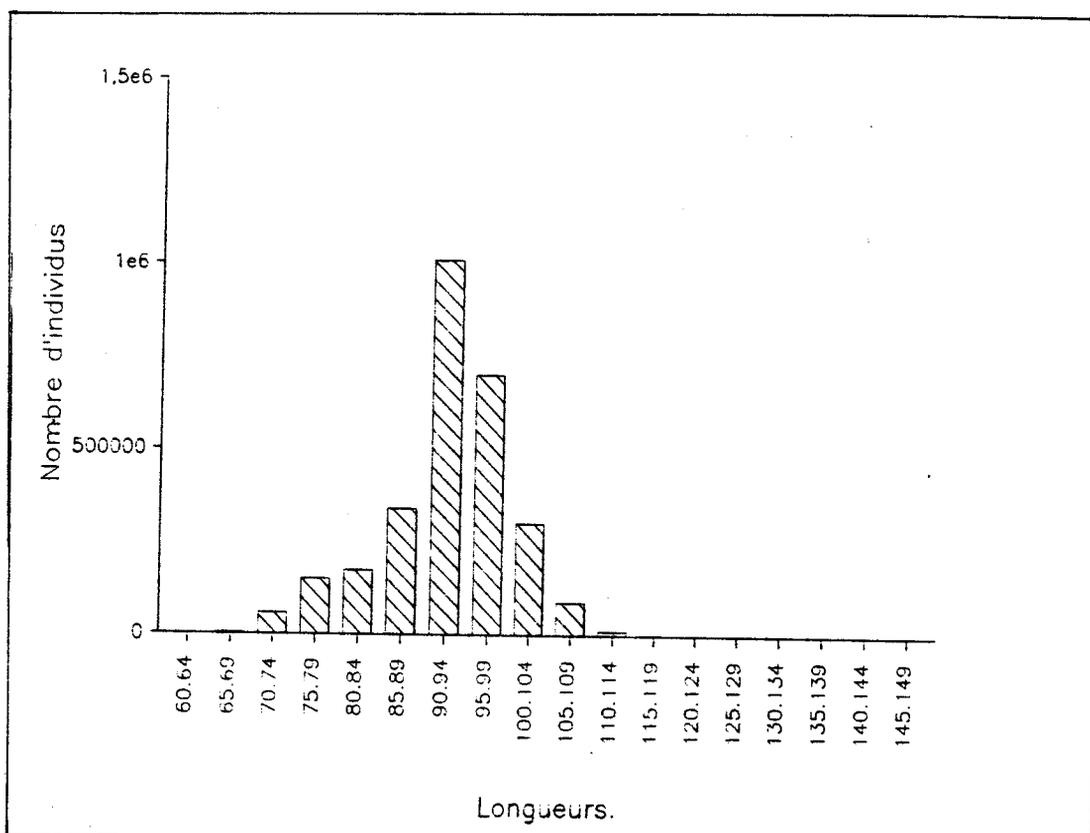


Figure (74) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures de lingues bleues mâles effectuées par les chalutiers en 1985.

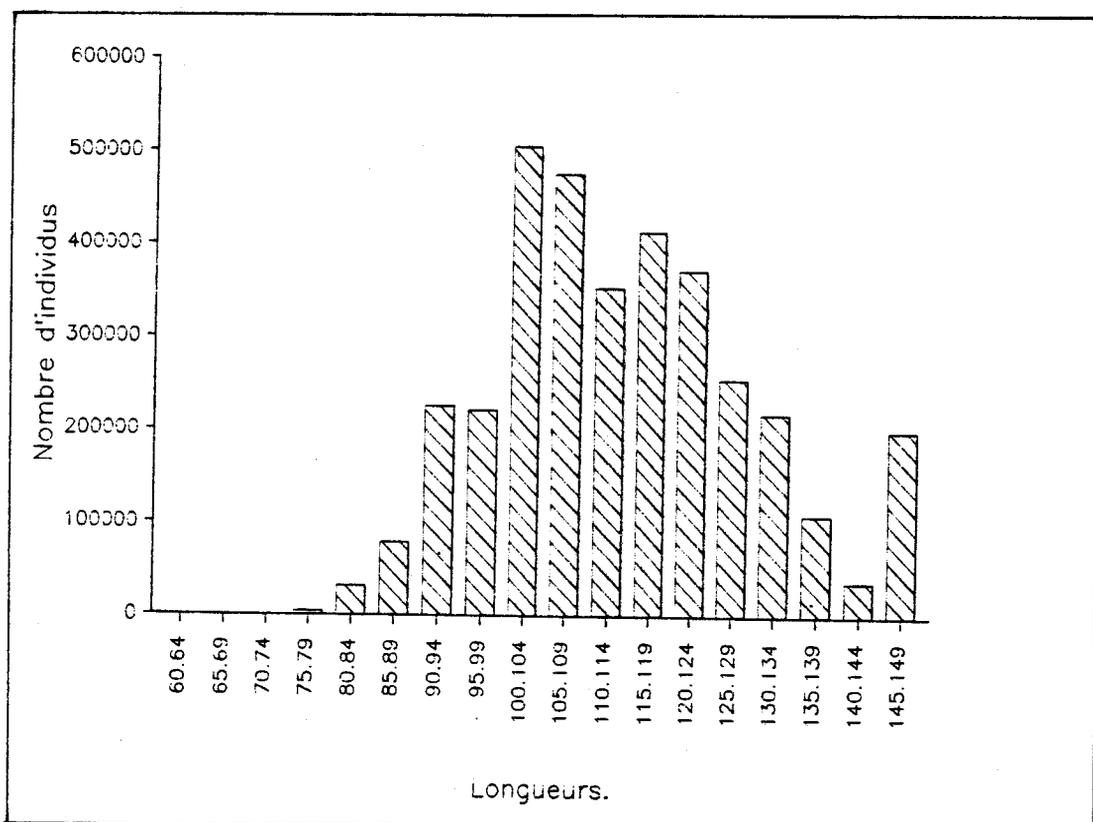


Figure (75) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures de lingues bleues femelles effectuées par les chalutiers en 1985.

| Classe de taille (5 cm) | Nombre d'individus |             |
|-------------------------|--------------------|-------------|
|                         | Chalutiers         | Palangriers |
| 45- 49                  | -                  | -           |
| 50- 54                  | 20 549             | 866         |
| 55- 59                  | 79 031             | 5 727       |
| 60- 64                  | 219 381            | 19 398      |
| 65- 69                  | 402 584            | 61 931      |
| 70- 74                  | 377 879            | 105 092     |
| 75- 79                  | 234 295            | 188 372     |
| 80- 84                  | 129 192            | 259 565     |
| 85- 89                  | 61 849             | 388 871     |
| 90- 94                  | 37 106             | 327 149     |
| 95- 99                  | 19 406             | 174 209     |
| 100-104                 | 12 939             | 91 423      |
| 105-109                 | 5 667              | 35 046      |
| 110-114                 | 2 628              | 3 263       |
| 115-119                 | 401                | 420         |
| 120-124                 | 600                | 1 902       |
| 125-129                 | -                  | -           |
| 130-134                 | -                  | -           |
| 135-139                 | -                  | 81          |
| 140-144                 | -                  | -           |
| 145-149                 | -                  | -           |
| 150-154                 | -                  | -           |
| 155-159                 | -                  | -           |
| 160-164                 | -                  | -           |

**Tableau (8) :** Composition en taille des captures internationales, par métiers, de lingues franches mâles à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse en 1985.

| Classe de taille (5 cm) | Nombre d'individus |             |
|-------------------------|--------------------|-------------|
|                         | Chalutiers         | Palangriers |
| 45- 49                  | 20 701             | -           |
| 50- 54                  | 41 353             | 4 910       |
| 55- 59                  | 132 574            | 17 370      |
| 60- 64                  | 301 226            | 58 351      |
| 65- 69                  | 417 346            | 73 783      |
| 70- 74                  | 408 883            | 157 671     |
| 75- 79                  | 283 083            | 282 289     |
| 80- 84                  | 147 175            | 303 495     |
| 85- 89                  | 83 669             | 353 217     |
| 90- 94                  | 54 326             | 354 302     |
| 95- 99                  | 30 383             | 279 129     |
| 100-104                 | 17 768             | 87 600      |
| 105-109                 | 12 332             | 60 241      |
| 110-114                 | 9 021              | 40 051      |
| 115-119                 | 7 240              | 25 566      |
| 120-124                 | 4 809              | 35 636      |
| 125-129                 | 5 715              | 25 986      |
| 130-134                 | 3 383              | -           |
| 135-139                 | 2 107              | 5 801       |
| 140-144                 | 1 418              | 2 887       |
| 145-149                 | 772                | 2 887       |
| 150-154                 | 367                | 2 887       |
| 155-159                 | 632                | 2 887       |
| 160-164                 | -                  | -           |

**Tableau (9):** Composition en taille des captures internationales, par métier, de lingues franches femelles à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse en 1985.

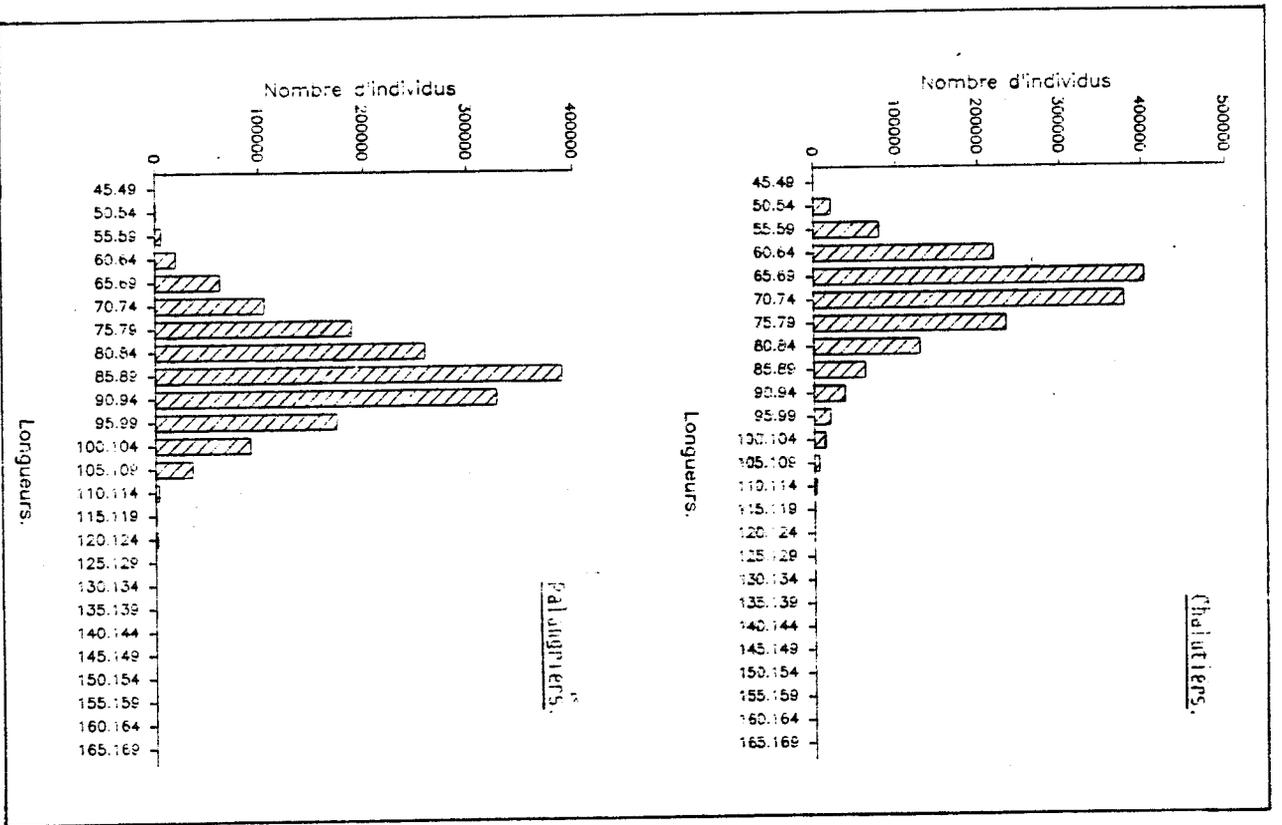


Figure (76) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures internationales (chalutiers et palangriers) de lingues franches mâles effectuées en 1985.

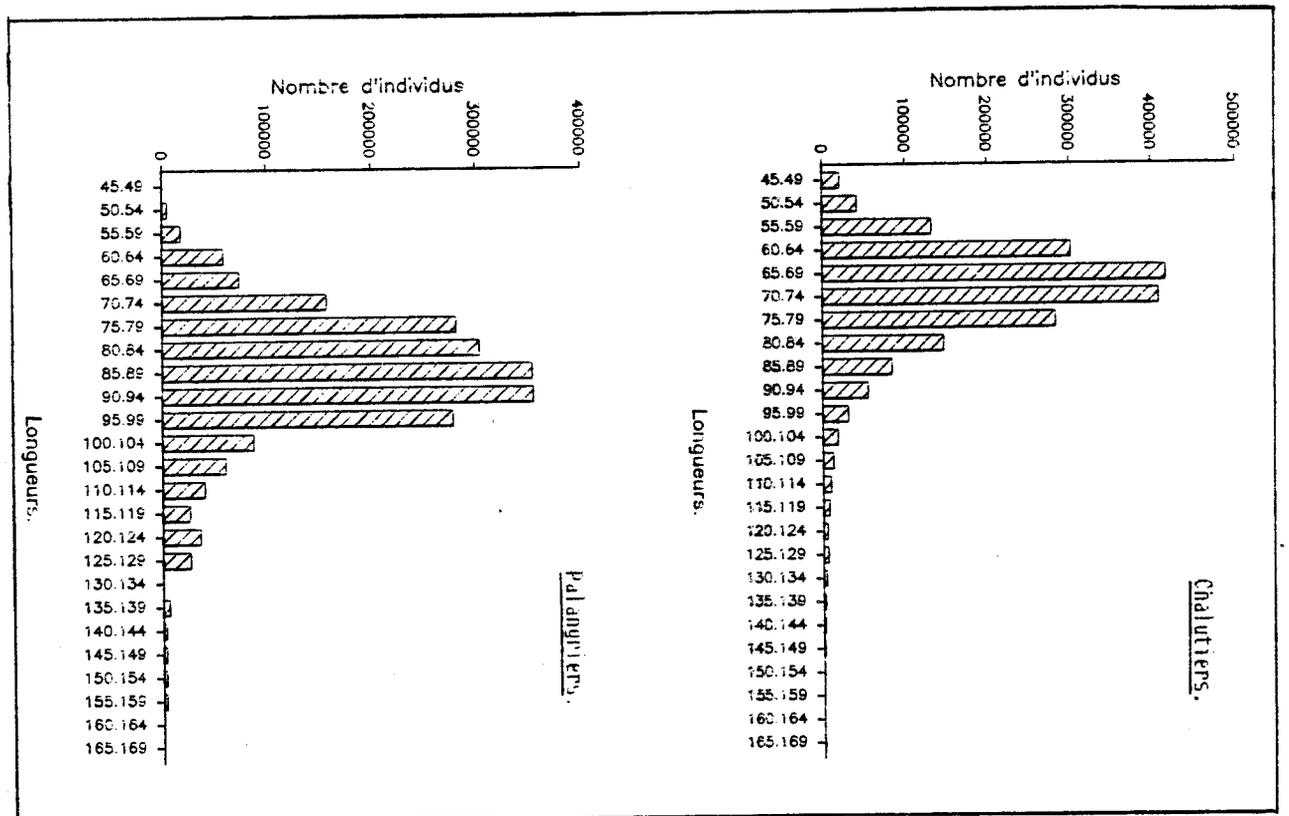


Figure (77) : Estimation de la distribution en classes de taille (5cm) des captures internationales (chalutiers et palangriers) de lingues franches femelles effectuées en 1985.

Ce phénomène du décalage dans les distributions en taille des captures résulte de plusieurs faits :

- la palangre est plus sélective que le chalut
- les chalutiers délaissent les concentrations de géniteurs de lingue franche en hiver. A cette époque, ils orientent leurs captures sur ceux de lieu noir et de lingue bleue.
- les palangriers et les chalutiers travaillent dans des zones de pêche différentes. Les palangriers pêchent plus "creux", le long des accores du plateau continental.

## **2.2. ESTIMATION DES TABLEAUX DE CORRESPONDANCE TAILLE-AGE**

Il est nécessaire d'estimer la relation entre la classe de taille et l'âge, pour les lingues mâles et femelles. L'âge des lingues est déterminé par la lecture des otolithes (Chapitre IV). L'échantillonnage de ces otolithes est donc réalisé à bord des navires de pêche au cours des embarquements trimestriels. Le prélèvement des otolithes est fait de façon aléatoire. La taille de l'échantillon par classe de taille (1cm) est prédéterminé. Elle est constante et fixée arbitrairement à 5 otolithes. Un tel échantillonnage à l'avantage de déterminer l'âge d'une large fraction de classes de taille.

La lecture des otolithes, selon la méthode décrite dans le chapitre IV, a permis d'établir un tableau de correspondance taille-âge pour l'année 1985 pour chacun des quatre cas étudiés (deux espèces, deux sexes)(Tab. A1 à A4).

## **2.3 ESTIMATION DE LA CAPTURE EN AGE DES DEBARQUEMENTS**

### **2.3.1. Processus de calcul**

Pour estimer le nombre de lingues capturées par classe d'âge, il suffit de croiser le tableau de correspondance taille-âge (qui est une estimation des pourcentages des divers groupes d'âge par classe de taille) obtenu pour l'année 1985, avec l'estimation de la distribution en classe des tailles des captures pour la même année, et ce pour chacun des quatre cas définis précédemment (2 espèces, 2 sexes).

L'estimation du nombre de lingues mâles, d'âge  $a$  et de longueur  $t$ , capturées dans l'année est :

$$\widehat{NBMA}'_{at} = \frac{NMA_{at}}{\sum_a NMA_{at}} \cdot \widehat{NBMA}_t$$

où :

$NMA_{at}$  est le nombre de lingues mâles âgées (d'âge  $a$  et de longueur  $t$ )

$\widehat{NBMA}_t$  est l'estimation du nombre de lingues mâles, de longueur  $t$ , débarquées dans l'année.

Celui des femelles est :

$$\widehat{NBFE}'_{at} = \frac{NFE_{at}}{\sum_a NFE_{at}} \cdot \widehat{NBFE}_t$$

où :

$NFE_{at}$  est le nombre de lingues femelles âgées (d'âge  $a$  et de longueur  $t$ ).

$\widehat{NBFE}_t$  est l'estimation du nombre de lingues femelles, de longueur  $t$ , débarquées dans l'année.

L'estimation du nombre de lingues mâles et femelles débarquées par classe d'âge dans l'année est respectivement :

$$\widehat{NBMA}''_a = \sum_t \widehat{NBMA}'_{at}$$

$$\widehat{NBFE}''_a = \sum_t \widehat{NBFE}'_{at}$$

| Chalutiers      |         |          |
|-----------------|---------|----------|
| Age             | Mâles   | Femelles |
| 7               | 46 235  | 15 740   |
| 8               | 189 541 | 83 202   |
| 9               | 202 254 | 412 384  |
| 10              | 456 120 | 437 756  |
| 11              | 501 958 | 424 544  |
| 12              | 440 715 | 392 597  |
| 13              | 215 149 | 356 966  |
| 14              | 191 877 | 324 839  |
| 15              | 134 119 | 305 872  |
| 16              | 88 795  | 131 285  |
| 17              | 73 155  | 119 635  |
| 18              | 35 640  | 78 288   |
| 19 <sup>+</sup> | 51 206  | 110 838  |

**Tableau (10) :** Structure démographique des captures internationales de lingues bleues des chalutiers à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse en 1985.

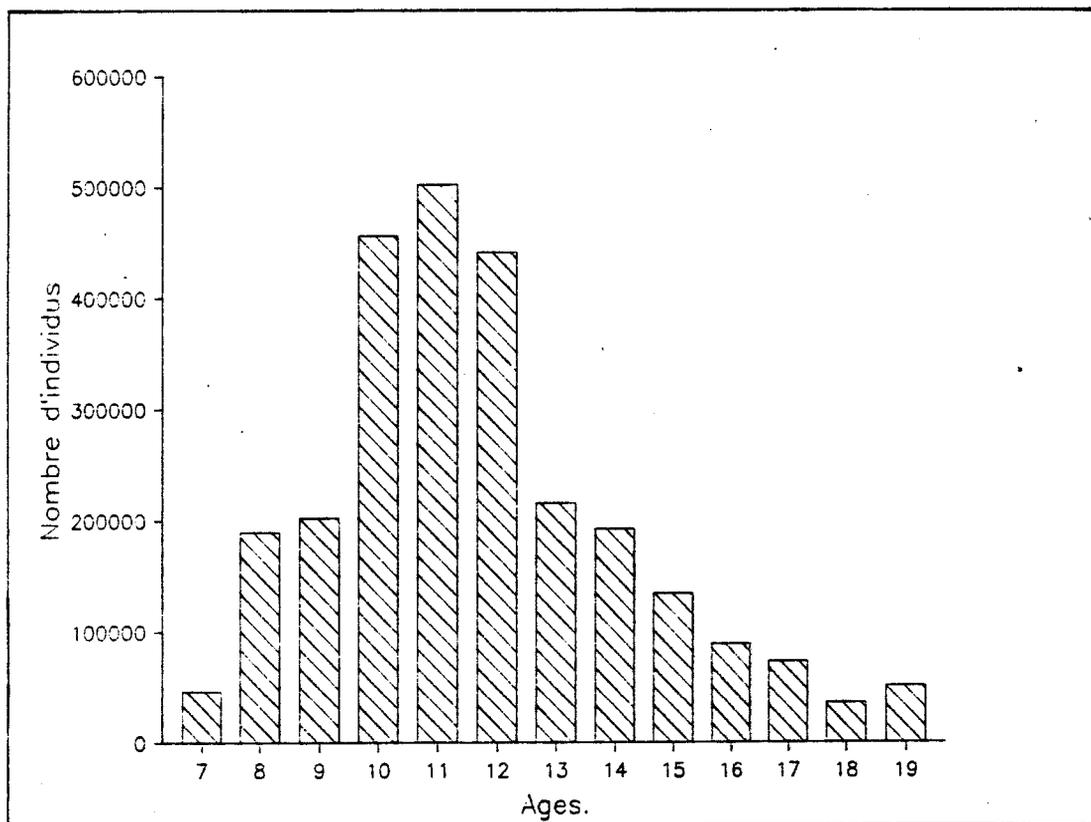


Figure (78) : Estimation de la structure démographique des captures internationales de lingues bleues mâles en 1985.

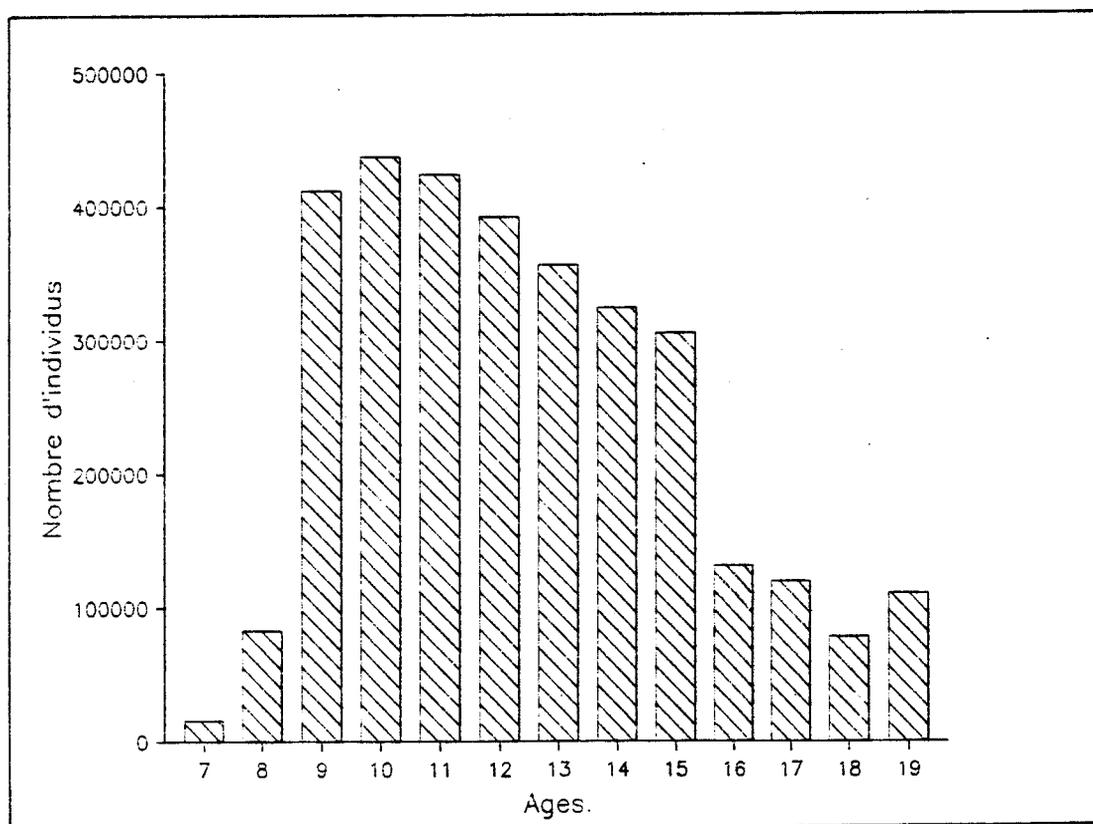


Figure (79) : Estimation de la structure démographique des captures internationales de lingues bleues femelles en 1985.

| Age             | Mâles      |             | Femelles   |             |
|-----------------|------------|-------------|------------|-------------|
|                 | Chalutiers | Palangriers | Chalutiers | Palangriers |
| 4               | 88 290     | 5 775       | 204 368    | 27 933      |
| 5               | 318 195    | 39 500      | 536 813    | 101 911     |
| 6               | 559 914    | 211 078     | 479 954    | 203 989     |
| 7               | 422 340    | 416 685     | 374 341    | 628 745     |
| 8               | 145 512    | 479 509     | 130 763    | 581 651     |
| 9               | 35 074     | 269 535     | 47 501     | 333 881     |
| 10              | 16 918     | 144 260     | 25 045     | 149 446     |
| 11              | 8 383      | 57 990      | 16 761     | 82 162      |
| 12              | 5 770      | 34 069      | 10 035     | 41 563      |
| 13              | 1 577      | 1 959       | 3 757      | 8 153       |
| 14              | 725        | 1 457       | 1 316      | 4 905       |
| 15              | 100        | 600         | 868        | 3 427       |
| 16 <sup>+</sup> | 100        | 1 098       | 2 922      | 8 335       |

**Tableau (11) :** Structure démographique, par métier, des captures internationales de lingues franches au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse en 1985.

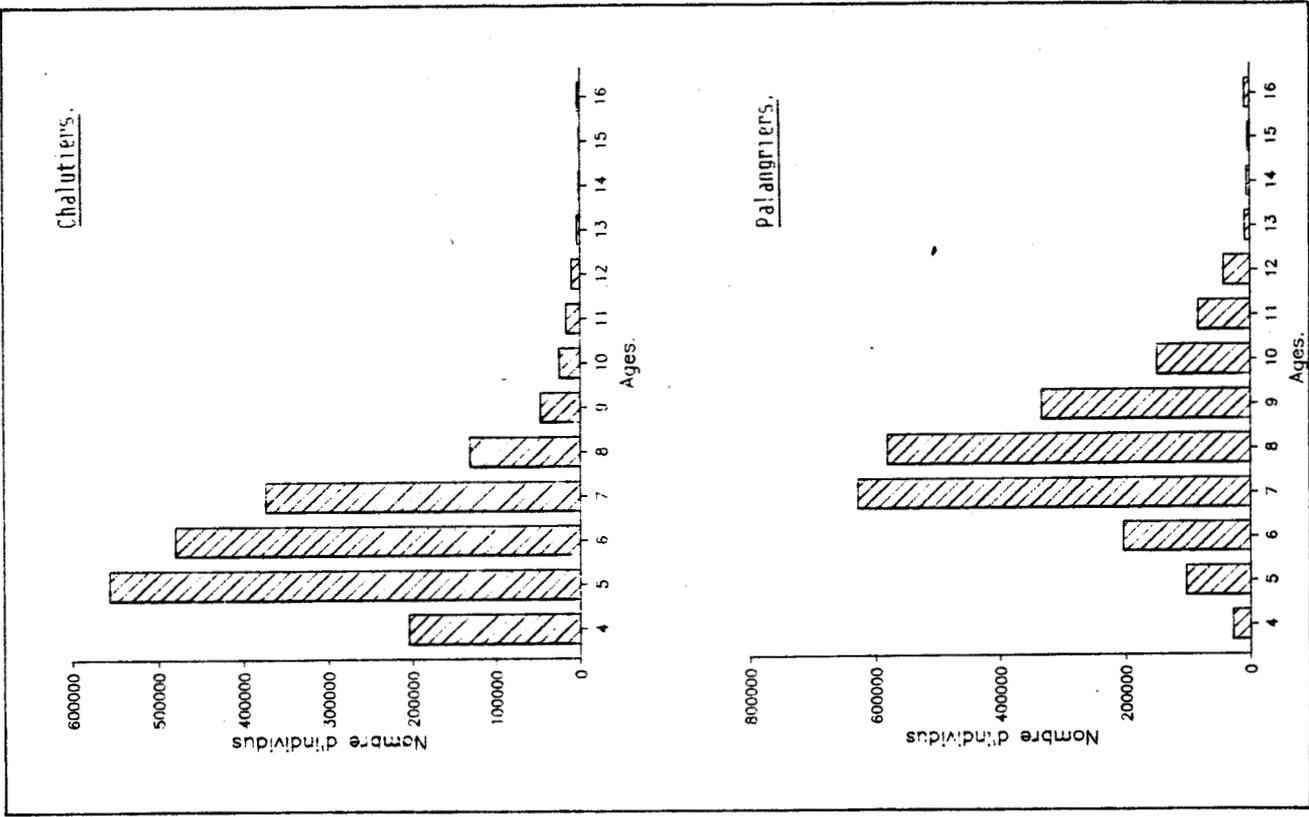


Figure (81) : Estimation de la structure démographique des captures internationales (chalutiers et palangriers) de lingues franches femelles en 1985.

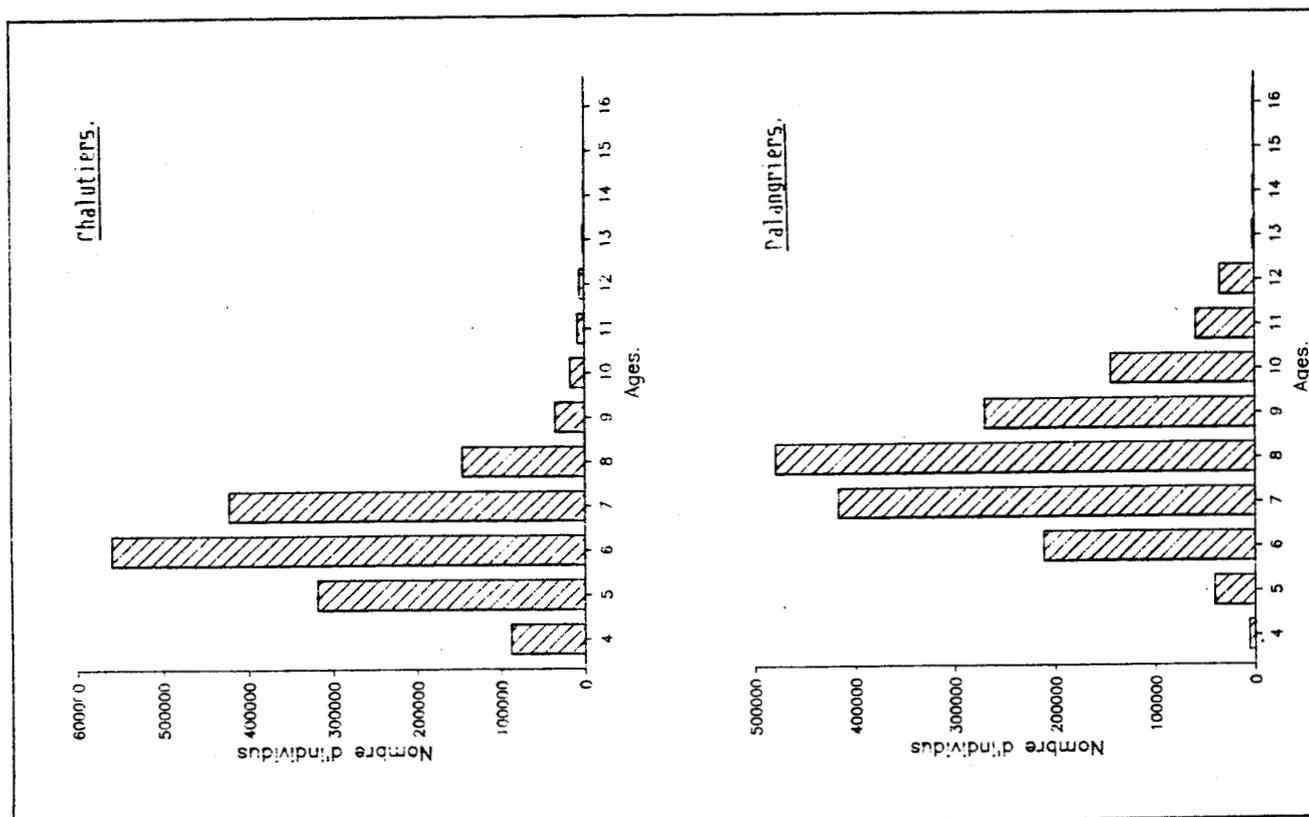


Figure (80) : Estimation de la structure démographique des captures internationales (chalutiers et palangriers) de lingues franches mâles en 1985.

### 2.3.2. Résultats et discussion

L'exploitation de la lingue bleue se fait au profit des individus âgés de 7 ans et plus. Les lingues bleues ne sont accessibles aux chaluts qu'à partir de l'âge où elles effectuent leur première migration pour la reproduction.

En 1985, les mâles des classes d'âge 10, 11, 12 représentent une très forte proportion des captures totales des lingues bleues mâles (Fig. 78 et Tab. 10). Les femelles des classes d'âge de 9 à 15 ans constituent la majeure partie des captures de lingues bleues femelles (Fig. 79 et Tab. 10).

L'exploitation de la lingue franche se fait au bénéfice des poissons âgés de 4 ans et plus. Les plus jeunes ne sont pas accessibles aux chaluts. Ils vivent dans des eaux moins profondes et donc plus côtières.

En 1985, l'exploitation des lingues franches mâles et femelles par les chalutiers se fait surtout sur les poissons appartenant à trois classes d'âge (5-6-7 ans) (Fig. 80 et 81, Tab. 11). Celle des palangriers se fait sur les poissons de quatre classes d'âge (6-7-8-9 ans) (Fig. 80 et 81, Tab. 11).

L'origine du décalage dans les structures en âge des débarquements réalisés par ces deux engins de pêche est identique à celle du décalage des distributions en taille (cf. p. 158).

## V-3 ESTIMATION DES EFFORTS DE PECHE APPLIQUES A LA CAPTURE DES LINGUES

### 3.1 DEFINITION DU CONCEPT "EFFORT DE PECHE" ET CHOIX DES UNITES D'EFFORT

Au cours d'une période de temps donnée, l'évaluation de l'effort de pêche est un essai de quantification de l'importance de l'exploitation du stock considéré. Cette exploitation est plus ou moins efficace. Cela introduit une distorsion entre l'effort tel qu'il est déployé (effort nominal) et la ponction réellement subie par le stock (effort effectif) (LAUREC et LE GUEN 1981).

L'effort nominal appliqué à un stock correspond à une mesure de la totalité des moyens de capture utilisés par les pêcheurs sur le stock, pendant un intervalle de temps donné (POINSARD et LE GUEN 1975).

Pour quantifier l'effort nominal relatif aux chalutiers, nous avons retenu comme unité d'effort, le produit du nombre d'heures de pêche effectuées par un navire au cours d'une marée, par la puissance motrice de ce navire. La puissance de pêche du navire est considérée être liée de manière relativement proportionnelle à sa puissance motrice (GULLAND 1969). Les unités d'efforts sont cumulées sur l'année.

Pour les palangriers, l'unité d'effort nominal choisie est le nombre d'hameçons émergés sur les palangres dans l'année.

**Remarque :**

Les deux unités d'effort nominal retenues ne sont pas reliées de manière proportionnelle à la mortalité par pêche. Plusieurs facteurs, comme l'abondance et la disponibilité locale des espèces, le gréement des engins de pêche, la nature du substrat . . . , peuvent se combiner et compliquer les relations entre l'effort nominal et la mortalité par pêche. Ainsi une modification de l'effort nominal annuel n'engendre pas forcément une variation de même ordre de la mortalité par pêche.

### 3.2. APPLICATION A L'EXPLOITATION DES LINGUES

Dans le cas de l'exploitation des lingues par les chalutiers, l'estimation de l'effort de pêche annuel appliqué aux différents stocks exploités, est faite à partir de l'estimation de celui déployé par les navires de pêche industrielle lorientais.

Les données sont fournies par le centre régional de traitement des statistiques (C.R.T.S.). Le temps de pêche délivré est un temps de pêche global. Il correspond au temps mis par un navire pour capturer l'ensemble des espèces au cours de la marée.

La pêche des lingues est une pêche temporairement ciblée. Notre objectif est de quantifier l'effort de pêche annuel qui est appliqué à la capture de ces espèces et d'en évaluer les variations d'une année à l'autre. L'analyse des fiches de

pêche, et des feuilles du livre de bord des communautés européennes, remplies par les patrons-pêcheurs au cours de chaque marée, doit permettre de le réaliser.

Pour estimer l'effort de pêche international dépensé par l'ensemble des flottilles de chalutiers exploitant les lingues, on considère que toutes ces flottilles capturent ces espèces de manière identique avec des rendements similaires. L'effort de pêche international est alors calculé au prorata des captures internationales, à partir des données de captures et d'efforts des navires industriels lorientais.

Dans le cas de l'exploitation des lingues par les palangriers, l'estimation de l'effort de pêche annuel déployé sur les différents stocks, est déduite de la série des efforts de pêche appliqués par la flottille faeringienne. J. REINERT du Laboratoire des Pêches de Torshavn (Faeroes), nous a fourni cette série d'efforts pour les années 1974-1985. L'estimation de l'effort international porté sur les lingues par la totalité des flottilles palangrières est faite au prorata des captures internationales de palangriers à partir des données de captures et d'efforts des palangriers faeringiens. Les diverses flottilles palangrières sont supposées avoir des conditions d'exploitation identiques.

### 3.3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les estimations des efforts internationaux (totaux) déployés pour la capture de la lingue bleue et de la lingue franche, au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse, par l'ensemble des chalutiers et des palangriers sont présentés dans les tableaux (12) et (13).

L'analyse des fiches de pêche et des feuilles du livre de bord des communautés européennes montre qu'au cours des quatre premiers mois de l'année, la pêche de la lingue bleue est bien individualisée. Il est possible de déterminer le temps de pêche propre aux captures de cette espèce. Par contre, le reste de l'année, les captures deviennent très diversifiées. Les temps de pêche qui sont répertoriés, correspondent à la capture totale de la journée. Il n'est plus possible de distinguer l'effort de pêche relatif à l'exploitation de la lingue bleue. Les captures de lingues franches sont, quant à elles, rarement effectuées isolément. Cette espèce est capturée avec d'autres gadidés. Le temps de pêche récolté tout au long de l'année correspond à un temps de pêche global.

|      | Captures<br>lorientaises | Captures<br>totales | Effort lorientais | Effort<br>total |
|------|--------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| 1985 | 7 348                    | 18 406              | 72 430            | 181 429         |
| 1984 | 5 580                    | 15 803              | 64 143            | 181 658         |
| 1983 | 4 180                    | 11 090              | 63 576            | 168674          |
| 1982 | 3 180                    | 10 593              | 61 938            | 206 323         |
| 1981 | 3 160                    | 12 369              | 67 246            | 263 217         |
| 1980 | 3 211                    | 21 877              | 68 098            | 463 961         |
| 1979 | 3 620                    | 9 996               | 76 316            | 210 311         |
| 1978 | 6 350                    | 13 698              | 82 352            | 117 646         |
| 1977 | 9 950                    | 17 401              | 93 465            | 163 455         |
| 1976 | 4 100                    | 14 395              | 89 893            | 315612          |
| 1975 | 3 900                    | 13 516              | 75 315            | 261 014         |
| 1974 | 7 989                    | 14 838              | 71 793            | 133 341         |

**Tableau ( 12 ) :** Estimation de l'effort de pêche international employé par les chalutiers, pour la capture des lingues bleues (mâles et femelles) entre 1974 et 1985.

|      | Captures lorientaises | Captures totales | Effort lorientais | Effort total |
|------|-----------------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1985 | 4 580                 | 8 121            | 72 430            | 128 428      |
| 1984 | 5 167                 | 6 918            | 64 143            | 85 879       |
| 1983 | 4 237                 | 6 017            | 63 576            | 90 284       |
| 1982 | 3 031                 | 4 796            | 61 938            | 98 005       |
| 1981 | 2 163                 | 4 331            | 67 246            | 134 647      |
| 1980 | 2 251                 | 3 373            | 68 098            | 102 041      |
| 1979 | 2 580                 | 3 711            | 76 316            | 109 770      |
| 1978 | 2 826                 | 4 055            | 82 352            | 118 166      |
| 1977 | 3 018                 | 4 756            | 93 465            | 147 289      |
| 1976 | 3 710                 | 4 813            | 89 893            | 116 618      |
| 1975 | 2 545                 | 5 639            | 75 315            | 166 876      |
| 1974 | 2 360                 | 3 383            | 71 793            | 102 913      |

a : chalutiers

|      | Captures faeringiennes | Captures totales | Effort faeringien | Effort total |
|------|------------------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1985 | 3 176                  | 15 221           | 96 000            | 460 080      |
| 1984 | 2 974                  | 13 810           | 96 000            | 445 780      |
| 1983 | 2 709                  | 18 440           | 97 000            | 660 273      |
| 1982 | 2 453                  | 15 053           | 95 000            | 582 974      |
| 1981 | 1 404                  | 8 765            | 110 000           | 686 716      |
| 1980 | 2 057                  | 9 938            | 136 000           | 657 058      |
| 1979 | 2 492                  | 11 953           | 171 000           | 810 209      |
| 1978 | 2 162                  | 13 711           | 167 000           | 1 059 083    |
| 1977 | 2 156                  | 10 355           | 217 000           | 1 042 224    |
| 1976 | 1 803                  | 14 238           | 297 000           | 1 713 614    |
| 1975 | 1 637                  | 12 557           | 170 000           | 1 304 025    |
| 1974 | 2 457                  | 16 190           | 9 000             | 593 040      |

b : palangriers

**Tableau ( 13 ) :** Estimation des efforts de pêche internationaux appliqués par les chalutiers et les palangriers pour la capture des lingues franches (mâles et femelles) entre 1974 et 1985.

Il n'a donc pas été possible de partitionner l'effort de pêche global et donc de dégager ceux appliqués à la capture annuelle de chacune des deux lingues. C'est donc l'effort de pêche global qui a été conservé. A moins d'avaries graves, ou de conditions météorologiques très défavorables, les navires de pêche qui travaillent dans le Nord et l'Ouest de l'Ecosse, ont des conditions, des caractéristiques et des temps de pêche relativement équivalents d'une année à l'autre. L'évolution de l'effort de pêche global au cours du temps (année) traduit donc, avant tout, une variation du nombre de navires présents chaque année dans l'ensemble des flottilles.

La base de données informatisée constituée des séries d'efforts de pêche et de captures relatives à chaque navire au cours d'une marée, n'est pas entièrement achevée pour la période 1974-1985. Il n'a donc pas été possible de quantifier la variation de la puissance de pêche de chaque navire de pêche industrielle lorientais, et donc celle de la flottille, au cours du temps. Notamment, l'évolution de la puissance de pêche due à la fois, à l'apport de nouveaux matériels de détection du poisson, aux modifications des engins de pêche (panneaux, gréement et forme du chalut) et à l'accumulation du savoir-pêcher (learning factor) des patrons pêcheurs.

Pour l'exploitation des palangriers, la récolte des données d'effort de pêche est soumise à des contraintes qui nous sont totalement étrangères. Il n'existe pas de flottille palangrière française qui capture les lingues dans la zone de pêche considérée. Nous sommes dépendants de l'état du suivi et des études sur les flottilles de palangriers par les pays qui ont une exploitation de ce type, ainsi que de la coopération internationale entre les communautés scientifiques.

Les flottilles palangrières norvégienne et espagnole contribuent, au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse, à près de 50 % du total des captures internationales de lingue franche. Malgré cela, les scientifiques de ces pays n'ont pas été en mesure de nous fournir des estimations des efforts de pêche concernant leurs flottilles respectives. La série de données d'effort fournie par les faeringiens est globale. Nous ne possédons aucun élément pour la comparer à celle d'une autre flottille, ou pour discuter certaines de ces données.

## CHAPITRE VI

### ANALYSE DE L'IMPACT DE L'EXPLOITATION DES STOCKS DE LINGUES EN 1985 ESTIMATION DES COEFFICIENTS DE MORTALITE ET DE L'ABONDANCE DES RECRUES

#### V - 1 DESCRIPTION DU MODELE

##### 1.1 Equations et algorithme de base

###### 1.1.1. Notation

###### 1.1.2. Equations de base

##### 1.2 Algorithme du rétrocalcul par itération

###### 1.2.1. Calcul des dérivées

###### 1.2.2. Processus itératif des calculs de $\frac{dF_t}{dR}$ et $\frac{dg_{a,j}}{dR}$

###### 1.2.3. Adaptation de la méthode de NEWTON

##### 1.3. Etude des sensibilités

###### 1.3.1. Principe et méthode

###### 1.3.2. Calculs des coefficients de sensibilité des coefficients de mortalité par pêche aux âges

###### 1.3.2.1. Vis-à-vis du recrutement R

###### 1.3.2.2. Vis-à-vis du F terminal ( $F_t$ )

###### 1.3.2.3. Vis-à-vis du coefficient de mortalité naturelle M (à $F_t$ constant)

#### VI - 2 APPLICATION AUX STOCKS DE LINGUES BLEUES ET FRANCHES EXPLOITES DANS LE NORD ET L'OUEST DE L'ECOSSE

#### VI - 3 RESULTATS ET DISCUSSION

#### VI - 4 CONCLUSION

## CHAPITRE VI

### ANALYSE DE L'IMPACT DE L'EXPLOITATION DES STOCKS DE LINGUES EN 1985 ESTIMATION DES COEFFICIENTS DE MORTALITE ET DE L'ABONDANCE DES RECRUES

Pour analyser un stock exploité, et plus encore pour prévoir en termes quantitatifs les conséquences de mesures envisagées pour sa gestion, le recours à des représentations explicites des phénomènes qui régissent les états de ce stock s'impose (MESNIL 1980 b). Pour cela, on utilise des modèles prévisionnels, plus ou moins explicatifs qui peuvent servir à des simulations.

Dans l'étude des réactions d'un stock à une pression de pêche, il existe deux manières d'appréhender le problème (LAUREC et LE GUEN 1981) :

- on peut simplement chercher le "comment" de l'évolution du stock. C'est l'approche synthétique ou globale à laquelle correspondent les modèles globaux.

- on peut essayer de démonter le système et de prendre ne compte les mécanismes internes qui agissent sur le stock. C'est l'approche analytique ou structurale à laquelle correspondent les modèles structuraux. Ces derniers autorisent l'examen d'une gamme étendue de situations et par conséquent, la définition de mesures d'aménagement susceptibles de peser sur un niveau précis du système (MESNIL 1980 b). C'est donc des modèles de ce type qui sont utilisés ici et dans le chapitre suivant.

L'objectif du présent chapitre est d'analyser l'impact de l'exploitation des différentes flottilles sur les stocks de lingues qu'elles capturent. Un modèle dérivé de l'analyse des cohortes, et étendu au cas d'une exploitation par plusieurs métiers, a été conçu pour estimer les mortalités par pêche aux âges et le recrutement. Les calculs de sensibilité sont utilisés pour estimer les conséquences des erreurs introduites dans l'estimation des paramètres du modèle, sur les résultats obtenus. Dans une première partie, nous présentons le modèle. Les aspects mathématiques du modèle proprement dit et de l'étude des sensibilités sont décrits. L'application à l'étude de l'exploitation des stocks de lingues au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse est ensuite développée.

## VI - 1 DESCRIPTION DU MODELE

L'analyse de la structure démographique des captures est aujourd'hui largement employée pour estimer la mortalité par pêche des cohortes. Cette technique a été développée par MURPHY (1965) et GULLAND (1965) pour suppléer la méthode de BEVERTON et HOLT (1956) qui ne pouvait pas être utilisée quand le coefficient de mortalité par pêche varie avec l'âge. Elle repose sur la combinaison de l'équation des captures et de l'équation de survie. Son principal intérêt est de pouvoir estimer les coefficients de mortalité par pêche aux âges, sans utiliser les efforts de pêche et donc sans propager les erreurs de leurs évaluations (MESNIL 1980 a). Elle présente aussi les avantages d'être simple et de ne pas requérir trop d'hypothèses restrictives. En outre, elle a la propriété de voir converger les paramètres vers leurs vraies valeurs (JONES 1961, TOMLINSON 1970).

Cependant, son utilisation nécessite la connaissance de la structure démographique des captures sur plusieurs années. Au début d'une étude scientifique sur un stock, de telles séries de données sont rarement disponibles. La première estimation de la structure annuelle en âge des captures est alors traitée comme une cohorte. Ceci conduit à émettre certaines hypothèses : le recrutement et les mortalités aux différents âges sont considérés comme constants d'une année à l'autre.

Dans la pratique, il est rare que ces hypothèses d'équilibre soient vérifiées. Notamment comme dans le cas de l'exploitation des lingues qui est une exploitation temporairement ciblée ou accessoire. L'intérêt qui est porté à ces stocks dépend avant tout de l'état du marché et des rendements effectués sur le lieu noir, et donc l'effort de pêche qui leur est appliqué fluctue d'une année à l'autre. Aussi, une autre approche a été développée. Elle utilise les données d'effort de pêche qui sont généralement aisées à obtenir. A l'hypothèse de constance des mortalités aux différents âges, peut alors être substituée celle des capturabilités aux âges constantes d'une année à l'autre (SANTARELLI 1985). En outre, il est possible d'intégrer au modèle des éventuelles modifications annuelles de recrutement.

Un tel modèle d'analyse de pseudo-cohorte a été développé par SANTARELLI (1985) et LAUREC et SANTARELLI (1986) dans le cas d'une exploitation par un seul métier (le terme de métier étant pris au sens d'un ensemble de flottilles utilisant le même engin de pêche).

Nous avons repris ce modèle et nous avons étendu son application au cas d'une exploitation d'un stock par plusieurs métiers. Nous y avons aussi adapté le calcul des sensibilités relatif à l'estimation des impacts des erreurs introduites dans les paramètres d'entrée du modèle.

## 1.1. EQUATIONS ET ALGORITHME DE BASE

### 1.1.1. Notations

Les notations utilisées sont celles introduites par LAUREC et SANTARELLI (1986). Une indexation sur les métiers  $y$  est ajoutée. Les années sont indicées par  $y$ , les âges par  $a$ . Le nombre de groupes d'âge est  $I$ . Les deux indices  $y$  et  $a$  varient de 1 à  $I$ . Les métiers sont indicés par  $j$  et varient de 1 à  $J$ . Le nombre d'individus d'âge  $a$ , au début de l'année  $y$  est  $N_{a,y}$ . La capturabilité à l'âge  $a$  pour le métier  $j$  est  $q_{a,j}$ . La mortalité par pêche pour l'âge  $a$ , l'année  $y$  et le métier  $j$  est  $F_{a,y,j}$ .

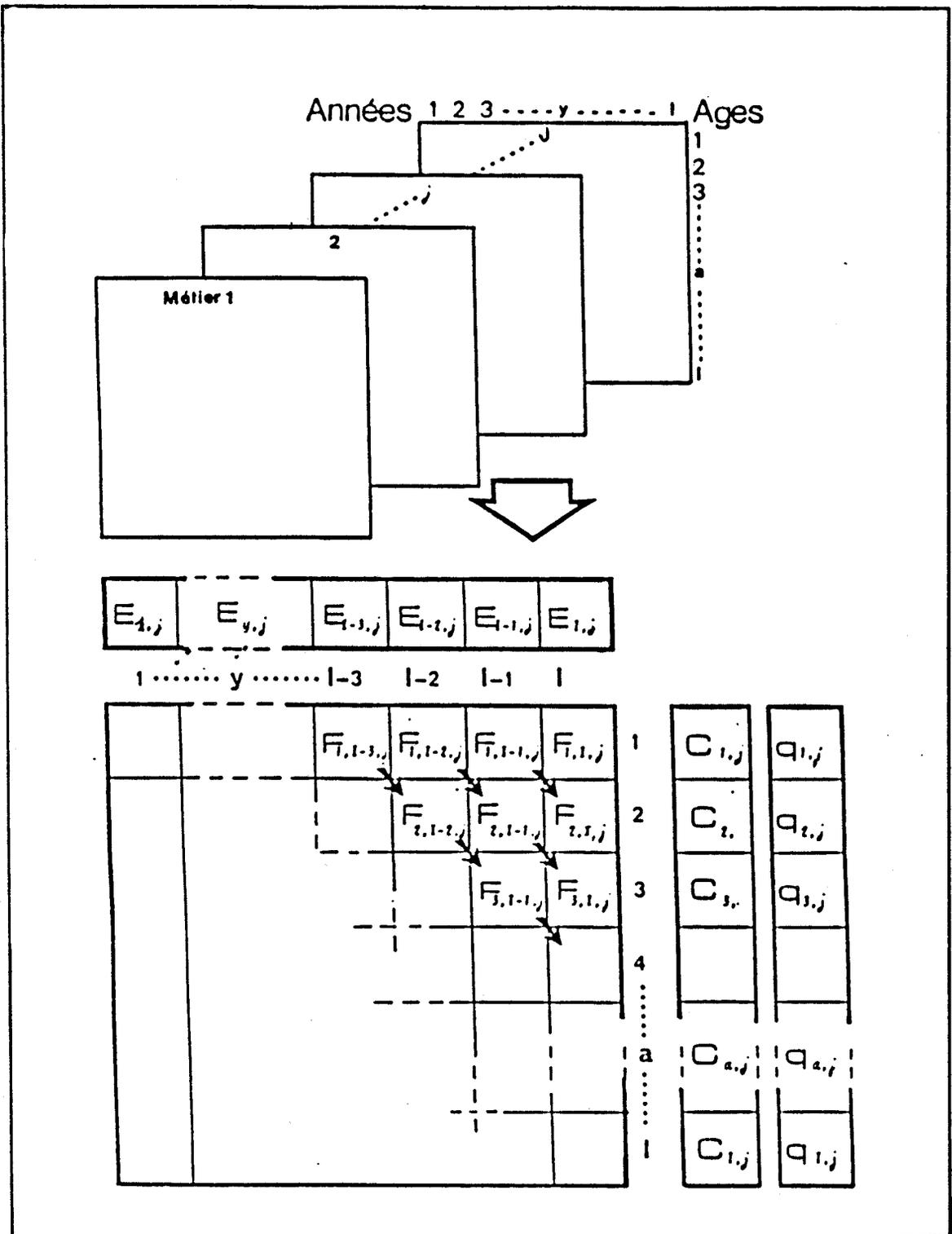
Les données nécessaires à la résolution du modèle (Fig. 82) sont :

- les captures à l'âge  $a$ , pour le métier  $j$  lors de l'année finale  $I$  :  $C_{a,j}$
- les efforts de pêche par métier  $j$ , pour chaque année  $y$  depuis que la cohorte d'âge  $I$ , l'année  $I$ , est entrée dans la pêcherie :  $E_{y,j}$
- la mortalité naturelle  $M$ . Elle est supposée ne pas varier avec l'âge, bien que l'intégration d'une éventuelle évolution de  $M$ , dans l'algorithme soit réalisable.
- le niveau apparent du recrutement  $R$  au cours des  $I$  années considérées. Il sera dans un premier temps supposé constant. La généralisation, à un recrutement variable suivant l'année, sera traité ultérieurement.

### 1.1.2. Equations de base

La survie d'un groupe d'individus est décrite par une fonction exponentielle décroissante :

$$N_t = N_0 \cdot e^{-[(F + M) \cdot (t - t_0)]}$$



$E_{i,j}$  : Efforts par métier et par "cohorte".

$C_{i,j}$  : Captures de l'année I par classe d'âge a et par métier j.

$q_{i,j}$  : Capturabilité par classe d'âge a et par métier j.

$F_{a,y,j}$  : Mortalité par pêche pour l'âge a, l'année y et le métier j.

Figure (82) : Schéma illustrant les relations entre les paramètres du modèle (d'après Bertignac et Moguedet 1987).

où :

$N_t$  = nombre de survivants à l'instant  $t$

$N_0$  = nombre d'individu à l'instant  $t_0$

$M$  = mortalité naturelle

$F$  = mortalité par pêche.

De cette équation sont déduites les équations classiques de capture et de survie (MURPHY 1965, GULLAND, 1965). Ces dernières servent à calculer les capturabilités, correspondant à un âge et un métier pour chaque hypothèse sur le rendement, qui sont inconnues ici.

Pour l'année  $I$  et le groupe d'âge  $I$ , les captures observées du métier  $j$  s'écrivent  $C_{I,j}$ . La capture totale sur ce groupe d'âge vaut :

$$(1) \quad C_I = \sum_{j=1}^J C_{I,j}$$

et doit satisfaire à l'équation des captures :

$$(2) \quad C_I = R \cdot \frac{F_{I,I}}{F_{I,I} + M} \cdot [1 - e^{-(F_{I,I} + M)}]$$

La résolution de cette équation par un procédé itératif quelconque permet de calculer  $F_{I,I}$  (MESNIL 1980 a).

Lorsque différents métiers exploitent le même stock, chacun d'entre eux engendre une mortalité par pêche et possède son propre diagramme d'exploitation. La fraction de la mortalité par pêche globale, des captures d'âge  $a$ , attribuée au métier  $j$  peut-être estimée au prorata des captures effectuées par chacun des métiers (MESNIL 1980 b) :

$$(3) \quad F_{a,I,j} = \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot F_{a,I}$$

On a ainsi pour le groupe d'âge 1 :

$$(4) \quad F_{1,1,j} = \frac{C_{1,j}}{C_1} \cdot F_{1,1}$$

On en déduit immédiatement les capturabilités correspondantes :

$$(5) \quad q_{1,j} = \frac{F_{1,1,j}}{E_{1,j}}$$

Le passage à la cohorte suivante (Fig. 82) se fait en calculant le nombre de survivants de cette cohorte au début de l'année 1. Lors de l'année I-1, elle a subi l'effort de pêche  $E_{I-1}$ . La mortalité par pêche qui lui a été appliquée à l'âge 1 est égale à :

$$(6) \quad F_{1,1-1} = \sum_{j=1}^J q_{1,j} \cdot E_{I-1,j}$$

D'après l'équation de survie, le nombre de survivants au début de l'année 1 était donc :

$$(7) \quad N_{2,1} = R \cdot e^{-\left[ \left( \sum_{j=1}^J q_{1,j} \cdot E_{I-1,j} \right) + M \right]}$$

Tous les éléments qui permettent de résoudre l'équation des captures à l'âge 2 sont réunis :

$$(8) \quad C_2 = \sum_{j=1}^J C_{2,j}$$

d'où :

$$(9) \quad C_2 = N_{2,I} \cdot \frac{F_{2,I}}{F_{2,I} + M} \cdot [1 - e^{-(F_{2,I} + M)}]$$

En décomposant à nouveau la mortalité par pêche au prorata des captures, on en déduit :

$$(10) \quad q_{2,j} = \frac{F_{2,j}}{E_{1,j}}$$

et

$$(11) \quad N_{3,I} = R \cdot e^{-\left[ \sum_{j=1}^J q_{1,j} \cdot E_{I-2,j} + \sum_{j=1}^J q_{2,j} \cdot E_{I-1,j} + 2M \right]}$$

La généralisation des équations (7) et (11) est simple et conduit à :

$$(12) \quad N_{a,I} = R \cdot e^{-\left[ \sum_{k=1}^{a-1} \left( \sum_{j=1}^J q_{k,j} \cdot E_{I-(a-k),j} \right) + (a-1) \cdot M \right]}$$

Le passage à l'équation des captures conduit à :

$$(13) \quad C_a = N_{a,j} \cdot \frac{F_{a,I}}{F_{a,I} + M} \cdot [1 - e^{-(F_{a,I} + M)}]$$

et permet de déduire la capturabilité par métier :

$$(14) \quad q_{a,j} = \frac{F_{a,I,j}}{E_{I,j}}$$

Lorsque des informations sur le niveau apparent du recrutement sont disponibles, l'indice associé est  $A_y$ . Soit  $R_y$  le recrutement de l'année  $y$ .

$$\text{Il sera supposé que } \frac{A_{y1}}{A_{y2}} = \frac{R_{y1}}{R_{y2}}$$

L'équation (12') se substitue alors à l'équation (12) :

$$(12') \quad N_{a,I} = R \cdot \frac{A_{I+1-a}}{A_I} \cdot e^{-\left[ \sum_{k=1}^{a-1} \left( \sum_{j=1}^J q_{k,j} \cdot E_{I-(a-k),j} \right) + (a-1) \cdot M \right]}$$

(R désigne en fait le recrutement de l'année finale)

## 1.2 ALGORITHME DU RETROCALCUL PAR ITERATION

L'algorithme de base présenté plus haut, implique une injection du recrutement  $R$ . Il permet d'en déduire outre la capturabilité par âge et par métier, la mortalité par pêche par âge et donc celle sur le dernier groupe d'âge ( $F_{\text{terminal}} = F_t$ ). Ce processus de résolution est fastidieux. Puisqu'à chaque  $R$  injecté, il faut tester les valeurs de  $F$  calculées et vérifier que la convergence se réalise dans de bonnes conditions.

LAUREC et SANTARELLI (1986) ont optimisé l'algorithme en se ramenant au rétrocalcul. Un  $F$  terminal ( $F^*$ ) est entré, la valeur du recrutement correspondant ( $R^*$ ) est déterminé par résolution de l'équation  $F_t(R^*) = F^*$ .

Cette résolution a été améliorée grâce à l'usage du calcul différentiel  $\frac{dF_t}{dR}$  et de l'adaptation de la technique de NEWTON.

Nous présentons ici la généralisation des calculs au cas d'une exploitation par plusieurs métiers (d'après BERTIGNAC et MOGUEDET 1987).

### 1.2.1. Calcul des dérivées

L'équation générale des captures peut s'écrire (d'après (13)) :

$$(14) \quad C_a = N_{a,j} \cdot \frac{F_{a,I}}{F_{a,I} + M} \cdot [1 - e^{-(F_{a,I} + M)}]$$

ce qui est logiquement équivalent à :

$$(15) \quad N_{a,I} = C_a \cdot \frac{F_{a,I} + M}{F_{a,I}} \cdot \frac{1}{[1 - e^{-(F_{a,I} + M)}]}$$

D'après les règles de dérivation des fonctions implicites on en déduit,  $C_a$  et  $M$ , étant donnés :

$$(16) \quad \frac{dN_{a,I}}{dF_{a,I}} = N_{a,I} \cdot \left[ \frac{1}{F_{a,I} + M} - \frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{(e^{-(F_{a,I} + M)} - 1)} \right]$$

ce qui équivaut à :

$$(17) \quad \frac{dF_{a,I}}{dN_{a,I}} = \frac{1}{N_{a,I}} \cdot \frac{-1}{\left[ \frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{F_{a,I} + M} + \frac{1}{(e^{-(F_{a,I} + M)} - 1)} \right]}$$

d'après (3) on a  $F_{a,I} = \frac{C_a}{C_{a,j}} \cdot F_{a,I,j}$

d'où

$$(18) \quad \frac{dF_{a,I}}{dN_{a,I}} = \frac{C_a}{C_{a,j}} \cdot \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,j}}$$

et

$$(19) \quad \boxed{\frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}} = \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot \frac{dF_{a,I}}{dN_{a,I}}}$$

De la relation :

$$(20) \quad F_{a,I,j} = q_{a,j} \cdot E_{j,I}$$

on en déduit

$$(21) \quad \boxed{\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,I}} = \frac{1}{E_{j,I}} \cdot \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}}}$$

et on en tire d'après (17) et (19) :

$$(22) \quad \boxed{\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,j}} = \frac{1}{E_{I,j} \cdot N_{a,j} \cdot \frac{C_a}{C_{a,j}}} \left[ \frac{1}{F_{a,j}} - \frac{1}{F_{a,j} + M} + \frac{1}{(F_{a,j} + M)(e - 1)} \right]}$$

De l'équation (12') on déduit par dérivation logarithmique :

$$(23) \quad \boxed{\frac{dN_{a,I}}{dR} = N_{a,j} \cdot \frac{1}{R} \cdot \left[ - \left( \sum_{k=1}^{a-1} \left( \sum_{j=1}^J E_{I-a+k,j} \cdot \frac{dq_{k,j}}{dR} \right) \right) \right]}$$

### 1.2.2. Processus itératif des calculs de $\frac{dF_t}{dR}$ et des $\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,I}}$

En posant  $N_{1,j} = R$ , on calcule  $\frac{dF_{1,j}}{dR}$  à partir de  $\frac{dF_{a,I}}{dN_{a,I}}$  (équation 17)

Tous les  $\frac{dF_{1,I,j}}{dR}$  sont estimés en multipliant  $\frac{dF_{a,I}}{dN_{a,y}}$  par  $\frac{C_{a,j}}{C_a}$  (équation 19)

En divisant les  $\frac{dF_{1,I,j}}{dR}$  par  $E_{I,j}$  on obtient  $\frac{dq_{1,j}}{dR}$  (équation 21) qui selon

l'équation (23) permettent de calculer  $\frac{dN_{2,I}}{dR}$ . Pour obtenir  $\frac{dF_{2,I}}{dR}$  on multiplie  $\frac{dN_{a,2}}{dR}$

par  $\frac{dF_{2,I}}{dN_{a,2}}$  obtenus par l'équation 16).

On calcule tous les  $\frac{dF_{2,I,j}}{dN_{2,I}}$  (équation 19), et ensuite tous les  $\frac{dq_{2,j}}{dN_{2,I}}$  (équation 21).

En multipliant par  $\frac{dN_{2,I}}{dR}$  on obtient  $\frac{dq_{2,j}}{dR}$ . Le processus se généralise ainsi :

grâce aux données précédentes, on calcule  $\frac{dN_{a,I}}{dR}$  (équation 23).

Puis en multipliant  $\frac{dN_{a,I}}{dR}$  par  $\frac{dF_{a,I}}{dN_{a,I}}$  (équation 17), on obtient  $\frac{dF_{a,I}}{dR}$ .

On calcule ensuite tous les  $\frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}}$  (par l'équation 19) et en divisant par les  $E_{i,j}$ ,

on obtient  $\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,I}}$  (équation 21).

En multipliant les  $\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,I}}$  par les  $\frac{dN_{a,I}}{dR}$ , on calcule les  $\frac{dq_{a,j}}{dR}$  qui

d'après l'équation (23) permettent de calculer les  $\frac{dN_{a+1,I}}{dR}$ . A terme la dernière

itération permet de calculer  $\frac{dF_{I,I}}{dR} = \frac{dF_t}{dR}$ .

### 1.2.3. Adaptation de la méthode de NEWTON

La résolution de l'équation  $F^* - F_t(R^*) = 0$  se fait à partir d'une hypothèse  $R^0$  qui permet de calculer  $F_t^0 = F_t(R^0)$  et  $\frac{dF_t}{dR}(R^0)$ . On peut alors calculer

$$R^1 = R^0 + (F^* - F_t) \cdot \frac{1}{\frac{dF_t}{dR}(R^0)} \text{ et } \frac{dF_t}{dR}(R^1) \text{ pour en déduire } R^2.$$

Le processus de calcul a une contrainte. Les valeurs de  $R$  retenues peuvent être trop faibles. Le  $N_{a,l}$  calculé est alors inférieur aux captures  $C_a$ . Pour pallier cela, LAUREC (in LAUREC et SANTARELLI 1986) a introduit, avant le déroulement de l'algorithme de NEWTON, un test sur  $R$ . Un premier essai est effectué avec  $100 \times C_l$ , puis si cette valeur est encore trop faible, elle est multipliée autant de fois par 10 qu'il est nécessaire, jusqu'à obtenir un  $R^0$  suffisamment fort.

Les algorithmes décrits dans le paragraphe 2 ont été programmés en FORTRAN 77 sur micro-ordinateur (compatible IBM).

## 1.3 ETUDE DES SENSIBILITES

Les estimations des paramètres d'entrée d'un modèle sont très souvent effectuées avec des incertitudes. L'objectif des études des sensibilités est d'explorer les conséquences sur les conclusions obtenues en examinant, dans la gamme des valeurs plausibles, les variations de ces paramètres.

La méthode de calcul des sensibilités repose ici sur les développements limités. Ce principe de calcul est parfois appelé méthode delta. L'usage en est courant en sciences expérimentales (physique . . .). L'application à l'halieutique a été développée par LAUREC (1986).

### 1.3.1. Principe et méthode

Si l'on considère une fonction  $\phi$  de  $N$  paramètres  $(\theta_1 \dots \theta_n)$ , le principe est d'évaluer les variations  $\Delta \phi$  induites par les modifications  $\Delta \theta_n$  des paramètres  $\theta_n$ . Pour cela, on utilise des calculs de développements limités. Ces calculs sont

généralement simples et ils permettent de définir des coefficients de sensibilités qui synthétisent la plus ou moins grande variabilité d'un diagnostic vis-à-vis des différents paramètres.

En pratique, ce sont des coefficients relatifs de sensibilités qui sont utilisés. On étudie alors les variations  $\frac{\Delta \phi}{\phi(\Theta^n)}$  résultant des écarts relatifs  $\frac{\Delta \Theta_n}{\Theta_n}$

Nous nous tiendrons ici au cas simple du calcul des coefficients relatifs de sensibilités d'ordre 1. Ces coefficients ( $\alpha_n$ ) sont tels que (d'après LAUREC 1986) :

$$(24) \quad \frac{\Delta \phi}{\phi(\Theta^n)} = \alpha_n \cdot \frac{\Delta \Theta_n}{\Theta_n}$$

avec

$$(25) \quad \alpha_n = \frac{\Theta_n}{\phi(\Theta^1 \dots \Theta^n)} \cdot \frac{\partial \phi(\Theta^1 \dots \Theta^n)}{\partial \Theta_n}$$

et  $n = 1 \dots N$

La valeur de référence est  $\Theta^1 \dots \Theta^n$ . Les coefficients varient avec cette valeur. En pratique, les calculs s'effectuent avec la "meilleure" estimation de  $\{\hat{\Theta}_n\}$  des  $\{\Theta_n\}$  pour valeur de référence (LAUREC 1986).

Les dérivées partielles  $\partial \phi(\Theta^1 \dots \Theta^n)$  et  $\partial \Theta_n$  se calculent pour une variable, les autres sont considérées comme constantes. Lorsque les incertitudes sont liées, il n'est pas raisonnable d'interpréter séparément les coefficients issus de telles dérivées partielles (LAUREC 1986).

### 1.3.2. Calculs des coefficients de sensibilité des mortalités par pêche aux âges

Ces coefficients de sensibilité des mortalités aux âges  $F_{a,j}$  sont estimés ici à partir des calculs des coefficients de sensibilité des capturabilités aux âges  $q_{a,j}$ . Ce sont en fait les mêmes, puisque d'après la relation  $F_{a,j} = E_{i,j} \cdot q_{a,j}$ , une

variation  $\frac{\Delta q_{a,j}}{q_{a,j}}$  des  $q_{a,j}$  provoque une modification des  $F_{a,j}$  de même ordre,

( $E_{j,l}$  étant supposé constant).

### 1.3.2.1. Vis-à-vis des recrutements

En appliquant l'équation (25), le coefficient de sensibilité de la fonction  $q_{a,j}$  vis-à-vis d'une modification  $\frac{\Delta R}{R}$  du recrutement, est :

$$(26) \quad \frac{S_{q_{a,j}}}{dR} = R \cdot \frac{dq_{a,j}}{dR} \cdot \frac{1}{q_{a,j}}$$

où :

$R$  est le recrutement estimé

$\frac{dq_{a,j}}{dR}$  est calculé, en multipliant  $\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,l}}$  (équation 21) par

$\frac{dN_{a,l}}{dR}$  (équation 23), dans le processus itératif du modèle d'analyse de pseudo cohorte.

### 1.3.2.2. Vis-à-vis du F terminal ( $F_t$ )

Dans le processus itératif de résolution de l'équation  $F_t(R^*) = F^*$   $F_t$  est fixé et  $R$  est déterminé.

Soit  $\phi'$  la fonction inverse :  $R^* = \phi'(F^*)$ . On peut alors écrire :  
 $q_{a,j}^* = q_{a,j}(\phi'(F^*))$  où  $q_{a,j}^*$  devient fonction de  $F^*$  (LAUREC et SANTARELLI 1986)

On a alors :

$$\frac{dq_{a,j}^*}{dF^*} = \frac{dq_{a,j}}{dR} \cdot \frac{dR}{dF^*}$$

d'où

$$(27) \quad \frac{dq^*_{a,j}}{dF^*} = \frac{dq_{a,j}}{dR^*} \cdot \frac{1}{\frac{dF_t}{dR}}$$

où :

$\frac{dq_{a,j}}{dR}$  est calculé comme précédemment en multipliant

$\frac{dq_{a,j}}{dN_{a,l}}$  (équation 21) par  $\frac{dN_{a,l}}{dR}$  (équation 23) dans le processus

itératif du modèle d'analyse de pseudo-cohorte.

$\frac{dF_t}{dR} = \frac{dF_{a,l}}{dN_{a,l}}$  (équation 17) avec a = dernier âge capturé

D'après l'équation (25) le coefficient de sensibilité de la fonction  $q_{a,j}$  vis-à-vis d'une modification  $\frac{F_t}{F_t}$  du F terminal vaut

$$(28) \quad \frac{Sq_{a,j}}{dF_t} = F_t \cdot \frac{dq_{a,j}}{dF_t} \cdot \frac{1}{q_{a,j}}$$

où :

$F_t$  est le F terminal

$\frac{dq_{a,j}}{dF_t}$  est calculé d'après l'équation (27)

1.3.2.3. Vis-à-vis du coefficient de mortalité naturelle M (à  $F_t$  constant)

Soit l'équation générale des captures. Elle s'écrit d'après (15) :

$$N_{a,I} = C_a \cdot \frac{F_{a,I} + M}{F_{a,I}} \cdot \frac{1}{(1 - e^{-(F_{a,I} + M)})}$$

avec d'après (3) :

$$F_{a,I} = \frac{C_a}{C_{a,j}} \cdot F_{a,I,j}$$

En dérivant l'équation (15) selon les règles de dérivation des fonctions implicites, ( $C_a$  et  $N_{a,I}$  étant constants), on obtient :

$$(29) \quad \frac{dF_{a,I}}{dM} = - \frac{\left[ \frac{-1}{F_{a,I} + M} - \frac{-(F_{a,I} + M) \cdot e^{-(F_{a,I} + M)}}{1 - e^{-(F_{a,I} + M)}} \right]}{\left[ \frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{F_{a,I} + M} - \frac{-(F_{a,I} + M) \cdot e^{-(F_{a,I} + M)}}{1 - e^{-(F_{a,I} + M)}} \right]}$$

d'où :

$$\frac{dF_{a,I}}{dM} = - \frac{\left[ \frac{-1}{F_{a,I} + M} + \left[ \frac{F_{a,I} + M}{e^{-(F_{a,I} + M)} - 1} \right] \right]}{\left[ \frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{F_{a,I} + M} + \left[ \frac{F_{a,I} + M}{e^{-(F_{a,I} + M)} - 1} \right] \right]} \quad (30)$$

soit :

$$(31) \quad \frac{dF_{a,I}}{dM} = \frac{\frac{1}{F_{a,I} + M} - \frac{F_{a,I} + M}{e^{(F_{a,I} + M)} - 1}}{\frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{F_{a,I} + M} + \frac{F_{a,I} + M}{e^{(F_{a,I} + M)} - 1}}$$

Pour ~~multiplier~~ <sup>simplifier</sup> l'équation (31) on pose :

$$(32) \quad H_{a,I} = \frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{F_{a,I} + M} + \frac{F_{a,I} + M}{e^{(F_{a,I} + M)} - 1}$$

et

$$(33) \quad B_{a,I} = \frac{1}{F_{a,I}} - H_{a,I}$$

d'où :

$$(34) \quad \frac{dF_{a,I}}{dM} = \frac{B_{a,I}}{H_{a,I}}$$

D'après (3) on en déduit :

$$(35) \quad \frac{dF_{a,I,j}}{dM} = \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot \frac{B_{a,I}}{H_{a,I}}$$

Pour l'âge initial 1, et un recrutement R, l'équation (35) fournit directement :

$$\frac{dF_{1,1,j}}{dM} \text{ et donc } \frac{dq_{1,1,j}}{dM} = \frac{1}{E_{1,j}} \cdot \frac{C_{1,j}}{C_1} \cdot \frac{B_{1,1}}{H_{1,1}} \quad (36)$$

De façon générale, pour l'âge  $a > 1$  :

$$(37) \quad \frac{dq_{a,j}}{dM} = \frac{1}{E_{1,j}} \cdot \left[ \frac{\delta F_{a,I,j}}{\delta M} + \left[ \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}} \cdot \frac{dN_{a,I}}{dM} \right] \right]$$

$\frac{\delta F_{a,I,j}}{\delta M}$  est donnée par l'équation (35).  
 $\delta M$

Le second terme de la somme entre parenthèses traduit l'action indirecte de  $M$ , qui joue par l'entremise de  $N_{a,I}$  (LAUREC et SANTARELLI 1986).

$$(38) \quad \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}} \cdot \frac{dN_{a,I}}{dM} = \left[ N_{a,I} \cdot \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}} \right] \cdot \left[ \frac{1}{N_{a,I}} \cdot \frac{dN_{a,I}}{dM} \right]$$

d'après les équations (17) et (19) :

$$N_{a,I} \cdot \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}} = \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot \left[ \frac{-1}{\frac{1}{F_{a,I}} - \frac{1}{F_{a,I} + M} + \frac{1}{(F_{a,I} + M)^e - 1}} \right]$$

soit d'après (32) :

$$(39) \quad \boxed{N_{a,I} \cdot \frac{dF_{a,I,j}}{dN_{a,I}} = \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot \frac{-1}{H_{a,I}}}$$

La dérivation logarithmique de l'équation (12') donne :

$$(40) \quad \boxed{\frac{1}{N_{a,I}} \cdot \frac{dN_{a,I}}{dM} = - \left[ \sum_{k=1}^{a-1} \left[ \sum_{j=1}^J q_{k,j} \cdot E_{1-a+k,j} \cdot \frac{dq_{k,j}}{dM} \right] - 1 \right]}$$

D'après les équations (35), (39) et (40) on a donc :

$$\frac{dq_{a,j}}{dM} = \frac{1}{E_{I,j}} \cdot \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot \frac{B_{a,I}}{H_{a,I}} + \left[ \frac{C_{a,j}}{C_a} \cdot \frac{-1}{H_{a,I}} \cdot - \left[ \sum_{k=1}^{a-1} \left[ \sum_{j=1}^J q_{k,j} \cdot E_{I-a+k,j} \cdot \frac{dq_{k,j}}{dM} \right] - 1 \right] \right]$$

d'où : (41)

$$\frac{dq_{a,j}}{dM} = \frac{1}{E_{I,j}} \cdot \frac{1}{H_{a,I}} \cdot \frac{C_{a,j}}{C_a} \left[ B_{a,I} + \left[ \sum_{k=1}^{a-1} \left[ \sum_{j=1}^J q_{k,j} \cdot E_{I-a+k,j} \cdot \frac{dq_{k,j}}{dM} \right] - 1 \right] \right]$$

Cette équation permet une récurrence, initialisée par l'équation (36). Les dérivées se calculent à  $R$  constant. Pour obtenir des dérivées à  $F_{I,I}$  constant, il faut utiliser les procédures de dérivation des fonctions implicites. Les formules obtenues se comprennent en considérant que pour raisonner à  $F_{I,I} = F_t$  constant, en faisant varier  $M$ , il faut compenser ces variations de  $M$ , par un ajustement de  $R$  (LAUREC et SANTARELLI 1986).

Il faut pour cela que :

$$(42) \quad \frac{dF_t}{dM} \cdot dM + \frac{dF_t}{dR} \cdot dR = 0$$

ce qui revient à :

$$(43) \quad \frac{\frac{dF_t}{dR}}{dM} = - \frac{\frac{dF_t}{dM}}{\frac{dF_t}{dR}} = - \frac{\frac{dq_{I,j}}{dM}}{\frac{dq_{I,j}}{dR}}$$

Si l'on note  $\frac{dq_{a,j}^*}{dM}$  la dérivée à  $F_t$  par contraste avec celle calculée à

R constant :

$$(44) \quad \frac{dq_{a,j}^*}{dM} = \frac{dq_{a,j}}{dM} + \frac{dq_{a,j}}{dR} - \frac{\frac{dq_{I,j}}{dM}}{\frac{dq_{I,j}}{dR}}$$

apparaît donc un terme correctif :

$$(44') \quad \frac{dq_{I,j}}{dR} - \left[ \frac{dq_{I,j}}{dM} \cdot \frac{1}{\frac{dq_{I,j}}{dR}} \right]$$

Les  $\frac{dq_{a,j}}{dR}$  et  $\frac{dq_{I,j}}{dR}$  sont calculés dans la procédure itérative

du modèle d'analyse de pseudo-cohorte (équation 21 multipliée par l'équation 23).

Les  $\frac{dq_{I,j}}{dM}$  sont donnés par l'équation (41).

Le coefficient de sensibilité des capturabilités  $q_{a,j}$  vis-à-vis d'une modification  $\frac{\Delta M}{M}$  de la mortalité naturelle M est (d'après l'équation 25) :

$$(45) \quad \frac{Sq_{a,j}}{dM} = M \cdot \frac{dq_{a,j}}{dM} \cdot \frac{1}{q_{a,j}}$$

où :

M est la mortalité naturelle

$\frac{dq_{a,j}}{dM}$  est calculé d'après l'équation (44)

Tous ces algorithmes ou calculs des sensibilités des capturabilités vis-à-vis de  $R$ ,  $F_t$ ,  $M$  et des efforts de pêche, ont été programmés en FORTRAN 77 sur un micro-ordinateur (compatible IBM).

## **VI - 2 APPLICATION AUX STOCKS DE LINGUES BLEUES ET FRANCHES EXPLOITES DANS LE NORD ET L'OUEST DE L'ECOSSE**

L'estimation de la plupart des données nécessaires à l'évaluation de l'état de chacun des stocks de lingues étudiés a été effectuée dans le chapitre précédent. A savoir, pour chacune des deux lingues, les captures aux âges par sexe et par métier pour l'année 1985 (Tab. 10 et 11), les efforts de pêche pour chacun des métiers exploitant les lingues sur la série d'années correspondant aux nombres de classes d'âges exploitées (Tab. 12 et 13).

Le modèle nécessite en plus, l'injection de la valeur du coefficient de mortalité naturelle  $M$ . Pour un stock non exploité, le taux de mortalité naturel est égal au taux de décroissance en nombre d'individus. L'estimation du coefficient de mortalité naturelle est difficile et délicate dans le cas d'un stock déjà exploité. Dans ce travail, comme dans de nombreuses études de dynamique de population, les estimations des coefficients de mortalité naturelle n'ont pu être obtenues.

La valeur de  $M$  généralement retenue lors des évaluations de la dynamique des stocks de gadidés est  $M = 0.2$ . Les longévités des deux lingues sont importantes (supérieures à 15 années). Il paraît raisonnable de penser que leurs coefficients de mortalité naturelle doivent être inférieurs à ceux des autres gadidés. Nous avons fondé notre étude de dynamique sur l'hypothèse d'un coefficient de mortalité naturelle constant aux âges et valant  $M = 0.1$ . L'impact des incertitudes sur ce paramètre (étude de sensibilité) est testée.

Pour chaque stock, le modèle calcule, pour une valeur de  $F_t$  rentrée, le nombre de recrues  $R$  correspondant, et pour chaque groupe d'âge, les capturabilités et les coefficients de mortalité par pêche relatifs à chaque métier, les coefficients de mortalité par pêche totaux, et les effectifs des nombres d'individus survivants.

Le principe d'utilisation du modèle consiste à injecter, pour la valeur du coefficient de mortalité  $M$  retenue (ici  $M = 0.1.$ ), plusieurs valeurs de  $F_t$ . Il faut alors choisir celle qui donne les résultats qui sont les plus appropriés aux caractéristiques des exploitations des différents métiers. Ici, on admet que la capturabilité des chalutiers doit être constante aux différents âges exploités dans les stocks.

Pour l'ensemble des calculs, l'indice de recrutement relatif est supposé constant et égal à un. Quelque soit le stock étudié, tous les individus capturés sont commercialisés. Il n'y a pas de rejets.

### **VI - 3 RESULTATS ET DISCUSSION**

#### **A - Estimation du recrutement, des coefficients de mortalité par pêche et des effectifs aux âges**

Le phénomène de convergence mis en évidence par JONES (1961), TOMLINSON (1970) et décrit par MESNIL (1980 a) est également observé ici. Cela est rassurant dès lors que les mortalités par pêche terminales sont plus conjecturées que connues (LAUREC et SANTARELLI 1986).

L'hypothèse de la constance des capturabilités aux différents âges n'est pas forcément observée pour toutes les classes d'âges exploitées. Les captures des premières classes d'âge subissent l'effet induit de la sélectivité du chalut. Celles des dernières classes d'âges peuvent être affectées par le phénomène de réforme qu'accomplissent les vieux individus. Une partie d'entre eux quitte la pêcherie et n'est plus accessible aux engins de pêche.

Dans ces cas, le vecteur capturabilité va dans un premier temps rapidement augmenter avec l'âge (sélectivité du chalut). Puis il va être relativement constant sur un certain nombre de classes d'âges (tous les individus sont accessibles au chalut). Enfin, il va plus ou moins brusquement diminuer et être à peu près constant sur les dernières classes d'âges exploitées (phénomène de réforme : une grande partie des individus n'est plus accessible au chalut. Ceux qui restent, subissent une capturabilité constante).

Le choix du  $F_t$  se fait alors sur celui qui induit un vecteur capturabilité qui suit les évolutions décrites précédemment. Si le  $F_t$  est trop faible, les capturabilités ont tendance à diminuer rapidement sur les dernières classes d'âges. Par contre, s'il est trop fort, les capturabilités augmentent fortement sur ces classes d'âges (plus le  $F_t$  est élevé et plus les capturabilités finales sont fortes).

Dans un premier temps, l'analyse a été faite, pour chacun des stocks, sur l'ensemble des classes d'âges représentées dans les captures (7 à 19 ans pour les lingues bleues, 4 à 18 ans pour les lingues franches). Dans ce cas, quelle que soit le  $F_t$  choisi, les capturabilités ont tendance à osciller fortement sur les dernières classes d'âges. Pour certaines d'entre elles, les capturabilités deviennent très élevées, pour d'autres, elles sont très faibles. Le phénomène résulte sans doute d'une mauvaise détermination de l'âge des vieux individus.

Dans le cas de l'estimation des coefficients de mortalité par pêche à partir d'une distribution en taille (modèle de JONES 1974), LAUREC et MESNIL (1985) suggèrent de constituer un groupe "+" aux environs de 70 à 80 % de la valeur du  $L_\infty$ . Pour notre étude, nous avons donc éliminé les dernières classes d'âges. Pour la lingue bleue, l'analyse des cohortes porte sur les classes d'âges de 7 à 15 ans, pour la lingue franche sur celles de 4 à 12 ans.

#### . Stock de lingues bleues mâles

L'illustration du choix du coefficient de mortalité par pêche terminal  $F_t$  retenu, parmi ceux testés, est montrée sur la figure (83 a). Sa valeur est de 0.05. Dans ce cas, le recrutement vaut  $11.10^6$  individus. Les effectifs et les coefficients de mortalité par pêche aux âges sont présentés dans le tableau (14). Ces derniers sont faibles. Ils sont compris entre  $0.44.10^{-2}$ , pour les plus jeunes individus capturés (7 ans), et  $0.9.10^{-1}$  pour ceux appartenant à la classe d'âge qui est la plus exploitée.

#### . Stock de lingues bleues femelles

La figure (83.b) indique le coefficient de mortalité par pêche terminal qui est choisi. Il vaut 0.1. Le recrutement correspondant est de  $12.5.10^6$  individus.

Le tableau (16) représente les effectifs et les coefficients de mortalité par pêche aux différentes classes d'âge présentes dans les captures. Ces coefficients

Mortalité naturelle : .100

Recrutement : 11007582.

```

*****
* Age * C * N * F *
*****
* 7 * 46235. * 11007582. * .4423E-02 *
* 8 * 189541. * 9916057. * .2029E-01 *
* 9 * 202254. * 8794786. * .2446E-01 *
* 10 * 456120. * 7769489. * .6364E-01 *
* 11 * 501958. * 6570005. * .8362E-01 *
* 12 * 440715. * 5403969. * .8953E-01 *
* 13 * 215149. * 4333345. * .5356E-01 *
* 14 * 191077. * 3616010. * .5735E-01 *
* 15 * 134119. * 2886390. * .5004E-01 *
*****

```

Tableau (14) : Captures (C), nombre de survivants (N) et coefficient de mortalité par pêche (F), par classe d'âge, pour le stock de lingues bleues mâles.

|    | Sensibilité des F |           |            |           |            |
|----|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|
|    | Q                 | F         | /R         | /FT       | /MFT       |
| 7  | .2438E-07         | .4423E-02 | -.1002E+01 | .5592E+00 | -.6426E+00 |
| 8  | .1118E-06         | .2029E-01 | -.1015E+01 | .5661E+00 | -.5496E+00 |
| 9  | .1348E-06         | .2446E-01 | -.1037E+01 | .5700E+00 | -.4607E+00 |
| 10 | .3500E-06         | .6364E-01 | -.1003E+01 | .6044E+00 | -.3783E+00 |
| 11 | .4609E-06         | .8362E-01 | -.1170E+01 | .6520E+00 | -.3056E+00 |
| 12 | .4935E-06         | .8953E-01 | -.1200E+01 | .7107E+00 | -.2364E+00 |
| 13 | .2952E-06         | .5356E-01 | -.1416E+01 | .7903E+00 | -.1664E+00 |
| 14 | .3161E-06         | .5735E-01 | -.1529E+01 | .8531E+00 | -.0003E-01 |
| 15 | .2750E-06         | .5004E-01 | -.1696E+01 | .9463E+00 | .0000E+00  |

Tableau (15) : Coefficient de capturabilité (Q), de mortalité par pêche (F) et coefficients de sensibilité des (F) par rapport au recrutement (R), au F terminal (Ft) et au coefficient de mortalité naturelle (M) (à Ft constant) pour le stock de lingues bleues mâles.

Mortalité naturelle : .100

Recrutement : 12535574.

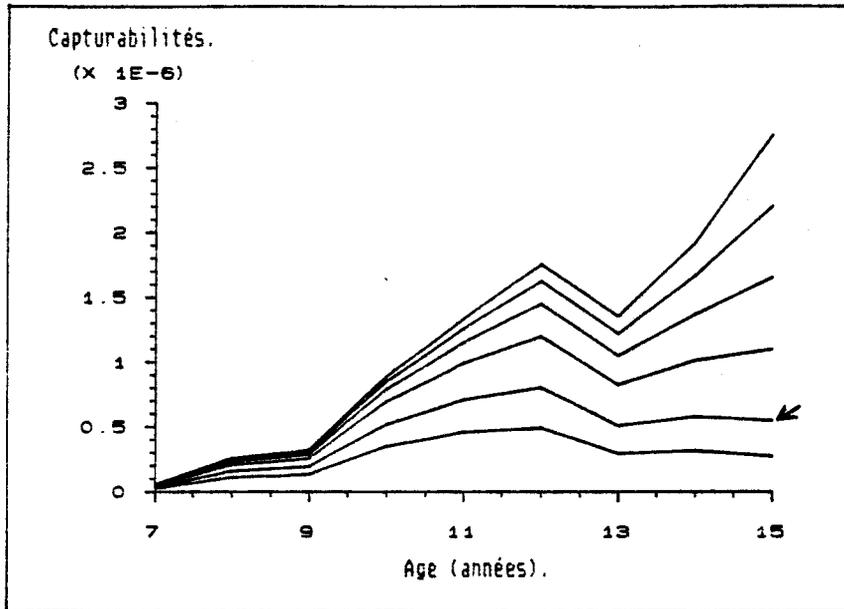
```

*****
* Age * C * N * F *
*****
* 7 * 15740. * 12535574. * .1320E-02 *
* 8 * 83202. * 11327671. * .7748E-02 *
* 9 * 412384. * 10171456. * .4352E-01 *
* 10 * 437756. * 8813536. * .5358E-01 *
* 11 * 424544. * 7566523. * .6074E-01 *
* 12 * 392597. * 6384232. * .6676E-01 *
* 13 * 356966. * 5258445. * .7396E-01 *
* 14 * 324839. * 4155798. * .8565E-01 *
* 15 * 305872. * 3374777. * .1000E+00 *
*****
    
```

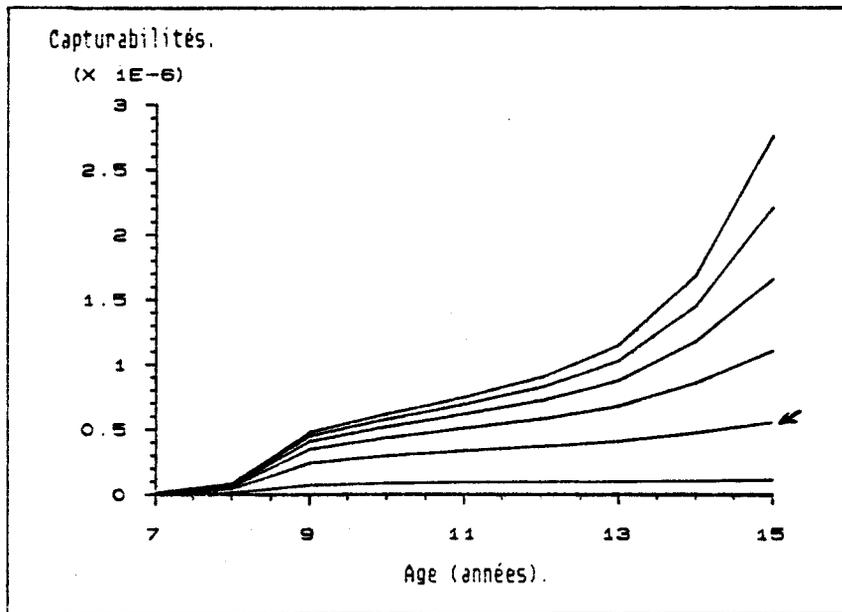
Tableau (16) : Captures (C), nombre de survivants (N) et coefficient de mortalité par pêche (F), par classe d'âge, pour le stock de lingues bleues femelles.

|    | Sensibilité des F |           |            |           |            |
|----|-------------------|-----------|------------|-----------|------------|
|    | Q                 | F         | /R         | /FT       | /M\FT      |
| 7  | .7277E-08         | .1320E-02 | -.1001E+01 | .5851E+00 | -.6548E+00 |
| 8  | .4270E-07         | .7748E-02 | -.1005E+01 | .5877E+00 | -.5574E+00 |
| 9  | .2399E-06         | .4352E-01 | -.1031E+01 | .6028E+00 | -.4698E+00 |
| 10 | .2953E-06         | .5358E-01 | -.1002E+01 | .6326E+00 | -.3904E+00 |
| 11 | .3348E-06         | .6074E-01 | -.1144E+01 | .6691E+00 | -.3101E+00 |
| 12 | .3680E-06         | .6676E-01 | -.1229E+01 | .7186E+00 | -.2325E+00 |
| 13 | .4077E-06         | .7396E-01 | -.1348E+01 | .7680E+00 | -.1592E+00 |
| 14 | .4721E-06         | .8565E-01 | -.1527E+01 | .8930E+00 | -.9483E-01 |
| 15 | .5512E-06         | .1000E+00 | -.1707E+01 | .9980E+00 | .0000E+00  |

Tableau (17) : Coefficient de capturabilité (Q), de mortalité par pêche (F) et coefficients de sensibilité des (F) par rapport au recrutement (R), au F terminal (Ft) et au coefficient de mortalité naturelle (M) (à Ft constant) pour le stock de lingues bleues femelles.



a : stock de lingues bleues mâles.



b : stock de lingues bleues femelles.

Figure (83) : Illustration du choix du Ft parmi plusieurs valeurs testées.

évoluent en fonction de l'âge d'une manière différente que ceux calculés pour les mâles. Ils sont plus faibles à 7 ans ( $0.13 \cdot 10^{-2}$ ) mais ils deviennent plus forts sur les dernières classes d'âges (ils tendent vers 0.1). Cela résulte de la différence des caractères biologiques (vitesse de croissance et de longévité des individus) observées entre les animaux des deux sexes. A partir de 12 ans, les mâles sont beaucoup moins nombreux que les femelles. L'exploitation des individus âgés correspond surtout à celle des femelles.

#### . Stock de lingues franches mâles

Le choix du coefficient de mortalité par pêche terminal est illustré figure (84 a). La valeur retenue est  $F_t = 0.1$ . Le recrutement vaut  $5.8 \cdot 10^6$  individus. Les effectifs et les coefficients de mortalité par pêche aux âges correspondant à l'exploitation des deux métiers (chalutiers + palangriers) sont présentés dans le tableau (18). Les coefficients évoluent entre  $2 \cdot 10^{-2}$  pour la première classe d'âge (4 ans) et 0.3 pour celle qui est la plus exploitée (8 ans).

Les coefficients de mortalité par pêche des chalutiers et des palangriers sont très différents selon les âges (Tab. 18 ). Ceux des chalutiers atteignent une valeur nominale (0.148) qui est plus faible que celle des palangriers (0.326). Entre 4 et 6 ans, les chalutiers contribuent de 90 à 70 % du total de la mortalité par pêche. A 7 ans, les deux métiers prennent chacun une part égale ( $F_7 = 0.148$ ). A partir de 8 ans, la mortalité par pêche totale est due à plus de 80 % aux palangriers.

#### . Stock de lingues franches femelles

La figure (84 b) montre le choix du coefficient de mortalité par pêche terminal qui a été effectué. Sa valeur est de 0.2. Le recrutement qui lui correspond est  $6.4 \cdot 10^6$  individus. Les effectifs et les coefficients de mortalité par pêche totaux (chalutiers + palangriers) sont portés dans le tableau (19).

Les coefficients de mortalité par pêche totaux calculés pour les femelles sont à chaque âge plus élevés que ceux calculés pour les mâles. Ils évoluent entre (0.038) pour la première classe d'âge capturée (4 ans) et (0.374) pour celle qui subit l'exploitation la plus intense (8 ans).

| Mortalités par pêche |            |             |        |
|----------------------|------------|-------------|--------|
| Age                  | Chalutiers | Palangriers | Total  |
| 4                    | 0. 016     | 0. 001      | 0. 017 |
| 5                    | 0. 066     | 0. 011      | 0. 075 |
| 6                    | 0. 145     | 0. 055      | 0. 200 |
| 7                    | 0. 148     | 0. 147      | 0. 295 |
| 8                    | 0. 076     | 0. 250      | 0. 326 |
| 9                    | 0. 028     | 0. 220      | 0. 248 |
| 10                   | 0. 022     | 0. 185      | 0. 207 |
| 11                   | 0. 015     | 0. 107      | 0. 122 |
| 12                   | 0. 014     | 0. 086      | 0. 100 |

**Tableau (18) :** Coefficients de mortalité par pêche des lingues franches mâles, par âge et par métier.

| Mortalités par pêche |            |             |        |
|----------------------|------------|-------------|--------|
| Age                  | Chalutiers | Palangriers | Total  |
| 4                    | 0. 034     | 0. 004      | 0. 038 |
| 5                    | 0. 106     | 0. 019      | 0. 125 |
| 6                    | 0. 117     | 0. 049      | 0. 166 |
| 7                    | 0. 125     | 0. 212      | 0. 337 |
| 8                    | 0. 068     | 0. 306      | 0. 374 |
| 9                    | 0. 044     | 0. 306      | 0. 350 |
| 10                   | 0. 039     | 0. 232      | 0. 271 |
| 11                   | 0. 043     | 0. 210      | 0. 253 |
| 12                   | 0. 039     | 0. 161      | 0. 200 |

**Tableau (19) :** Coefficients de mortalité par pêche des lingues franches femelles, par âge et par métier.

| Sensibilité des F |           |           |           |            |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Q                 | F         | /R        | /FT       | /N\FT      |
| 4                 | .1256E-06 | .1613E-01 | .1827E+00 | -.4364E+00 |
| 5                 | .5287E-06 | .6687E-01 | .1902E+00 | -.3511E+00 |
| 6                 | .1135E-05 | .1458E+00 | .2139E+00 | -.2856E+00 |
| 7                 | .1158E-05 | .1488E+00 | .2635E+00 | -.2375E+00 |
| 8                 | .5919E-06 | .7682E-01 | .3521E+00 | -.2052E+00 |
| 9                 | .2231E-06 | .2865E-01 | .4809E+00 | -.1774E+00 |
| 10                | .1695E-06 | .2177E-01 | .6463E+00 | -.1421E+00 |
| 11                | .1285E-06 | .1548E-01 | .8849E+00 | -.7879E-01 |
| 12                | .1128E-06 | .1449E-01 | .9546E+00 | .0000E+00  |

a: chalutiers.

| Sensibilité des F |           |           |           |            |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Q                 | F         | /R        | /FT       | /N\FT      |
| 4                 | .2293E-08 | .1855E-02 | .1827E+00 | -.4364E+00 |
| 5                 | .1804E-07 | .8301E-02 | .1902E+00 | -.3511E+00 |
| 6                 | .1194E-06 | .5495E-01 | .2139E+00 | -.2856E+00 |
| 7                 | .3190E-06 | .1468E+00 | .2635E+00 | -.2375E+00 |
| 8                 | .5445E-06 | .2505E+00 | .3521E+00 | -.2052E+00 |
| 9                 | .4706E-06 | .2282E+00 | .4809E+00 | -.1774E+00 |
| 10                | .4035E-06 | .1856E+00 | .6463E+00 | -.1421E+00 |
| 11                | .2327E-06 | .1871E+00 | .8849E+00 | -.7879E-01 |
| 12                | .1868E-06 | .8557E-01 | .9546E+00 | .0000E+00  |

b: palangriers.

Mortalité naturelle : .100

Recrutement : 5800991.

| Age | C       | N        | F         |
|-----|---------|----------|-----------|
| 4   | 94065.  | 5800991. | .1718E-01 |
| 5   | 357695. | 5187341. | .7517E-01 |
| 6   | 770992. | 4447835. | .2007E+00 |
| 7   | 839025. | 3437528. | .2955E+00 |
| 8   | 625021. | 2351365. | .3265E+00 |
| 9   | 384689. | 1450066. | .2488E+00 |
| 10  | 161178. | 902715.  | .2074E+00 |
| 11  | 66373.  | 604120.  | .1225E+00 |
| 12  | 39839.  | 439317.  | .1001E+00 |

Tableau (20) : Captures (C), nombre de survivants (N) et coefficient de mortalité par pêche (F), par classe d'âge, pour le stock de lingues franches mâles.

Tableau (21) : Coefficient de capturabilité (Q), de mortalité par pêche (F) et coefficients de sensibilité des (F) par rapport au recrutement (R), au F terminal (Ft) et au coefficient de mortalité naturelle (N) (à Ft constant) pour le stock de lingues franches mâles.



Mortalité naturelle : .100

Recrutement : 6440264.

| Age | C        | N        | F         |
|-----|----------|----------|-----------|
| 4   | 232301.  | 6440264. | .3863E-01 |
| 5   | 638724.  | 5670883. | .1258E+00 |
| 6   | 683943.  | 4673208. | .1667E+00 |
| 7   | 1003086. | 3673583. | .3371E+00 |
| 8   | 712414.  | 2390315. | .3743E+00 |
| 9   | 381382.  | 1352745. | .3501E+00 |
| 10  | 174491.  | 770316.  | .2711E+00 |
| 11  | 98923.   | 464183.  | .2529E+00 |
| 12  | 51598.   | 298608.  | .2000E+00 |

Tableau (22) : Captures (C), nombre de survivants (N) et coefficient de mortalité par pêche (F), par classe d'âge, pour le stock de lingues franches femelles.

|    |           | Sensibilité des F |           |            |  |
|----|-----------|-------------------|-----------|------------|--|
| Q  | F         | /R                | /FT       | /MFT       |  |
| 4  | .2646E-06 | -.1019E+01        | .1188E+00 | -.4008E+00 |  |
| 5  | .8234E-06 | -.1094E+01        | .1275E+00 | -.3246E+00 |  |
| 6  | .9111E-06 | -.1228E+01        | .1431E+00 | -.2563E+00 |  |
| 7  | .9794E-06 | -.1541E+01        | .1797E+00 | -.2067E+00 |  |
| 8  | .5349E-06 | -.2167E+01        | .2526E+00 | -.1772E+00 |  |
| 9  | .3396E-06 | -.3246E+01        | .3784E+00 | -.1618E+00 |  |
| 10 | .3030E-06 | -.4671E+01        | .5446E+00 | -.1276E+00 |  |
| 11 | .3337E-06 | -.6485E+01        | .7561E+00 | -.7854E-01 |  |
| 12 | .3029E-06 | -.8511E+01        | .9923E+00 | .0000E+00  |  |

a: chalutiers.

|    |           | Sensibilité des F |            |           |            |
|----|-----------|-------------------|------------|-----------|------------|
| Q  | F         | /R                | /FT        | /MFT      |            |
| 4  | .1010E-07 | .4645E-02         | -.1019E+01 | .1188E+00 | -.4008E+00 |
| 5  | .4364E-07 | .2008E-01         | -.1094E+01 | .1275E+00 | -.3246E+00 |
| 6  | .1081E-06 | .4973E-01         | -.1228E+01 | .1431E+00 | -.2563E+00 |
| 7  | .4592E-06 | .2113E+00         | -.1541E+01 | .1797E+00 | -.2067E+00 |
| 8  | .6642E-06 | .3056E+00         | -.2167E+01 | .2526E+00 | -.1772E+00 |
| 9  | .6662E-06 | .3065E+00         | -.3246E+01 | .3784E+00 | -.1618E+00 |
| 10 | .5048E-06 | .2322E+00         | -.4671E+01 | .5446E+00 | -.1276E+00 |
| 11 | .4566E-06 | .2101E+00         | -.6485E+01 | .7561E+00 | -.7854E-01 |
| 12 | .3502E-06 | .1611E+00         | -.8511E+01 | .9923E+00 | .0000E+00  |

b: palangriers.

Tableau (23) : Coefficient de capturabilité (Q), de mortalité par pêche (F) et coefficients de sensibilité des (F) par rapport au recrutement (R), au F terminal (FT) et au coefficient de mortalité naturelle (M) (à Ft constant) pour le stock de lingues franches femelles.

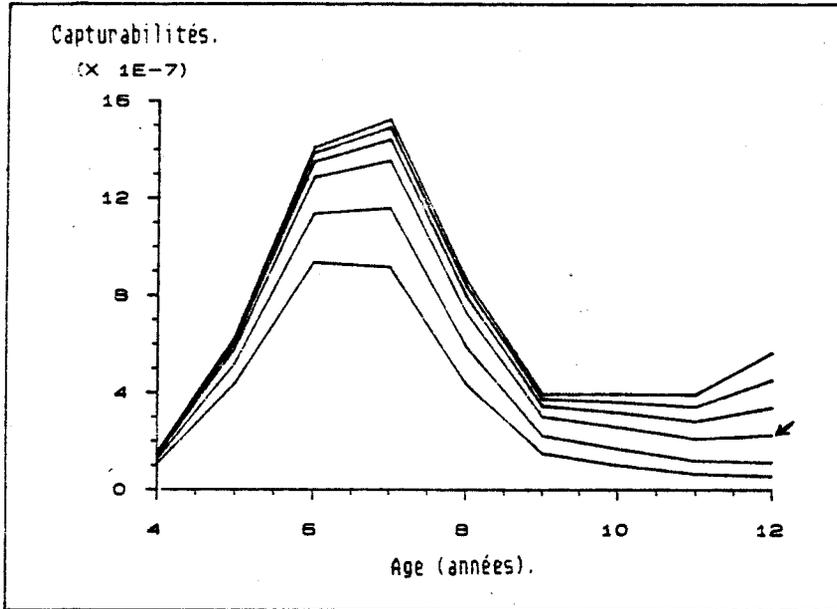
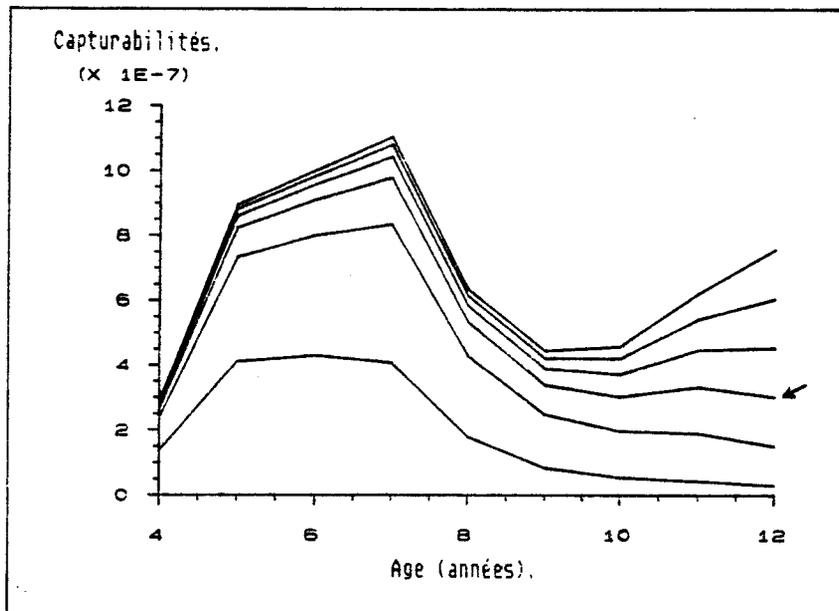
a: stock de lingues franches mâles.b: stock de lingues franches femelles.

Figure (84) : Illustration du choix du Ft parmi plusieurs valeurs testées.

La comparaison des exploitations par les chalutiers et les palangriers met en évidence les mêmes caractéristiques que celles observées pour l'exploitation du stock de lingues franches mâles. Les chalutiers induisent des coefficients de mortalité par pêche qui atteignent des valeurs maximales qui sont inférieures à celles des palangriers (0.125 au lieu de 0.306). En outre, ils contribuent entre 90 et 70 % de la mortalité par pêche des trois premières classes d'âge exploitées (4-5-6 ans). L'exploitation des individus âgés (7 ans et plus) est essentiellement faite par les palangriers. Les coefficients de mortalité par pêche aux âges que leur exploitation induit, sont plus forts et contribuent de 80 à 90 % de la valeur des coefficients de mortalité par pêche totaux.

### **B - Etudes des sensibilités des coefficients de mortalité par pêche aux âges**

Nous avons testé les sensibilités des estimations des coefficients de mortalité par pêche aux âges  $F_{a,j}$ , de chaque stock étudié, aux variations de plusieurs données dont ils dépendent : le recrutement, le coefficient de mortalité par pêche terminal  $F_t$ , le coefficient de mortalité naturelle  $M$ .

Les coefficients de sensibilités du premier ordre relatifs aux variations de chaque variable ont été calculés dans chacun des cas étudiés. Les résultats sont représentés dans les tableaux 15, 17, 21 et 23.

Les coefficients jouent un rôle de facteur multiplicatif (d'après la formule 24). Il est difficile d'interpréter directement les évolutions de leurs valeurs et les conséquences qui en résultent sur les estimateurs des  $F_{a,j}$ . Pour pallier cela, il nous a paru plus intéressant de calculer les pourcentages de variations relatives de  $\frac{\Delta F_{a,j}}{F_{a,j}}$  chaque valeur  $F_{a,j}$ , déduits des pourcentages de variations relatives  $\frac{\Delta v_a}{v_a}$  des paramètres retenus dans l'étude des sensibilités.

Pour ces calculs, nous avons choisi arbitrairement trois valeurs de variations relatives des paramètres : 10 %, 50 %, 100 %. Ces valeurs permettent de situer dans les résultats des  $F_{a,j}$ , les conséquences de faibles variations (10 %), de moyennes variations (50 %) et de très fortes variations (100 %), des paramètres du modèle.

Pour calculer la nouvelle valeur  $F'_{a,j}$  prise par un coefficient de mortalité par pêche  $F_{a,j}$  donné, à partir d'une modification quelconque (10, 50, 100 %) d'un des paramètres, il suffit d'appliquer la relation :

$$F'_{a,j} = F_{a,j} \cdot \left[ 1 \pm \frac{1}{100} \cdot \frac{\Delta F_{a,j}}{F_{a,j}} \right]$$

où :

$F_{a,j}$  est le coefficient de mortalité par pêche à un âge  $a$  et pour un métier  $j$ .

$\frac{\Delta F_{a,j}}{F_{a,j}}$  est le pourcentage de variation relatif de  $F_{a,j}$  déduit par une modification  $\frac{\Delta V_a}{V_a}$  d'une variable  $V$ .

Pour chacun des stocks étudiés, les pourcentages de variations relatives des  $F_{a,j}$ , induits par des variations de 10 %, 50 % et 100 % de chaque variable étudiée sont présentés dans les tableaux 24 à 26.

#### . Sensibilité des $F_{a,j}$ au recrutement $R$ (Tab. 24)

Une modification du recrutement provoque une variation en sens opposé des coefficients de mortalité par pêche aux âges  $F_{a,j}$ . L'amplitude de cette variation s'intensifie avec le vieillissement des classes d'âges concernées.

Pour les premières classes d'âges capturées, une variation de 10 % du recrutement entraîne, quel que soit le cas étudié (stock - métier) une modification du même ordre de grandeur en valeur absolue du  $F_{a,j}$  (entre 10.01 et 10.02 %).

Par contre pour les dernières, la même variation du 10 % du recrutement induit une très forte évolution des  $F_{a,j}$  (entre 16 et 85 % selon le cas étudié). Ainsi, dans un cas extrême (stock de lingues franches femelles exploité par les palangriers), le

| Age | F     | $\Delta R/R$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 7   | 0.004 | -10.02       | -50.10 | -100.2 |
| 8   | 0.020 | -10.15       | -50.75 | -101.5 |
| 9   | 0.025 | -10.37       | -50.85 | -103.7 |
| 10  | 0.063 | -10.83       | -54.15 | -108.3 |
| 11  | 0.084 | -11.70       | -58.50 | -117.0 |
| 12  | 0.089 | -12.88       | -64.40 | -128.8 |
| 13  | 0.053 | -14.16       | -70.80 | -141.6 |
| 14  | 0.057 | -15.29       | -76.45 | -152.9 |
| 15  | 0.050 | -16.96       | -84.60 | -169.6 |

a : stock de lingues bleues mâles

| Age | F     | $\Delta R/R$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 7   | 0.001 | -10.01       | -50.05 | -100.1 |
| 8   | 0.007 | -10.05       | -50.25 | -100.5 |
| 9   | 0.043 | -10.31       | -51.55 | -103.1 |
| 10  | 0.053 | -10.82       | -54.10 | -108.2 |
| 11  | 0.061 | -11.44       | -57.20 | -114.4 |
| 12  | 0.066 | -12.29       | -61.45 | -122.9 |
| 13  | 0.074 | -13.48       | -67.40 | -134.8 |
| 14  | 0.085 | -15.27       | -76.35 | -152.7 |
| 15  | 0.100 | -17.07       | -85.35 | -170.7 |

b : stock de lingues bleues femelles

| Age | F     | $\Delta R/R$ |         |        |
|-----|-------|--------------|---------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %    | 100 %  |
| 4   | 0.016 | -10.08       | -50.40  | -100.8 |
| 5   | 0.066 | -10.50       | -52.50  | -105.0 |
| 6   | 0.145 | -11.81       | -59.05  | -118.1 |
| 7   | 0.148 | -14.54       | -72.70  | -145.4 |
| 8   | 0.076 | -19.44       | -97.20  | -194.4 |
| 9   | 0.028 | -26.55       | -132.75 | -265.5 |
| 10  | 0.022 | -35.68       | -178.40 | -356.8 |
| 11  | 0.015 | -44.43       | -222.15 | -444.3 |
| 12  | 0.014 | -52.70       | -263.50 | -527.0 |

c : stock de lingues franches mâles  
(chalutiers)

| Age | F     | $\Delta R/R$ |         |        |
|-----|-------|--------------|---------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %    | 100 %  |
| 4   | 0.034 | -10.19       | -50.95  | -101.9 |
| 5   | 0.106 | -10.94       | -54.70  | -109.4 |
| 6   | 0.117 | -12.28       | -61.40  | -122.8 |
| 7   | 0.125 | -15.41       | -77.05  | -154.1 |
| 8   | 0.068 | -21.67       | -108.35 | -216.7 |
| 9   | 0.044 | -32.46       | -162.30 | -324.6 |
| 10  | 0.039 | -46.71       | -233.55 | -467.1 |
| 11  | 0.043 | -64.85       | -324.25 | -648.5 |
| 12  | 0.039 | -85.11       | -425.55 | -851.1 |

d : stock de lingues franches femelles  
(chalutiers)

| Age | F     | $\Delta R/R$ |         |        |
|-----|-------|--------------|---------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %    | 100 %  |
| 4   | 0.001 | -10.08       | -50.4   | -100.8 |
| 5   | 0.011 | -10.50       | -52.5   | -105.  |
| 6   | 0.055 | -11.81       | -59.05  | -118.1 |
| 7   | 0.147 | -14.54       | -72.70  | -145.4 |
| 8   | 0.250 | -19.44       | -97.20  | -194.4 |
| 9   | 0.220 | -26.55       | -132.75 | -265.5 |
| 10  | 0.185 | -35.68       | -178.40 | -356.8 |
| 11  | 0.107 | -44.43       | -222.15 | -444.3 |
| 12  | 0.086 | -52.70       | -263.5  | -527.  |

e : stock de lingues franches mâles  
(palangriers)

| Age | F     | $\Delta R/R$ |         |        |
|-----|-------|--------------|---------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %    | 100 %  |
| 4   | 0.004 | -10.19       | -50.95  | -101.9 |
| 5   | 0.019 | -10.94       | -54.70  | -109.4 |
| 6   | 0.049 | -12.28       | -61.40  | -122.8 |
| 7   | 0.212 | -15.41       | -77.05  | -154.1 |
| 8   | 0.306 | -21.67       | -108.35 | -216.7 |
| 9   | 0.306 | -32.46       | -162.30 | -324.6 |
| 10  | 0.232 | -46.71       | -233.55 | -467.1 |
| 11  | 0.210 | -64.85       | -324.25 | -648.5 |
| 12  | 0.161 | -85.11       | -425.55 | -851.1 |

f : stock de lingues franches femelles  
(palangriers)

Tableau (24) : Facteurs de variations  $\Delta F/F$  (en %) selon différents cas de variations  $\Delta R/R$  (en %) du recrutement.

$F_{a,j}$  terminal passe de 0.161 à 0.023 dans le cas d'une augmentation de 10 % du recrutement, et à 0.298 dans le cas d'une diminution de 10 %.

Les estimations des  $F_{a,j}$  sont donc sensibles à de faibles variations du recrutement.

#### . Sensibilité des $F_{a,j}$ du $F$ terminal (Tab. 25)

Les variations du  $F$  terminal entraînent des modifications des coefficients de mortalité par pêche aux âges  $F_{a,j}$  de même signe. Les modifications sont plus faibles aux premiers âges dans les captures. Elles augmentent avec l'âge des classes d'âge exploitées et tendent vers la valeur de celle de la classe d'âge du  $F_t$ . Par exemple, une variation de 10 % du  $F_t$  du stock de linges franches mâles induit une modification de 1.8 à 3.5 % des  $F_{a,j}$  des classes d'âge (4-5-6-7-8) et une variation de 4.8 à 10 % de celles des classes d'âges (9-10-11-12).

Lorsque les  $F_{a,j}$  sont très faibles, les modifications du  $F_t$ , engendrent des variations plus fortes des mortalités par pêche des premières classes d'âges capturées. Ainsi dans le cas de l'exploitation du stock de lingue bleue, les  $F_{a,j}$  sont tous inférieurs à 0.1. Une variation de 10 % du  $F_t$  entraîne une modification de 5.5 à 5.8 % du  $F_{a,j}$  de la première classe d'âge. Par contre, dans le cas de l'exploitation de la lingue franche, les  $F_{a,j}$  sont plus élevés. La variation de 10 % du  $F_t$  induit une variation de seulement 1.18 à 1.82 % du  $F_{a,j}$  de la première classe d'âge exploitée.

L'influence des variations du  $F_t$  sur les  $F_{a,j}$  n'est pas très importante. Ce sont surtout les coefficients de mortalité par pêche des dernières classes d'âge capturées qui sont les plus sensibles aux modifications de ce paramètre.

#### . Sensibilité des $F_{a,j}$ au coefficient de mortalité naturelle $M$ (à $F_t$ constant) (Tab. 26)

Les variations du coefficient de mortalité naturelle  $M$  et des  $F_{a,j}$  évoluent de façon opposée. Quand  $M$  diminue, les  $F_{a,j}$  augmentent et inversement.

La sensibilité des  $F_{a,j}$  aux modifications de  $M$  diminue avec l'âge. Pour les premières classes d'âges exploitées, une variation de 10 % de  $M$  entraîne une

| Age | F     | $\Delta$ FT/FT |       |       |
|-----|-------|----------------|-------|-------|
|     |       | 10 %           | 50 %  | 100 % |
| 7   | 0.004 | 5.59           | 27.96 | 55.92 |
| 8   | 0.020 | 5.61           | 28.30 | 56.61 |
| 9   | 0.025 | 5.78           | 28.94 | 57.88 |
| 10  | 0.063 | 6.04           | 30.22 | 60.44 |
| 11  | 0.084 | 6.52           | 32.64 | 65.28 |
| 12  | 0.089 | 7.18           | 35.93 | 71.87 |
| 13  | 0.053 | 7.90           | 39.51 | 79.03 |
| 14  | 0.057 | 8.53           | 42.65 | 85.31 |
| 15  | 0.050 | 9.46           | 47.31 | 94.63 |

a : stock de lingues bleues mâles

| Age | F     | $\Delta$ FT/FT |       |       |
|-----|-------|----------------|-------|-------|
|     |       | 10 %           | 50 %  | 100 % |
| 7   | 0.001 | 5.85           | 29.25 | 58.51 |
| 8   | 0.007 | 5.87           | 29.38 | 58.77 |
| 9   | 0.043 | 6.02           | 30.14 | 60.28 |
| 10  | 0.053 | 6.32           | 31.63 | 63.26 |
| 11  | 0.061 | 6.69           | 33.45 | 66.91 |
| 12  | 0.066 | 7.18           | 35.93 | 71.86 |
| 13  | 0.074 | 7.88           | 39.40 | 78.80 |
| 14  | 0.084 | 8.93           | 44.65 | 89.30 |
| 15  | 0.100 | 9.98           | 49.90 | 99.80 |

b : stock de lingues bleues femelles

| Age | F     | $\Delta$ FT/FT |       |       |
|-----|-------|----------------|-------|-------|
|     |       | 10 %           | 50 %  | 100 % |
| 4   | 0.016 | 1.82           | 9.13  | 18.27 |
| 5   | 0.066 | 1.90           | 9.51  | 19.02 |
| 6   | 0.145 | 2.13           | 10.69 | 21.39 |
| 7   | 0.148 | 2.63           | 13.17 | 26.35 |
| 8   | 0.076 | 3.52           | 17.60 | 35.21 |
| 9   | 0.028 | 4.80           | 24.04 | 48.09 |
| 10  | 0.022 | 6.46           | 32.31 | 64.63 |
| 11  | 0.015 | 8.04           | 40.24 | 80.49 |
| 12  | 0.014 | 9.54           | 47.73 | 95.46 |

c : stock de lingues franches mâles  
(chalutiers)

| Age | F     | $\Delta$ FT/FT |       |       |
|-----|-------|----------------|-------|-------|
|     |       | 10 %           | 50 %  | 100 % |
| 4   | 0.034 | 1.18           | 5.94  | 11.88 |
| 5   | 0.106 | 1.27           | 6.37  | 12.75 |
| 6   | 0.117 | 1.43           | 7.15  | 14.31 |
| 7   | 0.125 | 1.79           | 8.98  | 17.97 |
| 8   | 0.068 | 2.52           | 12.63 | 25.26 |
| 9   | 0.044 | 3.78           | 18.92 | 37.84 |
| 10  | 0.039 | 5.44           | 27.23 | 54.46 |
| 11  | 0.043 | 7.56           | 37.80 | 75.61 |
| 12  | 0.039 | 9.92           | 49.61 | 99.23 |

d : stock de lingues franches femelles  
(chalutiers)

| Age | F     | $\Delta$ FT/FT |       |       |
|-----|-------|----------------|-------|-------|
|     |       | 10 %           | 50 %  | 100 % |
| 4   | 0.001 | 1.82           | 9.13  | 18.27 |
| 5   | 0.011 | 1.90           | 9.51  | 19.02 |
| 6   | 0.055 | 2.13           | 10.69 | 21.39 |
| 7   | 0.147 | 2.63           | 13.17 | 26.35 |
| 8   | 0.250 | 3.52           | 17.60 | 35.21 |
| 9   | 0.220 | 4.80           | 24.04 | 48.09 |
| 10  | 0.185 | 6.46           | 32.31 | 64.63 |
| 11  | 0.107 | 8.04           | 40.24 | 80.49 |
| 12  | 0.086 | 9.54           | 47.73 | 95.46 |

e : stock de lingues franches mâles  
(palangriers)

| Age | F     | $\Delta$ FT/FT |       |       |
|-----|-------|----------------|-------|-------|
|     |       | 10 %           | 50 %  | 100 % |
| 4   | 0.004 | 1.18           | 5.94  | 11.88 |
| 5   | 0.019 | 1.27           | 6.37  | 12.75 |
| 6   | 0.049 | 1.43           | 7.15  | 14.31 |
| 7   | 0.212 | 1.79           | 8.98  | 17.97 |
| 8   | 0.306 | 2.52           | 12.63 | 25.26 |
| 9   | 0.306 | 3.78           | 18.92 | 37.84 |
| 10  | 0.232 | 5.44           | 27.23 | 54.46 |
| 11  | 0.210 | 7.56           | 37.80 | 75.61 |
| 12  | 0.161 | 9.92           | 49.61 | 99.23 |

f : stock de lingues franches femelles  
(palangriers)

**Tableau (25) :** Facteurs de variations  $\Delta F/F$  (en %) selon différents cas de variations  $\Delta Ft/Ft$  (en %) du F terminal.

| Age | F     | $\Delta M/M$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 7   | 0.004 | -6.42        | -32.13 | -64.26 |
| 8   | 0.020 | -5.49        | -27.48 | -54.96 |
| 9   | 0.025 | -4.60        | -23.03 | -46.07 |
| 10  | 0.063 | -3.78        | -18.91 | -37.83 |
| 11  | 0.084 | -3.05        | -15.28 | -30.56 |
| 12  | 0.089 | -2.36        | -11.82 | -23.64 |
| 13  | 0.053 | -1.66        | 8.32   | -16.64 |
| 14  | 0.057 | -0.80        | 4.00   | 8.00   |
| 15  | 0.050 | -            | -      | -      |

a : stock de lingues bleues mâles

| Age | F     | $\Delta M/M$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 7   | 0.001 | -6.54        | -32.74 | -65.48 |
| 8   | 0.007 | -5.57        | -27.87 | -55.74 |
| 9   | 0.043 | -4.69        | -23.47 | -46.98 |
| 10  | 0.053 | -3.90        | -19.52 | -39.04 |
| 11  | 0.061 | -3.10        | -15.50 | -31.01 |
| 12  | 0.066 | -2.32        | -11.62 | -23.25 |
| 13  | 0.074 | -1.59        | -7.96  | -15.92 |
| 14  | 0.084 | -0.94        | -4.74  | -9.48  |
| 15  | 0.100 | -            | -      | -      |

b : stock de lingues bleues femelles

| Age | F     | $\Delta M/M$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 4   | 0.016 | -4.36        | -21.82 | -43.64 |
| 5   | 0.066 | -3.51        | -17.55 | -35.11 |
| 6   | 0.145 | -2.85        | -14.28 | -28.56 |
| 7   | 0.148 | -2.37        | -11.87 | -23.75 |
| 8   | 0.076 | -2.05        | -10.26 | -20.52 |
| 9   | 0.028 | -1.77        | -8.87  | -17.74 |
| 10  | 0.022 | -1.42        | -7.10  | -14.21 |
| 11  | 0.015 | -0.78        | -3.93  | -7.87  |
| 12  | 0.014 | -            | -      | -      |

c : stock de lingues franches mâles  
(chalutiers)

| Age | F     | $\Delta M/M$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 4   | 0.034 | -4.00        | -20.04 | -40.08 |
| 5   | 0.106 | -3.24        | -16.23 | -32.46 |
| 6   | 0.117 | -2.56        | -12.81 | -25.63 |
| 7   | 0.125 | -2.06        | -10.33 | -20.67 |
| 8   | 0.068 | -1.77        | -8.86  | -17.72 |
| 9   | 0.044 | -1.61        | -8.09  | -16.18 |
| 10  | 0.039 | -1.27        | -6.39  | -12.78 |
| 11  | 0.043 | -0.78        | -3.92  | -7.85  |
| 12  | 0.039 | -            | -      | -      |

d : stock de lingues franches femelles  
(chalutiers)

| Age | F     | $\Delta M/M$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 4   | 0.001 | -4.36        | -21.82 | -43.64 |
| 5   | 0.011 | -3.51        | -17.55 | -35.11 |
| 6   | 0.055 | -2.83        | -14.28 | -28.56 |
| 7   | 0.147 | -2.37        | -11.87 | -23.75 |
| 8   | 0.250 | -2.05        | -10.26 | -20.52 |
| 9   | 0.220 | -1.77        | -8.87  | -17.74 |
| 10  | 0.185 | -1.42        | -7.10  | -14.21 |
| 11  | 0.107 | -0.78        | -3.93  | -7.87  |
| 12  | 0.086 | -            | -      | -      |

e : stock de lingues franches mâles  
(palangriers)

| Age | F     | $\Delta M/M$ |        |        |
|-----|-------|--------------|--------|--------|
|     |       | 10 %         | 50 %   | 100 %  |
| 4   | 0.004 | -4.00        | -20.04 | -40.08 |
| 5   | 0.019 | -3.24        | -16.23 | -32.46 |
| 6   | 0.049 | -2.56        | -12.81 | -25.63 |
| 7   | 0.212 | -2.06        | -10.33 | -20.67 |
| 8   | 0.306 | -1.77        | -8.86  | -17.72 |
| 9   | 0.306 | -1.61        | -8.09  | -16.18 |
| 10  | 0.232 | -1.27        | -6.39  | -12.78 |
| 11  | 0.210 | -0.78        | -3.92  | -7.85  |
| 12  | 0.161 | -            | -      | -      |

f : stock de lingues franches femelles  
(palangriers)

**Tableau (26) :** Facteurs de variation  $\Delta F/F$  (en %) selon différents cas de variations  $\Delta M/M$  (en %) du coefficient de mortalité naturelle M.

diminution de la valeur des  $F_{a,j}$  correspondantes de 4 à 6.5 % selon le cas. Par contre, dès la cinquième classe d'âge exploitée, la variation des  $F_{a,j}$  n'est plus que 2 %. Dans les dernières classes d'âges, cette variation tend vers zéro.

Les coefficients de mortalité par pêche aux âges  $F_{a,j}$  ne sont pas très sensibles aux modifications du coefficient de mortalité naturelle. Seules, les premières classes d'âges exploitées subissent l'influence de cette variation, mais ce de façon faible.

## VI - CONCLUSION

La méthode d'analyse de pseudo-cohorte présentée ici constitue un progrès par rapport à la procédure classique du traitement des pseudo-cohortes qui suppose une double hypothèse d'équilibre. Désormais, on peut s'affranchir de l'hypothèse de constance des efforts de pêche.

Ceci est particulièrement intéressant pour l'étude de la dynamique de stocks, dont l'exploitation connaît un développement important, ou pour ceux, comme les stocks de lingues bleues et franches, dont l'exploitation est accessoire et fluctue selon les années.

L'élargissement de la méthode à plusieurs métiers permet d'aborder l'étude de l'exploitation d'un stock en terme d'interaction de différents métiers autour de la même ressource. On peut ainsi quantifier la part que prend chaque métier dans l'exploitation totale du stock.

L'application de la méthode à l'analyse de l'impact de l'exploitation des stocks, mâles et femelles, de lingues bleues et franches, du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse, montre que les coefficients de mortalité par pêche aux âges sont faibles. En outre, à un âge donné, ceux des mâles sont très souvent inférieurs à ceux des femelles.

L'étude de l'interaction des deux métiers qui capturent la lingue franche, les chalutiers et les palangriers, révèle que les chalutiers induisent la plus grande part des coefficients de mortalité par pêche des trois premières classes d'âges

capturées (4-5 et 6 ans). Les palangriers exploitent, et contribuent donc à la majeure partie des coefficients de mortalité par pêche, des animaux âgés de 7 ans et plus.

L'analyse des sensibilités, des coefficients de mortalité par pêche aux âges  $F_{a,j}$ , aux différents paramètres dont leurs estimations dépendent, permet de quantifier les phénomènes que nous avons déduit empiriquement lors de l'utilisation du modèle d'analyse de pseudo-cohorte. A savoir que :

- les  $F_{a,j}$  sont sensibles au recrutement et ils évoluent de façon inverse à ses variations.
- une modification du  $F_t$  induit des variations des  $F_{a,j}$  dans le même sens. Ce sont les  $F_{a,j}$  les plus proches de la dernière classe d'âge qui sont les plus sensibles aux variations de ce facteur.
- la sensibilité des  $F_{a,j}$  au coefficient de mortalité naturelle  $M$  est faible. Quand  $M$  augmente, les  $F_{a,j}$  diminuent et inversement. Ce sont surtout les coefficients de mortalité par pêche des premières classes d'âges capturées qui subissent les conséquences des évolutions du paramètre  $M$ .

Cependant, il ne faut pas perdre de vue l'hypothèse du choix du  $F_t$ , qui veut que dans le cas de l'exploitation par les chalutiers, les capturabilités soient constantes aux âges. Tout au moins, dans le cas particulier de l'exploitation des lingues, que le  $F_t$  choisi corresponde à une certaine évolution du vecteur  $F$  en fonction des âges. Cela implique que l'intervalle de valeurs que peut prendre  $F_t$ , et donc  $R$ , est réduit. Les conséquences de faibles variations ( $\pm 10\%$ ) de ces paramètres n'ont que peu d'incidence sur les estimations des  $F_{a,j}$ .

Par contre, l'étude des conséquences des variations du coefficient de mortalité naturelle  $M$  apparaît plus intéressante. La valeur de ce coefficient n'est pas connue et elle est choisie arbitrairement, selon quelques critères biologiques des espèces étudiées. Dans le cas de l'analyse de la dynamique des stocks de lingues, nous avons retenu une valeur de  $M$  (0.1) qui est plus basse que celles communément choisies pour d'autres stocks de gadidés (de 0.2 à 0.3). Les  $F_{a,j}$  estimés sont faibles. L'étude des sensibilités montre qu'une augmentation de  $M$  entraîne une faible diminution des  $F_{a,j}$ . Cette diminution affecte surtout les  $F_{a,j}$  des premières classes d'âges exploitées.

**CHAPITRE VII****ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS DE LINGUE  
DU NORD ET DE L'OUEST DE L'ECOSSE  
PAR UNE MODELISATION DE TYPE STRUCTURAL**

- VII-1 CARACTERISTIQUES, CONTRAINTES D'UTILISATION ET CHOIX D'UN MODELE STRUCTURAL
  - 1.1 Caractéristiques
  - 1.2 Contraintes d'utilisation
  - 1.3 Choix d'un modèle
  
- VII-2 DESCRIPTION DU MODELE
  - 2.1 Equations de base
  - 2.2 Calculs des captures en nombre d'individus
  - 2.3 Calculs des captures en poids
  - 2.4 Calculs des captures en nombre et en poids dans le cas d'une exploitation par plusieurs métiers
  - 2.5 Calculs et représentations des éléments d'analyse de la dynamique des stocks
  
- VII-3 APPLICATION A L'ETUDE DES EXPLOITATIONS DES STOCKS DE LINGUES
  
- VII-4 RESULTATS ET DISCUSSION
  - 4.1 Gestion de l'exploitation des stocks de lingue bleue
  - 4.2 Gestion de l'exploitation des stocks de lingue franche
  
- VII-5 CONCLUSION

**CHAPITRE VII****ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS DE LINGUE  
DU NORD ET DE L'OUEST DE L'ECOSSE  
PAR UNE MODELISATION DE TYPE STRUCTURAL**

La production fournie par un stock exploité, résulte de l'interaction des caractéristiques du stock (composition, distribution . . .) et de la pression de pêche exercée par les flottilles qui le capturent. La gestion de cette exploitation nécessite la quantification des résultats de production. L'effort de pêche dépensé par la flottille pour la capture d'un stock évolue au cours du temps. Il est donc primordial d'analyser les conséquences de ces variations sur la production. Pour prévoir l'incidence des modifications de la production du stock exploité, au niveau de l'unité d'exploitation (navire), on peut analyser l'évolution des c.p.u.e.\*. Au-delà d'un certain seuil, la biomasse (et donc l'effectif) des géniteurs ne permet plus le renouvellement du stock exploité. Cette biomasse, ou mieux, le pourcentage de biomasse de géniteurs (par rapport au stock non exploité ou vierge) peut donc servir de critère d'aide à la gestion du stock.

Le rendement du stock, la biomasse de géniteur présente dans le stock, et la c.p.u.e des unités d'exploitation, sont donc des éléments d'aide à gestion des stocks. L'évolution de ces facteurs en fonction des modifications des conditions d'exploitation implique et quantifie en partie la dynamique du stock exploité.

L'objectif de ce chapitre est, de situer le niveau de production des stocks de lingues pour 1985, et d'évaluer, à long terme, les conséquences des modifications des modalités de leurs exploitations respectives. Le modèle utilisé pour estimer les éléments de gestion présentés plus haut, est un modèle structural non-autorégénérant. Il a été introduit par THOMPSON et BELL (1934) et repris ensuite par RICKER (1958) et JONES (1976). Nous présentons d'abord les caractéristiques et les limites d'utilisation des modèles structuraux. Nous décrivons ensuite le modèle choisi. Enfin l'application à l'étude de l'exploitation des différents stocks de lingues dans le Nord et l'Ouest de l'Ecosse est présentée. Les résultats sont analysés et discutés.

\* Captures par unité d'effort.

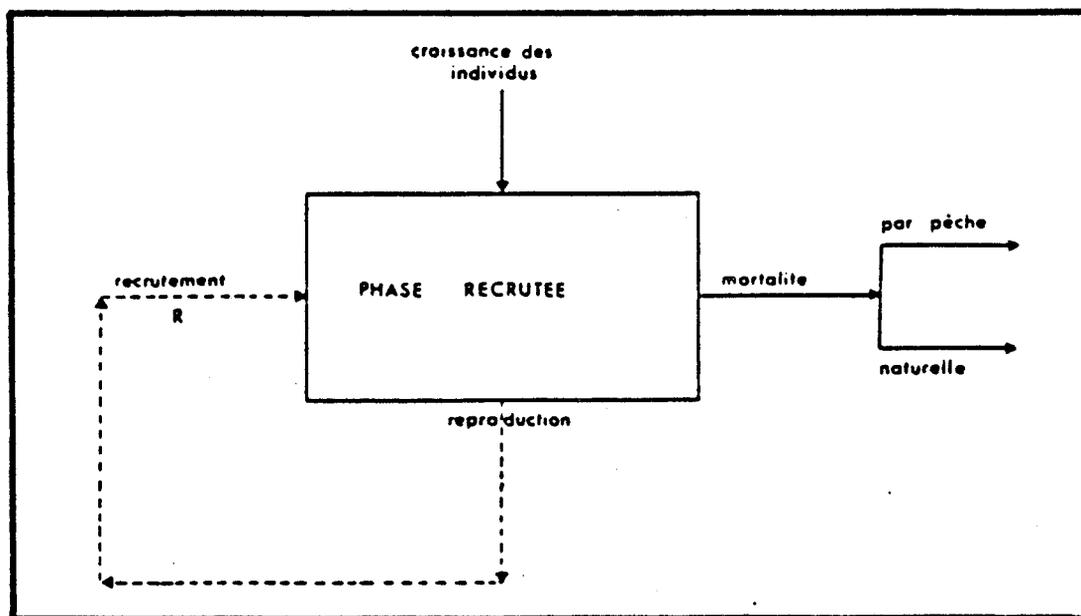


Figure (84 bis) : Schéma général des modèles structuraux (d'après Ricker 1958). (in Laurec et Le guen 1981).

## VII-1 CARACTERISTIQUES, CONTRAINTES D'UTILISATION ET CHOIX D'UN MODELE STRUCTURAL

### 1.1 CARACTERISTIQUES

L'utilisation de modèles structuraux conduit dans une première étape à démontrer les mécanismes essentiels du stock étudié, et notamment, à séparer le cycle de vie des animaux de ce stock selon deux phases. La première, ou phase pré-recrutée, qui va de l'émission des produits génitaux, ou de la ponte, à l'incorporation des jeunes individus dans la fraction exploitable de la population (recrutement). La seconde, ou phase recrutée, qui s'étend du recrutement au décès ou à la réforme (Fig. 84 bis), (LAUREC et LE GUEN 1981).

La phase pré-recrutée est mal connue car difficile à étudier. L'incidence des éléments qui agissent tout au long de cette phase, comme les facteurs hydrologiques ou biologiques (cycle long de variation d'abondance propre à l'espèce étudiée), est difficilement quantifiable.

La phase recrutée est, quant à elle, beaucoup mieux analysée et donc sa modélisation est plus avancée. Pour un nombre d'animaux estimés recrutés, cette modélisation fait intervenir leur croissance et leurs mortalités (par pêche et naturelle) pour prévoir les captures apportées par différents régimes d'exploitation. Ces modèles, qui considèrent le recrutement constant (il peut être variable au cours des ans à condition de ne pas présenter des tendances annuelles dans les variations (LAUREC 1977)), ou indépendant des mesures de gestion (l'influence de la biomasse de l'ensemble de géniteurs sur le recrutement est négligée tant que cette biomasse reste au-dessus d'un certain seuil), ne sont pas auto-régénérants.

Lors de la modélisation de la phase recrutée, l'effectif du recrutement n'est généralement pas connu. C'est un effectif apparent qui est utilisé. Il correspond au nombre d'individus d'âge de première capture ( $t_c$ ). Pour éliminer l'erreur commise sur le recrutement réel, les modèles calculent des prévisions relatives de rendement par recrue (c'est la capture moyenne que permettra une recrue). Elles sont représentatives, à la constante du recrutement près, des variations de la production réelle.

## 1.2 CONTRAINTES D'UTILISATION

La capture totale réalisée sur l'ensemble des cohortes, constituant un stock à un instant donné, est une fonction d'une multitude de combinaisons entre les niveaux respectifs de recrutement des cohortes et les paramètres de leur exploitation présente et passée (MESNIL 1980 b). Un modèle dont le but est d'analyser les conséquences de l'effet de variations d'un facteur donné ne peut prendre en compte toutes ces combinaisons. Pour simplifier le problème, on sélectionne un nombre fini de phénomènes essentiels. On impose à toutes les cohortes un même effectif au recrutement et des régimes d'exploitation semblables (mortalités par pêche et naturelle constantes) depuis le recrutement jusqu'au moment considéré pour l'étude. En outre, on admet que les capturabilités, les coefficients de mortalité naturelle et les paramètres de croissance, ne dépendent que de l'âge des individus (LAUREC 1977). Les différents facteurs sont donc supposés être indépendants de la biomasse du stock, et donc en particulier de l'effectif théorique choisi au recrutement. On admet aussi que la production d'un stock au cours d'une période donnée est égale pour une même intensité globale de pêche, à la production cumulée de tous les groupes d'âges d'une des cohortes au cours de la phase d'exploitation. Enfin, il faut considérer que les prévisions à l'équilibre nécessitent que tous les groupes d'âges présents dans le stock subissent les effets de cette modification et se stabilisent.

Toutes ces contraintes et ces remarques définissent les hypothèses d'équilibre que doit vérifier l'exploitation d'un stock pour que les résultats obtenus par l'utilisation des modèles structuraux soient fiables.

## 1.3 CHOIX D'UN MODELE

Les modèles structuraux qui permettent de calculer les rendements dans les situations d'équilibre décrites plus haut sont nombreux et variés : modèles de BEVERTON et HOLT (1957), JONES (1961), RICKER (1958), (1975), THOMPSON et BELL (1934), B.W. JONES (1976), expolinéaire, LAUREC et MAUCORPS (1981). Tous ces modèles convergent sur les phénomènes pris en compte (mortalité naturelle, mortalité par pêche, croissance moyenne, description de l'évolution des effectifs par des exponentielles négatives). Les divergences sont liées à la description de la croissance pondérale et à une éventuelle discrétisation de l'axe des temps (LAUREC et LE GUEN 1981).

Pour analyser les variations des rendements des stocks de linges à des modifications des conditions de leurs exploitations respectives, nous avons utilisé le modèle de THOMPSON et BELL (1934).

## VII-2 DESCRIPTION DU MODELE

### 2.1 EQUATIONS DE BASE

Le modèle de THOMPSON et BELL (1934) est un modèle déterministe à temps discret. Les variations des poids individuels et des coefficients de mortalité (naturelle et par pêche) sont exprimées par rapport à une durée  $t$  discrétisée en plusieurs intervalles de temps ( $t_1 \dots t_n$ ). Ces intervalles sont souvent pris de longueur égale et valant un an :

$$(t_1, t_2), (t_2, t_3) \dots (t_i, t_{i+1}) \dots (t_{n-1}, t_n).$$

Le premier intervalle de temps ainsi défini  $t_1$ , correspond à l'âge au recrutement  $t_1$ .

A l'intérieur de l'intervalle ( $t_i, t_{i+1}$ ), le nombre de survivants à l'instant  $t$  est :

$$(1) \quad N_t = N_i \cdot e^{-Z_i \cdot (t - t_i)}$$

où :

$N_t$  = effectif de la cohorte à l'instant  $t$ .

$N_i$  = effectif de la cohorte au début de l'intervalle  $i$ .

$Z_i = M_i + F_i$

$M_i$  = coefficient de mortalité naturelle pour l'âge  $i$ .

$F_i$  = coefficient de mortalité par pêche pour l'âge  $i$ .

### 2.2 CALCULS DES CAPTURES EN NOMBRES D'INDIVIDUS

Le nombre d'individus de la cohorte capturés sur le  $i$ ème intervalle est :

$$(2) \quad C_i = F_i \cdot \int_{t_i}^t N_t \cdot dt$$

où :

$N_t$  = effectif de la cohorte à l'instant  $t$

$F_i$  = coefficient de mortalité par pêche.

D'après (1) on a :

$$(3) \quad C_i = F_i \cdot \int_{t_i}^t N_i \cdot e^{-Z_i \cdot (t - t_i)} \cdot dt$$

ce qui est logiquement équivalent à :

$$(4) \quad C_i = F_i \cdot N_i \int_{t_i}^t e^{-Z_i \cdot (t - t_i)} \cdot dt$$

Par intégration de l'équation (4) entre  $t_i$  et  $t$ , on obtient :

$$(5) \quad C_i = \frac{F_i \cdot N_i}{Z_i} \cdot (1 - e^{-Z_i \cdot (t - t_i)})$$

Ce qui équivaut à :

$$(6) \quad C_i = \frac{F_i}{Z_i} \cdot (N_i - N_i \cdot e^{-Z_i \cdot (t - t_i)})$$

Sur un intervalle de un an, on obtient (d'après (1)) :

$$(7) \quad C_i = \frac{F_i}{Z_i} \cdot (N_i - N_{i+1})$$

Les captures totales au long de la vie de la cohorte sont :

$$(8) \quad C = \sum_{i=1}^n C_i$$

où :

$n$  est le nombre d'années de présence dans la phase recrutée.

Dans les situations d'équilibre, C représente aussi les captures annuelles provenant de l'exploitation du stock.

### 2.3. CALCULS DES CAPTURES EN POIDS

Dans le ième intervalle, la dérivée de la capture en poids  $Y_i$  par rapport au temps est :

$$(9) \quad \frac{dY_i(t)}{dt} = F_i \cdot N_t \cdot W_t$$

La particularité du modèle de THOMPSON et BELL est d'utiliser à l'intérieur de l'intervalle  $(t_i, t_{i+1})$  un poids constant :

$$\bar{W}_i = \frac{W_i + W_{i+1}}{2}$$

En général c'est le poids moyen effectif dans les captures qui est retenu.

L'équation (9) devient donc :

$$(10) \quad \frac{dY_i(t)}{dt} = F_i \cdot \bar{W}_i \cdot N_t$$

d'où :

$$(11) \quad Y_i = F_i \cdot \bar{W}_i \cdot \int_{t_i}^t N_t \cdot dt$$

D'après (1), l'équation (11) est logiquement équivalente à :

$$(12) \quad Y_i = F_i \cdot \bar{W}_i \cdot \int_{t_i}^t N_i \cdot e^{-Z_i \cdot (t - t_i)} \cdot dt$$

Ce qui revient à :

$$(13) \quad Y_i = F_i \cdot \bar{W}_i \cdot N_i \int_{t_i}^t e^{-Z_i \cdot (t - t_i)} \cdot dt$$

Par intégration de l'équation (13) entre  $t_i$  et  $t$  on en déduit :

$$(14) \quad Y_i = \frac{F_i \cdot \bar{W}_i \cdot N_i}{Z_i} \cdot (1 - e^{-Z_i \cdot (t - t_i)})$$

Ce qui équivaut à :

$$(15) \quad Y_i = \frac{F_i \cdot \bar{W}_i}{Z_i} \cdot (N_i - N_i \cdot e^{-Z_i \cdot (t - t_i)})$$

Sur un intervalle de temps de un an on obtient (d'après (1)) :

$$(16) \quad Y_i = \frac{F_i \cdot \bar{W}_i}{Z_i} \cdot (N_i - N_{i+1})$$

Les captures totales exprimées du poids sont :

$$(17) \quad Y = \sum_{i=1}^n Y_i$$

La capture pondérale  $Y$  représente la biomasse prélevée par la pêche sur une cohorte entre le moment où elle est recrutée et celui où elle disparaît. Dans les situations d'équilibre,  $Y$  correspond aussi à la biomasse pêchée annuellement sur le stock exploité.

#### Remarque :

La croissance pondérale est calculée simplement à partir des résultats d'échantillonnage. Le principal avantage de cette méthode est qu'elle libère des contraintes et des faiblesses des lois explicites de croissance linéaire ou pondérale et des limites de leurs ajustements (MESNIL 1980 b). L'inconvénient vient du fait que les estimations de poids moyen dépendent du régime d'exploitation qui a cours au moment de l'étude. Pour calculer ce poids moyen, on pondère la relation taille/poids par la distribution en tailles dans chaque groupe d'âge capturé. Si on augmente la mortalité par pêche, la probabilité pour que chaque poisson atteigne les tailles maximales pour un âge donné, diminue. La taille moyenne, ou le poids moyen, des animaux capturés seront plus faibles. Ainsi, les poids moyens expérimentaux ne sont plus exacts quand le régime

d'exploitation étudié diffère trop du régime de référence. En outre les conditions d'équilibre ne sont plus respectées car les paramètres de croissance ne sont plus uniquement fonction de l'âge, mais aussi de l'intensité globale de pêche.

#### 2.4 CALCULS DES CAPTURES EN NOMBRE ET EN POIDS DANS LE CAS D'UNE EXPLOITATION PAR PLUSIEURS METIERS

Quand un stock subit l'exploitation de différents métiers, il est intéressant de quantifier les captures (en nombre et en poids) pour chacun des métiers. Il est alors possible d'évaluer la part prise dans cette exploitation par chaque métier. On peut aussi analyser séparément les conséquences qu'entraînent pour le stock des modifications des conditions d'exploitation de chaque métier.

Si un stock est exploité par  $n$  métiers, le vecteur mortalité par pêche  $F_i$ , est égal à la somme des vecteurs  $F_{m,i}$  ( $m$  variant de 1 à  $n$ ) engendrés par chacun des métiers :

$$(18) \quad F_i = \sum_{m=1}^n F_{m,i}$$

Pour chaque intervalle, on calcule la capture en nombre  $C_i$  (d'après l'équation (7)) et la capture en poids  $Y_i$  (d'après l'équation (16)).

La part des captures en nombre revenant à chaque métier  $m$  est :

$$(19) \quad C_{m,i} = C_i \cdot \frac{F_{m,i}}{F_i}$$

Celle des captures en poids qui revient à chaque métier  $m$  vaut :

$$(20) \quad Y_{m,i} = Y_i \cdot \frac{F_{m,i}}{F_i} \quad (\text{d'après FONTENEAU 1979})$$

## 2.5 CALCULS ET REPRESENTATIONS DES ELEMENTS D'ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES STOCKS

- La production totale  $Y$  (ou  $Y/R$  pour la production par recrue) est le résultat d'une certaine pression de pêche exercée par les flottilles sur le stock considéré. Cette pression de pêche est caractérisée par un vecteur de mortalité par pêche  $F_i$  ( $i=1,n$ ). On peut envisager la possibilité que ce vecteur soit globalement augmenté ou diminué sans que le diagramme de mortalité par pêche en soit affecté. Cela implique que le diagramme d'exploitation soit conservé. Le vecteur de mortalité par pêche est multiplié par un scalaire noté  $mf$  (d'après PAULIK et BAYLIFF 1967), qui est caractéristique de la variation de la pression de pêche. Le nouveau vecteur de mortalité par pêche est  $F'_i = m_i F_i$ , avec  $i$  variant de 1 à  $n$ . Quand deux métiers interviennent, comme c'est le cas dans l'exploitation de la lingue franche par les palangriers et les chalutiers, l'exploitation peut être caractérisée par les multiplicateurs  $mf_1$  et  $mf_2$  associés à chacun des métiers. Les métiers exercent respectivement les vecteurs de mortalités  $F_{1,i}$  et  $F_{2,i}$ . L'application des multiplicateurs  $mf_1$  et  $mf_2$ , conduit du vecteur  $F_i = F_{1,i} + F_{2,i}$  (d'après l'équation 18) au vecteur de mortalité :  $F'_i = mf_1 \cdot F_{1,i} + mf_2 \cdot F_{2,i}$ .

Les variations de la production totale  $Y$  (ou  $Y/R$ ) en fonction de l'effort de pêche (mesuré par un multiplicateur  $mf$  ou ( $mf_1$  et  $mf_2$ ), de l'effort de l'année de référence (1985)) peuvent ainsi être étudiées. La situation de référence correspond à un multiplicateur de l'effort égal à 1. On injecte dans le modèle différentes valeurs de ces multiplicateurs (pour chaque métier le cas échéant) et on obtient une prévision de production par recrue. Pour simplifier l'analyse des résultats, on présente, dans le cas de l'exploitation par un seul métier (celle des lingues bleues), l'évolution des prévisions des rendements par recrue en fonction des multiplicateurs d'effort, sous forme de courbes. Dans le cas de l'exploitation par plusieurs métiers (celle des lingues franches), les régimes d'exploitation sont rapportés à un plan où abscisse et ordonnée correspondent respectivement aux multiplicateurs  $mf_1$  et  $mf_2$  de chacun des métiers. Les rendements par recrue sont calculés pour différents couples et les isoplètes correspondantes sont tracées.

- Pour analyser l'évolution des c.p.u.e. issue des variations de l'effort de pêche total imposé au stock pour l'ensemble des flottilles qui l'exploite, on divise les rendements par recrue calculés pour chaque multiplicateur d'effort  $m_f$  par ce dernier. Les grandeurs ainsi obtenues, inutilisables dans l'absolu, présentent des variations relatives analogues à celles des c.p.u.e. (LAUREC et LE GUEN 1981). La représentation des résultats est identique à celle décrite pour les rendements. Dans le cas d'une exploitation par plusieurs métiers, les rendements de chaque métier sont divisés par le multiplicateur d'effort correspondant. La représentation graphique se fait, comme précédemment, dans un plan. On parle d'isoquantas (SUDA 1974) au lieu d'isoplètes.

- Pour évaluer la biomasse de géniteurs présente dans le stock par analogie avec les calculs de production, on peut se ramener à une recrue. Sans faire appel à une relation stock-recrutement précise, qui est très difficile à déterminer, il est donc intéressant de calculer la biomasse de géniteurs que produit une recrue (BF/R) sous la condition d'exploitation imposée au stock. On peut alors examiner, en terme de pourcentage par rapport au stock vierge, les conséquences qu'engendrent les variations des conditions d'exploitation (représentées par les modifications du multiplicateur d'effort  $m_f$ ) sur cette biomasse. Si la ponte a lieu aux instants  $t_i$ ,  $i$  variant de 1 à  $n$ , la biomasse féconde développée par une cohorte au long de son existence est :

$$(21) \quad BF = \sum_{i=1}^n N_{t_i} \cdot W_{t_i} \cdot O_{t_i}$$

où :

$N_{t_i}$  est l'effectif de la cohorte à l'instant  $t_i$

$W_{t_i}$  est le poids individuel à l'instant  $t_i$

$O_{t_i}$  est un coefficient traduisant l'état de maturité de la cohorte.

Le pourcentage de biomasse féconde par rapport au stock vierge s'écrit :

$$(22) \quad PBF = \frac{\sum_{i=1}^n N_{t_i}}{\sum_{j=1}^n N'_{t_j}}$$

| Age<br>années | Poids moyen (kg) |          |
|---------------|------------------|----------|
|               | Mâles            | Femelles |
| 7             | 1. 077           | 1. 338   |
| 8             | 1. 297           | 1. 826   |
| 9             | 1. 626           | 2. 266   |
| 10            | 1. 942           | 2. 931   |
| 11            | 2. 173           | 3. 225   |
| 12            | 2. 199           | 3. 816   |
| 13            | 2. 467           | 4. 395   |
| 14            | 2. 559           | 4. 999   |
| 15            | 2. 716           | 5. 467   |
| 16            | 2. 849           | 6. 088   |
| 17            | 3. 024           | 6. 511   |
| 18            | 3. 074           | 6. 903   |

**Tableau (27) :**  
Poids moyen (en kg) des  
lingues bleues mâles et  
femelles, dans les captures  
de chalutiers.

| Age<br>années | Poids moyen (kg) |          |          |          |
|---------------|------------------|----------|----------|----------|
|               | Mâles            |          | Femelles |          |
|               | Chalut.          | Palangr. | Chalut.  | Palangr. |
| 4             | 0. 909           | 0. 929   | 1. 071   | 1. 146   |
| 5             | 1. 416           | 1. 501   | 1. 554   | 1. 583   |
| 6             | 1. 885           | 2. 336   | 2. 079   | 2. 242   |
| 7             | 2. 257           | 2. 960   | 2. 863   | 3. 290   |
| 8             | 3. 065           | 3. 606   | 4. 099   | 4. 373   |
| 9             | 4. 178           | 4. 319   | 5. 605   | 5. 441   |
| 10            | 5. 209           | 5. 175   | 7. 125   | 6. 673   |
| 11            | 6. 015           | 5. 998   | 8. 688   | 8. 808   |
| 12            | 6. 727           | 6. 620   | 12. 474  | 11. 726  |
| 13            | 7. 830           | 7. 830   | 14. 259  | 13. 705  |
| 14            | 8. 498           | 8. 875   | 14. 592  | 14. 175  |
| 15            | 9. 714           | 9. 995   | 17. 768  | 17. 628  |

**Tableau (28) :**  
Poids moyen (en kg) des lingues franches  
mâles et femelles, dans les captures de  
chalutiers et de palangriers.

où :

$N' t_j$  est l'effectif de la cohorte à l'équilibre en absence de pêche.

La représentation des résultats se fait comme pour ceux des rendements et des c.p.u.e. : sous forme d'une courbe dans le cas d'une exploitation par un seul métier, et d'isoplètes dans celui d'une exploitation par deux métiers.

### VII-3 APPLICATION AUX EXPLOITATIONS DES STOCKS DE LINGUES

L'estimation des données nécessaires à l'analyse, de la gestion actuelle (1985) de l'exploitation de chaque stock de lingues, et des conséquences à long terme des modifications de leurs conditions d'exploitations respectives, a été effectuée dans les chapitres précédents.

#### **Poids moyen aux âges dans les captures :**

Le vecteur  $W$  des poids moyen dans les captures à un âge donné est calculé à partir de la relation taille-poids (Chapitre IV.6) et des tableaux de correspondance taille-âge (Chapitre V.2). A l'intérieur d'une classe d'âge on calcule, avec la relation taille-poids et le nombre d'individus débarqués par classe de taille, le poids des individus capturés par classe de taille. Le cumul de ces poids divisé par le nombre total d'individus pêchés à cet âge, donne le poids moyen débarqué par la classe d'âge considérée. Les résultats sont présentés dans les tableaux (27) à (28).

#### **Recrutement :**

Il est supposé constant. Le nombre de survivants d'une cohorte à l'âge  $t_i$  et par conséquent la capture  $C_i$  réalisée sur cet effectif pour une mortalité par pêche  $F_i$  exercée entre  $t_i$  et  $t_{i+1}$ , sont proportionnels à l'effectif réel  $R$  au recrutement. Pour se libérer de l'indétermination sur le recrutement, le modèle analyse l'évolution et la production d'une cohorte soumise à diverses modalités d'exploitation sur la base d'un recrutement arbitraire constant (ici  $R=1$ ). Les variations relatives de la production par recrue et la fraction survivante pour différentes pressions d'exploitation seront représentatives, à une constante  $R$  près, des variations de production réelle de la cohorte (MESNIL 1980b).

### Coefficient de mortalité naturelle :

Comme pour l'analyse des cohortes (Chapitre VI), ce coefficient a, dans le cas de chaque stock étudié une valeur de 0.1., cela pour toutes les classes d'âges exploitées.

### Vecteur mortalité par pêche :

Le vecteur de mortalité par pêche, associé aux efforts de pêche de 1985 de chacun des métiers (palangriers et chalutiers) a été estimé dans le chapitre VI.3, pour chaque stock de lingue exploité.

### Biomasse féconde :

Pour les lingues bleues (mâles et femelles), on considère que 50 % des individus sont matures à 7 ans, 75 % le sont à 8 ans et 100 % au-delà.

L'équation (21) devient :

$$BF = (0.5 \cdot N_{t7} \cdot W_{t7}) + (0.75 \cdot N_{t8} \cdot W_{t8}) + \sum_{i=9}^{18} N_{ti} \cdot W_{ti}$$

et la (22) s'écrit :

$$PBF = \frac{(0.5 \cdot N_{t7}) + (0.75 \cdot N_{t8}) + \sum_{i=9}^{18} N_{ti}}{(0.5 \cdot N'_{t7}) + (0.75 \cdot N'_{t8}) + \sum_{i=9}^{18} N'_{ti}}$$

Pour les lingues franches (mâles et femelles) on admet que 50 % des individus sont matures à 4 ans, 75 % à 5 ans et 100 % au-delà. Le calcul de BF et PBF est identique à celui présenté par les lingues bleues (sauf qu'il s'initialise à  $t_4$ ).

- Le diagramme d'exploitation des chalutiers est caractéristique du maillage du chalut. Dans les études de gestion des stocks exploités, les halieutes évaluent souvent l'impact d'une augmentation de maillage sur le rendement par recrue équilibré. Cela n'a pas été envisagé ici pour deux raisons. La première est que l'augmentation de la longueur des mailles du chalut provoque une altération

complexe du vecteur mortalité par pêche. Il faut alors connaître pour tout maillage, les courbes de sélectivité (en général en longueur). L'étude de la sélectivité des chaluts, utilisés par la flottille industrielle pour les captures des lingues, n'a pas pu être réalisée. La seconde tient du fait que les décisions de modification de maillage découlent généralement d'une volonté d'optimisation de la gestion du stock dont l'exploitation est l'objectif principal des flottilles (ici en l'occurrence, c'est le stock de lieu noir). Ces mesures sont rarement envisagées pour les stocks dont l'exploitation est accessoire.

Sous les conditions d'équilibres requises pour chaque stock de lingue étudié, nous avons calculé le rendement, la c.p.u.e. et la biomasse de géniteurs qu'induit l'entrée d'une recrue dans la phase exploitée. Ces trois variables sont estimées pour différents régimes d'exploitations. Pour cela, nous avons utilisé le logiciel de calcul programmé par B. MESNIL (IFREMER NANTES).

## VII-4 RESULTATS ET DISCUSSION

### 4-1 GESTION DE L'EXPLOITATION DES STOCKS DE LINGUES BLEUES

- Le régime d'exploitation de 1985 fournit pour les **mâles** un rendement pondéral par recrue de 0.55 kg. La biomasse féconde représente 80 % de celle du stock vierge. L'augmentation de l'effort de pêche entraîne, à l'équilibre, une progression du rendement pondéral par recrue (Fig. 85 et Tab. 29), et une diminution de la biomasse féconde (Fig. 87 et Tab. 29). Le rendement maximal est obtenu quand l'effort de pêche de base est multiplié par 8 (+56 %). Pour ce niveau d'effort, la biomasse féconde perd 58 % de sa valeur initiale, mais elle représente encore 33 % de celle du stock vierge.

- Le régime d'exploitation de 1985 induit pour les **femelles** un rendement pondéral par recrue de 1.25 kg. La biomasse féconde représente 71 % de celle du stock vierge. L'augmentation de l'effort de pêche provoque, comme pour les mâles, une hausse du rendement par recrue (Fig. 85 et Tab. 29), et une baisse de la biomasse féconde du stock. (Fig. 87 et Tab. 29). Le rendement pondéral nominal est obtenu lorsque l'effort de pêche de référence est multiplié par 3.75 (+34 %). A ce niveau d'effort, la biomasse féconde diminue de 53 % de sa valeur de base. Elle ne correspond plus qu'à 33 % de celle du stock vierge.

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |      |
|----------------------------|-------------------|----------|------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R |
| 0.25                       | - 69              | + 22     | + 18 |
| 0.5                        | - 43              | + 14     | + 11 |
| 0.75                       | - 20              | + 6      | + 1  |
| 1                          | -                 | -        | -    |
| 2                          | + 36              | - 21     | - 17 |
| 3                          | + 47              | - 37     | - 30 |
| 4                          | + 52              | - 48     | - 39 |
| 5                          | + 54              | - 56     | - 46 |
| 6                          | + 54              | - 62     | - 98 |
| 7                          | + 55              | - 67     | - 98 |
| 8                          | + 56              | - 71     | - 98 |

a : stock de lingues bleues mâles

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |      |
|----------------------------|-------------------|----------|------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R |
| 0.25                       | - 65              | + 38     | + 29 |
| 0.5                        | - 38              | + 24     | + 18 |
| 0.75                       | - 17              | + 11     | + 8  |
| 1                          | -                 | -        | -    |
| 2                          | + 27              | - 31     | - 25 |
| 3                          | + 33              | - 50     | - 42 |
| 4                          | + 34              | - 62     | - 53 |
| 5                          | + 33              | - 70     | - 60 |
| 6                          | + 32              | - 75     | - 66 |
| 7                          | + 31              | - 79     | - 70 |
| 8                          | + 29              | - 82     | - 74 |

b : stock de lingues bleues femelles

Y/R : rendement par recrue

C.P.U.E. : capture par unité d'effort

BF/R : biomasse de géniteurs par recrue

**Tableau (29) :** Effets à long terme, de modifications du niveau de l'effort de pêche actuel (1985) des chalutiers, sur les rendements, les c.p.u.e. et la biomasse de géniteurs des stocks de lingues bleues mâles et femelles.

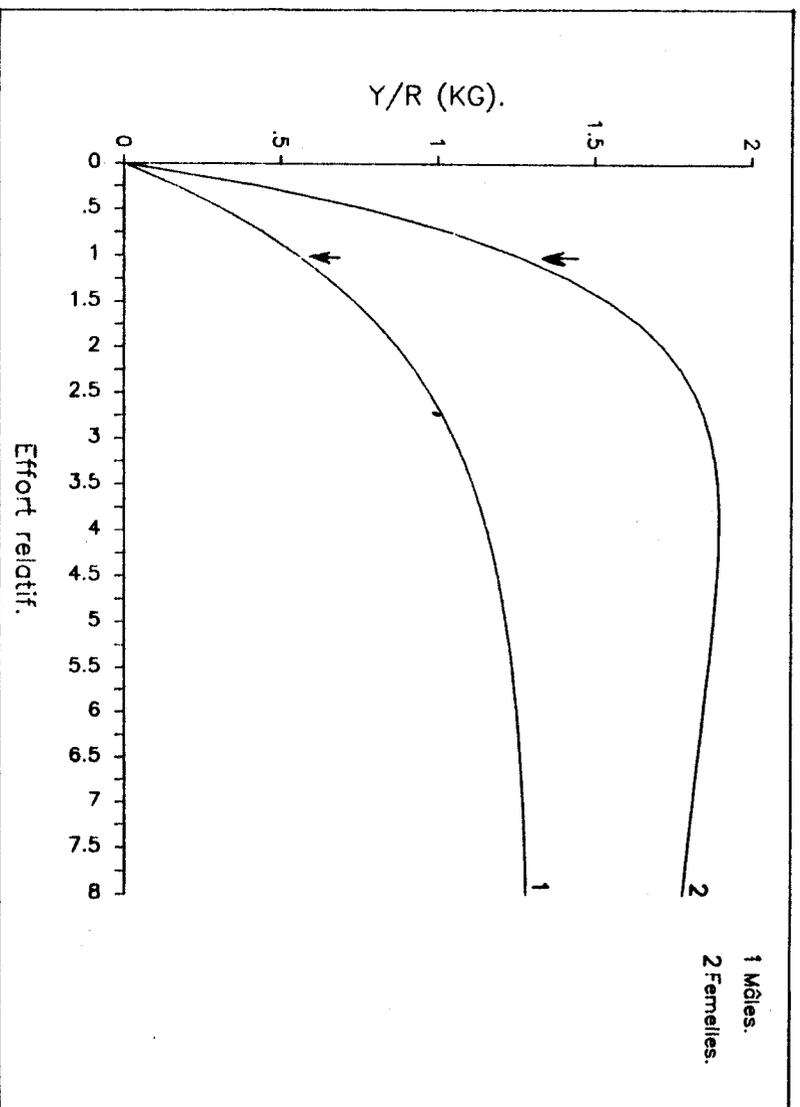


Figure (85) : Evolution des rendements par recrue (Y/R) à l'équilibre, des stocks de lingues bleues mâles et femelles, en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

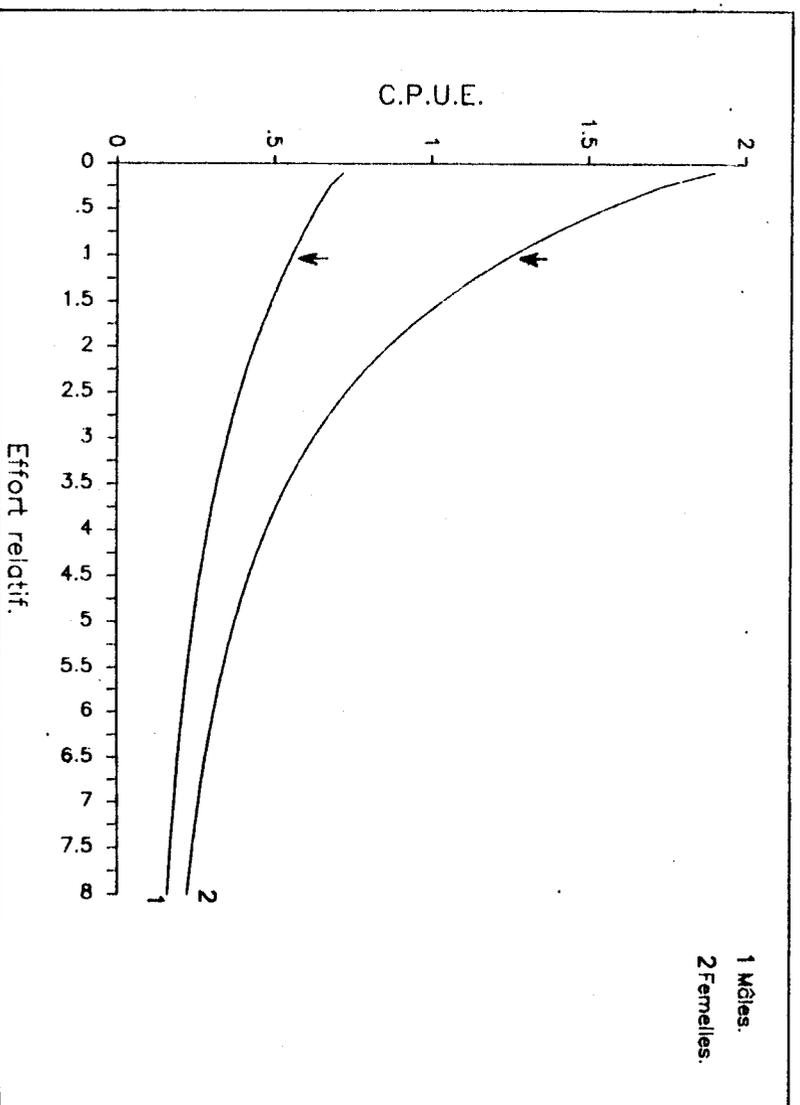


Figure (86) : Evolution des captures par unité d'effort (C.P.U.E) en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

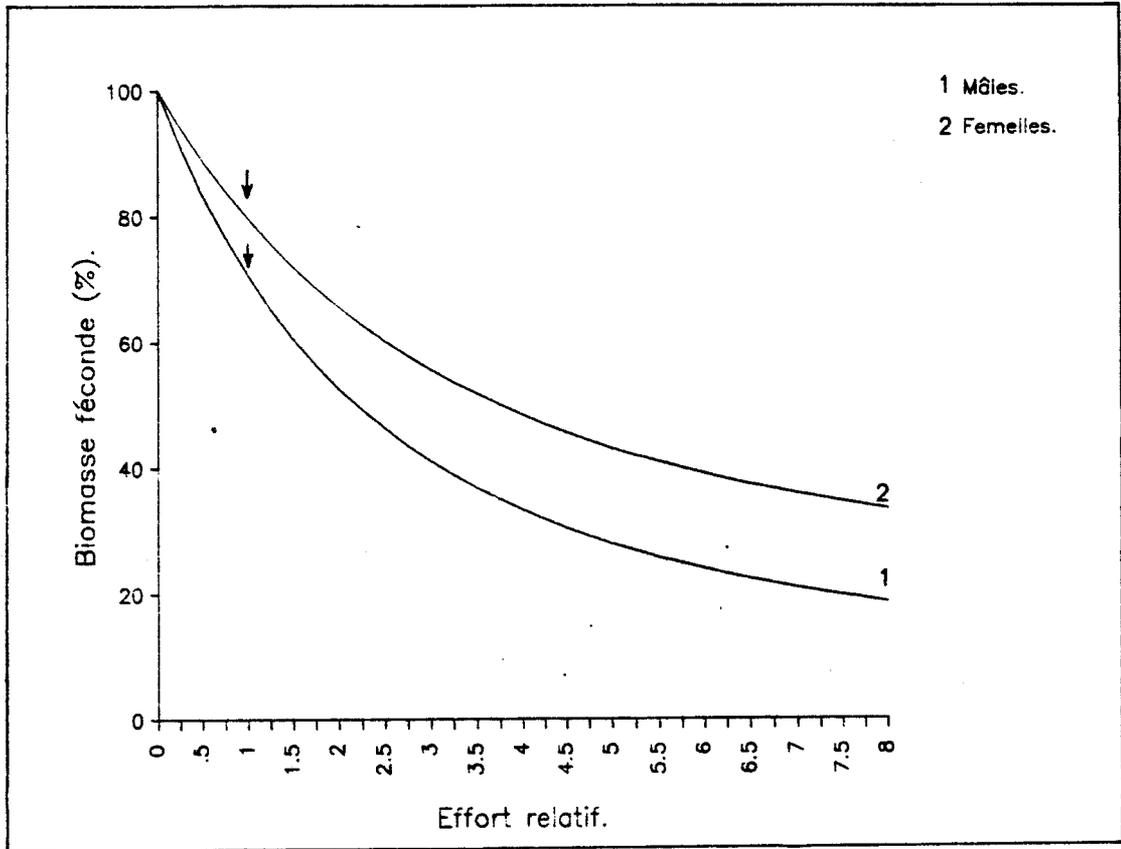


Figure (87) : Evolution des biomasses fécondes (en % de la biomasse féconde en absence d'exploitation), des stocks de lingues bleues mâles et femelles, en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

La dissemblance dans les valeurs obtenues pour chacun des stocks s'explique par les caractères biologiques différents des femelles et des mâles. Ces derniers ont des croissances en longueur et en poids distinctes de celles des femelles. Le fort pourcentage de biomasse féconde des stocks est lié au fait que les lingues bleues, des deux sexes, ne sont capturées qu'à partir du moment où elles sont matures (7-8 ans).

- Les lingues bleues mâles et femelles ont des aires de répartition identiques. Les marins pêcheurs n'ont pas la possibilité d'orienter leur stratégie de pêche sur les animaux appartenant uniquement à l'un des deux sexes. L'exploitation des stocks mâles et femelles doit donc être gérée de façon concomittante. Au vu des analyses présentées ci-dessus, la lingue bleue apparaît comme pondéralement sous exploitée. Le rendement pondéral par recrue actuel se situe très loin du rendement maximal que la ressource peut fournir. Celui-ci n'est atteint, dans le cas le plus favorable lorsque l'effort de pêche de 1985 est multiplié par 3.75. Une telle progression de l'intensité de pêche ne met pas la ressource en danger, puisque la biomasse féconde représente encore 33 % de celle du stock vierge (on admet qu'un stock est en danger lorsque ce pourcentage est inférieur à 10 %). Par contre, elle induit une diminution de la c.p.u.e. des unités d'exploitation. Cette baisse est très rapide (Fig. 87 et Tab. 29). Elle atteint 25 % lorsque l'effort de pêche de référence est doublé. Quand celui-ci atteint le niveau qui permet une production maximale (multiplication par quatre de l'effort de base), la diminution des c.p.u.e. des chalutiers atteint 55 %. Cette baisse peut être d'autant plus forte que la lingue bleue présente à court terme de fortes variations de capturabilité. Elle abandonne pendant quelques temps les zones de reproduction habituelles. Elle se réfugie dans les régions qui sont pour l'instant méconnues par les pêcheurs. Ceux-ci, compte-tenu du caractère accessoire de l'exploitation, n'ont pas développé vis à vis de cette espèce une stratégie de pêche optimale.

- L'exploitation de la lingue bleue cumule deux désavantages par rapport à celles des autres gadidés de la zone de pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse :

. elle engendre un coût de production supérieur. Les chalutiers doivent parcourir plus de distance pour atteindre et revenir des lieux de pêche de cette espèce. La dépense en gas-oil est plus importante et le temps de pêche total (et donc de production potentielle) disponible au cours de la marée est

réduit (cinq à six jours au lieu de huit). En outre, cette pêche se pratique sur des fonds très durs et accidentés. Elle entraîne de nombreuses avaries (déchirures au chalut), et une usure rapide de l'ensemble du matériel de pêche (Fig. 88).

. le prix moyen au kilo est faible (entre 5 et 6 francs en moyenne par an). Le coefficient de flexibilité entre ces prix et la production est négatif (cf. Chapitre III). Toute augmentation de production provoque une diminution des prix.

L'analyse de la gestion de cette exploitation ne peut donc pas se limiter à une simple étude du rendement pondéral du stock. Il faut s'interroger sur les conséquences économiques qu'entraînent des variations d'intensité de pêche dans ce type de production. Dans un tel cas, le niveau d'effort de pêche qui permet un bénéfice net total maximal (différence entre les valeurs des débarquements et les coûts de production) est atteint bien avant celui qui permet d'obtenir le rendement pondéral maximal (TROADEC 1982).

- Au cours des prochaines années, l'effort de pêche exercé pour la capture de la lingue bleue au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse a une forte probabilité de progresser. L'appauvrissement des ressources exploitées dans la mer du Nord conduit à l'abandon progressif de ces zones de pêches traditionnelles par les flottilles qui y travaillent habituellement. Ces flottilles redéploient leur activité au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse. Cela est vrai notamment pour la flottille industrielle des chalutiers boulonnais. De plus, les baisses de production observées sur le lieu noir (surtout en hiver) conduisent les flottilles de chalutiers à rechercher plus intensivement la lingue bleue. Le nombre de chalutiers et le temps passé par ces navires à traquer cette espèce vont donc augmenter.

#### . Aménagement de l'exploitation

Un gain en production pondérale de lingue bleue est obtenu par une augmentation de l'effort de pêche. Cette hausse doit cependant être limitée afin que l'exploitation reste économiquement rentable (la limite dépend du seuil de rentabilité de la production). Enfin, pour ne pas déstabiliser le marché en hiver et induire une baisse des prix trop importante, les apports de lingues bleues doivent être régulés tout au long de cette saison.

La première contrainte implique une augmentation limitée de l'accès des zones de pêche de lingue bleue aux chalutiers. Le système de licences de pêches paraît être le moyen le plus efficace pour réguler l'effort de pêche. Pour adapter les captures aux besoins du marché hivernal, le système de quotas individuels (nombre de caisses par bateau, par marée) appliqué par les industriels lorientais en hiver pour la capture de lieu noir devrait être étendu à la lingue bleue.

Parallèlement à ces mesures de régulation de l'exploitation, des campagnes de prospection méritent d'être entreprises. Elles permettront de mieux connaître la répartition géographique de l'espèce et par là même d'étendre les zones de pêche actuelles (notamment sur les parties occidentales des accores des bancs de Rockall, Bill Bailley et Hatton).

#### 4.2 GESTION DE L'EXPLOITATION DES STOCKS DE LINGUE FRANCHE

- Le régime d'exploitation de 1985 fournit pour les **mâles** un rendement pondéral par recrue de 1.85 kg. La biomasse féconde représente 39 % de celle du stock vierge. L'augmentation de l'effort de pêche provoque, à l'équilibre, une progression du rendement pondéral par recrue (Fig. 89 et Tab. 30) et une diminution de la biomasse féconde (Fig. 91 et Tab. 30). Le rendement maximal est obtenu lorsque l'effort de pêche de base est augmenté de 75 % (+ 6 %). Pour ce niveau d'effort, la biomasse féconde perd 37 % de sa valeur initiale. Elle ne représente plus que 24 % de celle du stock vierge.

- Le régime d'exploitation de 1985 induit pour les **femelles** un rendement pondéral par recrue de 2.47 kg. La biomasse féconde représente 30 % de celle du stock vierge. L'augmentation de l'effort de pêche provoque une diminution du rendement pondéral (Fig. 89 et Tab. 30) et de la biomasse féconde du stock (Fig. 91 et Tab. 30). Le niveau d'effort actuel (1985) permet d'obtenir le rendement pondéral maximal.

La différence entre les valeurs obtenues pour chacun des stocks s'explique, comme dans le cas des lingues bleues, par des caractères biologiques distincts des femelles et des mâles.

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |      |
|----------------------------|-------------------|----------|------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R |
| 0.25                       | - 52              | + 92     | + 96 |
| 0.5                        | - 24              | + 52     | + 53 |
| 0.75                       | - 8               | + 22     | + 22 |
| 1                          | -                 | -        | -    |
| 1.25                       | + 4               | - 17     | - 16 |
| 1.5                        | + 5               | - 29     | - 28 |
| 1.75                       | + 6               | - 39     | - 37 |
| 2                          | + 5               | - 47     | - 44 |
| 2.25                       | + 4               | - 54     | - 49 |
| 2.5                        | + 2               | - 59     | - 53 |
| 2.75                       | + 1               | - 63     | - 57 |
| 3                          | + 0.5             | - 67     | - 59 |

a : stock de lingues franches mâles

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |       |
|----------------------------|-------------------|----------|-------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R  |
| 0.25                       | - 34              | + 162    | + 144 |
| 0.5                        | - 8               | + 83     | + 74  |
| 0.75                       | - 0.2             | + 33     | + 29  |
| 1                          | -                 | -        | -     |
| 1.25                       | + 3               | - 22     | - 19  |
| 1.5                        | - 7               | - 37     | - 33  |
| 1.75                       | - 10              | - 49     | - 42  |
| 2                          | - 14              | - 57     | - 49  |
| 2.25                       | - 17              | - 63     | - 54  |
| 2.5                        | - 20              | - 68     | - 58  |
| 2.75                       | - 22              | - 72     | - 61  |
| 3                          | - 24              | - 75     | - 64  |

b : stock de lingues franches femelles

Y/R : rendement par recrue

C.P.U.E. : capture par unité d'effort

BF/R : biomasse féconde par recrue

**Tableau ( 30 ) :** Effets à long terme, de modifications du niveau de l'effort de pêche total (1985), sur les rendements, les c.p.u.e. et les biomasses de géniteurs des stocks de lingues franches mâles et femelles.

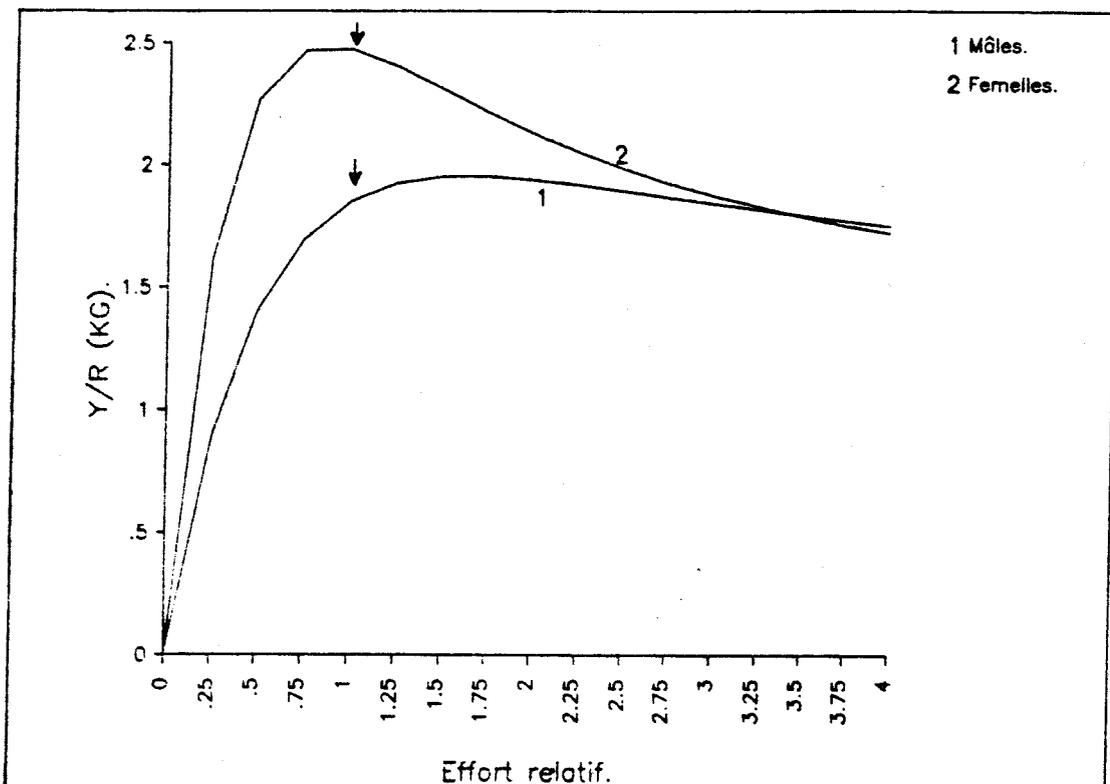


Figure (89) : Evolution des rendements par recue (Y/R) à l'équilibre des stocks de lingues franches mâles et femelles, en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

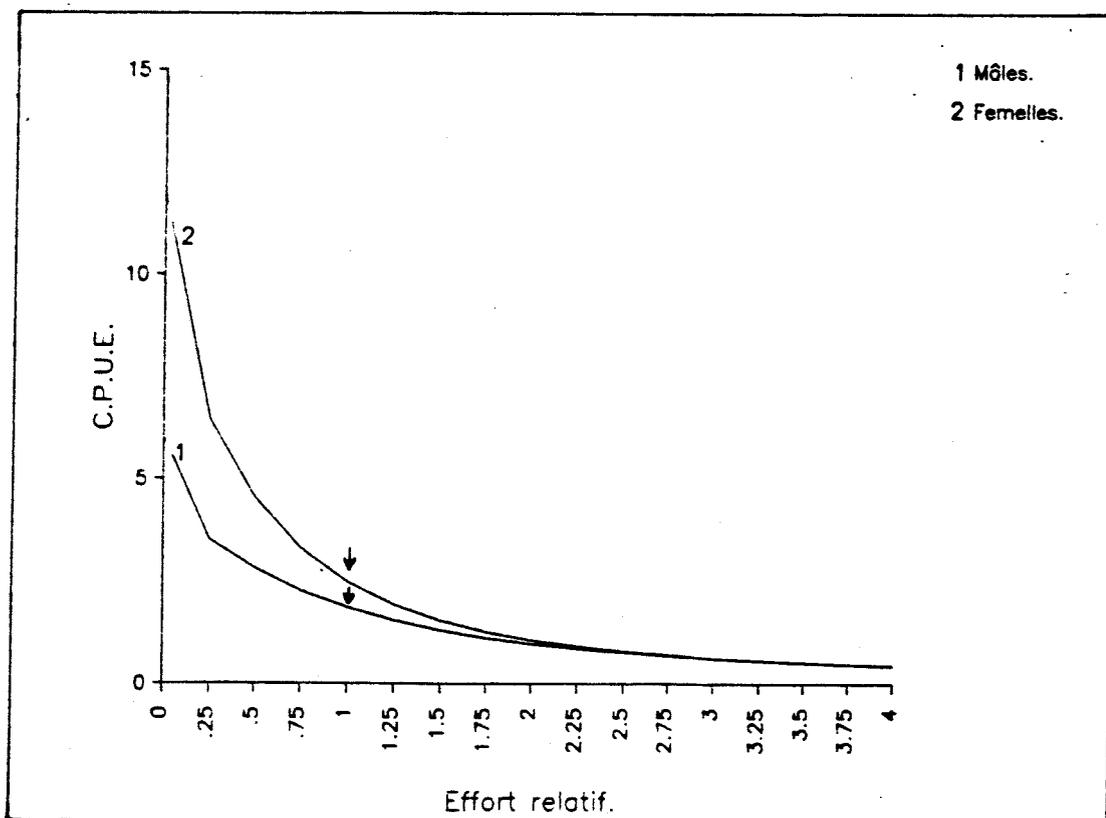


Figure (90) : Evolution des captures par unité d'effort (c.p.u.e) en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

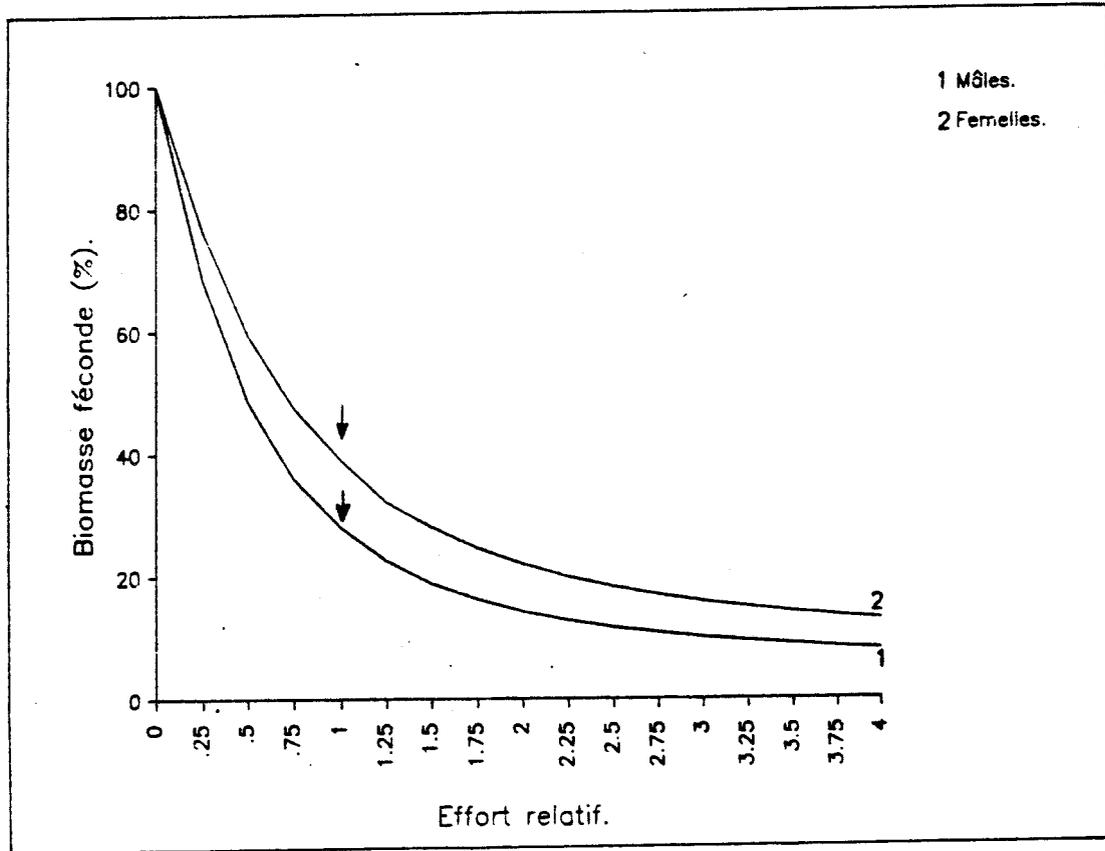


Figure (91) : Evolution des biomasses fécondes (en % de la biomasse féconde en absence d'exploitation), des stocks de lingues franches mâles et féelles, en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

| Multiplicateurs d'efforts |             | Variations (en %) |            |             |        |
|---------------------------|-------------|-------------------|------------|-------------|--------|
| Chalutiers                | Palangriers | Y/R               | C.P.U.E.   |             | BF/R   |
|                           |             |                   | Chalutiers | Palangriers |        |
| 0.25                      | 0.25        | - 51.1            | + 52.2     | + 117.3     | + 95.8 |
|                           | 0.5         | - 26.6            | + 40.5     | + 84.8      | + 68.2 |
|                           | 1           | + 1.9             | + 21.8     | + 37.3      | + 28.7 |
|                           | 2           | + 20.1            | - 0.3      | - 16.3      | - 13.1 |
|                           | 2.75        | + 21.8            | - 10.7     | - 37.7      | - 28.5 |
|                           | 3           | + 21.6            | - 13.5     | - 42.9      | - 32.1 |
| 0.5                       | 0.25        | - 44.2            | + 40.8     | + 94.3      | + 77.2 |
|                           | 0.5         | - 23.1            | + 30.1     | + 65.5      | + 52.8 |
|                           | 1           | + 1.4             | + 14.2     | + 23.4      | + 18.1 |
|                           | 2           | + 17.0            | - 6.2      | - 24.1      | - 18.9 |
|                           | 2.75        | + 18.5            | - 15.5     | - 43.2      | - 32.6 |
|                           | 3           | + 18.3            | - 17.9     | - 47.8      | - 35.7 |
| 1                         | 0.25        | - 33.9            | + 21.1     | + 55.2      | + 45.7 |
|                           | 0.5         | - 18.2            | + 12.8     | + 32.8      | + 26.9 |
|                           | 1           | -                 | -          | -           | -      |
|                           | 2           | + 11.5            | - 16.3     | - 37.4      | - 28.8 |
|                           | 2.75        | + 12.4            | - 24.1     | - 52.5      | - 39.7 |
|                           | 3           | + 12.3            | - 26.1     | - 55.3      | - 42.2 |
| 2                         | 0.25        | - 22.6            | - 8.5      | - 0.1       | + 1.4  |
|                           | 0.5         | - 13.9            | - 13.6     | - 13.6      | - 9.8  |
|                           | 1           | - 3.8             | - 21.9     | - 33.7      | - 26.1 |
|                           | 2           | + 2.5             | - 32.5     | - 56.9      | - 43.8 |
|                           | 2.75        | + 2.9             | - 37.7     | - 66.5      | - 50.5 |
|                           | 3           | + 2.8             | - 39.2     | - 68.8      | - 52.2 |
| 3                         | 0.25        | - 18.3            | - 28.8     | - 34.7      | - 26.4 |
|                           | 0.5         | - 13.5            | - 32.1     | - 43.1      | - 33.7 |
|                           | 1           | - 7.9             | - 37.4     | - 55.3      | - 43.1 |
|                           | 2           | - 4.4             | - 44.4     | - 69.7      | - 54.0 |
|                           | 2.75        | - 4.1             | - 48.3     | - 75.8      | - 58.3 |
|                           | 3           | - 4.1             | - 49.1     | - 77.4      | - 59.3 |

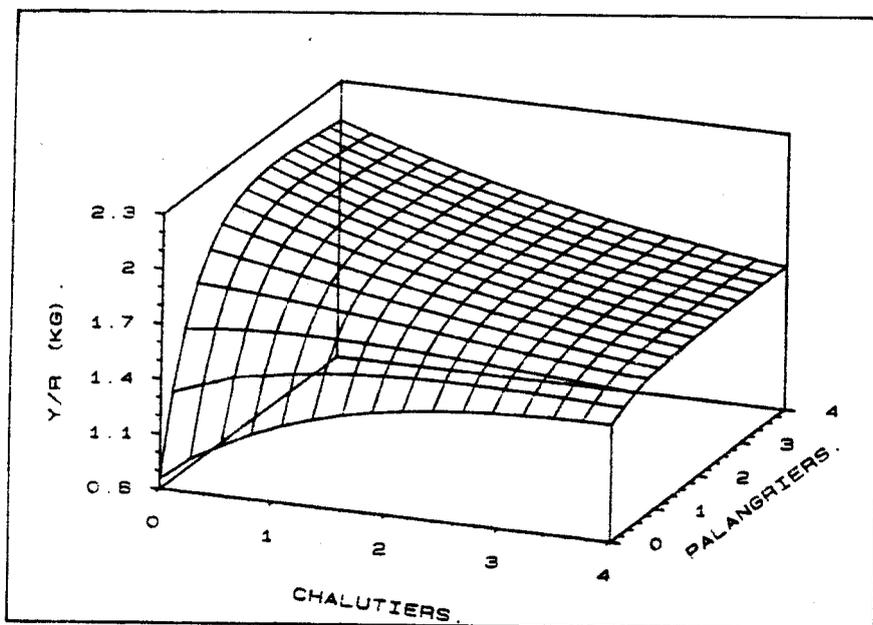
Y/R : rendement pour une recrue  
C.P.U.E. : capture par unité d'effort  
BF/R : biomasse féconde par recrue

**Tableau ( 31 ) :** Effets à long terme de modifications des niveaux d'efforts de pêche actuels (1985) des chalutiers et des palangriers sur les rendements, les c.p.u.e. et les biomasses de géniteurs du stock de lingues franches mâles.

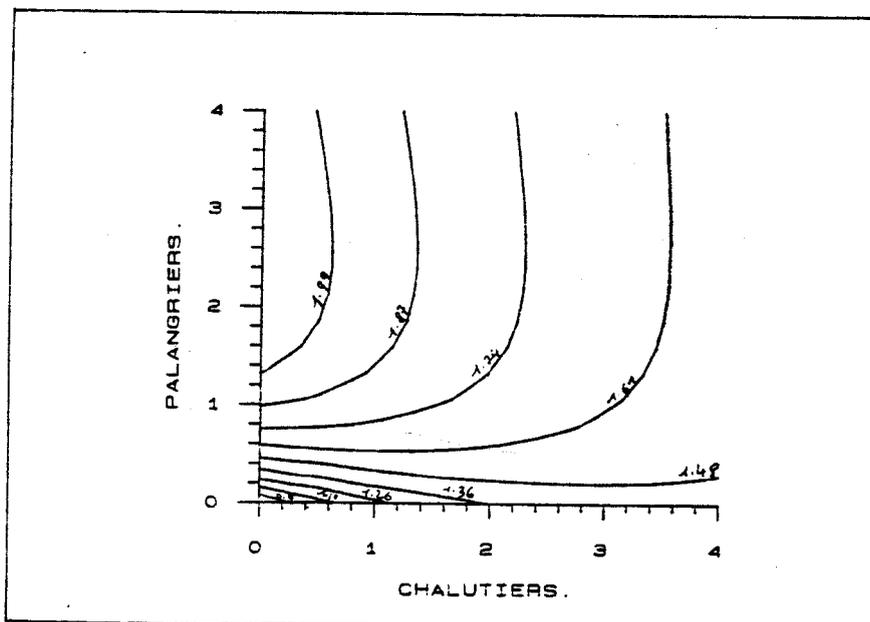
| Multiplicateurs d'efforts |             | Variations (en %) |            |             |         |
|---------------------------|-------------|-------------------|------------|-------------|---------|
| Chalutiers                | Palangriers | Y/R               | C.P.U.E.   |             | BF/R    |
|                           |             |                   | Chalutiers | Palangriers |         |
| 0.25                      | 0.25        | - 32.4            | + 109.2    | + 195.5     | + 150.5 |
|                           | 0.5         | - 7.5             | + 72.1     | + 125.9     | + 96.3  |
|                           | 0.75        | + 4.4             | + 45.7     | + 76.6      | + 58.4  |
|                           | 1           | + 9.2             | + 27.1     | + 41.2      | + 31.6  |
|                           | 1.25        | + 10.2            | + 13.6     | + 15.4      | + 12.4  |
|                           | 2           | + 5.6             | - 10.5     | - 29.9      | + 19.8  |
| 0.5                       | 0.25        | - 26.5            | + 88.2     | + 159.4     | + 122.6 |
|                           | 0.5         | - 6.6             | + 56.2     | + 99.3      | + 75.8  |
|                           | 0.75        | + 2.6             | + 33.3     | + 56.6      | + 43.0  |
|                           | 1           | + 6.1             | + 17.1     | + 25.7      | + 19.8  |
|                           | 1.25        | + 6.5             | + 5.2      | + 3.1       | + 3.1   |
|                           | 2           | + 1.9             | - 16.2     | - 36.6      | - 25.1  |
| 1                         | 0.25        | - 19.6            | + 53.4     | + 100.5     | + 77.1  |
|                           | 0.5         | - 7.1             | + 29.4     | + 55.6      | + 42.1  |
|                           | 0.75        | - 1.6             | + 12.4     | + 23.4      | + 17.5  |
|                           | 1           | -                 | -          | -           | -       |
|                           | 1.25        | - 0.3             | - 9.1      | - 17.4      | - 12.7  |
|                           | 2           | - 4.7             | - 25.5     | - 48.1      | - 34.4  |
| 1.25                      | 0.25        | - 17.8            | + 26.6     | + 55.9      | + 42.2  |
|                           | 0.5         | - 7.9             | + 8.6      | + 22.1      | + 16.1  |
|                           | 0.75        | - 3.9             | - 4.3      | - 2.4       | - 2.4   |
|                           | 1           | - 2.9             | - 13.7     | - 20.1      | - 15.6  |
|                           | 1.25        | - 3.4             | - 20.8     | - 33.4      | - 25.2  |
|                           | 2           | - 7.6             | - 33.7     | - 57.2      | - 41.9  |
| 2                         | 0.25        | - 16.7            | + 5.5      | + 21.5      | + 15.5  |
|                           | 0.5         | - 12.2            | - 8.1      | - 3.9       | - 4.1   |
|                           | 0.75        | - 10.6            | - 17.8     | - 22.4      | - 17.9  |
|                           | 1           | - 10.8            | - 25.1     | - 35.9      | - 28.1  |
|                           | 1.25        | - 11.6            | - 30.5     | - 46.1      | - 35.4  |
|                           | 2           | - 15.2            | - 40.7     | - 64.6      | - 48.3  |

Y/R : rendement pour une recrue  
C.P.U.E. : capture par unité d'effort  
BF/R : biomasse féconde par recrue

**Tableau ( 32 ) :** Effets à long terme de modifications des niveaux d'efforts de pêche actuels (1985) des chalutiers et des palangriers sur les rendements, les c.p.u.e. et les biomasses de géniteurs du stock de lingues franches femelles.



a: représentation spatiale.



b: représentation plane.

Figure (92) : Evolution du rendement par recrue (Y/R) à l'équilibre, du stock de lingues franches  $m_2$  en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers ( $m_1$ ) et des palangiers ( $m_2$ ).

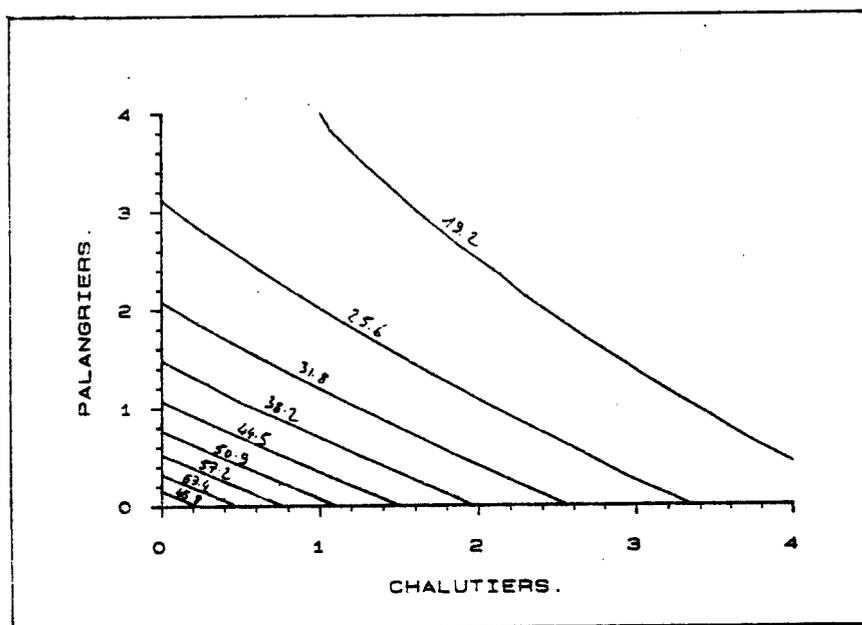


Figure (93) : Evolution de la biomasse féconde (en % de la biomasse féconde en absence d'exploitation) du stock de lingues franches mâles suivant les multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

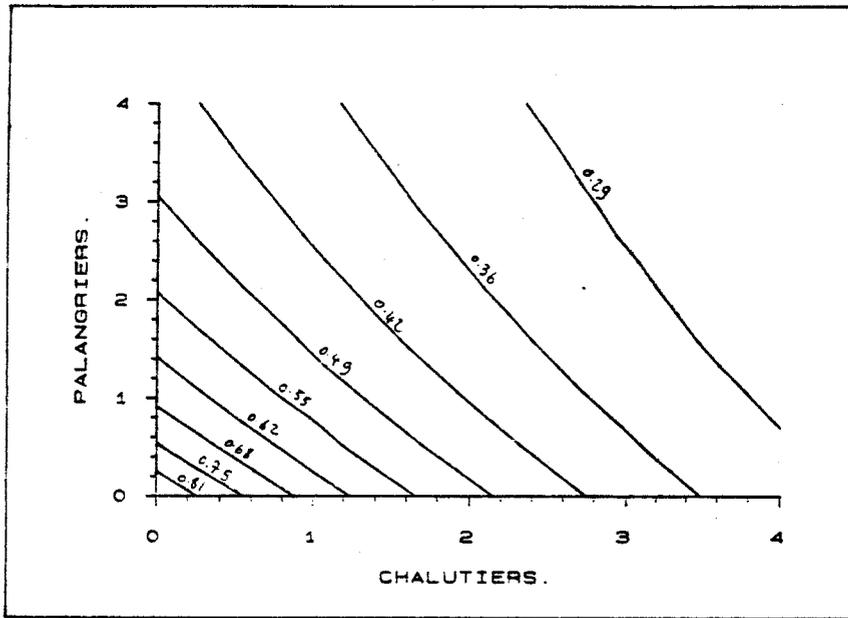


Figure (94) : Evolution des captures par unité d'effort (c.p.u.e) des chalutiers en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

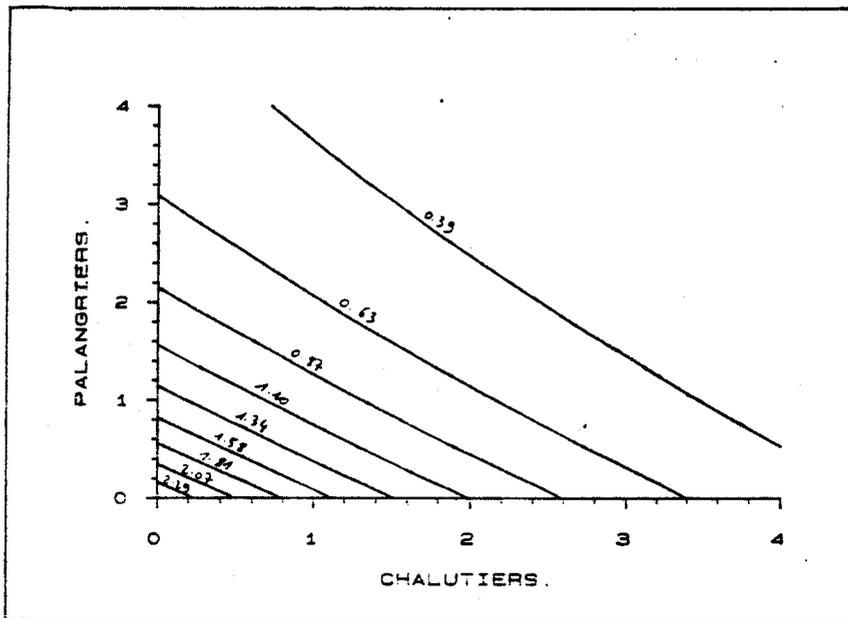
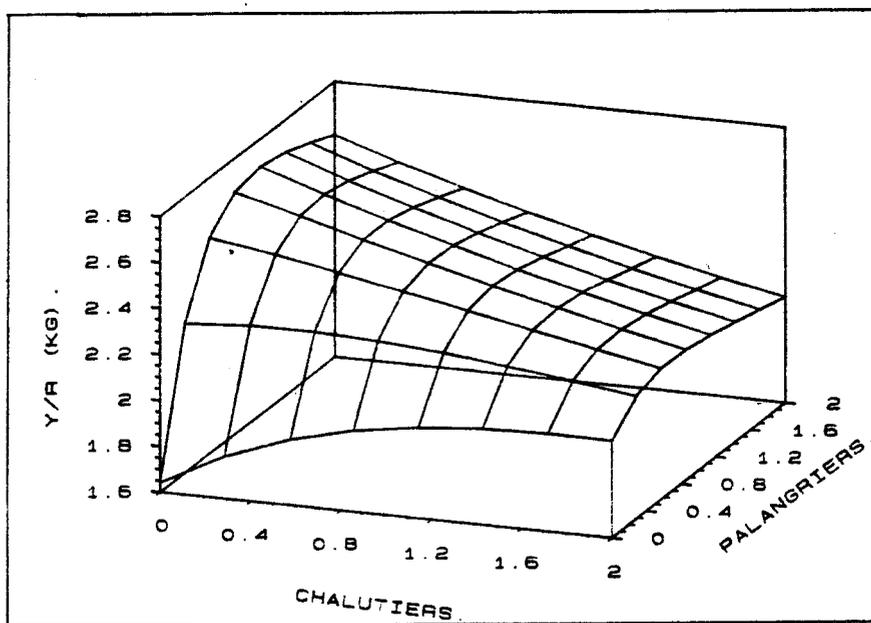
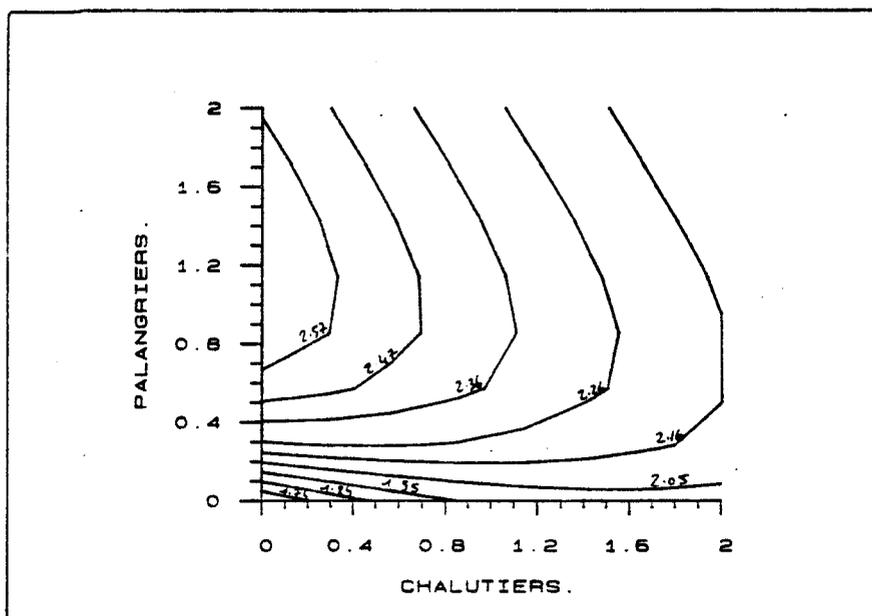


Figure (95) : Evolution des captures par unité d'effort (c.p.u.e) des palangriers en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).



a: représentation spatiale.



b: représentation plane.

Figure (96): Evolution du rendement par recrue (Y/R) à l'équilibre, du stock de lingues franches femelles, en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

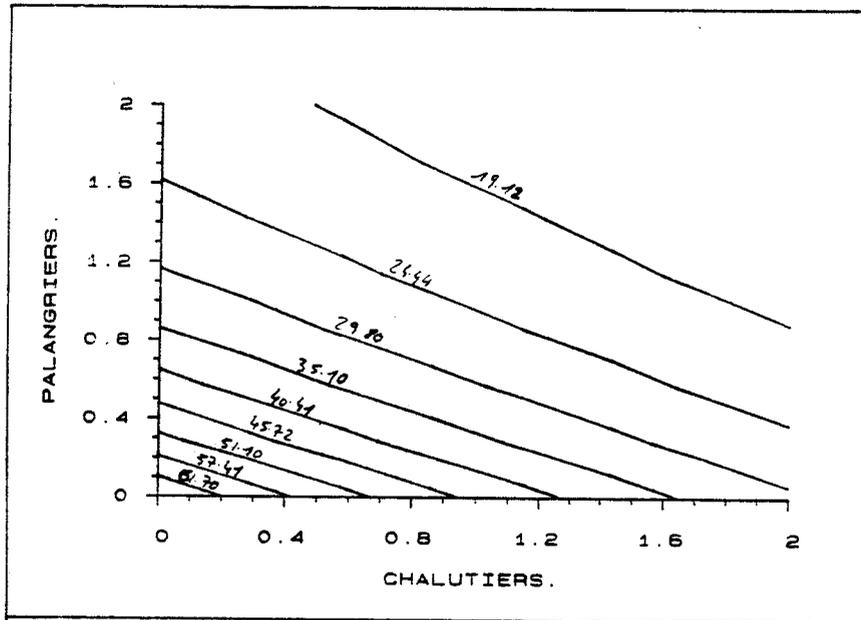


Figure (97) : Evolution de la biomasse féconde ( en % de la biomasse féconde en absence d'exploitation) du stock de lingues tranches femelles suivant des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

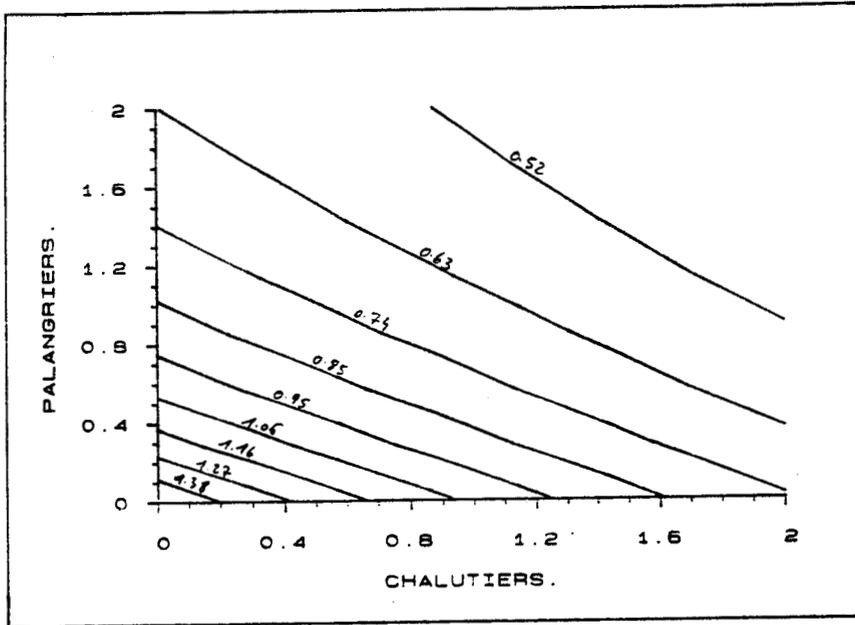


Figure (98): Evolution des captures par unité d'effort (c.p.u.e) des chalutiers en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

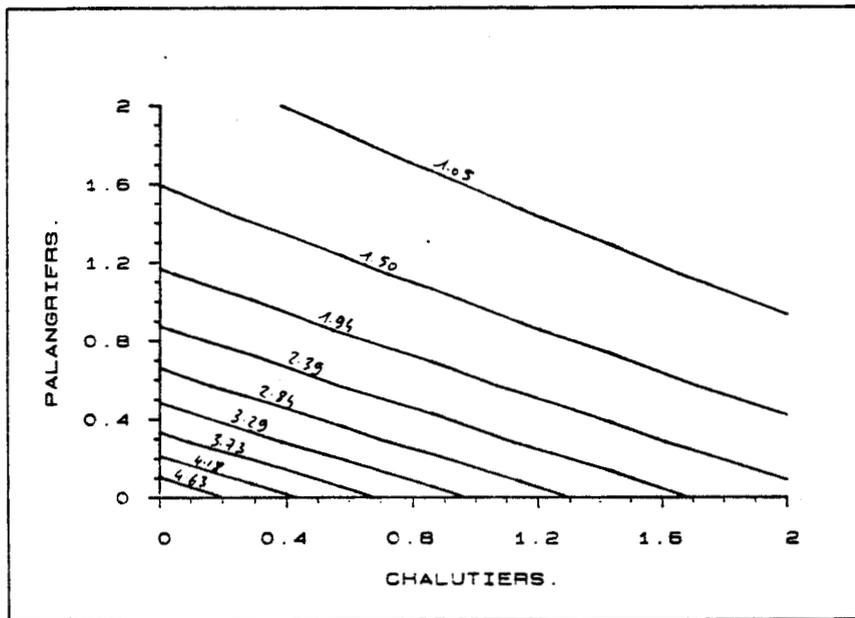


Figure (99): Evolution des captures par unité d'effort (c.p.u.e) des palangriers en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

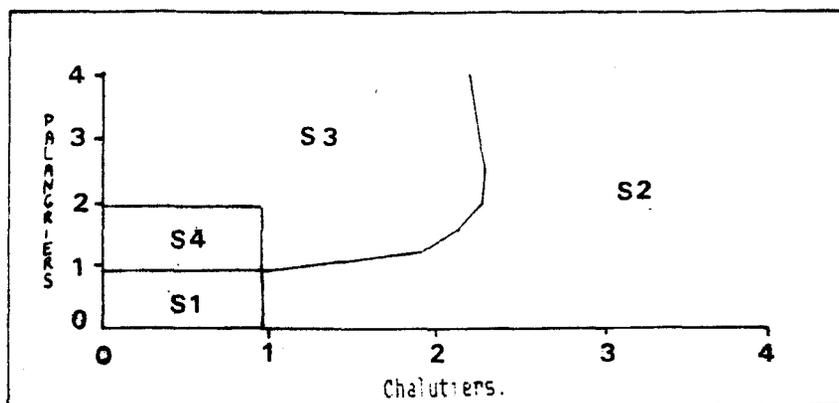
- L'exploitation des stocks de linges franches résulte d'une interaction entre deux métiers : les chalutiers et les palangriers. Les efforts de pêche qu'exercent chacun de ces deux métiers sont indépendants de ceux des autres, et varient au cours du temps. A long terme, l'évolution des dynamiques des stocks de linges franches mâles et femelles se ramène, en fonction des possibles modifications des efforts de pêche des chalutiers et des palangriers, d'après l'analyse des figures 92 à 99 et des tableaux 31 à 32, à l'une des quatre situations schématisées, figures 100 et 101 :

. **Situation n° 1** : les stocks sont pondéralement sous exploités. La réduction des efforts de pêche des chalutiers et des palangriers ne permet pas d'obtenir des stocks une production maximale. Une trop grande partie de la biomasse produite n'est pas exploitée, d'où l'augmentation de la biomasse féconde. Par contre ce scénario d'exploitation peut être satisfaisant pour les armements dans la mesure où les rendements des unités de production de chacun des métiers sont élevés.

. **Situation n° 2** : les stocks sont pondéralement surexploités. La surexploitation est directement liée à l'augmentation de l'effort de pêche des chalutiers. Elle provoque une diminution de rendements pondéraux par recrue. La biomasse féconde des stocks régresse. Enfin le rendement des navires baisse. L'effort de pêche consenti par les flottilles (surtout les chalutiers) est trop élevé. Il met les stocks en danger (la biomasse féconde représente seulement 15 % de celle du stock vierge) et entraîne une réduction de gains marginaux des navires.

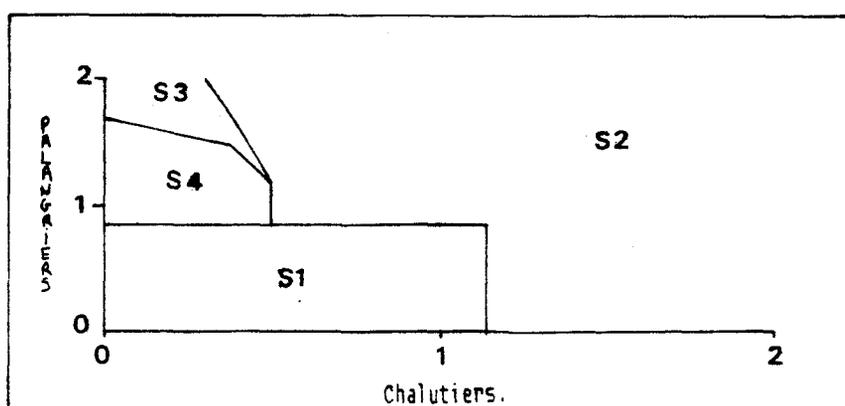
. **Situation n° 3** : les stocks sont mésexploités. Les rendements pondéraux par recrue des stocks augmentent (jusqu'à 20 %). Par contre les c.p.u.e. des unités de production diminuent et ce assez fortement (40 % par les palangriers). La biomasse féconde des stocks baisse également. Cette situation peut, selon les objectifs d'exploitation (compte tenu du coût de production) apparaître comme satisfaisant pour un armement.

. **Situation n° 4** : la production des stocks est maximale. Une légère augmentation de l'effort de pêche des palangriers accompagné d'une forte réduction de celui des chalutiers permet d'augmenter légèrement le rendement pondéral par recrue et la biomasse féconde des stocks. En outre, les c.p.u.e. des navires progressent fortement (entre 20 % et 30 %) selon le métier.



- S1 : Le rendement par recrue diminue, la biomasse féconde et les c.p.u.e augmentent.  
 S2 : Le rendement par recrue, la biomasse féconde et les c.p.u.e diminuent.  
 S3 : Le rendement par recrue augmente, la biomasse féconde et les c.p.u.e diminuent.  
 S4 : Le rendement par recrue, la biomasse féconde et les c.p.u.e augmentent.

Figure (100) : Schématisation des quatre scénarii d'évolution de la dynamique du stock de lingues franches mâles en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).



- S1 : Le rendement par recrue diminue, la biomasse féconde et les c.p.u.e augmentent.  
 S2 : Le rendement par recrue, la biomasse féconde et les c.p.u.e diminuent.  
 S3 : Le rendement par recrue augmente, la biomasse féconde et les c.p.u.e diminuent.  
 S4 : Le rendement par recrue, la biomasse féconde et les c.p.u.e augmentent.

Figure (101) : Schématisation des quatre scénarii d'évolution de la dynamique du stock de lingues franches femelles en fonction des multiplicateurs d'efforts des chalutiers (mf1) et des palangriers (mf2).

L'exploitation des stocks de lingues franches est séquentielle. Les chalutiers capturent surtout des individus plus jeunes (classes d'âge 5-6-7 ans) que les palangriers (classes d'âge 6-7-8-9 ans). La différence entre les structures démographiques des captures de chacun de ces métiers s'explique par (cf. Chapitre V-2) la dissemblance de la sélectivité des engins de pêche, une occupation inégale de la zone de pêche et une stratégie de pêche distincte (les chalutiers négligent plus ou moins les concentrations hivernales de géniteurs de lingues franches au profit de ceux de lieux noirs et de lingues bleues). Ces caractéristiques de l'exploitation des lingues franches expliquent la grande sensibilité des résultats aux variations du niveau d'effort de pêche des chalutiers. L'exploitation des palangriers, qui est tributaire de celle des chalutiers, ressent plus fortement les modifications d'exploitation de ces derniers.

- Les lingues franches mâles et femelles ont les mêmes aires de répartition. Il n'est pas possible d'orienter la stratégie de pêche des navires pour la capture des animaux d'un sexe plutôt que d'un autre. La gestion des exploitations des stocks mâles et femelles doit être faite simultanément. Les résultats présentés plus haut montrent que l'exploitation de la lingue franche est maximale au point de vue production. Cela n'est pas forcément un avantage pour les différents exploitants dans la mesure où, d'après ce qu'on a vu précédemment, le bénéfice net total maximal de l'exploitation (auquel correspond le rendement économique maximal par recrue MEY) est atteint pour un niveau d'effort de pêche inférieur à celui qui conduit au rendement pondéral maximal par recrue. Le niveau d'effort de pêche est distinct suivant les métiers. Il dépend des coûts de production qui sont différents entre chalutiers et palangriers. L'exploitation actuelle des chalutiers ne permet pas une optimisation des productions en terme de rendement par recrue. Une diminution de leur effort de pêche permettrait d'augmenter cette production. Mais ce sont surtout les palangriers qui en bénéficieraient. C'est en fait le problème majeur que pose cette exploitation. Les différentes flottilles qui interviennent séquentiellement dans l'exploitation de la lingue franche sont de nationalités différentes. Leur objectifs et leurs intérêts ne sont pas les mêmes. L'aménagement de la pêcherie doit d'abord consister en une mise au point d'une situation de compromis qui permet une juxtaposition harmonieuse de ses activités qui sont à l'origine concurrentielles.

- Au cours des prochaines années, l'effort de pêche consacré à la capture de la lingue franche, à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse, a une très forte probabilité de progresser :

. les accords internationaux entre la C.E.E. et la Norvège permettent à la flottille norvégienne de fréquenter plus assidûment la zone de pêche. Les unités de productions sont de plus en plus nombreuses et perfectionnées.

. l'entrée de l'Espagne dans la C.E.E. autorisera, après une période de transition, l'accès de cette zone de pêche aux flottilles palangrières de ce pays. Il est raisonnable de penser que les navires espagnols, qui travaillent déjà les accores du plateau continental en mer Celtique, et les bancs de Porcupine et de Rockall, viendront travailler le long de ceux du plateau continental au large des côtes écossaises.

. les chalutiers, qui travaillent jusqu'à présent en mer du Nord, viennent de plus en plus fréquemment dans la zone de pêche considérée.

. la baisse de captures de cabillaud dans cette zone de pêche conduit les chalutiers à rechercher de plus en plus intensivement la lingue franche. Cette espèce a les avantages de fournir des produits relativement semblables à ceux du cabillaud et d'avoir un prix de vente similaire.

### **Aménagement de l'exploitation**

Le niveau d'effort global actuel permet d'obtenir une production pondérale maximale de ce stock. Le caractère séquentiel de cette exploitation a montré que tout aménagement de l'effort de pêche des chalutiers (augmentation de maillage, réduction simple du nombre de navires, ou remplacement de vieilles unités par des palangriers) améliore les résultats de l'exploitation des chalutiers et des palangriers (surtout).

Une politique de quota individuel n'est pas nécessaire. La lingue franche est principalement capturée en dehors de la période de grande concentration de géniteurs (hiver). Le marché du poisson n'est jamais perturbé par les apports de cette espèce.

## VII-5 CONCLUSION

Les exploitations de lingues bleues et franches présentent des caractéristiques différentes. Les premières sont seulement capturées à partir de 7 ans et ce uniquement par des chalutiers. Le coût de production est élevé et le prix de vente au kilo est faible. Les secondes sont capturées dès 4 ans. Leur pêche résulte d'une interaction séquentielle de différents métiers (chalutiers et palangriers) de nationalités différentes. Le coût de production est semblable à celui des autres gadidés de la région, le prix de vente au kilo est relativement élevé.

La modélisation structurale de ces exploitations a révélé que :

- la lingue bleue est pondéralement sous exploitée. Une augmentation de l'effort de pêche engendre une hausse de la production pondérale équilibrée. Cependant le coût élevé de cette exploitation et la baisse, à court terme, des prix, corrélative à la hausse des quantités débarquées, peuvent rendre, selon le niveau d'effort de pêche exercé, l'exploitation déficitaire.

- la lingue franche est à son maximum de production pondérale. Tout aménagement de l'effort de pêche, en vue de la réduction de celui des chalutiers, améliore les résultats d'exploitations des unités de production.

Les résultats obtenus sont liés aux hypothèses introduites dans le modèle d'analyse. Certaines d'entre elles, comme le coefficient de mortalité naturelle ( $M = 0.1$ ) et la constance du recrutement d'une année sur l'autre ont été retenues de manière arbitraire. Il n'existe, pour le moment, aucun élément pour infirmer ou confirmer ces choix. Le recrutement peut évoluer au cours des ans comme chez d'autres gadidés (morue). Chez la lingue bleue où il intervient très tardivement (les premiers individus capturés ont 7 ans), de nombreux phénomènes peuvent faire évoluer le nombre de recrues rentrant dans la pêcherie (conditions hydroclimatiques, nombre de prédateurs ...). Bien que dans la pratique la robustesse des techniques ait été prouvée, l'optimisation de la gestion de ces stocks passe donc par une amélioration des connaissances sur la biologie de ces espèces. En outre, il faudra développer les modèles d'analyse pour calculer les sensibilités des rendements par recrue aux paramètres injectés dans ces modèles. LAUREC et MESNIL (1985) l'ont fait pour une modélisation fondée sur la

structure en tailles des débarquements . LAUREC a résolu le problème dans le cas d'une modélisation basée sur les structures en âges dans le cas d'une exploitation par un seul métier. Ce modèle devra être étendu pour le cas où plusieurs métiers exploitent une même ressource.

La réponse de l'état des stocks aux modifications des conditions d'exploitation n'est pas immédiate. Une période de transition se passe avant qu'ils ne s'installent dans un nouvel état d'équilibre. La durée de cette période dépend à la fois du niveau de modification du régime d'exploitation et du nombre de groupes d'âges présents dans les captures en grandes quantités. La durée de la situation de transition entre deux équilibres (9 ans pour la lingue bleue) est un facteur qui ne contribue pas à faciliter l'utilisation directe des prévisions du modèle dans un but de gestion rigoureuse. Durant cette période, de nombreux facteurs d'ordres biologique, climatique, et liés aux conditions d'exploitation, peuvent intervenir dans les pêcheries et modifier les résultats attendus à l'équilibre correspondant aux nouvelles conditions d'exploitation. Les résultats obtenus ici sont donc à prendre avec les précautions d'usage habituelles.

Les mesures d'aménagement préconisées ici pour l'exploitation des lingues, sont considérées hors du contexte de la pêche en général. Compte tenu du rôle accessoire de ces exploitations et de leur caractère international, il apparaît évident que les mesures requises seront difficilement applicables. Il convient donc de resituer l'exploitation des lingues dans celle de la pêche des gadidés du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse, et d'envisager un aménagement de l'exploitation de cette pêche.

**CHAPITRE VIII****APPROCHE DE LA GESTION DE LA PECHERIE DE GADIDES  
DU NORD ET DE L'OUEST DE L'ECOSSE****VIII-1 DESCRIPTION DU CONTEXTE D'EXPLOITATION DE LA PECHERIE**

- 1.1 Les caractéristiques de cette exploitation
- 1.2 Présentation de la politique de gestion
- 1.3 Implications pour la flottille industrielle lorientaise

**VIII-2 ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES PRINCIPAUX STOCKS ETUDIES**

- 2.1 Origine des données et méthodes d'évaluation
- 2.2 Résultats et discussion

**VIII-3 PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT DE L'EXPLOITATION**

- 3.1 Au niveau international
- 3.2 Au niveau lorientais

**VIII-4 CONCLUSION**

**CHAPITRE VIII****APPROCHE DE LA GESTION DE LA PECHERIE DE GADIDES  
DU NORD ET DE L'OUEST DE L'ECOSSE**

La flottille industrielle lorientaise exerce à l'encontre des gadidés de la pêcherie du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse des stratégies de pêche qui sont interdépendantes. Les marchés des produits de ces espèces sont liés. Ces deux phénomènes impliquent une gestion multispécifique de l'exploitation de la pêcherie.

L'objectif premier de ce chapitre est d'analyser les caractéristiques d'exploitation de cette pêcherie et de présenter la politique de gestion actuelle. Les incidences sur l'exploitation de la flottille lorientaise seront déduites. L'objectif second est d'évaluer l'état des principaux stocks de gadidés capturés dans cette pêcherie. L'analyse synthétique des résultats, compte tenu des caractéristiques d'exploitation et de gestion de ces pêcheries, doit permettre de tirer les conséquences pour l'optimisation de l'exploitation de la pêcherie en général et de celle de la flottille industrielle en particulier. Les conclusions devront servir de base à la réflexion sur le prochain renouvellement que connaîtra cette flottille.

**VIII-1 DESCRIPTION DU CONTEXTE D'EXPLOITATION DE LA PECHERIE****1.1. LES CARACTERISTIQUES DE CETTE EXPLOITATION**

L'exploitation de la pêcherie de gadidés de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse est plurispécifique. Les flottilles qui capturent ces espèces sont de nationalités diverses et pratiquent pour certaines d'entre elles des métiers distincts (chalut et palangre). De ces interactions, entre flottilles internationales et de métiers différents, résultent :

- **des phénomènes de compétition**

Cette compétition peut se faire à propos d'une ressource commune, soit entre des flottilles qui ne sont pas de même nationalité (par exemple entre les chalutiers français et allemands qui capturent le lieu noir), soit entre des flottilles de même nationalité mais de régions, de ports ou d'armements différents (entre les chalutiers lorientais et boulonnais par exemple). Elle peut se faire également à propos de l'accès à une même zone de pêche (compétition spatiale) entre des flottilles qui utilisent des techniques de pêche dissemblables (par exemple entre les chalutiers français qui déplacent leurs chaluts sur une grande surface et les palangriers norvégiens qui déposent leurs lignes sur les fonds).

- **des captures séquentielles de certaines espèces**

Cette séquentialité est due à la nature du métier que pratiquent les diverses flottilles qui pêchent la ressource : par exemple, entre les senneurs écossais qui capturent des jeunes individus de lieu noir, d'églefin et de cabillaud dans des eaux côtières, et les chalutiers français qui en pêchent de plus âgés dans des eaux plus au large, ou entre les chalutiers français qui capturent, sur le plateau continental, de plus jeunes individus de lingue franche, et les palangriers norvégiens qui, eux, en pêchent de plus grands sur le plateau et ses accores.

Les intérêts et les objectifs de chacun des intervenants dans l'exploitation de la pêcherie (états, régions, ports, armements ...) sont multiples et variés. Toutes les interactions et leurs conséquences, rendent complexe la gestion d'une telle pêcherie.

## 1.2. PRESENTATION DE LA POLITIQUE DE GESTION

Actuellement, il n'existe pas de stratégie d'aménagement de la pêcherie dans son ensemble. La politique de gestion qui est faite au niveau international (C.E.E.) consiste en une gestion individuelle de l'exploitation des principaux stocks capturés (lieu noir, cabillaud, églefin). Pour chacun de ces stocks, un T.A.C.\* annuel est attribué (souvent par division CIEM) après consultation de l'avis fourni par les scientifiques, des différents pays intervenant dans les exploitations, réunis en groupes de travail au C.I.E.M. Le T.A.C. international est réparti par une commission de la C.E.E. à Bruxelles, entre les divers états

\*T.A.C. Total Admissible des Captures.

concernés par l'exploitation de ces stocks. Le quota national ainsi obtenu est divisé entre les différentes composantes qui les exploitent. Dans le cas du lieu noir, le quota national octroyé par Bruxelles à la France est réparti entre les F.R.O.M.\* Nord et Bretagne. Ceux-ci distribuent leur part entre les divers ports et flottilles qui pêchent cette espèce.

Le cas du merlu est particulier. La commission de la C.E.E. attribue actuellement un quota global par pays avec des recommandations de captures à ne pas dépasser dans certaines zones. Ce quota attribué à la France et les recommandations de captures dans les zones de pêches de ses flottilles (notamment les zones VI et VII) sont très supérieurs à l'ensemble des captures réalisées annuellement. Le quota et les mesures de recommandations ne risquent pas d'être dépassés. Aussi aucune mesure d'aménagement n'est prise au niveau français pour gérer l'exploitation de cette espèce. Les flottilles françaises et la flottille industrielle lorientaise en particulier, exploitent le merlu selon leur gré.

Enfin l'exploitation des stocks de lingues franches et bleues, n'est soumise à aucune contrainte. Cela résulte de circonstances liées à la fois au peu d'intérêt économique des lingues au moment de la mise en place des quotas dans la pêcherie de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse et à des origines historiques de cette régulation. Le système de gestion de la pêcherie est une extension de celui appliqué pour celle de la mer du Nord. Dans cette dernière, les lingues franches y sont peu pêchées et les lingues bleues pas du tout. Leurs stocks respectifs n'ont jamais fait l'objet de suivis scientifiques et leurs exploitations de mesures de gestion.

Une réglementation des maillages des chaluts et une limitation de l'accès à certaines zones sensibles par un système de licences de pêche complètent cette gestion par quotas. Les zones sensibles sont très limitées (autour des Shetlands et entre les Orcades et l'Ecosse). Elles correspondent à des aires de répartition de très jeunes individus.

Cette politique de gestion de la pêcherie, présente les inconvénients de ne pas tenir compte des phénomènes de compétitions (surtout spatiales) entre les flottilles et de la séquentialité des apports. Au contraire, elle exacerbe les

\* F.R.O.M. Fond Régional d'Organisation du Marché.

compétitions et les rivalités entre les divers intervenants, et empêche ainsi toutes rationalisations des captures. Elle présente par contre le grand avantage d'être facilement applicable. Les débarquements de toutes les flottilles qui travaillent dans cette zone de pêche se font sous criée et sont donc contrôlables. C'est, entre autres causes, pour cela qu'elle a été retenue.

### 1.3 IMPLICATIONS POUR LA FLOTTILLE INDUSTRIELLE LORIENTAISE

L'exploitation de cette flottille est donc **dépendante** des niveaux de gestion, international d'abord et national ensuite, de la pêcherie de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse. Elle est **tributaire** du fait de la séquentialité des captures de plusieurs espèces (lieu noir, cabillaud, églefin), de l'exploitation de certaines autres flottilles de chalutiers (britanniques en particulier). Enfin, elle entre en **compétition**, pour l'accès aux zones de pêche avec les flottilles palangrières (surtout norvégiennes), et pour la ressource avec des flottilles étrangères (allemandes) et françaises (boulonnaises).

## VII-2 ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DES PRINCIPAUX STOCKS EXPLOITES

### 2.1. ORIGINE DES DONNEES ET METHODES D'EVALUATION

Malgré le caractère plurispécifique de cette pêcherie, l'analyse séparée de chacun des stocks se justifie dans un premier temps. Les stocks exploités dans la pêcherie du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse sont ceux de lieu noir, de cabillaud, d'églefin, de merlu et de linges bleues et franches.

Les données concernant la dynamique des stocks de lieu noir, de cabillaud et d'églefin sont extraites des travaux réalisés par le groupe de travail "poissons ronds" du C.I.E.M. (1987). Les méthodes d'évaluation sont basées sur l'analyse de séries historiques de distribution des captures en âges annuelles de chacun des stocks. Les coefficients de mortalité par pêche aux âges sont estimés grâce à la technique désormais classique de l'analyse des cohortes. Les calculs des rendements pondéraux et des biomasses fécondes des stocks sont réalisés, à l'équilibre, par une modélisation de type structural, où le temps est discrétisé. Le modèle généralement employé est celui de B.W. JONES (1976).

Pour le cas de l'évaluation de la dynamique du stock de merlu, les données proviennent des travaux de BEN MARIEM (1987). L'auteur a abordé cette évaluation selon deux approches. Une première fondée sur la distribution en classes de tailles des captures. Les calculs des coefficients de mortalité par pêche sont effectués selon la technique de JONES (1974). Les rendements pondéraux et la biomasse féconde du stock sont estimés grâce au modèle de B.W. JONES (1976). La seconde approche est basée sur l'analyse des distributions en âge. Les coefficients de mortalité par pêche aux âges sont estimés par l'analyse des cohortes. Les rendements pondéraux et la biomasse féconde du stock. sont calculés à partir de l'utilisation du modèle structural discrétisé de THOMPSON et BELL (1934). Les résultats obtenus par les deux méthodes sont très voisins. Par souci d'homogénéité avec l'évaluation de la dynamique des autres stocks, nous retiendrons ceux obtenus à partir de l'analyse des compositions en âge des captures.

Enfin, pour ce qui concerne la dynamique des stocks de lingues bleues et franches, nous reprenons les résultats obtenus dans le chapitre précédent.

## 2.2. RESULTATS ET DISCUSSION.

L'analyse des résultats, représentés dans les tableaux 33 à 35 et des figures 103 à 105, montre que le maximum de production pondérale que peut fournir chacun de ces stocks (lieu noir, cabillaud, églefin, merlu) est obtenu par une réduction de l'effort de pêche total (entre 25 % et 50 % de la valeur de base suivant le cas). Cette baisse de l'effort entraîne une augmentation des biomasses fécondes de chacun de ces stocks (de 50 % à 200 % pour des diminutions de 25 % à 50 % de l'effort) et de fortes hausses des c.p.u.e. des unités de production (entre 50 % et 100 %). Toute augmentation de l'effort de pêche global, aura des conséquences inverses. Il apparaît donc que tous ces stocks sont pondéralement surexploités.

L'état des stocks de lingues franches et bleues se distingue donc de ceux des autres gadidés (cf. Chapitre VII). Le premier n'est pas pour l'instant pondéralement surexploité. Cependant, vu son niveau d'exploitation (à  $F_{max}$ ) toute augmentation d'effort de pêche provoque une réduction de la production. Le second est pondéralement sous exploité. Mais son coût de production élevé réduit les bénéfices escomptés par l'augmentation de production liée à la progression de l'effort de pêche.

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |         |
|----------------------------|-------------------|----------|---------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R    |
| 0.25                       | - 12.7            | + 248.8  | + 445.4 |
| 0.50                       | + 8.1             | + 116.3  | + 181.4 |
| 0.75                       | + 5.8             | + 40.7   | + 54.5  |
| 1                          | -                 | -        | -       |
| 1.25                       | - 4.6             | - 23.2   | - 34.5  |
| 1.50                       | - 9.3             | - 39.5   | - 45.4  |
| 1.75                       | - 12.7            | - 50.0   | - 65.2  |
| 2                          | - 15.1            | - 58.1   | - 75.8  |

Y/R : rendement par recrue  
 C.P.U.E. : capture par unité d'effort  
 BF/R : biomasse féconde par recrue

**Tableau (33) :**

Effets à long terme de modifications du niveau d'effort de pêche total (de 1986) sur le rendement et la biomasse féconde du stock de lieu noir (division CIEM VIA) et sur les c.p.u.e des navires qui exploitent ce stock (d'après ANONYME 1987).

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |       |
|----------------------------|-------------------|----------|-------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R  |
| 0.5                        | + 16              | + 131    | + 127 |
| 0.6                        | + 16              | + 94     | + 91  |
| 0.7                        | + 14              | + 62     | + 62  |
| 0.8                        | + 10              | + 38     | + 37  |
| 0.9                        | + 5               | + 17     | + 17  |
| 1                          | -                 | -        | -     |
| 1.1                        | - 6               | - 14     | - 14  |
| 1.2                        | - 12              | - 26     | - 26  |
| 1.3                        | - 18              | - 37     | - 36  |
| 1.4                        | - 23              | - 45     | - 45  |
| 1.5                        | - 29              | - 52     | - 53  |

Y/R : rendement par recrue des industriels (division CIEM IV + VI)  
 C.P.U.E. : capture par unité d'effort des industriels (division CIEM IV + VI)  
 BF/R : biomasse féconde par recrue

**Tableau (34) :**

Effets à long terme de modifications du niveau d'effort de pêche total (tous métiers) de 1984, sur les productions et les c.p.u.e. des navires industriels pour l'exploitation du merlu dans les divisions CIEM IV et VI, et sur la biomasse féconde du stock. (d'après BEN MARIEM 1987).

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |       |
|----------------------------|-------------------|----------|-------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R  |
| 0.25                       | + 21.4            | + 385.7  | + 350 |
| 0.50                       | + 23.5            | + 147.1  | + 145 |
| 0.75                       | + 13.6            | + 51.4   | + 50  |
| 1                          | -                 | -        | -     |
| 1.25                       | - 12.1            | - 30.0   | - 40  |
| 1.50                       | - 18.6            | - 45.7   | - 45  |
| 1.75                       | - 22.5            | - 55.7   | - 55  |
| 2                          | - 25.8            | - 64.2   | - 60  |

a : stock de cabillaud (division CIEM VIA)

| Multiplicateur<br>d'effort | Variations (en %) |          |         |
|----------------------------|-------------------|----------|---------|
|                            | Y/R               | C.P.U.E. | BF/R    |
| 0.25                       | + 35.4            | + 443.8  | + 266.7 |
| 0.50                       | + 43.1            | + 176.9  | + 100.0 |
| 0.75                       | + 22.3            | + 63.1   | + 33.3  |
| 1                          | -                 | -        | -       |
| 1.25                       | - 15.4            | - 30.7   | - 33.3  |
| 1.50                       | - 35.4            | - 53.8   | - 44.4  |
| 1.75                       | - 53.3            | - 69.2   | - 55.5  |
| 2                          | - 72.6            | - 80.1   | - 63.5  |

b : stock d'églefin (division CIEM VIA)

Y/R : rendement par recrue  
 C.P.U.E. : capture par unité d'effort  
 BF/R : biomasse féconde par recrue

**Tableau ( 35 ) :** Effets à long terme, de modifications du niveau de l'effort de pêche total (1986), sur les rendements et les biomasses fécondes des stocks de cabillaud et d'églefin, et sur les c.p.u.e. des navires qui exploitent ces stocks (d'après ANONYME 1987).

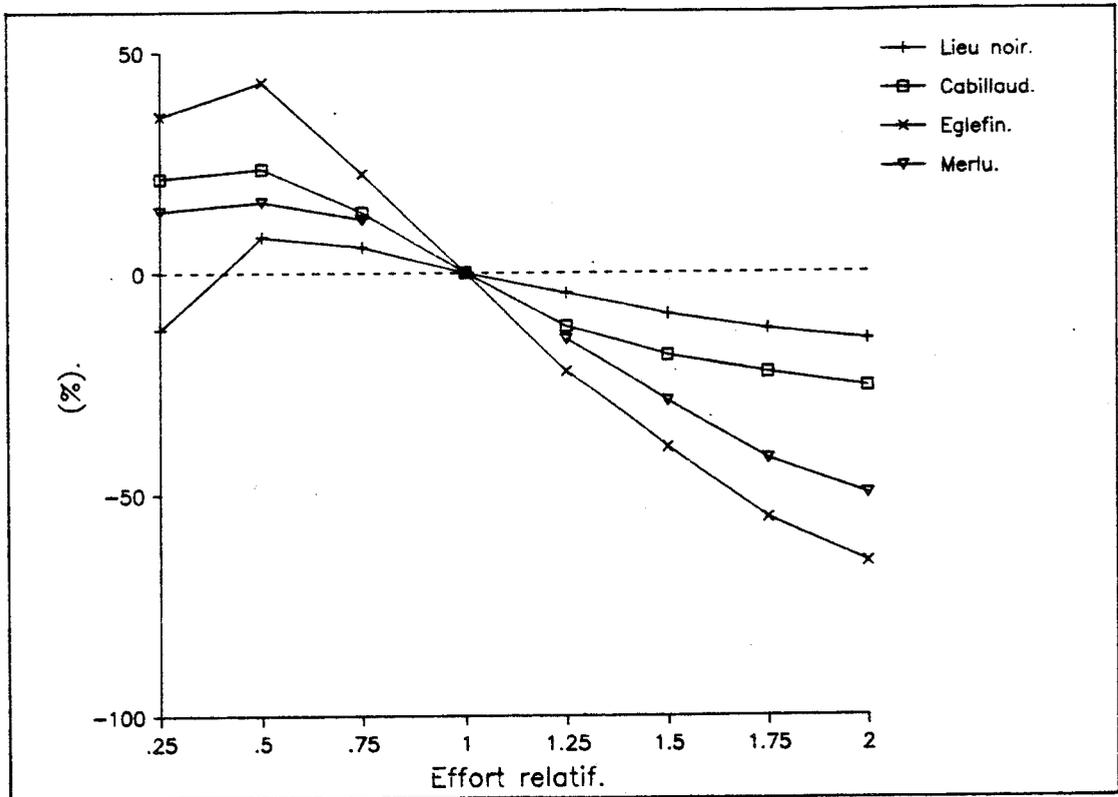


Figure (103): Evolution du rendement par recrue à l'équilibre (Y/R), exprimé en pourcentage de gain ou de perte par rapport à la situation de référence, des principaux stocks de gadidés de la pêche en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

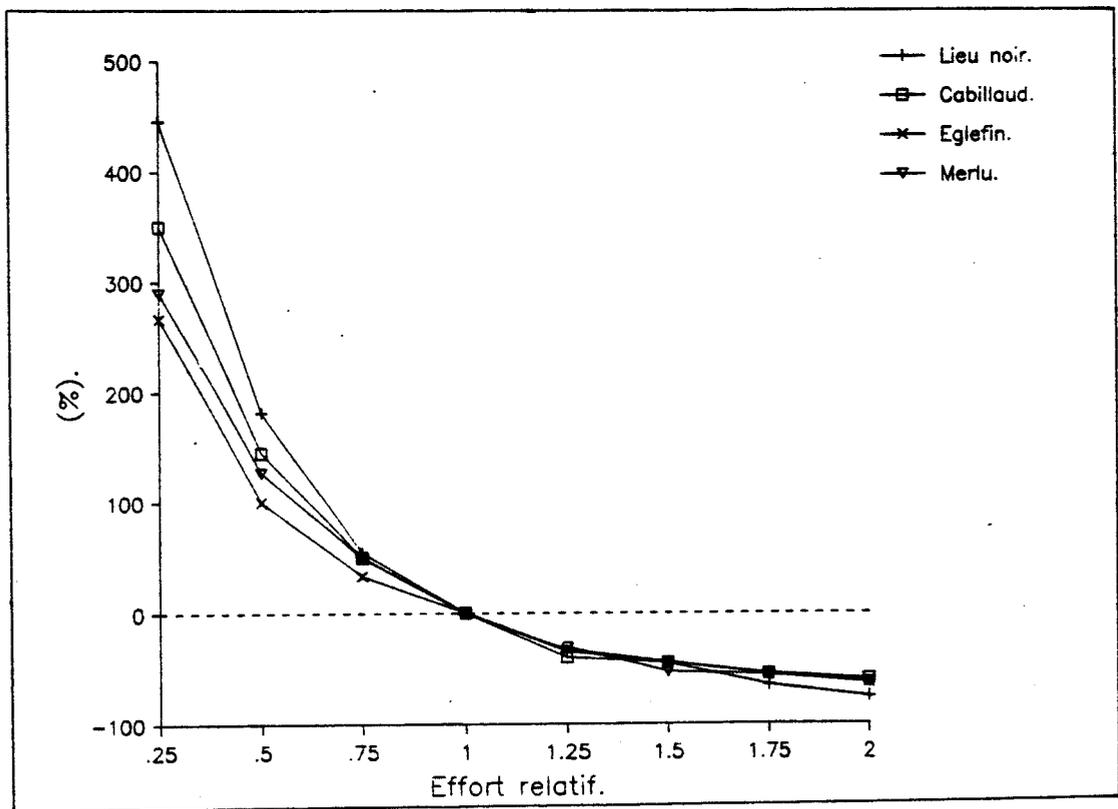


Figure (104): Evolution des captures par unité d'effort (c.p.u.e), exprimée en pourcentage de gain ou de perte par rapport à la situation de référence, suivant le multiplicateur d'effort total (mf).

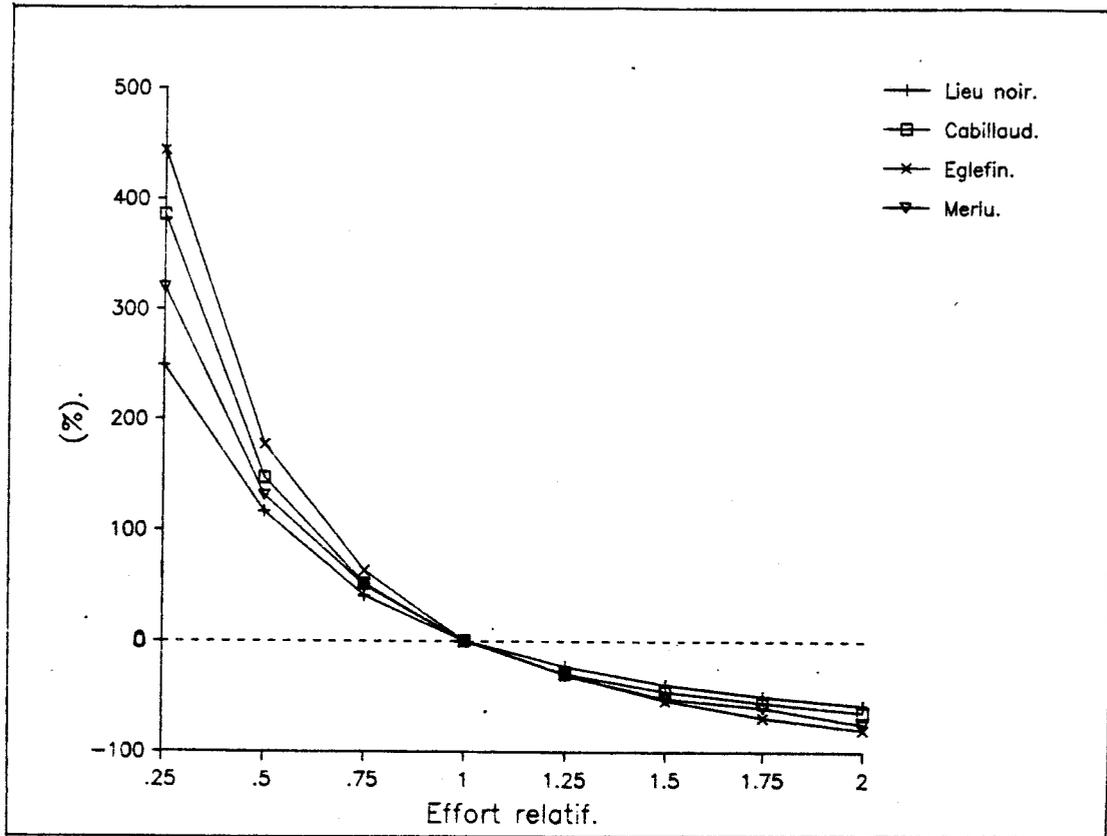


Figure (105): Evolution de la biomasse féconde (en % de la biomasse féconde en absence d'exploitation), exprimée en pourcentage de gain ou de perte par rapport à la situation de référence, des principaux stocks de gadidés de la pêche en fonction du multiplicateur d'effort total (mf).

L'état des ressources exploitées actuellement dans la pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse ne permet donc pas aux différents intervenants d'envisager (excepté pour les lingues bleues) une augmentation de leurs productions globales. Ils doivent tenir compte de cet aspect pour gérer leurs exploitations.

### VIII-3 PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT DE L'EXPLOITATION DE LA PECHERIE

#### 3.1. AU NIVEAU INTERNATIONAL

Le caractère limité des ressources halieutiques de la zone de pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse rend nécessaire une extension de la régulation actuelle de l'exploitation. Dans une telle pêche multispécifique dont l'exploitation est internationale, le problème posé par l'allocation des ressources est à la fois politique et technique (TROADEC 1982).

Le système actuel de gestion de la pêche (système de quotas) ne tient pas compte des interactions entre diverses exploitations et notamment de leur séquentialité. En outre, les variations annuelles de ces quotas rendent difficile toute mise en place d'une politique de gestion à long terme des flottilles par les armateurs. Ce système doit donc être optimisé. Pour cela l'adjonction d'un système de licences de pêche doit être envisagée. Il devrait être appliqué par flottilles de pêche. Cela présente l'avantage de tenir compte des caractéristiques de l'exploitation :

- toute limitation de l'effort de pêche des flottilles réduira les conflits liés à la compétition spatiale entre engins traînants (chaluts) et dormants (palangres), et la surexploitation pondérale des stocks.

- dans le cas d'exploitation séquentielle d'un stock, toute réduction d'effort de pêche des flottilles qui capturent les plus jeunes individus (senneurs écossais pour le lieu noir, chalutiers lorientais pour la lingue franche) induira une augmentation des c.p.u.e. des flottilles qui pêchent les individus plus âgés (chalutiers pour le lieu noir, palangriers norvégiens pour la lingue franche).

- toute limitation de l'accès de la zone de pêche à de nouvelles unités (chalutiers boulonnais, palangriers norvégiens) ou flottilles (palangriers espagnols), évitera, tout risque d'aggravation de la surexploitation pondérale des stocks et des conflits liés à la compétition spatiale.

Ce mécanisme de régulation a le grand mérite de s'attaquer directement à la cause même de la surexploitation. Cependant son application se heurte à diverses difficultés opérationnelles, les unes liées aux variations de puissance de pêche des navires (et donc au choix du plafond d'effort autorisé par flottille), les autres liées à la volonté politique des différentes nations de vouloir adopter un tel système (BEDDINGTON et RETTIG 1984). Les décisions finales restent de nature essentiellement politique. A ce sujet, cette pêcherie présente l'avantage d'avoir une administration compétente existante (la C.E.E.) chargée de la gérer (ce qui n'est pas le cas de toutes les pêcheries).

### 3.2. AU NIVEAU LORIENTAIS

Pour faire face aux difficultés d'exploitation liées aux contraintes de gestion actuelles qui leur sont imposées (au niveau international et national) et de la relative fragilité du marché de leurs produits, les armateurs lorientais ont réduit les coûts de production de leur flottille industrielle et diversifié ses produits (cf. Chapitre II-6).

Cette diversification s'est surtout effectuée au cours de ces dernières années, par un développement des productions de trois espèces, celles des lingues bleues et franches et celles du merlu. L'orientation vers ces espèces s'explique par les faits suivants :

- leurs productions ne sont pas limitées par des quotas.
- la lingue bleue est pêchée en hiver. Les rendements obtenus et le prix de vente de la production sont équivalents à ceux du lieu noir. Elle peut servir d'espèce "refuge" quand les captures ou le marché du lieu noir ne sont pas satisfaisants (cf chapitre III).
- la lingue franche et le merlu ont des prix de vente annuels moyens au kilo, élevés (respectivement entre 8 et 9 F pour la première et 20 et 25 F pour le second) (cf. Chapitre II).

- les autres gadidés de la pêche présentent des indices de surpêche et leurs productions sont en baisse (morue, églefin).

Ces produits issus de la diversification ont pris une place économique importante dans les résultats obtenus par la flottille lorientaise. En 1985, les apports en valeurs de ces trois espèces représentent 41 % des apports totaux (respectivement 19 % pour le merlu, 13 % pour la lingue bleue et 9 % pour la lingue franche). D'autres espèces comme le cabillaud, la baudroie et l'églefin ajoutent à la diversification des captures (respectivement 10 %, 5 % et 5 % du total de la valeur débarquée en 1985 - cf. Chapitre III). Ainsi l'espèce support de l'exploitation de la flottille qu'est le lieu noir, ne représente plus que 37 % du total de la valeur débarquée dans l'année 1985.

En dehors de la période hivernale, la flottille industrielle oriente donc sa stratégie de pêche vers des espèces de valeurs. Cela est justifié par les conditions d'exploitation des navires, mais aussi par la tradition commerciale du mareyage qui est porteuse d'un état d'esprit spéculatif, chez les acheteurs comme chez les producteurs (BLANQUET 1987).

L'analyse de l'état des principaux stocks jouant un rôle dans la diversification a montré que ceux-ci étaient, à l'exception de celui de la lingue bleue, surexploités pondéralement (ou à leur niveau de production maximal pour la lingue franche). Une augmentation de l'effort de pêche sur ces stocks n'induirait pas une progression de leurs captures. Aucun de ces stocks ne peut donc prendre à terme la place de celle du lieu noir dans l'exploitation de la flottille pour devenir à son tour le stock support de cette flottille. Le stock de lingue bleue a le handicap d'avoir, pour un prix moyen au kilo identique à celui du lieu noir, un coût de production plus élevé. La flottille ne peut donc pas se libérer des contraintes d'exploitation imposées par la C.E.E. sur son stock support. Elle reste également tributaire de l'exploitation des chalutiers écossais.

L'état de la ressource montre également que la phase d'expansion qu'ont suivi les débarquements entre 1981 et 1985, n'est pas illimitée dans le temps. Au contraire, il faut envisager dans l'avenir une stagnation et même une réduction des apports.

Pour optimiser l'exploitation de leur flotte et continuer à tirer des bénéfices économiques et sociaux nets, dans ce contexte qui devient défavorable pour la ressource, les armateurs lorientais ont comme solutions de :

- **réduire le coût de production**, en minimisant les charges d'exploitation. Parmi celles-ci, les frais de déchargements et la consommation de carburant tiennent une place importante.

\* Le poids du premier poste représente en moyenne 14 % du chiffre d'affaires annuel d'un navire industriel lorientais. Une enquête détaillée réalisée en 1985 a comparé les coûts de déchargement de Lorient et Boulogne à ceux des ports allemands, anglais et danois. Ils s'établissent ainsi :

|                  | Francs/Tonnes |
|------------------|---------------|
| Lorient          | 1 054         |
| Boulogne         | 670           |
| Hanstholm (Dk.)  | 580           |
| Grimsby (G.B.)   | 540           |
| Bremerhaven (D.) | 370           |

(in BLANQUET 1987).

Ceux de Lorient apparaissent comme les plus élevés. Cela résulte à la fois des méthodes de débarquement qui sont restées très artisanales, et du mode de rémunération des dockers (les frais sont proportionnels au tonnage débarqué et variables selon le type des captures, le matériel utilisé, et les tarifs sont variables dans le temps d'un mois à l'autre). Si ces modes de déchargement n'ont pas évolué depuis plusieurs dizaines d'années, c'est essentiellement dû aux faits (BLANQUET 1987) :

- de l'importance du mareyage à Lorient. Il est favorable, à des méthodes "douces" du traitement du poisson qui favorisent la conservation de la qualité des produits, et à un triage poussé des captures avant qu'elles n'arrivent dans le magasin de marées.

- du monopole détenu par les dockers et à leur souci de préserver leur emploi.

\* Le poids du second poste constitue la plus grosse charge d'un navire de pêche industrielle et représente en moyenne 20 % de son chiffre d'affaires annuel (BLANQUET 1987). La consommation du carburant est essentiellement liée, à la distance des lieux de pêche (4 jours de route en moyenne par marée pour atteindre et revenir de la pêcherie), au nombre de jours de pêche (10 en moyenne par marée), et aux caractéristiques techniques du navire (puissance motrice, état de la coque et du groupe de propulsion). Les gains maxima réalisés sur les dépenses de carburant sont obtenus en réduisant les temps de "route" (temps non productifs). Dans la perspective du renouvellement de la flottille, deux solutions permettant d'atteindre cet objectif, peuvent être envisagées :

- le remplacement des unités actuelles par des navires congélateurs. Ce type de navires permet d'effectuer des marées plus longues (un mois à un mois et demi), ce qui réduit d'autant les allées et venues entre le port et la pêcherie.

- le maintien du type de navire actuel avec une mise en conteneurs des captures. Les conteneurs sont débarqués dans les "bases avancées" que constituent les ports écossais, et rejoignent la France par la route. Cette solution présente deux avantages : grâce à la proximité des lieux de pêche, les temps de "route" des navires, et la durée des marées sont réduits. La conteneurisation du poisson lui évite de subir la rupture de la chaîne du froid entre le moment de son déchargement et celui de son acheminement. La qualité des produits devrait en être améliorée.

- **valoriser les produits** : l'analyse de l'évolution des prix moyens annuels au kilo des espèces capturées par la flottille lorientaise a montré (cf. Chapitre II) que ces prix sont restés relativement constants entre 1973 et 1985. La valorisation des produits débarqués (par transformation, par l'amélioration de la qualité, par une promotion du poisson en général auprès des consommateurs) doit permettre d'augmenter les prix de vente du poisson.

- **développer de nouveaux types d'exploitation** : si les espèces benthiques et démersales de la zone de pêche considérée sont presque toutes

exploitées, les espèces pélagiques (maquereau, chinchard, merlan bleu), elles, ne le sont pas du tout. Les navires industriels lorientais sont relativement bien adaptés à ce type de production. Seuls quelques aménagements techniques des cales, et des modifications des engins de pêche seraient à effectuer. Les difficultés se situeront au niveau de la formation des hommes à ce nouveau métier (localisation et capture du poisson avec de nouveaux engins de pêche), de la transformation des produits et de la création et du développement des marchés de ces produits.

La flottille industrielle lorientaise est vieillissante. Les armateurs sont aujourd'hui confrontés au problème de son renouvellement. Pour choisir le type de navires à construire et établir leurs plans d'amortissements, ils auront à tenir compte des éléments décrits plus haut (notamment ceux concernant l'état de la ressource).

#### VIII-4 CONCLUSION

Le système actuel de gestion de la pêche (par quotas) n'est pas suffisamment efficace. En outre, il ne tient pas compte des caractéristiques d'exploitation de cette pêche (compétition entre les flottilles pour l'accès aux zones de pêche, séquentialité des captures de certaines espèces).

L'état des ressources exploitées actuellement dans la pêche de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse ne permet pas d'espérer une augmentation de la production totale dans les années à venir.

La flottille industrielle lorientaise, pour se libérer de certaines des contraintes actuelles d'exploitation (dépendance de la gestion internationale et nationale de la pêche) et de la relative fragilité du marché de ses produits, a diversifié ses apports. Cela s'est surtout fait par l'exploitation de stocks dont la production n'est pas soumise à quotas et dont, pour certains d'entre eux, le prix de vente est élevé.

L'état de ces stocks, où le coût de production de certains (lingue bleue), ne permet pas à la flottille de surseoir à une réduction des captures de lieu noir. Cette espèce reste et restera le support de l'exploitation de cette flottille.

Compte tenu de l'état des ressources exploitées, pour continuer à tirer des bénéfices économiques de leur exploitation (ou les augmenter), les armateurs lorientais doivent s'orienter vers :

- une réduction des coûts de production (et notamment ceux liés au déchargement du poisson et à la consommation du carburant)
- une valorisation des produits débarqués (par transformation)
- une politique de diversification vers les espèces pélagiques.

La politique de renouvellement de la flottille industrielle lorientaise devra intégrer tous ces aspects.

**CHAPITRE IX**

**CONCLUSION GENERALE**

## CHAPITRE IX CONCLUSION GENERALE

L'étude qui a été menée ici est singulière à plus d'un titre :

- il s'agit de la première évaluation de l'état des stocks de lingues exploités dans la pêcherie de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse. Pour des causes à la fois politiques, économiques et liées aussi aux conditions d'exploitation (essentiellement française pour la lingue bleue), ces stocks n'ont jamais été soumis à aucun suivi scientifique ; les résultats obtenus ici peuvent servir de référence pour les groupes de travail du C.I.E.M.

- l'exploitation multispécifique exercée par la flottille industrielle nous a contraints à resituer la place distincte occupée par les lingues. Pour cela, nous avons étudié la structure de l'exploitation de cette flottille, et plus précisément la relation entre les productions et l'état du marché, ainsi que certains aspects des structures de ce marché.

- le caractère particulier de l'exploitation des lingues nous a obligé à développer une technique permettant d'évaluer l'état de ces stocks. Nous avons repris l'analyse rectifiée des pseudo-cohortes et nous l'avons adaptée au cas d'une exploitation par plusieurs métiers. Les calculs de sensibilités des résultats à certains paramètres introduits dans le modèle ont été également développés.

- jusqu'à présent, les travaux concernant l'activité de la flottille industrielle lorientaise étaient de deux ordres. Soit, ils concernaient l'évaluation de l'état des stocks de gadidés, cela étant réalisé pour chaque stock individuellement (en général au C.I.E.M.). Soit, ils traitaient de problèmes bien particuliers : le déchargement du poisson (JAMES et RAVINET 1979), les ventes à l'étranger (MEHOUAS 1978), la production, évolution et prévisions (CADALEN 1972, NOE 1973, BARHOUMI 1976), les crises économiques et leurs conséquences (CORNEC 1974, MOLLO 1980). L'étude synthétique de la relation ressources-flottille industrielle et des interactions de cette flottille avec les autres flottilles exploitant la pêcherie a rarement été abordée. L'approche qui a été réalisée ici

constitue une étape intermédiaire et elle est originale à ce titre. Elle doit servir de base pour une réflexion plus poussée sur l'aménagement de l'exploitation de la pêche en général et sur celle de la flottille industrielle lorientaise en particulier. Pour cette dernière, cela est d'autant plus important qu'une partie de ses navires doit être prochainement renouvelée.

\* L'examen de l'évolution de la flottille industrielle actuelle révèle que le nombre de navires a beaucoup diminué (40 navires en 1970, 22 en 1975). Cela est dû aux conséquences des crises économiques liées à l'inflation des prix des produits pétroliers et aux modifications du marché mondial des produits de la mer. Les crises ont induit une optimisation et une rationalisation de l'exploitation de la flottille : par diminution des coûts de production des navires (amélioration des techniques de pêche, des infrastructures portuaires ...) et par une structuration des marchés des produits (diversification des captures, élargissement du marché à l'étranger, régulation du marché lorientais). Ces mesures ont permis d'assainir l'exploitation. Depuis 1980, le total annuel des quantités débarquées est en continuelle progression (32 000 tonnes en 1980, 56 000 tonnes en 1985). Sur cette période le total annuel des valeurs débarquées a aussi varié, mais avec moins d'amplitude. Il est en augmentation régulière depuis 1983 (300 millions de francs en 1983, 420 millions en 1985).

En 1985, les principales espèces débarquées par la flottille industrielle sont, par ordre décroissant : le lieu noir (55 %), la lingue bleue (13 %), la lingue franche (8 %), la morue et le merlu (7 %), l'églefin (6 %), la baudroie (2 %) et l'aiguillat (2 %). Le reste des captures est constitué par le merlan et les espèces annexes (poissons plats, brosmes, grondins, raies). Ces espèces ont en général une faible valeur marchande (4 à 6 F au kilo en moyenne pour le lieu noir et la lingue bleue). Cela est compensé par l'importance de leurs captures.

\* L'analyse de la formation des prix au débarquement montre que les importations françaises de produits de la mer ont peu de répercussion sur la formation des prix au niveau lorientais, que le marché du poisson à Lorient est moins intéressant l'été pour les professionnels et que l'influence d'une hausse des quantités débarquées sur le prix moyen mensuel est minime. Par contre, ce qui apparaît essentiel, ce sont les phénomènes de substitutions qui existent entre les

diverses espèces présentées à la vente. Les plus importants sont ceux qui se font entre le lieu noir, la lingue bleue et la lingue franche (lieu noir-lingue bleue, lingue bleue-lingue franche). Ces substitutions particulières résultent de la stratégie de pêche appliquée, selon la saison, par la flottille industrielle. Dans cette stratégie globale, l'exploitation du lieu noir occupe une place centrale, c'est l'espèce **cible** de la flottille. Les captures des espèces **accessoires** se font avant tout en fonction des rendements obtenus sur cette espèce et de l'état du marché. Parmi ces espèces, les deux lingues, la lingue bleue en hiver et au milieu de l'été, la lingue franche du début du printemps à celui de l'automne, jouent un rôle essentiel dans la diversification des captures.

\* L'importance et la place particulière prise par l'exploitation des lingues ainsi que les absences de suivi scientifique et de contrôle de la gestion de cette pêche, nous ont amenés à évaluer l'état de leurs stocks. Pour cela, nous avons choisi de modéliser leurs exploitations. L'estimation des paramètres nécessaires à cette évaluation révèle que :

- à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse, les lingues bleues et franches sont respectivement matures à l'âge de 7-8 ans et 3-4 ans. A un âge donné, le poids des femelles est plus élevé que celui des mâles. Ceux-ci grandissent plus vite que les femelles, mais terminent leur croissance plus tôt. La disparité des caractères biologiques selon le sexe induit une distinction des stocks-unités mâles et femelles et une analyse séparée de leur dynamique.

- la lingue bleue est pêchée uniquement par des chalutiers (essentiellement français et faëringiens). Elle n'est accessible au chalut qu'à partir de l'âge où elle effectue sa première migration pour la reproduction (7 ans et plus). En 1985, les captures de lingues bleues sont essentiellement constituées de mâles âgés de 10-11 et 12 ans et de femelles âgées de 9 à 15 ans.

- la lingue franche est exploitée par des chalutiers (français) et des palangriers (norvégiens, espagnols et faëringiens). Les premiers individus capturés ont 4 ans. En 1985, l'exploitation des lingues franches mâles et femelles, par les chalutiers, se fait surtout sur les individus âgés de 5-6 et 7 ans. Celle des palangriers se fait sur les individus âgés de 6-7-8 et 9 ans. Ce décalage entre les

structures démographiques des débarquements de ces deux métiers provient des différences observées au niveau, de la sélectivité des engins de pêche, de l'occupation de la zone de pêche (les palangriers travaillent généralement plus "creux"), et de la stratégie de pêche (les chalutiers négligent plus ou moins les concentrations hivernales de géniteurs).

La stratégie d'échantillonnage qui a permis de déterminer la structure démographique des captures de lingues effectuées par les chalutiers résulte d'une combinaison d'un échantillonnage stratifié et d'un échantillonnage à plusieurs niveaux (bateaux, marées, caisses). L'étude pilote réalisée pour estimer la variabilité de chacun de ces niveaux montre qu'il est nécessaire de distinguer un niveau "bateau" dans l'échantillonnage. Bien que les navires de pêche industrielle aient des caractéristiques voisines, qu'ils fréquentent les mêmes zones de pêche avec des stratégies souvent communes, les pêches débarquées varient d'un navire à l'autre. L'importance du patron, de sa façon de pêcher, de la manière dont il grée son chalut, est nette au niveau de la composition des captures.

Les efforts de pêche déployés par les chalutiers et les palangriers ont évolués au cours du temps. Le manque de données n'a pas rendu possible, la partition de l'effort total pour dégager ceux appliqués uniquement à la capture des lingues, et la quantification de la variation de la puissance de pêche des navires (liée à l'apport de nouveaux matériels de détection du poisson, aux modifications des engins de pêche et à l'accumulation du savoir-pêcher du patron).

\* La méthode d'analyse de pseudo-cohorte présentée ici constitue un progrès par rapport à la procédure classique du traitement des pseudo-cohortes qui suppose une double hypothèse d'équilibre. Désormais on peut s'affranchir de l'hypothèse de constance des efforts de pêche. Cela est important dans le cas d'exploitations qui, du fait de leur caractère accessoire, varient selon les années. L'extension de la méthode à plusieurs métiers a permis l'analyse de l'interaction des différents métiers qui exploitent une même ressource.

Cette méthode d'analyse rectifiée des pseudo-cohortes appliquée à l'examen de l'impact de l'exploitation des stocks de lingues mâles et femelles,

montre que les coefficients de mortalité par pêche aux âges sont faibles. De plus, à un âge donné, ceux des mâles sont très souvent inférieurs à ceux des femelles. Dans le cas de l'exploitation de la lingue franche, l'étude de l'interaction des deux métiers (chalutiers-palangriers) révèle que les chalutiers induisent la plus grande part des mortalités par pêche des classes d'âge 4-5 et 6 ans, et les palangriers celle des classes d'âge supérieures à 6 ans. L'analyse des sensibilités de ces coefficients de mortalité par pêche aux âges montre, qu'ils sont sensibles au recrutement et évoluent de façon inverse à ses variations, qu'une modification du  $F$  terminal provoque leurs variations dans le même sens et d'autant plus fortement que la classe d'âge est élevée, qu'ils sont peu sensibles à une variation du coefficient de mortalité naturelle  $M$ .

\* La modélisation structurale des exploitations des lingues met en exergue les faits suivants :

- **la lingue bleue** est pondéralement sous-exploitée. Une augmentation de l'effort de pêche engendre une hausse de la production pondérale. Mais elle entraîne une forte baisse des c.p.u.e. des unités d'exploitation. Le coût élevé de cette exploitation et la baisse des prix liée à la hausse des quantités débarquées, peuvent mettre, selon le niveau d'effort de pêche atteint, l'exploitation en déficit. Le niveau d'effort de pêche qui permet un bénéfice net total maximal est atteint bien avant celui qui permet d'obtenir le rendement pondéral maximal.

- **la lingue franche** est à son maximum de production pondérale. Toute augmentation de l'effort de pêche dirigé sur cette espèce entraînerait une diminution de sa production. L'analyse de l'interaction chalutiers-palangriers autour de cette ressource montre que le caractère séquentiel de l'exploitation induit que tout aménagement de l'effort de pêche des chalutiers améliore les résultats d'exploitation des chalutiers mais surtout des palangriers.

Bien que le modèle structural soit robuste, les résultats obtenus ici sont à prendre avec les précautions habituelles. La sensibilité des rendements par recrue, au choix du coefficient de mortalité naturelle  $M$ , n'a pas été testée. En outre, chez les lingues, le recrutement pourrait fluctuer au cours du temps (à l'exemple de l'églefin ou de la morue).

\* L'exploitation des lingues s'intègre dans celle de la pêcherie de gadidés de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse. Son aménagement doit tenir compte de ce contexte. L'analyse de la politique de gestion actuelle de cette pêcherie internationale et multispécifique montre qu'elle consiste en une régulation de l'exploitation de certains stocks (lieu noir, morue, églefin) par quotas. Cette politique présente les inconvénients de ne pas tenir compte des phénomènes de compétitions entre les flottilles et de la séquentialité des captures de plusieurs espèces. De plus, dans le cas d'une exploitation comme celle de la lingue bleue, où l'état du stock permet une augmentation de l'effort de pêche, mais où le coût d'exploitation implique une régulation de cet effort, cette politique se révélerait inadaptée. Le système de gestion actuel doit donc être optimisé. Il faudrait envisager d'y adjoindre une politique de licences de pêche. On pourrait ainsi, limiter les conflits liés à la compétition spatiale entre les flottilles utilisant des engins traînants (chaluts) et celles qui se servent d'engins dormants (palangres), optimiser dans le cas des exploitations séquentielles celles des flottilles qui capturent les poissons les plus âgés, et limiter l'accès de la pêcherie à de nouvelles unités. Cette dernière mesure éviterait tout risque de surexploitation biologique (ou de son aggravation) pour certaines espèces. Pour d'autres, comme la lingue bleue, elle réduirait le risque d'un déficit économique de l'exploitation. L'application d'un tel système de licences de pêche se heurte à diverses difficultés, les unes liées aux modalités pratiques d'application (choix de l'unité d'effort et de la limite maximale autorisée, méthode de contrôle), les autres liées à la volonté politique des différentes nations à vouloir l'adopter.

L'évaluation de l'état des principaux stocks de gadidés exploités par la flottille lorientaise montre, à l'exception de la lingue bleue, qu'ils sont tous pondéralement surexploités (ou proche de l'être pour la lingue franche). Le stock de lingue bleue présente l'inconvénient d'avoir un coût de production élevé. Aucune des exploitations de ces stocks ne peut donc prendre à terme la place de celle du lieu noir. Cette espèce est et restera l'espèce cible de la flottille.

L'état des ressources de gadidés exploitées dans la pêcherie ne permet pas d'espérer une augmentation de la production totale dans l'avenir. C'est le contraire qu'il faut envisager.

La survie de la flottille lorientaise est liée à l'exploitation de la zone de pêche du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse. Cette flottille apparaît comme dépendante des niveaux de gestion international (C.E.E.) et national. Elle est tributaire de l'état des ressources et entre en compétition pour leur exploitation avec des flottilles françaises et internationales. Pour maintenir cette exploitation bénéficiaire, ou pour en augmenter les bénéfices, les armateurs lorientais ont comme solutions de réduire les coûts de production, de valoriser les produits débarqués et de diversifier leurs apports vers les espèces pélagiques de la zone de pêche. La politique de renouvellement des navires industriels devra considérer tous ces aspects.

\* Plusieurs problèmes abordés dans ce travail n'ont pas pu être résolus. Des paramètres restent inconnus et en particulier, comme dans de nombreux travaux, le coefficient de mortalité naturelle et le recrutement. Plutôt que d'envisager des études pour approcher leurs valeurs respectives, ce qui apparaît de prime abord irréalisable ou alors très coûteux, il faudrait s'orienter vers le développement des techniques où la sensibilité des résultats à ces paramètres sera testée. Dans le cas d'exploitation accessoire, le problème de quantification de l'effort de pêche et de celui de l'évaluation de sa part directement orientée sur une espèce, reste posé. Il ne pourra être résolu que lorsque les bases de données informatisées concernant l'exploitation de la flottille industrielle seront complètes. L'étude de l'évolution des puissances de pêche des navires au cours du temps pourra alors être également entreprise.

L'exploitation de la pêcherie de gadidés du Nord et de l'Ouest de l'Ecosse a été analysée à partir de la synthèse des exploitations de chacun des stocks exploités. Les interactions entre ces exploitations n'ont pas été prises en compte. Pour une gestion exhaustive de la pêcherie, cet aspect devra être intégré. Pour cela, une modélisation de la pêcherie devra être réalisée. Le modèle développé par LAUREC (in CHARUAU 1986) pour l'étude de la gestion optimale des pêcheries de langoustines et de poissons démersaux en mer Celtique, adapté au cas de la pêcherie au Nord et à l'Ouest de l'Ecosse, doit permettre de réaliser cet objectif.

L'aménagement de l'exploitation des lingues nous a conduits à réfléchir sur la politique de gestion actuelle de la pêcherie. Cela ne constitue bien évidemment qu'une approche. Elle a cependant le mérite de faire apparaître la nécessité d'évaluer les avantages et les inconvénients, d'une politique de quotas ou de licences de pêche, ou de leurs mixités, pour les ressources et pour les flottilles qui les exploitent.

Cette thèse doit permettre de mieux comprendre la pêche industrielle dans son ensemble. Elle doit servir de référence pour les études d'aménagement des gestions, de la pêcherie de gadidés de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse, et de l'exploitation de la flottille industrielle lorientaise.

**BIBLIOGRAPHIE**

**BIBLIOGRAPHIE**

- ANONYME (1970).** - Démarrage des rotations. Mise au point des transferts en mer. France pêche. - pp. 48-49.
- ANONYME (1986).** - Report of the north-western working group. Copenhague 3-11 Septembre.  
Int. Coun. Explor of the sea. C.M. 1987. assess 2. 149 p.
- ANONYME (1987).** - Report of the North sea round fish working group. Copenhague 9-20 Mars 1987. C.M. 1987.  
Int. Coun. Explor of the sea. assess 15. 171 p.
- BARHOUMI M. (1976).** - Evolution récente de la pêche au large à Lorient. Analyse des données de production et d'effort de pêche de 1971 à 1976. Mémoire D.A.A. Halieutique. E.N.S.A. de Rennes 51 p.
- BAUCHOT M.L., PRUS A. (1980).** - Guide des poissons marins d'Europe DELACHAUX et NIESTLE. Paris 427 p.
- BEDDINGTON J.R., RETTIG B.R. (1984).** - Méthodes de régulation de l'effort de pêche.  
F.A.O. Doc. Tech. pêches (243) : 45 p.
- BEDFORD B.C. (1983).** - A method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin.  
J. Cons. Int. Explor of the sea 41 : pp. 4-12.
- BEN MARIEM S. (1987).** - Interaction dans les pêches du merlu et de la langoustine. Elements en vue d'un aménagement des pêcheries du Golfe de Gascogne.  
Thèse de docteur-ingénieur en sciences agronomiques (spécialité halieutique). E.N.S.A. de Rennes. 106 p. + annexes.
- BERTALANFFY L. Von (1938).** - A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II).  
Hum. Biol. 10 : pp. 181-213.
- BERTIGNAC M., MOGUEDET Ph. (1987).** - Estimation des coefficients de mortalité et de l'abondance des recrues à partir de l'analyse d'une pseudo-cohorte dans le cas d'une exploitation par différents métiers.  
Int. Coun. Explor of the sea - CM/1987 D : 8 19 p.
- BEVERTON J.H., HOLT S.J. (1956).** - A review of methods for estimating mortality rates in fish populations with special reference to source of bias in catch sampling.  
Int. Coun. Explor of the sea. Rapport et p.v. 140 pp. 67-83.
- BEVERTON R. J.H., HOLT S.J. (1957).** - On the dynamics of exploited fish population.  
U.K. Min. Agric. Fish Food Fishery investigations (Ser. 2) 19 : 533 p.

- BISEAU A. (1982).** - Etude des apports des chalutiers hauturiers de Concarneau. Composition, origine, variations.  
Mémoire D.A.A. Halieutique. E.N.S.A. de Rennes. 112 p.
- BLANQUET Ph. (1987).** - La pêche industrielle et semi industrielle lorientaise en 1985 : structures, captures, exploitation.  
Mémoire de D.E.A. économie industrielle et échanges mondiaux.  
Université de Rennes I. 109 p.
- BOOTH D., ELLET J. (1983).** - The Scottish continental slope current.  
Continental Shelf Research. Vol. 2. N° 2-3. pp. 127-146.
- BRIDGER J.P. (1978).** - New deep water trawling grounds to the west of Britain.  
University of Agriculture fisheries and food. Directorate of fisheries Research Laboratory. Leaflet n° 41. Lowestoft. 41 p.
- CADALEN G. (1972).** - Etude sur la pêche à Lorient.  
Rapport C.C.I. du Morbihan. 131 p.
- CHANG D.H. (1984).** - "Partial adjustment price models : a study of impact of fish imports on ex-vessel prices of New England grandfish".  
Conf. Int. Inst. of Fisheries economics and trade.  
Christchurch. New Zealand. 28 p.
- CHARUAU A. et al. (1986).** - Etude d'une gestion optimale des pêcheries de langoustines et de poissons démersaux en mer Celtique.  
Tome I. C.E.E. (D G XIV) et IFREMER. 150 p.
- COCHRAN W.G. (1977).** - Sampling technics.  
3 rd edition. Wiley J. and Sons. New York. 413 p.
- CORNEC D. (1974).** - La crise du port de pêche de Lorient Kéroman. Travaux de l'institut géographique de Reims. N° 33-34. 93-108 pp. 93-107.
- DAGET J. (1976).** - Les modèles mathématiques en écologie.  
Collection écologie N° 5. Masson. Paris. 172 p.
- DELMAS J. (1906).** - Contribution à la biologie des gadidés.  
Cons. Perm. Inst. Expl. Mer. Rapport 1902-1907 10(3). 277 21 p.
- DENIEL C. (1981).** - Les poissons plats (Téléostéens, pleuronectiformes) en baie de Douarnenez. Reproduction, croissance et migration.  
Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Bretagne Occidentale. 476 p.
- DESBROSSES P. (1958).** - La Julienne. Science et Pêche N° 62.  
I.S.T.P.M. pp. 1-3
- DUBUIT M.H. (1974).** - Contribution à l'étude des populations des raies du Nord-Est Atlantique, des Faeroes au Portugal.  
Thèse de Doctorat d'Etat. Université Paris VI. 171 p.
- EFRON B. (1979).** - The 1977 Rietz lecture. Bootstrap methods : another look at the Jackknife.  
Ann. statist. 7 (1) : pp. 1-26.

- EHRICH S. (1981).** - Erste Ergebnisse der 6. Fie Feurfishchereineise in das Rockall graben gebiet westlich islands und der Britischen inselm.  
Inform für die fishewir. Vol. 28 N° 5/6. pp. 171-175.
- EHRICH S., REINSH H. H. (1984).** - Investigations on the blue ling stock (*Molva dypterygia* dypt.) in the waters west of the British isles.  
Arch. Fishwiss. Berlin. pp. 97-113.
- ELLET J. (1975).** - Some oceanographic features of the Hebridean waters.  
Scottish Mar. Biol. 77 B. pp. 64-71.
- ELLET J., ROBERTS D.G. (1973).** - The overflow of Norvegian Sea deep water accross the Wyville Thomson ridge.  
Deep sea research. Vol. 20 pp. 819-835.
- ELLET J., EDWARDS A. (1983).** - Oceanography and inshore hydrography of the Inner Hebrides.  
Scottish Mar. Biol. ass. 83. pp. 143-160.
- EVANS D. (1984).** - Sea bed sediments of West Scotland. Carte géologique.  
British Geological Survey Edimburgh.
- FLETCHER R. (1980).** - Practicals methods of optimization. Vol. 1 : Unconstrained optimization.  
Wiley J. and sons. Inc. Chichester. New York. Brisbane Toronto. 120 p.
- FONTENEAU A. (1979).** - Analyse de l'effort de pêche des senneurs de la flottille.  
F.I.S. SCRS. 78/70. Rec. Doc. CICTA. Vol. III. pp 37-66.
- FRASER J., BRUMER A., PALMER G. (1951).** - The gadid fishes of the genus *Molva*.  
Annals and magazine of natural history : 4, 188 pp. 1-3.
- GRAIG. R.E. ( 1959).** - Hydrography of Scottish coastal waters.  
Scottish Home department. Mar. Research N° 2. 27 p.
- GRASSE P.P. (1958).** - Traité de zoologie : 12. Fax 1.2.3  
Masson Ed. 2 737 p. 1888 Fig.
- GREASE J. (1965).** - The flow of Norvegian sea water through the Faeroes bank channel.  
Deep sea res. 12 (2). pp. 143-150.
- GROS Ph. (1980)a.** - Description mathématique de la croissance de *Lesaeurigobius friesii* (Teleosti, Gobiidae). Essai de synthèse.  
Oceanologica acta. 1980. vol. 3 n° 2 pp. 161-168.
- GROS Ph. (1980) b.** - Revue critique de quelques techniques d'analyse des distributions de fréquence classiquement utilisées en dynamique des populations.  
G.S.G. Compte rendu du séminaire des populations (Miméo).
- GROS Ph. (1983).** - Echantillonnage à plusieurs niveaux.  
Séminaire d'échantillonnage. Nantes. Ronéo. 37 p.

- GROS Ph., LAUREC A., DUPUY H. (1987).** - Estimation des paramètres de croissance. Apport des techniques de rééchantillonnage (Bootstrap, Jack-knife) et des statistiques robustes (Médianes et modes)  
Int. Coun. Explor. of the sea C.M. 1987/D : 10. 26 p.
- GULLAND J.A. (1965).** - Estimation of mortality rates. Annexe to the Report of the Arctic Fisheries Working group : Hambourg 1965.  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM 1965/3 : 9 p.
- GULLAND J.A. (1969).** - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques : Première partie : analyse des populations.  
Manuel F.A.O. de Sciences Halieutiques, 4, 160 p.
- HUREAU J.C., MONOD T. (1973).** - Catalogue des poissons de l'Atlantique Est et de la Méditerranée.  
CLOFNAM - 2 vol. UNESCO P.U.F. pp. 313-314.
- HURRIEZ P., LE MAO P. (1982).** - Les lingues.  
Rapport E.N.S.A. de Rennes. Ronéo. 18 p.
- JAMES P., RAVINET J.Y. (1979).** - Le déchargement du poisson sur le port de Lorient.  
Mémoire D.A.A. Halieutique. E.N.S.A. de Rennes. 116 p.
- JONES R. (1961).** - The assessment of the long term effects of changes in gear selectivity and fishing effort.  
Mar. res. Scotl. 2 : 19 p.
- JONES R. (1974).** - Assessing of the long term effects of changes in gear selectivity and fishing effort.  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM/1974. F : 33. 13 p.
- JONES B.W. (1976).** - Appendix to the report of the saithe (coalfish).  
Working group CIEM, CM 1976/F : 2. pp. 33-34.
- KENDALL M., STUART A. (1979).** - The advanced theory of statistics.  
Volume 2 : inference and relation ship.  
Charles GRIFFIN and Co. London. High Wycombe. 4th edition. 748 p.
- KENDALL M., STUART A., ORD K.J. (1983).** - The advanced theory of statistics.  
Volume 3 : design and analysis and time-series.  
Charles GRIFFIN and Co. LTD. 4th edition. 780 p.
- KIMURA D.K. (1980).** - Likelihood methods for the Von BERTALANFFY growth curve. Fish Bull, 77 (4) : pp. 765-776.
- KMENTA J. (1971).** - Elements of econometrics.  
Macmillan Publishing Co. 655 p.
- KOCK L., LAMBERT K. (1974).** - Investigations by the German Democratic Republic on the ling (Molva byrkelange walls) in September 1973 east on the Faeroes.  
Annals Biol. Copenhagen. 31. pp. 115-116.

- LAUREC A. (1977).** - Prédiction à l'aide de modèles structuraux en gestion rationnelle des stocks. Session de perfectionnement sur la dynamique des populations. La Corogne 09. 1976. Rev. doc. scient. CICTA. pp. 97-110.
- LAUREC A. (1979).** - Analyse des données et modèles prévisionnels en écologie marine.  
Thèse de Doctorat d'Etat. Université d'Aix-Marseille. 405 p.
- LAUREC A. (1986).** - Les méthodes delta en halieutique. Evaluation des sensibilités. Approximation des biais et des variances à l'aide de développements limités.  
Rapp. int. IFREMER DRV 86.02 RH Nantes. 61 p.
- LAUREC A., FONTENEAU A. (1979).** - Estimation de l'abondance d'une classe d'âge. Utilisation des c.p.u.e. de plusieurs engins, en différentes zones et saisons.  
Rec. doc. scient. CICTA VIII (1). pp. 79 100.
- LAUREC A., LE GALL J.Y. (1975).** - De-seasonalising of the abundance index of a species. Application to the albacore (Thunnus alalunga) monthly catch per unit of effort (c.p.u.e.) by the Atlantic Japanese longline fishery.  
Bull. Far. Seas. rech. Pab. 12. pp. 145-169.
- LAUREC A., LE GUEN J.C. (1981).** - Dynamique des populations marines exploitées. Tome 1 : concepts et modèles.  
Rapp. scient. et techn. CNEXO n° 45. 118 p.
- LAUREC A., LE GUEN J.C., FRONTIER S. (1983).** - Collecte de l'information pour une gestion rationnelle des stocks halieutiques. In Stratégies d'échantillonnage en écologie.  
Masson. Paris. pp. 385-415.
- LAUREC A. MAUCORPS A. (1981).** - Discrétisation de la croissance pondérale et rendement par recrue.  
Int. Coun. Explor. of the sea. 1981/G : 33. 16 p.
- LAUREC A., MESNIL B (1985).** - Rendement par recrue et analyse des cohortes de Jones. Etude de la sensibilité.  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM 1985/G : 23. Réf. K.
- LAUREC A., SANTARELLI L. (1986).** - Analyse rectifiée des pseudo-cohortes. (Analyse des cohortes à partir d'une année de structure démographique des captures, correction des variations de l'effort et/ou de recrutement).  
IFREMER - rapport interne. Ronéo. 19 p.
- MAIGRET J. (1969).** - Les gadidés de la pêche hauturière étudiés dans les ports de Concarneau et Lorient.  
Thèse de Doctorat de 3ème cycle. Université d'Aix-Marseille. 127 p.
- MAGNUSSON J.V. (1975).** - Icelandic investigations on blue ling (Molva dypterygia Pennant) in 1975.  
Ann. Biol. Vol. 32 pp. 105-106.
- MAGNUSSON J.V. (1976).** - Icelandic investigations on blue ling (Molva dypterygia Pennant) in 1976.  
Ann. Biol. Vol. 33 pp. 108-109.

- MAGNUSSON J.V. (1977).** - Icelandic investigations on blue ling (Molva dypterygia Pennant) in 1977.  
Ann. Biol. Vol. 34 pp. 155-156.
- MAGNUSSON J.V. (1978).** - Icelandic investigations on blue ling (Molva dypterygia Pennant) in 1978.  
Ann. Biol. Vol. 35 pp. 162-163.
- MAGNUSSON J.V. (1979).** - Icelandic investigations on blue ling (Molva dypterygia Pennant) in 1979.  
Ann. Biol. Vol. 36 pp. 135-136.
- MAGNUSSON J.V. (1980).** - Icelandic investigations on blue ling (Molva dypterygia Pennant) in 1980.  
Ann. Biol. Vol. 37 pp. 158-159.
- MAGNUSSON J.V. (1982).** - Age, growth and weight of blue ling (Molva dypterygia) in Icelandic waters.  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM 1982/G : 22. 16 p.
- MEHOUSAS H. (1978).** - La pêche industrielle et les ventes à l'étranger.  
Rapport de stage IGECO. 115 p.
- MESNIL B. (1980) a.** - Théorie et pratique de l'analyse des cohortes.  
Rev. Trav. I.S.T.P.M. 44 (2). pp. 119-155.
- MESNIL B. (1980) b.** - Approche structurale en analyse et aménagement des stocks. Projection à l'équilibre et simulations de production.  
Rapp. Int. ISTPM. Boulogne/Mer. Novembre 1980. 33 p. + annexes.
- MEURIOT E. (1985) a.** - La flotte de pêche française de 1945 à 1983. Politiques et réalités.  
IFREMER Ressources de la mer. 133 p.
- MEURIOT E. (1985) b.** - Surgélation et congélation des produits de la mer : situation économique de la sous branche.  
In Valorisation des produits de la mer. IFREMER pp. 7-22.
- MEURIOT E., GILLY B. (1986).** - Prix moyen mensuel des espèces démersales en France et à Boulogne/Mer. Etude économétrique de la période 1974-1983.  
Document de travail DRV/SDA 86-12. IFREMER Paris 34 p. + annexes.
- MOGUEDET Ph. (1985).** - Contribution à l'étude de la biologie et de la croissance linéaire de la lingue bleue (Molva dypterygia Pennant 1784).  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM 1985/G : 33. 14 p.
- MOGUEDET Ph. (1986).** - Contribution à l'étude de la dynamique du stock de lingue franche (Molva molva) dans la pêcherie de l'Ouest de l'Ecosse.  
J. Rech. Océanograph. Vol. 11. N° 3. pp. 84-87.
- MOGUEDET Ph. (1987) a.** - Bilan et perspectives de la flottille lorientaise.  
Equinoxe. Magazine des ressources vivantes de la mer. pp 21-28.

- MOGUEDET Ph. (1987) b.** - La lingue bleue. Dossier pêche.  
Equinoxe. Magazine des ressources vivantes de la mer. pp. 11-16.
- MOGUEDET Ph. (1987) c.** - Contribution à l'étude de la biologie de la lingue franche (Molva molva) : sex-ratio, composition en taille et âge; paramètres de croissance, du stock de l'Ouest de l'Ecosse. (Division CIEM VIA).  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM. 1987/G : 43 19 p.
- MOGUEDET Ph., PERODOU J.B., NEDELEC D. (1987).** - Estimation des paramètres de croissance en longueur des individus mâles et femelles du stock de lieu noir (Pollachius virens) de l'Ouest de l'Ecosse.  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM 1987/G : 42 12 p.
- MOLANDER A. (1956).** - Swedish investigations on ling (Molva vulgaris Fleming) Institute of marine reseals. Lysekil Series Biology report n° 6.  
Fishery Board of Sweden. 27 p.
- MOLLO S. (1980).** - Le port de pêche de Lorient. Activité économique, perspectives d'avenir dans un contexte de crise.  
Mémoire D.A.A. Halieutique. ENSA de Rennes. 66 p.
- MURPHY G.I. (1965).** - A solution of the catch equation.  
J. Fish. Res. Bd Canada 22 (1). pp. 191-202.
- MUUS B.J., DAHLSTROM P. (1981).** - Guide des poissons de mer et pêche. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel. Paris. 3ème éd. 244 p.
- NEDELEC C. (1965).** - Compte-rendu de la campagne de la "Thalassa" aux Shetland-Faeroes et au Nord-Ouest des Hébrides.  
Science et pêche n° 140. I.S.T.P.M. pp. 9-15
- NJOCK J.C. (1977).** - Etude des pêcheries françaises de l'Atlantique Nord-Est : analyse critique des statistiques de pêche dans les ports de la côte atlantique de 1961 à 1975. Moyens mis en oeuvre, apports et répercussion sur les stocks exploités.  
Thèse de Doctorat 3ème cycle. Université d'Aix-Marseille 83 p.+annexes.
- NOE R. (1973).** - Etude sur les prévisions des apports de poissons à Lorient.  
Mémoire D.A.A. Halieutique. E.N.S.A. de Rennes 148 p.
- PAULIK G.J., BAYLIFF W.H. (1967).** - A generalized computer program for the Ricker model of equilibrium field per recruitment.  
J. Fish. Res. Board. Canada. 24 (2). pp. 249-259.
- PERODOU J.B., FONTAINE B. (1985).** - Contribution à l'analyse des stocks de lieu noir (Pollachius virens) : désaisonnalisation des séries mensuelles et sectorielles des captures par unité d'effort c.p.u.e.  
Int. Coun. Explor. of the sea. CM 1985. D 12. 18 p.
- POINSARD F., LE GUEN J.C. (1975).** - Observations sur la définition d'une unité d'effort de pêche appliquée à la pêche de thon de l'Atlantique tropical africain.  
Rapport P.V. réunion. Int. Coun. Explor. of the sea. 168. pp. 39-43.

- POWLES P.M. (1958).** - Studies of reproduction and feeding of atlantic cod (Gadus callarias L.) in the southwestern gulf of St Lawrence.  
J. Fish Res. Board. Canada. pp. 1383-1402.
- REGAN G.T. (1905).** - The classification of telosteen fishes.  
A. M. N. H. 3 pp. 75-86.
- RICKER W.E. (1958).** - Handbook of computations for biological statistics of fish populations.  
Bull. Fish. Res. Board. Canada. pp. 119-310.
- RICKER W.E. (1973).** - Linear regressions in fishery research.  
Bull. Fish. Res. Board. Canada. pp. 191-382.
- RICKER W.E. (1975).** - Computation and interpretation of biological statistics of fish populations.  
Bull. Fish. Res. Board. Canada. pp. 191-385.
- ROBSON D.S. ( 1966).** - Estimation of the relative fishing power of individual ships.  
Res. Bull. int. Comm. NW Atlantique. Fish (3). pp. 5-14.
- ROLLEFSEN G. (1960).** - Havet og ware fisher.  
Bergen. n° 59. 36 p.
- ROTSCHILD B.J. (1977).** - In Gulland J.Y. (1977). Fish populations dynamics.  
Wiley J. and sons. New-York. Brisbane. Toronto 372 pp.
- SANTARELLI L. (1985).** - Les pêcheries de Buccin (Buccinum undatum : Gastropode) du golfe normand-breton. Éléments de gestion de la ressource.  
Thèse de Doctorat. Université d'Aix-Marseille II. 194 p.
- SANTARELLI L., GROS Ph. (1985).** - Détermination de l'âge et de la croissance de Buccinum undatum (L.) (Gasteropoda : prosomanchia), à l'aide des isotopes stables de la coquille et de l'ornementation operculaire.  
Oceanologica acta. Vol. 8 n° 2. pp. 221-229.
- SCHMIDT J. (1906).** - On the pelagic post-larval stages of the lings (Molva molva L. and Molva byrkelange (Wal b)).  
Meddelelser. Fra. Kunnsissionen for Havundersogelser.  
Série : Fish. B. ind II n° 3 15 p.
- SCHOENE R. (1977).** - Fischerei biologische intermchungen au Blauen witthing und stocker in der gewässerm westlish der Britischen inselm und in der Biskaya.  
Vorläufige engebise der 24 (64). Reise FFS. pp. 43-48.
- SHERRER B (1983).** - Techniques de sondage en écologie. In Stratégies d'échantillonnage en écologie.  
Masson. Paris. pp. 63-162.
- SIEGFRIED F. (1982).** - On the occurence of some species at the slopes of the Rockall trough.  
Institut fîn safischerei der Bumder fordumgsanstalt fîn Fischerei Hamburg. pp. 106-151.

- SMITH W.R. (1979).** - Parameter estimation in not linear models of biological systems.  
Fish. Mar. Sci. Tech. Rep. n° 889. 90 p.
- SOUPLET A., DUFOUR J.C. (1983).** - Développement des techniques de lecture des otolithes en coupes fines.  
Rapp. Techn. I.S.T.P.M. n° 5. 6 p.
- STEELE J.H. (1962).** - Observations of the deep water overflow accross the Iceland Faeroe ridge.  
Deep sea. res. 6. pp. 69-72.
- SUDA A. (1974).** - Some comments on the Y/R study. ICCAT. Workshop on tuna population dynamics.  
Nantes 1974. Rec. Doc. Scient. CICTA III. pp. 61-63.
- SVETOVIDOV A. (1948).** - Fauna of U.S.S.R. : Fisches gadiformes 9/4.  
Accad. Sci. of U.S.S.R.  
Pub. Nat. Sci. Found. Washington. D.C. and Smith. 304 p.
- THERET F. (1983).** - Biologie et pêche du grondin rouge en manche.  
Mémoire D.E.A. Université des Sciences et Techniques de Lille. 45 p.
- THOMPSON W.F., BELL F.H. (1934).** - Biological statistics of the Pacific halibut fishery (2). Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear.  
Rep. Int. fish (Pacific halibut). comm. 8 : 49 p.
- TOMLINSON P.K. (1970).** - A generalization of the Murphy catch equation.  
J. Fis. Res. Board. Canada 27. pp. 821-825.
- TOMLINSON P.K., ABRAMSON N.J. (1961).** - Fitting a VON BERTALANFFY growth curve by least squares.  
Calif. Dpt. Fish and game. Fish Bull. 116. 19 p.
- TROADEC J.P. (1982).** - Introduction à l'aménagement des pêcheries : intérêt, difficultés et principales méthodes.  
F.A.O. Doc. Tech. Pêches (224). 64 p.
- TULLOCH S., TAIT J.B. (1959).** - Hydrography of the North Western approchaes to the British Isles.  
Mar. res. Edimburgh 1959 (1). 32 p.
- WHEELER A. (1969).** - The fishes of the british isles and North West Europe.  
Mac Millan. Londres, Melbourne, Toronto. pp. 175-176.

**ANNEXES**

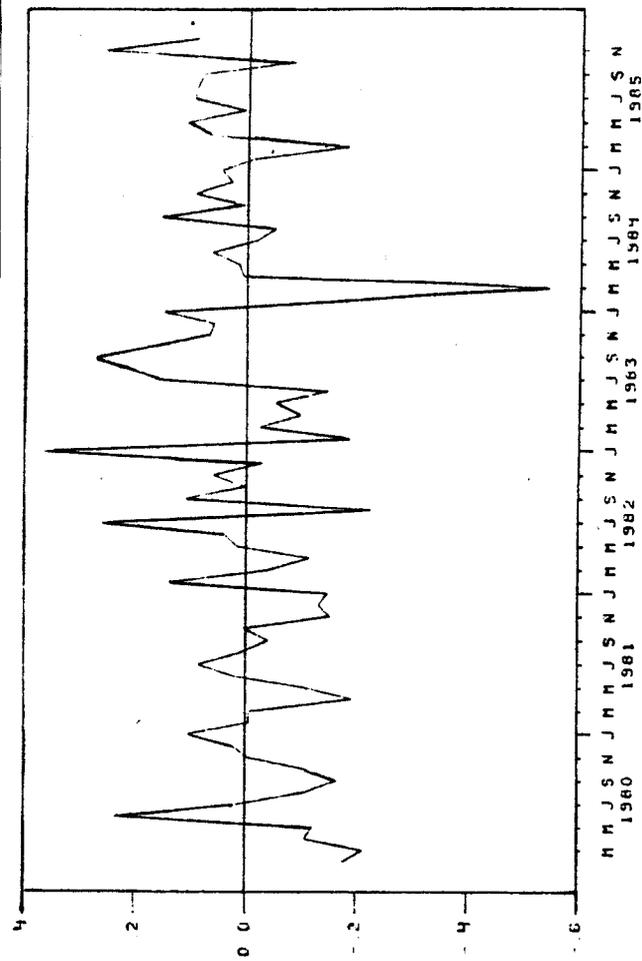


Figure (a2) : Distribution des résidus mensuels d'ajustement des prix de la lingue bleue à Lorient entre 1980 et 1985.

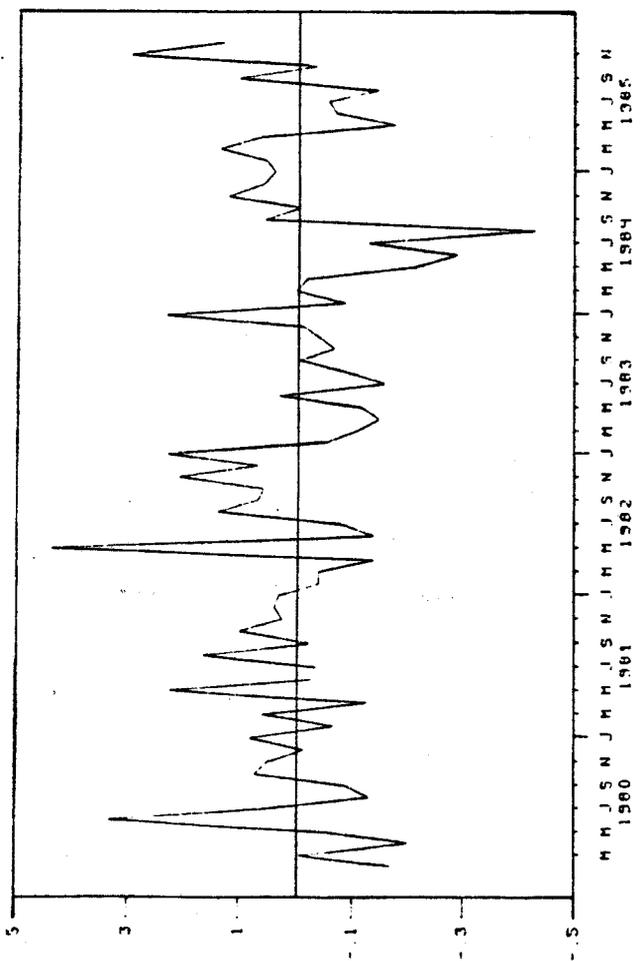


Figure (a1) : Distribution des résidus mensuels d'ajustement des prix du lieu noir à Lorient entre 1980 et 1985.

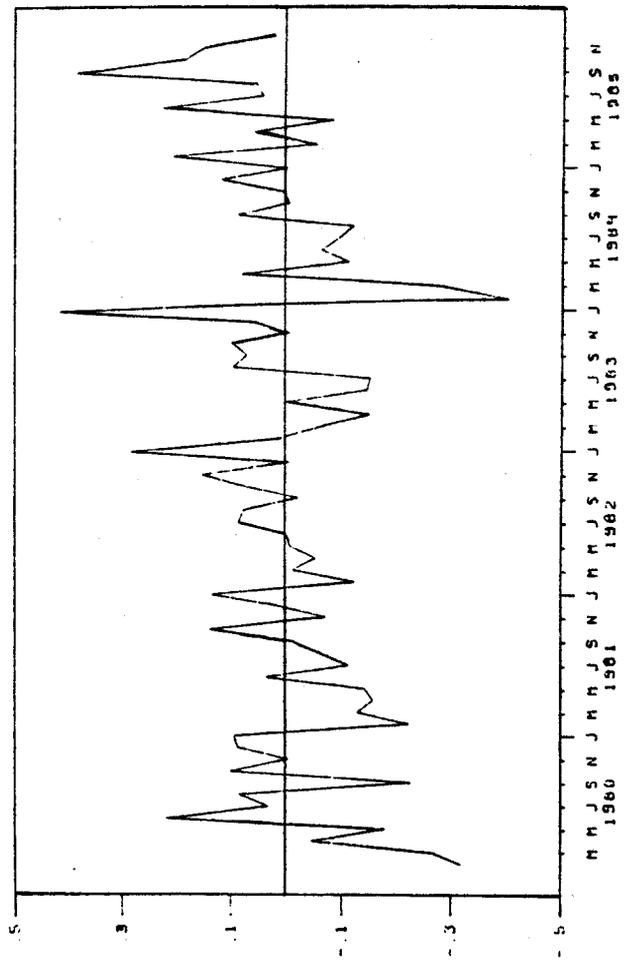


Figure (a4) : Distribution des résidus mensuels d'ajustement des prix de la lingue franche à Lorient entre 1980 et 1985.

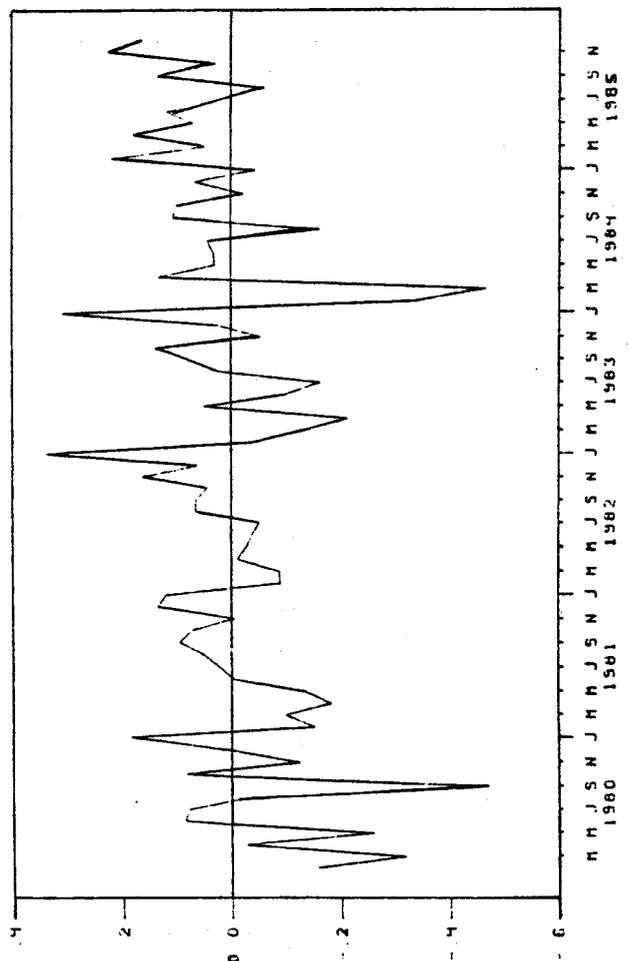


Figure (a3) : Distribution des résidus mensuels d'ajustement des prix de l'églefin à Lorient entre 1980 et 1985.

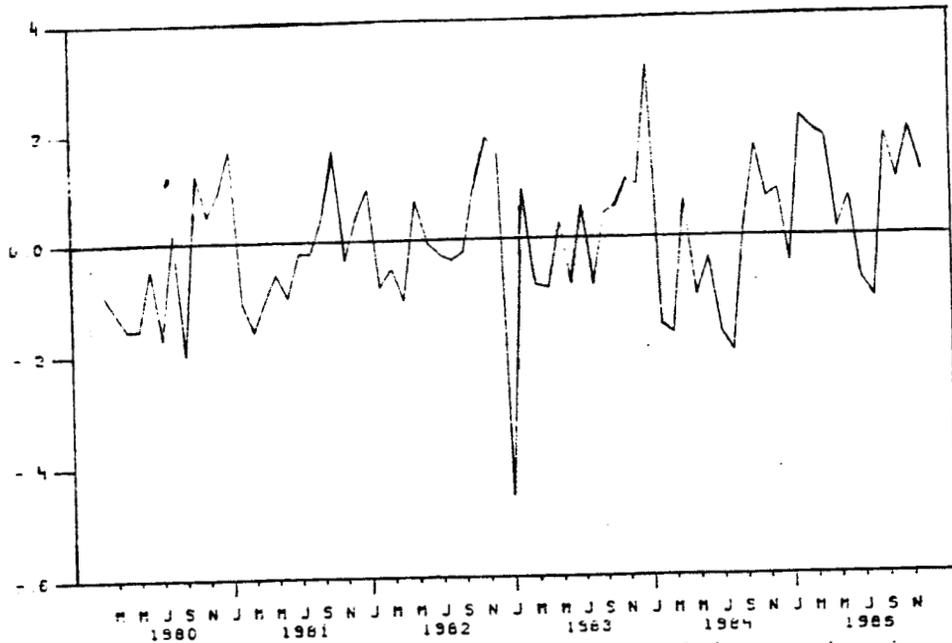


Figure (a5) : Distribution des résidus mensuels d'ajustement des prix du merlu à Lorient entre 1980 et 1985.

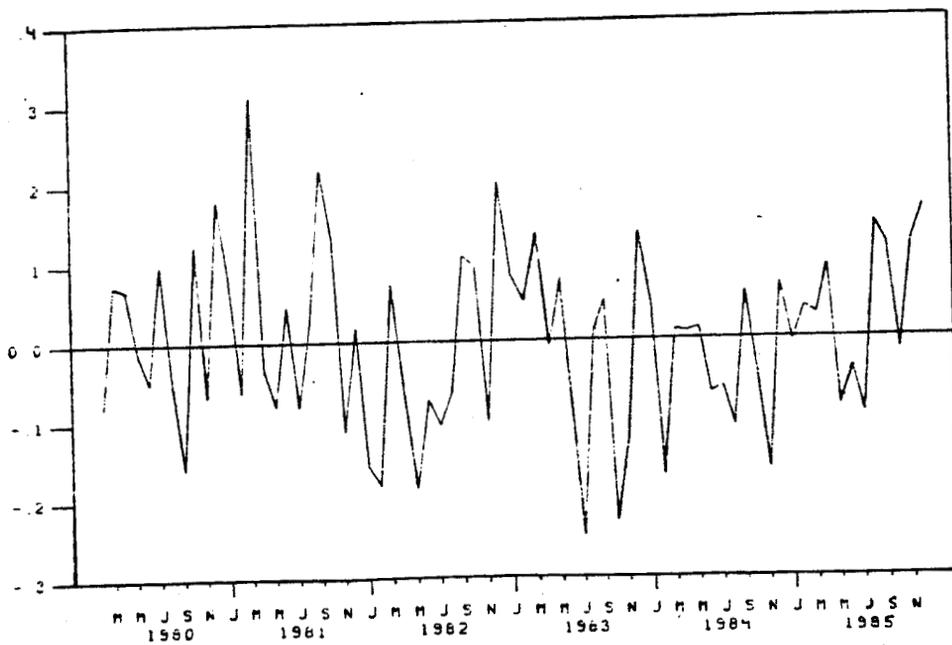


Figure (a6) : Distribution des résidus mensuels d'ajustement des prix du cabillaud à Lorient entre 1980 et 1985.

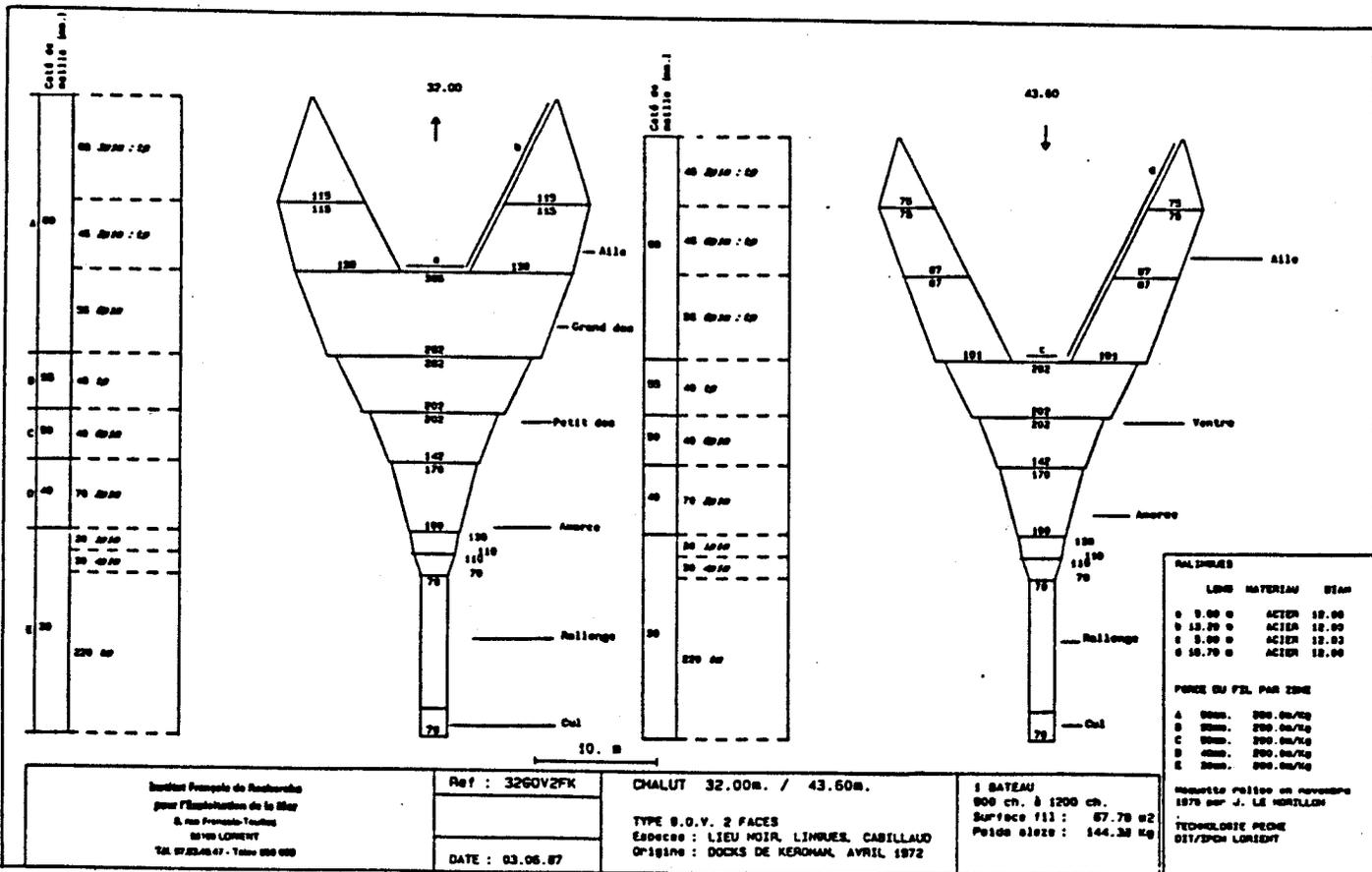


Figure (A.7) : Plan du chalut type utilisé par la flottille de pêche industrielle au début des années soixante dix.

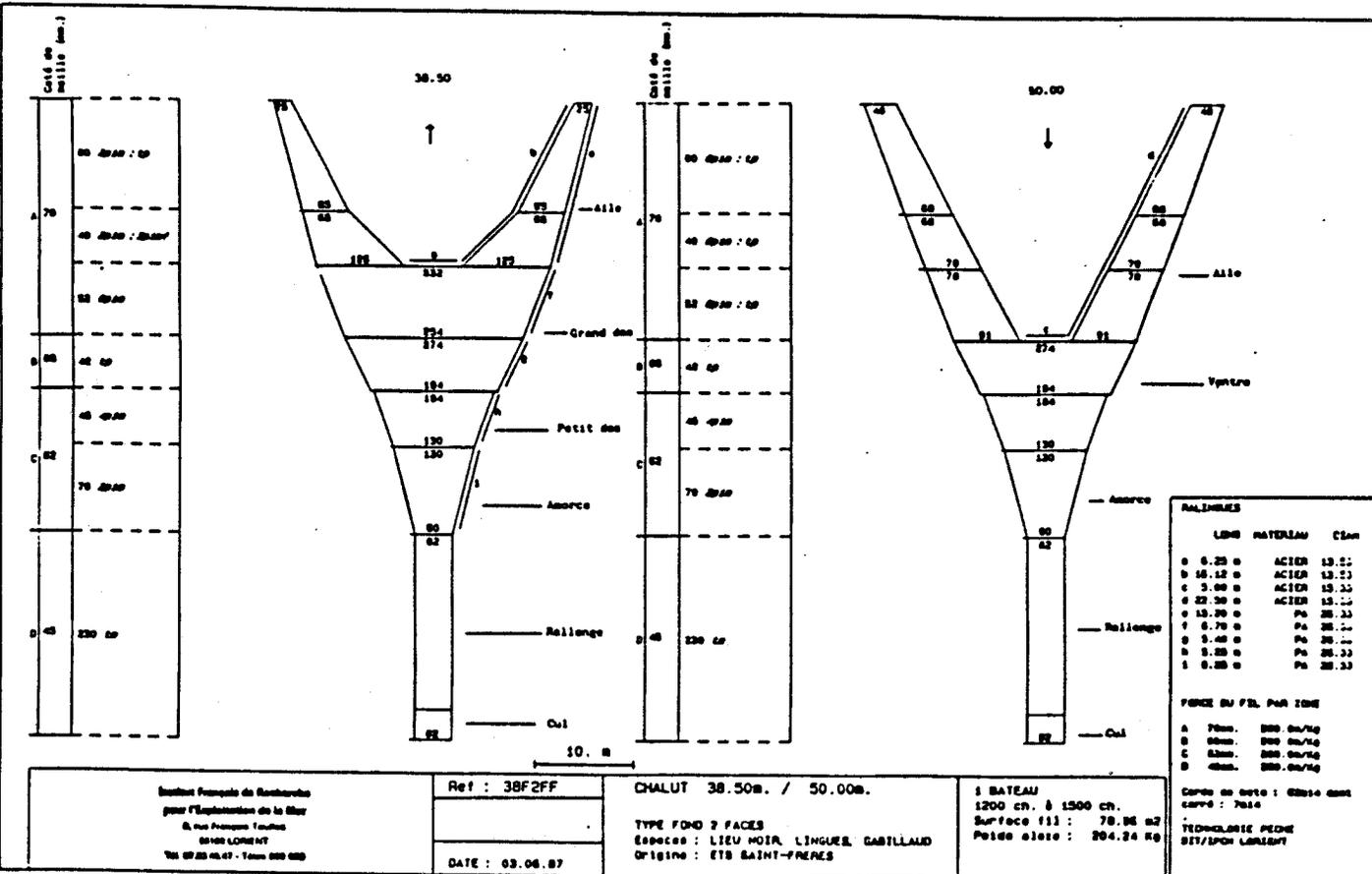


Figure (A.8) : Plan du chalut type utilisé par la flottille de pêche industrielle dans les années quatre vingt.

| AGE   | 7 | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | TOTAL |
|-------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| 73.0  | 3 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3     |
| 74.0  | 2 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2     |
| 75.0  | 2 | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 76.0  |   | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 77.0  |   | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 3     |
| 78.0  |   | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 79.0  |   | 4  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 6     |
| 80.0  |   | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1     |
| 81.0  |   |    | 2  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    | 4     |
| 82.0  |   |    | 3  | 3  | 1  |    |    |    |    |    |    |    | 7     |
| 83.0  |   | 1  | 4  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 84.0  |   | 1  | 4  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 85.0  |   | 1  | 5  | 2  |    |    |    |    |    |    |    |    | 8     |
| 86.0  |   |    | 5  | 3  |    |    |    |    |    |    |    |    | 8     |
| 87.0  |   |    | 2  | 3  | 2  |    |    |    |    |    |    |    | 7     |
| 88.0  |   |    | 1  | 4  |    |    |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 89.0  |   |    | 1  | 4  |    | 1  |    |    |    |    |    |    | 6     |
| 90.0  |   |    |    | 4  |    | 1  |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 91.0  |   |    |    | 2  | 1  | 1  |    |    |    |    |    |    | 4     |
| 92.0  |   |    |    | 2  | 2  | 1  |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 93.0  |   |    |    | 2  | 2  | 1  |    |    |    |    |    |    | 5     |
| 94.0  |   |    |    |    | 2  | 1  |    |    |    |    |    |    | 3     |
| 95.0  |   |    |    |    | 3  | 3  | 1  |    |    |    |    |    | 7     |
| 96.0  |   |    |    |    | 2  | 3  | 1  | 1  |    |    |    |    | 7     |
| 97.0  |   |    |    |    |    | 1  | 2  | 1  |    |    |    |    | 4     |
| 98.0  |   |    |    |    |    |    | 2  | 1  | 1  |    |    |    | 4     |
| 99.0  |   |    |    |    |    |    | 1  | 3  | 1  |    |    |    | 5     |
| 100.0 |   |    |    |    |    |    | 1  | 2  | 2  |    |    |    | 5     |
| 101.0 |   |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1  |    |    | 3     |
| 102.0 |   |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 2  |    |    | 3     |
| 103.0 |   |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  | 4     |
| 104.0 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 2  |    | 2     |
| 105.0 |   |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 1  | 1  | 4     |
| 106.0 |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 2  | 3     |
| TOTAL | 7 | 24 | 29 | 31 | 15 | 13 | 8  | 9  | 8  | 5  | 5  | 4  | 158   |

Tableau (a1) : Correspondance taille - âge pour les mâles de langues bleues.

| AGE   | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | TOTAL |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 72.0  | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 73.0  | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 74.0  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 75.0  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 76.0  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 77.0  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 78.0  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 79.0  | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 80.0  |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 81.0  |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 82.0  | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 83.0  |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 84.0  | 3     | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 85.0  | 2     | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 5     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 86.0  | 2     | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 4     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 87.0  |       |       | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 88.0  |       |       | 4     | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 5     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 89.0  |       |       | 3     | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 4     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 90.0  |       |       | 4     | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 5     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 91.0  |       |       | 2     | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 92.0  |       |       | 3     | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       | 5     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 93.0  |       |       | 1     | 2     | 1     |       |       |       |       |       |       |       | 4     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 94.0  |       |       | 4     | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 95.0  |       |       | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       |       |       | 2     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 96.0  |       |       | 1     | 1     | 1     |       |       |       |       |       |       |       | 3     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 97.0  |       |       | 1     | 2     | 1     |       |       |       |       |       |       |       | 4     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 98.0  |       |       | 1     | 3     | 2     |       |       |       |       |       |       |       | 6     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| 99.0  |       |       | 1     | 3     | 3     |       |       |       |       |       |       |       | 7     |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
| TOTAL | 100.0 | 101.0 | 102.0 | 103.0 | 104.0 | 105.0 | 106.0 | 107.0 | 108.0 | 109.0 | 110.0 | 111.0 | 112.0 | 113.0 | 114.0 | 115.0 | 116.0 | 117.0 | 118.0 | 119.0 | 120.0 | 121.0 | 122.0 | 123.0 | 124.0 | 125.0 | 126.0 | 127.0 | 128.0 | 129.0 | 130.0 | TOTAL |     |
|       | 3     | 1     | 1     | 2     | 2     | 1     | 1     | 1     | 3     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 2     | 1     | 2     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 148 |

Tableau (a2) : Correspondance taille - âge pour les femelles de langues bleues.

| AGE   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | TOTAL |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| 55.0  | 1  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1     |
| 60.0  | 16 | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 21    |
| 65.0  | 8  | 12 | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    | 25    |
| 70.0  | 1  | 13 | 9  |    |    |    |    |    |    |    |    | 23    |
| 75.0  |    | 9  | 16 | 8  |    |    |    |    |    |    |    | 33    |
| 80.0  |    | 8  | 13 | 10 | 1  |    |    |    |    |    |    | 32    |
| 85.0  |    |    | 13 | 15 | 2  |    |    |    |    |    |    | 30    |
| 90.0  |    |    |    | 8  | 10 |    |    |    |    |    |    | 18    |
| 95.0  |    |    |    | 1  | 4  | 10 |    |    |    |    |    | 15    |
| 100.0 |    |    |    |    | 1  | 4  | 7  | 1  |    |    |    | 13    |
| 105.0 |    |    |    |    |    |    | 1  | 3  | 2  |    |    | 6     |
| 110.0 |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1  | 2  | 3  | 7     |
| TOTAL | 26 | 47 | 56 | 42 | 18 | 14 | 8  | 5  | 3  | 2  | 3  | 224   |

Tableau (a3) : Correspondance taille - âge pour les mâles de lingues franches.

| AGE   | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | TOTAL |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| 55.0  | 10 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 10    |
| 60.0  | 16 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 16    |
| 65.0  | 15 | 5  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 20    |
| 70.0  | 1  | 21 |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 22    |
| 75.0  |    | 11 | 6  |    |    |    |    |    |    |    |    | 17    |
| 80.0  |    | 4  | 18 |    |    |    |    |    |    |    |    | 22    |
| 85.0  |    |    | 14 | 9  |    |    |    |    |    |    |    | 23    |
| 90.0  |    |    | 7  | 15 | 4  |    |    |    |    |    |    | 26    |
| 95.0  |    |    |    | 12 | 8  |    |    |    |    |    |    | 20    |
| 100.0 |    |    |    | 3  | 10 | 3  |    |    |    |    |    | 16    |
| 105.0 |    |    |    |    | 5  | 7  |    |    |    |    |    | 12    |
| 110.0 |    |    |    |    | 4  | 6  | 4  |    |    |    |    | 14    |
| 115.0 |    |    |    |    |    | 3  | 7  | 1  |    |    |    | 11    |
| 120.0 |    |    |    |    |    |    | 3  | 2  |    |    |    | 5     |
| 125.0 |    |    |    |    |    |    |    | 4  | 2  | 1  |    | 7     |
| 130.0 |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  |    |    | 1     |
| 135.0 |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 2  | 2  | 5     |
| 140.0 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | 1  | 1     |
| TOTAL | 42 | 41 | 45 | 39 | 31 | 19 | 14 | 7  | 4  | 3  | 3  | 248   |

Tableau (a4) : Correspondance taille - âge pour les femelles de lingues franches.

|                | 1973   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Lieu noir      | 17 134 | 17 728 | 18 726 | 22 565 | 23 009 | 19 573 | 18 077 | 15 653 | 14 177 | 16 440 | 19 579 | 26 469 | 30 836 |
| Lingue bleue   | 6 450  | 7 989  | 3 900  | 4 100  | 9 950  | 6 350  | 3 620  | 3 211  | 3 160  | 3 180  | 4 180  | 5 580  | 7 343  |
| Merlu          | 3 870  | 2 663  | 2 891  | 2 736  | 2 084  | 1 750  | 2 075  | 2 735  | 2 744  | 2 372  | 1 458  | 3 237  | 4 116  |
| Morue          | 1 944  | 2 201  | 3 815  | 5 143  | 4 088  | 2 631  | 2 801  | 4 051  | 6 978  | 6 266  | 6 857  | 5 946  | 4 017  |
| Eglefin        | 1 699  | 1 245  | 1 752  | 1 922  | 2 771  | 2 075  | 3 253  | 1 979  | 2 895  | 3 206  | 3 050  | 4 612  | 3 201  |
| Lingue franche | -      | 2 360  | 2 545  | 3 710  | 3 018  | 2 826  | 2 580  | 2 251  | 2 163  | 3 031  | 4 237  | 5 167  | 4 580  |
| Aiguillat      | 514    | 612    | 497    | 526    | 446    | 518    | 588    | 752    | 887    | 1 155  | 1 059  | 1 005  | 1 089  |
| Baudroie       | 1 049  | 755    | 749    | 703    | 693    | 754    | 590    | 621    | 715    | 652    | 838    | 1 016  | 1 115  |
| Merlan         | 231    | 238    | 790    | 783    | 812    | 840    | 930    | 565    | 406    | 465    | 487    | 613    | 241    |
| TOTAL          | 32 891 | 35 791 | 35 665 | 42 188 | 46 871 | 37 317 | 34 514 | 31 818 | 34 122 | 36 767 | 41 745 | 53 645 | 56 538 |

Tableau (n°5) : Débarquements (en tonnes) de la flottille industrielle lorientaise de 1973 à 1985.

|                | 1973   | 1974    | 1975    | 1976    | 1977    | 1978    | 1979    | 1980    | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    |
|----------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Lieu noir      | 74 134 | 10 248  | 81 868  | 96 305  | 129 318 | 121 886 | 109 126 | 93 874  | 80 873  | 94 059  | 92 860  | 125 872 | 155 490 |
| Lingue bleue   | 30 189 | 54 492  | 17 834  | 19 195  | 67 008  | 47 434  | 27 052  | 17 241  | 21 141  | 25 585  | 29 779  | 36 666  | 52 939  |
| Merlu          | 84 169 | 58 524  | 59 351  | 66 409  | 52 457  | 44 970  | 53 833  | 58 927  | 65 115  | 50 512  | 28 139  | 60 352  | 82 132  |
| Morue          | 16 362 | 23 072  | 31 664  | 45 776  | 44 173  | 27 585  | 28 348  | 36 781  | 62 106  | 62 795  | 67 553  | 59 542  | 43 743  |
| Eglefin        | 10 628 | 8 443   | 10 883  | 11 291  | 17 130  | 13 304  | 20 835  | 11 679  | 17 942  | 20 179  | 18 366  | 28 257  | 22 647  |
| Lingue franche | -      | 19 017  | 17 594  | 23 357  | 23 867  | 23 247  | 21 075  | 17 297  | 16 808  | 26 141  | 31 323  | 38 819  | 39 713  |
| Aiguillat      | 3 160  | 3 209   | 2 485   | 2 468   | 1 928   | 3 316   | 3 384   | 40 616  | 4 939   | 6 109   | 5 176   | 5 159   | 5 578   |
| Baudroie       | 13 971 | 10 889  | 10 953  | 10 847  | 9 861   | 12 434  | 8 815   | 8 797   | 11 050  | 11 033  | 14 435  | 16 990  | 19 156  |
| Merlan         | 1 471  | 1 626   | 4 798   | 5 115   | 5 874   | 5 984   | 6 819   | 3 355   | 2 587   | 3 020   | 3 191   | 4 009   | 1 740   |
| TOTAL          | 23 408 | 281 760 | 237 434 | 280 767 | 351 620 | 300 163 | 279 292 | 288 571 | 282 564 | 299 436 | 290 826 | 375 671 | 423 138 |

Tableau (n°8) : Valeurs débarquées (en milliers de francs constants) par la flottille lorientaise de 1973 à 1985.

|                | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12  |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Lieu noir      | 2 014 | 4 168 | 3 251 | 3 295 | 5 648 | 3 032 | 2 515 | 2 119 | 1 989 | 1 898 | 1 131 | 691 |
| Lingue bleue   | 40    | 1 677 | 2 507 | 1 535 | 572   | 336   | 535   | 428   | 27    | 14    | 309   | 573 |
| Merlu          | 379   | 124   | 233   | 428   | 393   | 208   | 258   | 249   | 362   | 525   | 423   | 529 |
| Lingue franche | 305   | 189   | 157   | 366   | 322   | 463   | 654   | 420   | 369   | 381   | 241   | 204 |
| Cabillaud      | 709   | 283   | 173   | 312   | 267   | 115   | 239   | 411   | 504   | 313   | 237   | 376 |
| Eglefin        | 366   | 401   | 511   | 87    | 146   | 91    | 140   | 220   | 388   | 391   | 195   | 260 |
| Aiguillat      | 194   | 52    | 165   | 72    | 38    | 6     | 80    | 1     | 40    | 94    | 32    | 261 |
| Baudroie       | 286   | 122   | 104   | 148   | 99    | 35    | 23    | 22    | 88    | 53    | 16    | 126 |

Tableau ( n 6 ) : Débarquements mensuels (en tonnes) de la flottille industrielle en 1985.

|                | 1 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6   | 7   | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-----|-----|---|---|----|----|----|
| Lieu noir      | - | 1 244 | 919   | 1 011 | 2 919 | 450 | 152 | - | - | -  | -  | -  |
| Lingue bleue   | - | 559   | 102   | 85    | 111   | 92  | 2   | - | - | -  | -  | -  |
| Merlu          | - | 13    | 19    | 22    | 51    | 7   | 2   | - | - | -  | -  | -  |
| Lingue Franche | - | 43    | 46    | 54    | 46    | 31  | 11  | - | - | -  | -  | -  |
| Cabillaud      | - | 72    | 36    | 23    | 59    | 8   | 5   | - | - | -  | -  | -  |
| Eglefin        | - | 61    | 59    | 26    | 20    | 5   | 2   | - | - | -  | -  | -  |
| Aiguillat      | - | 2     | 5     | -     | 5     | -   | -   | - | - | -  | -  | -  |
| Baudroie       | - | 28    | 29    | 12    | 27    | 3   | 1   | - | - | -  | -  | -  |
|                | - | 2 022 | 1 215 | 1 233 | 3 238 | 596 | 175 | - | - | -  | -  | -  |

Tableau ( n 7 ) : Débarquements mensuels (en tonnes) de la flottille industrielle lorientaise à l'étranger en 1985.

|                | 1     | 2      | 3     | 4      | 5      | 6      | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12     |
|----------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Lieu noir      | 8 980 | 14 170 | 9 513 | 13 193 | 17 895 | 10 784 | 9 438 | 7 590 | 9 277 | 8 613 | 7 177 | 4 536  |
| Merlu          | 5 811 | 1 756  | 3 771 | 7 027  | 5 323  | 3 156  | 3 341 | 3 910 | 6 319 | 8 612 | 7 766 | 11 472 |
| Lingue bleue   | 2 337 | 6 437  | 9 862 | 7 566  | 3 734  | 2 647  | 3 817 | 3 210 | 302   | 153   | 3 132 | 5 119  |
| Morue          | 4 857 | 2 522  | 1 149 | 2 670  | 2 253  | 1 043  | 2 031 | 3 363 | 5 083 | 2 592 | 2 611 | 3 735  |
| Lingue franche | 2 181 | 1 312  | 749   | 2 004  | 1 901  | 3 146  | 4 300 | 3 007 | 3 324 | 3 415 | 2 363 | 1 832  |
| Eglefin        | 1 995 | 2 155  | 2 392 | 589    | 886    | 650    | 958   | 1 347 | 2 552 | 2 309 | 1 694 | 1 943  |
| Baudroie       | 3 485 | 1 347  | 1 257 | 2 284  | 1 366  | 519    | 365   | 402   | 691   | 842   | 944   | 2 370  |
| Aiguillat      | 632   | 287    | 928   | 464    | 125    | 34     | 248   | 10    | 210   | 305   | 155   | 679    |

Tableau (\* 9) : Débarquements mensuels en valeurs (milliers de francs) de la flottille lorientaise pour l'année 1985.

|                | 1 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7   | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-----|---|---|----|----|----|
| Lieu noir      | - | 4 520 | 3 887 | 3 933 | 8 894 | 1 505 | 423 | - | - | -  | -  | -  |
| Merlu          | - | 37    | 52    | 49    | 66    | 9     | 1   | - | - | -  | -  | -  |
| Lingue bleue   | - | 2 143 | 4 205 | 570   | 625   | 133   | 17  | - | - | -  | -  | -  |
| Morue          | - | 461   | 212   | 145   | 416   | 63    | 25  | - | - | -  | -  | -  |
| Lingue franche | - | 211   | 201   | 253   | 222   | 194   | 48  | - | - | -  | -  | -  |
| Eglefin        | - | 334   | 201   | 184   | 112   | 33    | 13  | - | - | -  | -  | -  |
| Baudroie       | - | 225   | 283   | 148   | 356   | 45    | 18  | - | - | -  | -  | -  |
| Aiguillat      | - | 6     | 7     | -     | 1     | 0.05  | -   | - | - | -  | -  | -  |

Tableau (\* 10) : Débarquements mensuels en valeurs (milliers de francs) de la flottille industrielle lorientaise à l'étranger pour l'année 1985.

|                | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Lieu noir      | 4.32  | 5.77  | 4.36  | 4.25  | 5.61  | 6.21  | 6.03  | 5.99  | 5.69  | 5.71  | 4.74  | 4.74  | 5.04  |
| Lingue bleue   | 4.61  | 6.79  | 4.54  | 4.65  | 6.71  | 7.47  | 7.47  | 5.36  | 6.68  | 8.04  | 7.11  | 6.56  | 7.02  |
| Merlu          | 21.73 | 21.95 | 20.51 | 24.25 | 25.16 | 25.69 | 25.99 | 21.57 | 23.73 | 21.28 | 19.29 | 18.64 | 19.95 |
| Morue          | 8.39  | 10.46 | 8.29  | 8.89  | 10.80 | 10.48 | 9.13  | 9.06  | 8.91  | 10.01 | 9.84  | 10.01 | 10.88 |
| Eglefin        | 6.25  | 6.70  | 6.20  | 5.85  | 6.18  | 6.41  | 6.38  | 5.89  | 6.19  | 6.28  | 6.02  | 6.12  | 7.07  |
| Lingue franche | -     | 8.04  | 6.89  | 6.28  | 7.89  | 8.21  | 8.16  | 7.68  | 7.76  | 8.62  | 7.38  | 7.51  | 8.67  |
| Aiguillat      | 6.15  | 5.22  | 4.98  | 4.68  | 4.31  | 6.35  | 5.75  | 5.39  | 5.55  | 5.28  | 4.88  | 5.12  | 5.72  |
| Baudroie       | 13.30 | 14.40 | 14.62 | 15.41 | 14.22 | 16.47 | 14.92 | 14.15 | 15.45 | 16.92 | 17.21 | 16.72 | 17.18 |
| Merlan         | 6.37  | 6.82  | 6.07  | 6.51  | 7.22  | 7.11  | 7.32  | 5.94  | 6.36  | 6.49  | 6.54  | 6.54  | 7.22  |

Tableau ( #11 ) : Evolution annuelle des prix moyens au kilo (en francs constants) pour les espèces débarquées par la flottille industrielle orientale de 1973 à 1985.

|             | 1973   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979  | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Faeroë      | 51     | 76     | 17     | 62     | 29     | 433    | 1 100 | 1 283  | 1 589  | 2 889  | 4 396  | 7 343  | 4 518  |
| R.F.A.      | 3 900  | 3 026  | 4 469  | 1 714  | 1 340  | 3 242  | 1 871 | 12 204 | 6 446  | 3 171  | 272    | 397    | 253    |
| Norvège     | 4 028  | 1 925  | 2 549  | 1 535  | 951    | 347    | 448   | 481    | 276    | 216    | 606    | 243    | 336    |
| Gde Bretag. | 4      | 167    | 9      | 2      | 560    | 56     | 21    | 1      | 1      | 100    | 15     | 5      | 2      |
| France      | 7 660  | 9 644  | 6 472  | 11 082 | 14 521 | 9 620  | 6 556 | 7 508  | 4 057  | 4 217  | 5 801  | 7 815  | 13 497 |
| TOTAL       | 15 737 | 14 838 | 13 516 | 14 395 | 17 401 | 13 698 | 9 996 | 21 877 | 12 369 | 10 593 | 11 090 | 15 803 | 18 606 |

Tableau (a 12) : Captures internationales de lingue bleue (en tonnes) à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse (divisions CIEM VB, VIA, VIB) de 1973 à 1985.

|             | 1973   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Division VB | 7 147  | 3 687  | 6 184  | 8 979  | 8 444  | 5 528  | 4 629  | 9 631  | 4 797  | 6 275  | 5 644  | 8 012  | 5 968  |
| Divis. VIA  | 7 605  | 11 151 | 7 254  | 5 375  | 8 924  | 8 101  | 4 754  | 2 885  | 3 789  | 3 487  | 5 113  | 4 334  | 5 355  |
| Divis. VIB  | —      | —      | 68     | 41     | 49     | 69     | 871    | 9 361  | 3 983  | 831    | 333    | 3 457  | 7 283  |
| TOTAL       | 14 752 | 14 838 | 13 506 | 14 395 | 17 417 | 13 698 | 10 254 | 21 877 | 12 569 | 10 593 | 11 090 | 15 803 | 18 606 |

Tableau (a 13) : Captures de lingue bleue (en tonnes) dans les trois divisions CIEM de la zone de pêche de 1973 à 1985.

|             | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Faeroe      | 51    | 43    | 16    | 49    | 23    | 430   | 1 096 | 1 283 | 1 589 | 2 889 | 4 396 | 7 210 | 4 451 |
| R.F.A.      | 3 009 | 1 808 | 1 528 | 896   | 870   | 744   | 691   | 5 905 | 2 867 | 2 538 | 223   | 214   | 217   |
| France      | 80    | 279   | 2 147 | 6 515 | 6 603 | 3 999 | 2 424 | 1 979 | 81    | 661   | 587   | 433   | 1 097 |
| Norvège     | 4 003 | 1 554 | 2 492 | 1 519 | 944   | 320   | 418   | 463   | 260   | 187   | 438   | 155   | 203   |
| Gde Bretag. | 4     | 3     | 1     | —     | 4     | 35    | —     | 1     | —     | —     | —     | —     | —     |
| TOTAL       | 7 147 | 3 687 | 6 184 | 8 979 | 8 444 | 5 528 | 4 629 | 9 631 | 4 797 | 6 275 | 5 644 | 8 012 | 5 968 |

Tableau (a 14) : Captures internationales de lingue bleue (en tonnes) dans la division CIEM VB de 1973 à 1985.

|             | 1 973 | 1974   | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Faeroe      | —     | 33     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     | —     |
| R.F.A.      | —     | 1 218  | 2 941 | 818   | 470   | 2 498 | 993   | 773   | 335   | 79    | 11    | 183   | 5     |
| France      | 7 580 | 9 365  | 4 295 | 4 546 | 7 882 | 5 563 | 3 480 | 2 102 | 3 442 | 3 293 | 4 971 | 4 101 | 5 259 |
| Norvège     | 25    | 371    | 20    | 10    | 16    | 19    | 2     | 10    | 11    | 16    | 118   | 45    | 89    |
| Gde Bretag. | —     | 164    | 8     | 1     | 556   | 21    | 279   | —     | 1     | 99    | 13    | 5     | 2     |
| TOTAL       | 7 605 | 11 151 | 7 264 | 5 375 | 8 924 | 8 101 | 4 754 | 2 885 | 3 789 | 3 487 | 5 113 | 4 334 | 5 355 |

Tableau (a 15) : Captures internationales de lingue bleue (en tonnes) dans la division CIEM VIA de 1973 à 1985.

|             | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980  | 1981  | 1982 | 1983 | 1984  | 1985  |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|-------|-------|
| Faeroe      | —    | —    | 1    | 13   | 6    | 3    | 4    | —     | —     | —    | —    | 133   | 67    |
| R.F.A.      | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 187  | 5 526 | 3 444 | 554  | 38   | —     | 31    |
| France      | —    | —    | 30   | 21   | 36   | 58   | 652  | 3 827 | 534   | 263  | 243  | 3 281 | 7 141 |
| Norvège     | —    | —    | 37   | 6    | 7    | 8    | 28   | 8     | 5     | 13   | 50   | 44    | 44    |
| Gde Bretag. | —    | —    | —    | 1    | —    | —    | —    | —     | —     | 1    | 2    | —     | —     |
| TOTAL       | —    | —    | 68   | 41   | 49   | 69   | 871  | 9 361 | 3 983 | 831  | 333  | 3 457 | 7 283 |

Tableau (a 16) : Captures internationales de lingue bleue (en tonnes) dans la division CIEM VIB de 1973 à 1985.

|            | 1973  | 1974  | 1975  | 1976   | 1977   | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985   |
|------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Concarneau | -     | -     | 27    | 32     | 186    | 72    | 33    | 124   | -     | 46    | 5     | -     | 406    |
| Douarnenez | -     | -     | -     | -      | -      | -     | -     | -     | -     | -     | 59    | 94    | 271    |
| Boulogne   | 1 210 | 1 655 | 2 545 | 6 950  | 4 385  | 3 198 | 2 903 | 4 573 | 897   | 991   | 1 557 | 2 141 | 5 472  |
| Lorient    | 6 450 | 7 989 | 3 900 | 4 100  | 9 950  | 6 350 | 3 620 | 3 211 | 3 160 | 3 180 | 4 180 | 5 580 | 7 348  |
| TOTAL      | 7 660 | 9 644 | 6 472 | 11 082 | 14 521 | 9 620 | 6 556 | 7 908 | 4 057 | 4 217 | 5 801 | 7 815 | 13 497 |

Tableau (a17) : Captures françaises de lingue bleue (en tonnes) dans les divisions CIEM VB, VIA et VIB de 1973 à 1985.

|              | 1973   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Faerøe       | 1 490  | 2 457  | 1 637  | 1 809  | 2 156  | 2 162  | 2 492  | 2 101  | 1 404  | 2 454  | 2 709  | 2 874  | 3 176  |
| France       | 2 758  | 3 250  | 5 543  | 4 744  | 4 682  | 4 023  | 3 692  | 3 361  | 4 330  | 4 793  | 6 012  | 6 898  | 8 110  |
| R.F.A.       | 170    | 133    | 96     | 69     | 74     | 32     | 19     | 12     | 1      | 3      | 5      | 20     | 11     |
| Irlande      | —      | —      | —      | —      | 165    | 39     | 40     | 34     | 44     | 34     | 62     | 49     | —      |
| Norvège      | 8 168  | 8 648  | 6 432  | 8 938  | 6 573  | 9 671  | 8 004  | 6 439  | 6 009  | 9 626  | 11 004 | 8 576  | 8 518  |
| Espagne      | 2 058  | 2 918  | 3 124  | 2 111  | 422    | 793    | 566    | 620    | 590    | 2 372  | 2 493  | 1 706  | 2 769  |
| Suède        | 893    | 739    | —      | 170    | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      | —      |
| Gde Bretagne | 1 905  | 1 428  | 1 364  | 1 210  | 1 039  | 1 046  | 851    | 744    | 718    | 567    | 392    | 503    | 758    |
| TOTAL        | 17 442 | 19 573 | 18 196 | 19 051 | 15 111 | 17 766 | 15 664 | 13 311 | 13 096 | 19 849 | 22 677 | 20 728 | 23 342 |

Tableau (a18) : Captures internationales de lingue franche (en tonnes) à l'Ouest et au Nord de l'Ecosse (divisions CIEM VB, VIA, VIB) de 1973 à 1985.

|            | 1973   | 1974   | 1975   | 1976   | 1977   | 1978   | 1979   | 1980   | 1981   | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Divis. VB  | 6 752  | 4 706  | 7 028  | 6 546  | 5 563  | 5 796  | 6 198  | 4 510  | 4 214  | 5 869  | 5 459  | 4 408  | 5 061  |
| Divis. VIA | 9 240  | 12 161 | 9 554  | 11 318 | 8 367  | 10 682 | 7 073  | 6 611  | 7 208  | 10 138 | 12 772 | 12 745 | 13 682 |
| Divis. VIB | 1 460  | 2 706  | 1 614  | 887    | 1 181  | 1 288  | 2 393  | 2 190  | 1 874  | 3 842  | 4 446  | 3 575  | 4 597  |
| TOTAL      | 17 442 | 19 573 | 18 196 | 18 751 | 15 111 | 17 766 | 15 664 | 13 311 | 13 096 | 19 849 | 22 677 | 20 728 | 23 342 |

Tableau (a19) : Captures de lingue franche (en tonnes) dans les trois divisions CIEM de la zone de pêche de 1973 à 1985.

|             | 1973  | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Faeroe      | 1 428 | 1 004 | 1 281 | 1 500 | 1 675 | 1 943 | 2 124 | 1 821 | 1 400 | 2 330 | 2 505 | 2 821 | 3 152 |
| France      | 398   | 296   | 2 626 | 1 070 | 780   | 625   | 304   | 49    | 13    | 26    | 155   | 11    | 40    |
| R.F.A.      | 170   | 131   | 94    | 61    | 72    | 27    | 18    | 12    | 1     | 3     | 5     | 6     | 3     |
| Norvège     | 3 638 | 2 395 | 2 297 | 3 416 | 2 560 | 2 953 | 3 450 | 2 411 | 2 776 | 3 416 | 2 746 | 1 566 | 1 865 |
| Gde Bretag. | 1 118 | 880   | 730   | 799   | 476   | 248   | 302   | 217   | 24    | 94    | 48    | 4     | 1     |
| TOTAL       | 6 752 | 4 706 | 7 028 | 6 546 | 5 563 | 5 890 | 6 198 | 4 510 | 4 214 | 5 869 | 5 459 | 4 402 | 5 061 |

Tableau (a20) : Captures internationales de lingue franche (en tonnes) dans la division CIEM VB de 1973 à 1985.

|             | 1973  | 1974   | 1975  | 1976   | 1977  | 1978   | 1979  | 1980  | 1981  | 1982   | 1983   | 1984   | 1985   |
|-------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Faeroe      | 47    | -      | -     | 6      | -     | -      | -     | 44    | -     | 1      | -      | -      | -      |
| France      | 1 652 | 2 132  | 2 819 | 3 669  | 3 900 | 3 395  | 3 381 | 3 309 | 4 312 | 4 754  | 5 849  | 6 853  | 7 930  |
| R.F.A.      | -     | 2      | 2     | 8      | 2     | 5      | 1     | -     | -     | -      | -      | 14     | 8      |
| Irlande     | -     | -      | -     | -      | 165   | 39     | 40    | 34    | 44    | 34     | 62     | 49     | -      |
| Norvège     | 4 530 | 6 113  | 3 345 | 5 036  | 3 566 | 5 937  | 2 778 | 2 932 | 2 150 | 4 499  | 5 943  | 4 667  | 4 777  |
| Espagne     | 2 058 | 2 918  | 3 124 | 2 111  | 422   | 793    | 566   | -     | -     | 461    | 604    | 720    | 388    |
| Suède       | 893   | 739    | -     | 170    | -     | -      | -     | -     | -     | -      | -      | -      | -      |
| Gde Bretag. | 50    | 257    | 264   | 318    | 312   | 513    | 307   | 292   | 502   | 389    | 314    | 442    | 581    |
| TOTAL       | 9 240 | 12 161 | 9 554 | 11 318 | 8 367 | 10 682 | 7 073 | 6 611 | 7 008 | 10 198 | 12 772 | 12 745 | 13 682 |

Tableau (a21) : Captures internationales de lingue franche (en tonnes) dans la division CIEM VIA de 1973 à 1985.

|          | 1973  | 1974  | 1975  | 1976 | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Faeroe   | 15    | 1 453 | 356   | 303  | 481   | 219   | 368   | 236   | 4     | 123   | 204   | 153   | 24    |
| France   | 708   | 822   | 98    | 5    | 2     | 3     | 7     | 3     | 5     | 13    | 8     | 34    | 140   |
| Norvège  | -     | 140   | 790   | 486  | 447   | 781   | 1 776 | 1 096 | 1 083 | 1 711 | 2 315 | 2 345 | 1 876 |
| Espagne  | -     | -     | -     | -    | -     | -     | -     | 620   | 590   | 1 911 | 1 889 | 986   | 2 381 |
| Gde Bret | 737   | 291   | 370   | 93   | 251   | 285   | 242   | 235   | 192   | 84    | 30    | 57    | 176   |
| TOTAL    | 1 460 | 2 706 | 1 614 | 887  | 1 181 | 1 288 | 2 393 | 2 190 | 1 874 | 3 842 | 4 446 | 3 575 | 4 597 |

Tableau (a22) : Captures internationales de lingue franche (en tonnes) dans la division CIEM VIB de 1973 à 1985.

|             | 1973 | 1974  | 1975  | 1976  | 1977  | 1978  | 1979  | 1980  | 1981  | 1982  | 1983  | 1984  | 1985  |
|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| La Rochelle | -    | -     | -     | -     | 70    | 34    | 26    | 31    | 19    | -     | -     | -     | -     |
| Douarnenez  | -    | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1 010 | 1 120 | 1 176 |
| Concarneau  | -    | -     | 185   | 420   | 530   | 690   | 585   | 705   | 510   | 585   | 310   | -     | 1 528 |
| Boulogne    | -    | 398   | 520   | 1 403 | 1 126 | 1 132 | 832   | 705   | 669   | 714   | 455   | 611   | 726   |
| Lorient     | -    | 2 360 | 2 545 | 3 740 | 3 018 | 2 826 | 2 580 | 2 251 | 2 163 | 3 031 | 4 237 | 5 167 | 4 580 |
| TOTAL       | -    | 2 758 | 3 250 | 5 543 | 4 744 | 4 682 | 4 023 | 3 692 | 3 361 | 4 330 | 6 012 | 6 898 | 8 110 |

Tableau (n°23) : Captures françaises de lingue franche (en tonnes) dans les divisions CIEM VB, VIA et VIB de 1973 à 1985.



## RESUME

Depuis quelques années, les débarquements de la flottille industrielle lorientaise sont en continuelle augmentation (32 000 tonnes en 1980, 56 000 tonnes en 1985). Cette flottille pratique une exploitation multispécifique de la pêche internationale de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse. Le lieu noir (*Pollachius virens*) apparaît comme l'espèce cible de la flottille, les captures des autres gadidés sont considérées comme accessoires. Deux d'entre elles, celles de lingue bleue (*Molva dypterygia*) et de lingue franche (*Molva molva*) sont en progression depuis le début de cette décennie et représentent en 1985, 21 % du total des quantités et des valeurs débarquées par la flottille industrielle. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'état de ces ressources de lingues et d'examiner si leurs exploitations peuvent, à court terme, surseoir à une éventuelle baisse de la production de lieu noir.

L'analyse de la structure de l'exploitation de la flottille industrielle montre que dans la stratégie globale exercée par cette flottille, le lieu noir est l'espèce privilégiée. Les captures des espèces accessoires se font avant tout en fonction des rendements obtenus sur le lieu noir et de l'état du marché. Parmi ces espèces, les deux lingues, la lingue bleue en hiver et la lingue franche du début du printemps à la fin de l'automne jouent un rôle essentiel dans la diversification des captures, et leurs produits se substituent de manière très importante avec ceux du lieu noir.

Les paramètres nécessaires à la modélisation structurale des exploitations des lingues sont estimés : série d'efforts annuels depuis 1974, structure démographique des captures et coefficients de mortalité par pêche. Pour ces derniers, un modèle d'analyse rectifié des pseudo-cohortes étendu au cas d'une exploitation par plusieurs métiers a été développé. La sensibilité des résultats aux paramètres introduits dans le modèle est testée.

Les prévisions du modèle de THOMPSON et BELL (1934) révèlent que la lingue franche est à son maximum de production pondérale. L'analyse de l'interaction chalutiers-palangriers autour de cette ressource montre que tout aménagement de l'effort de pêche des chalutiers améliore les résultats d'exploitation des chalutiers mais surtout ceux des palangriers. La lingue bleue est, quant à elle, pondéralement sous-exploitée, mais son exploitation présente le handicap d'avoir un coût de production très supérieur à celle des autres gadidés. Ces résultats indiquent donc que l'exploitation des lingues ne peut se substituer à celle du lieu noir.

L'exploitation par la flottille lorientaise des lingues en particulier, et des gadidés en général, s'intègre dans le contexte international de la pêche de l'Ouest et du Nord de l'Ecosse. L'analyse de la politique de gestion actuelle de cette pêche montre qu'elle ne tient pas compte des compétitions entre les flottilles pour la ressource, et de la séquentialité des captures de certaines espèces. L'état général des ressources de la pêche révèle qu'il faut envisager une baisse de la production totale dans les années à venir. Pour maintenir l'exploitation de leur flottille industrielle bénéficiaire, les armateurs lorientais ont comme solutions de réduire ses coûts de production, de valoriser ses produits débarqués et de diversifier ses apports vers les espèces pélagiques de la zone de pêche.

**Mots-clés :** Gadidés, Ouest et Nord Ecosse, gestions des stocks, dynamique des populations, stratégie d'échantillonnage, modélisation, sensibilités.