

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE-FLANDRES-ARTOIS

Laboratoire d'écologie numérique

50376
1988
31

50376
1988
31

THESE DE DOCTORAT

Présentée à l'Université des Sciences et Techniques de LILLE I
pour obtenir le grade de
DOCTEUR DE L'UNIVERSITE DE LILLE-FLANDRES-ARTOIS
(Mention Sciences)



BIOLOGIE HALIEUTIQUE DE LA LIMANDE (*Limanda limanda* , L. 1758) EN MANCHE ORIENTALE ET MER DU NORD

par Mireille TASSEL

Soutenue le 22 avril 1988 devant la commission d'examen :

Pr. M. PORCHET	Président
Pr. S. FRONTIER	Directeur de Thèse
Dr. C. DENIEL	} Rapporteurs
Dr. A. LAUREC	
Mr. F. POINSARD	Examinateur
Mr. A. SOUPLET	} Invités
Mr. G. LEFRANC	



0300139380

R E M E R C I E M E N T S

Que tous ceux qui ont concouru à la réalisation de cette Thèse trouvent ici l'expression de mes sincères remerciements, tout particulièrement :

Le Professeur Serge FRONTIER, qui a su démystifier l'Analyse de Données ; ses conseils, son esprit de synthèse ainsi que son intérêt amical m'ont toujours soutenue et guidée. Il m'est agréable aujourd'hui de lui exprimer toute ma gratitude en lui présentant ce travail.

Le Docteur Christian DENIEL, dont la Thèse sur les Poissons Plats a guidé mes premiers pas et qui, par la suite, a porté à mes travaux un intérêt soutenu et constructif. Je le remercie vivement d'avoir accepté d'être rapporteur et juge de ce travail.

Le Docteur Alain LAUREC, pour sa participation active et compétente à l'élaboration de la partie mathématique et qui me fait l'honneur d'en être le rapporteur.

Monsieur Francis POINSARD, chef du Département Ressources Halieutiques de l'IFREMER, qui a bien voulu me faire confiance en m'accordant les moyens de mener jusqu'à son terme ce travail qui, je l'espère, répondra à son attente.

Monsieur Arnauld SOUPLÉ, qui en tant que Chef du Laboratoire Ressources Halieutiques de BOULOGNE-SUR-MER, m'a accueillie au sein de son équipe et qui, en tant que coordinateur des campagnes I.Y.F.S. a permis de récolter les données indispensables à la réalisation de ce travail.

J'exprime ma gratitude aux agents de l'IFREMER dont les membres au fil des années et des missions en mer sont devenus des amis ; leur soutien technique et moral me fut d'un grand réconfort.

Monsieur Jean-François PAUGAM, Commandant du N/O THALASSA, ainsi que l'équipage de ce navire, dont la collaboration efficace et l'accueil chaleureux m'ont aidée à découvrir et à aimer ce métier parfois pénible, mais toujours passionnant.

A ma famille et mes amis qui m'ont aidée et soutenue pendant ces années.

A mon mari, qui a toujours su assumer avec sérénité et patience les contraintes personnelles liées à ce travail.

Ce travail a été effectué au Centre IFREMER de Boulogne-sur-Mer, à l'aide d'une Bourse de Recherche IFREMER.

S O M M A I R E

n° page

INTRODUCTION	9
--------------------	---

PREMIERE PARTIE : L'ESPECE ET LES STOCKS ETUDIES MATERIEL ET METHODES

I - LA LIMANDE	
1 - Position systématique	13
2 - Description morphologique	13
3 - Répartition géographique et habitats	13
4 - Les stocks : description et exploitation	15
II - LES STOCKS ETUDIES	
1 - Manche orientale	15
2 - Mer du Nord	16
3 - Bilan sur les stocks	16
III- MATERIEL ET METHODES	
1 - Origine du matériel	17
1.1 - Débarquements boulonnais	17
1.2 - Chalutages professionnels	17
1.3 - Chalutages expérimentaux	17
2 - Méthodes d'échantillonnage	17
2.1 - Rythme d'échantillonnage	19
2.2 - Techniques d'échantillonnage	19
2.2.1 - A partir des débarquements des professionnels....	19
2.2.2 - A partir de chalutages professionnels	19
2.2.3 - A partir de chalutages expérimentaux	19
3 - Méthodes d'étude de la reproduction	21
3.1 - Détermination du sexe	21
3.2 - Mensurations et pesée	21
3.2.1 - Mensurations	22
3.2.2 - Pesées	22
3.3 - Le suivi d'indices	22
3.3.1 - Rapports gonado-somatique et hépato-somatique ...	22
3.3.2 - Coefficient d'allométrie et indice pondéral	23
3.4 - Echelles macroscopiques de maturation des gonades	23
3.5 - Etude histologique de l'ovogenèse et de la spermatogenèse	24
3.5.1 - Prélèvements d'organes et fixation	24
3.5.2 - Inclusions et coupes	24
3.5.3 - Coloration	25
3.6 - Taille et âge de première reproduction	25
3.6.1 - Identification rapide des gonades matures	25
3.6.2 - Elaboration des "ogives de maturité"	27
3.6.3 - Problèmes rencontrés dans l'élaboration des ogives Limites aux interprétations	27

4 - Méthodes d'étude de la croissance	28
4.1 - Détermination de l'âge	28
4.1.1 - Position anatomique et fonctions des otolithes ..	28
4.1.2 - Morphologie, structure et croissance des otolithes	28
4.1.3 - Prélèvements	32
4.1.4 - Interprétation des anneaux de croissance	32
4.1.5 - Problèmes rencontrés lors de la lecture de l'âge Utilité d'un examen approfondi de l'otolithe	35
4.2 - Méthodes de calcul et représentation graphique	36
4.2.1 - Croissance en longueur	36
4.2.2 - Relation longueur-poids	39
4.2.3 - Croissance en poids	39
5 - Campagne "International Young Fish Survey"	43
5.1 - Organisation générale de la campagne.....	43
5.2 - Validation des résultats	43
6 - Méthodes d'étude de la répartition spatiale	43
6.1 - Représentations graphiques de la densité	45
6.2 - Variabilité interannuelle	45
6.3 - Paramètres physico-chimiques du milieu	46
7 - Méthodes d'étude des distributions de tailles	46
7.1 - Tableaux de données	46
7.2 - Traitements multivariés	47
7.2.1 - Analyse Factorielle des Correspondances	47
7.2.2 - Analyse en Composantes Principales	48
7.2.3 - Commentaires sur l'interprétation des résultats ..	48

DEUXIEME PARTIE : REPRODUCTION ET CROISSANCE DE LA LIMANDE EN MANCHE ORIENTALE

I - REPRODUCTION

1 - Connaissances acquises.....	51
1.1 - Périodes de ponte	51
1.2 - Taille et âge à la première reproduction	51
1.3 - Fécondité	53
1.4 - Les oeufs, larves et juvéniles	53
2 - Reproduction des femelles	54
2.1 - Descriptions macroscopiques et microscopiques des ovaires	54
2.1.1 - Aspects macroscopiques des ovaires	54
2.1.2 - Aspects microscopiques des ovaires	54
2.1.3 - Validation histologique des stades macroscopiques	55
2.2 - Evolution des stades macroscopiques de maturation des ovaires	55
2.2.1 - Evolution mensuelle des proportions des stades sexuels par groupes d'âge	57
2.2.2 - Evolution mensuelle des stades sexuels des femelles matures et immatures	57
2.3 - Taille et âge de première reproduction des femelles	61

2.4 - Evolution du RGS des limandes femelles	61
2.4.1 - RGS par groupe d'âge et par mois	61
2.4.2 - RGS moyen par groupe d'âge et par mois	61
2.4.3 - RGS moyen par stade sexuel	65
2.4.4 - Discussion	65
2.5 - Evolution du RHS des limandes femelles	66
2.5.1 - RHS par groupe d'âge et par mois	66
2.5.2 - RHS moyen par groupe d'âge et par mois	66
2.5.3 - Discussion	69
2.6 - Evolution du coefficient de condition K	69
2.7 - Bilan sur le cycle de reproduction des femelles	69
3 - Reproduction des mâles	71
3.1 - Descriptions macroscopiques et microscopiques des testicules	71
3.1.1 - Aspects macroscopique des testicules	72
3.1.2 - Aspects microscopiques des testicules	72
3.1.3 - Validation histologique des stades macroscopiques	72
3.2 - Evolution des stades de maturation des testicules	77
3.3 - Taille et âge de première reproduction des mâles	77
3.4 - Evolution du RGS des limandes mâles	77
3.4.1 - RGS par groupe d'âge et par mois	77
3.4.2 - RGS moyen par groupe d'âge et par mois	77
3.4.3 - Discussion	77
3.5 - Evolution du RHS des limandes mâles	77
3.6 - Evolution du coefficient de condition K	81
3.7 - Bilan sur le cycle de reproduction des mâles	81
4 - Discussion	81

II - CROISSANCE

1 - Croissance en longueur	83
2 - Relation taille-poids	87
3 - Croissance en poids	90
4 - Discussion	90

TROISIEME PARTIE : ETUDE DE DENSITE ET DE LA REPARTITION SPATIALE EN MER DU NORD

I - REPARTITION SPATIALE DES DENSITES

1 - Densités totales	95
2 - Densités par groupe d'âge	99
2.1 - Groupe d'âge 1	99
2.2 - Groupe d'âge 2	99
2.3 - Groupe d'âge 3	99
2.4 - Groupe d'âge 4	99
2.5 - Groupe d'âge 5+	99
3 - Discussion	99

II - ANALYSES FACTORIELLES DES DISTRIBUTIONS DE TAILLES	
1 - Analyses factorielles sur les années 1985 et 1986	102
1.1 - Analyses Factorielles des Correspondances (AFC)	102
1.1.1 - Ordination des variables	102
1.1.2 - Ordination des objets	113
1.2 - Analyses en Composantes Principales (ACP)	113
2 - Analyses factorielles sur les deux années cumulées	117
2.1 - Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)	124
2.2 - Analyse en Composantes Principales (ACP)	124
3 - Discussion	124
3.1 - Bilan des analyses	124
3.2 - Distribution des tailles dans les quatre groupes définis par l'AFC	125
3.3 - Répartition spatiale des groupes d'objets	126
3.4 - Essais d'interprétation des répartitions	126

**QUATRIEME PARTIE : EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DE LA VULNERABILITE
DU STOCK DE MER DU NORD**

I - LE MODELE	
1 - Choix du modèle	135
2 - Paramètres à déterminer pour initialiser le modèle	136
II - EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DES PARAMETRES DE LA POPULATION	
ELABORATION DES SCENARIOS	
1 - Le stock est-il unique ?	137
2 - Problèmes liés à la sélectivité	137
3 - Méthodes de détermination des paramètres	139
3.1 - Détermination des paramètres biologiques	139
3.1.1 - Estimation des poids moyens aux âges	139
3.1.2 - Taux de maturité aux âges	140
3.1.3 - Mortalités	140
3.2 - Détermination des paramètres d'exploitation	141
3.2.1 - Taux de rejets aux âges	141
3.2.2 - Taux de rétention aux âges	142
3.2.3 - Mortalité par pêche	142
4 - Simulation des captures sous différentes hypothèses	
Notion d'équilibre	142
III - REALISATION DES SIMULATIONS	
1 - Détermination des paramètres biologiques de la population	143
1.1 - Vecteur poids moyen aux âges	143
1.1.1 - Estimation des tailles moyennes aux âges par rétrocalcul sur les otolithes	143
1.1.2 - Estimation du vecteur poids moyen aux âges	143
1.2 - Taux de maturité sexuelle	143
1.3 - Mortalités	143
1.3.1 - Mortalité totale (Z)	143
1.3.2 - Mortalité naturelle (M)	147

2 - Détermination des paramètres d'exploitation de la population ..	148
2.1 - Taux de rejets aux âges	148
2.2 - Taux de rétention aux âges	148
2.3 - Mortalité par pêche	148
3 - Hypothèses de simulations	
Elaboration des scénarios	148
3.1 - Scénario A : Mortalité naturelle = 0,4	148
3.2 - Scénario B : Mortalité naturelle = 0,7	152
4 - Résultats	152
4.1 - Scénario A : Mortalité naturelle = 0,4	152
4.1.1 - Biomasse	152
4.1.2 - Rendement par recrue	152
4.1.3 - Biomasse féconde	152
4.1.4 - Captures par unité d'effort	152
4.2 - Scénario B : Mortalité naturelle = 0,7.....	155
4.2.1 - Biomasse totale	155
4.2.2 - Rendement par recrue	155
4.2.3 - Biomasse féconde	155
4.2.4 - Captures par unité d'effort	155

IV - DISCUSSION

1 - Taux de mortalité naturelle à retenir	155
2 - Résultats de la modélisation	158
3 - Critiques	158
4 - Conclusion	158

CONCLUSION	159
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	161
ANNEXES	177
LISTE DES FIGURES	229
LISTE DES TABLEAUX	235

I N T R O D U C T I O N

Les poissons plats constituent une ressource halieutique européenne non négligeable (337.996 tonnes en 1982 soit 3,4 % des captures toutes espèces confondues), essentiellement représentée par quatre espèces : la Plie (Pleuronectes platessa), le Flétan (Hippoglossus hippoglossus), la Sole (Solea solea) et la Cardine (Lepidorhombus wiffiagonis). Devant la sollicitation croissante à laquelle ces stocks sont soumis, on peut craindre leur surexploitation à court terme ; la recherche d'espèces de remplacement et l'organisation de leur exploitation permettraient d'alléger, à plus ou moins long terme, les pressions qu'ils subissent.

La Limande (Limanda limanda) pourrait être une telle espèce ; en effet, par sa forte biomasse (77 200 tonnes en mer du Nord, YANG, 1982), son faible niveau d'exploitation (TEMMING, 1983) et ses bonnes qualités nutritives (SAINCLIVIER, 1983), elle représente une ressource potentielle non négligeable qui ne peut plus être ignorée. C'est pourquoi, l'IFREMER a récemment intégré cette espèce à ses programmes d'évaluation des stocks. Ce travail réunit donc les éléments nécessaires à l'élaboration d'une estimation des potentialités halieutiques du stock ou des stocks de limandes de Manche orientale et de mer du Nord.

Pour mener à bien ce travail, deux sources de données ont été mises à notre disposition : l'une, ponctuelle dans l'espace et périodique dans le temps a permis de décrire, à partir d'achats aux pêcheurs artisans de Boulogne-sur-Mer, la biologie de l'espèce en Manche orientale-sud mer du Nord. L'autre, grâce à l'opportunité de Campagnes internationales de chalutage, a fourni de nombreuses informations sur la répartition des populations, les relations entre l'espèce et le milieu sur la totalité de la mer du Nord. Bien qu'en toute logique il y manque deux éléments pour lesquels nous n'avons pas eu de données (la biologie en mer du Nord et la répartition spatiale en Manche *), ces deux études s'avèrent complémentaires. En effet, grâce aux particularités géographiques et hydrodynamiques reliant étroitement la Manche orientale à la mer du Nord, il n'est pas impossible d'espérer que les paramètres biologiques décrits pour l'espèce en Manche orientale ne soient pas très différents de ceux de mer du Nord.

Après un rapide bilan des connaissances acquises sur l'espèce et une présentation des méthodologies utilisées dans la réalisation de ce travail, la reproduction et la croissance de l'espèce en Manche orientale seront décrites sur un secteur peu étudié jusqu'ici, et cependant premier lieu français de ses débarquements (650 tonnes en 1984) : secteurs 7D et 4C (CIEM).

* Ce dernier point (cartographie des ressources halieutiques en Manche orientale) est actuellement entrepris par IFREMER.

Puis une remise à jour des répartitions spatiales de l'espèce en mer du Nord (les dernières cartographies de la ressource datent du début du siècle : MASTERMAN, 1909) tentera de localiser les différentes zones de concentrations et les relations de l'espèce avec le milieu.

Enfin, ces informations serviront à initialiser un modèle mathématique simulant le comportement et le devenir des populations lorsque les conditions d'exploitation varient ; ces résultats permettront par la suite d'émettre un diagnostic sur le niveau actuel d'exploitation de l'espèce et sur son devenir.

PREMIERE PARTIE
L'ESPECE ET LES STOCKS ETUDIES
MATERIEL ET METHODES

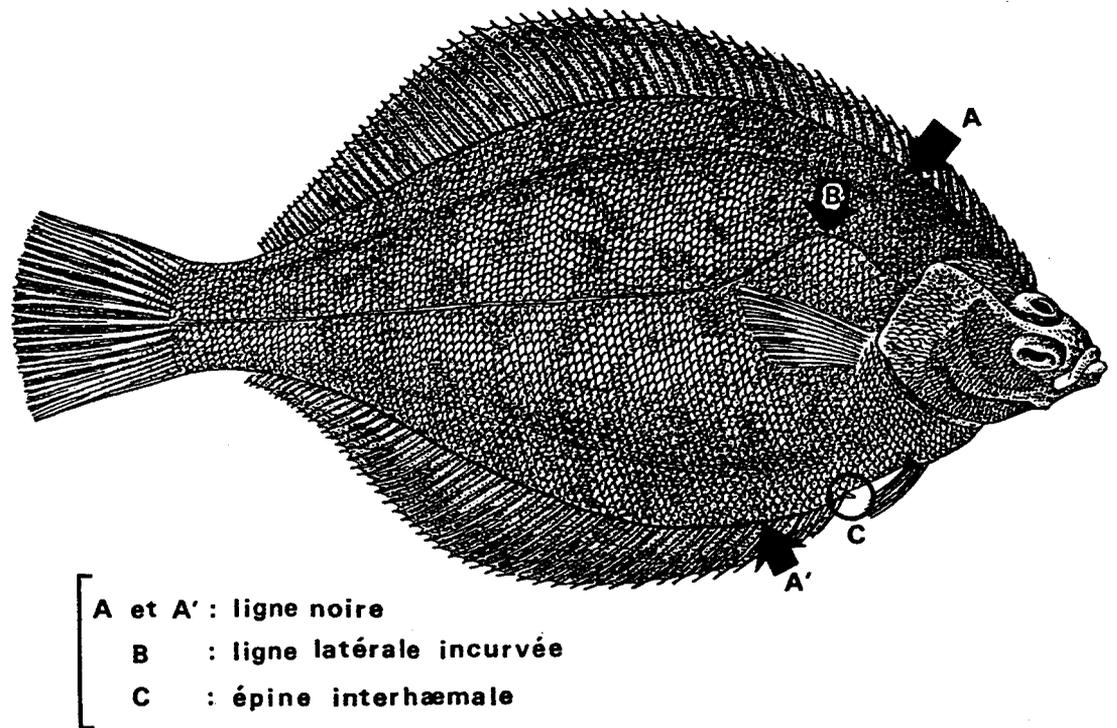


Fig. 1 : Critères d'identification de Limanda limanda L. 1758
 (d'après NIJSSEN et de GROOT (1980))

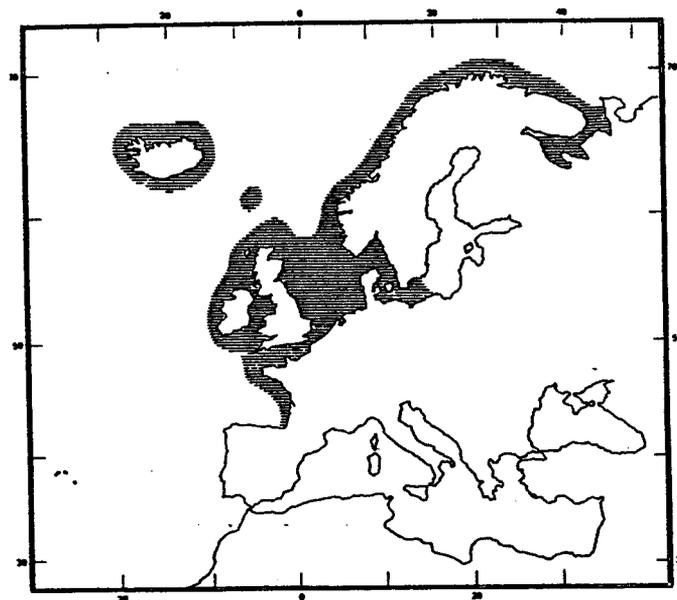


Fig. 2 : Distribution géographique de Limanda limanda L.
 (d'après DENIEL, 1981)

PREMIERE PARTIE

L'ESPECE ET LES STOCKS ETUDIES

MATERIEL ET METHODE

I - LA LIMANDE

1 - Position systématique

D'après la classification du "catalogue des Poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée" (C.L.O.F.N.A.M., 1973), l'ordre des Pleuronectiformes (nommés Hétérosomata par NORMAN, 1934) se divise en quatre familles : les BOTHIDAE, les SCOPHTHALMIDAE, les PLEURONECTIDAE et les SOLEIDAE.

Limanda limanda (LINNE, 1758), communément appelée Limande en France, appartient à la famille des Pleuronectidae (BAUCHOT et PRAS, 1980) et fait partie du genre Limanda décrit par GOTTSCHE en 1835. On la trouve sous le nom de "Dab" en Grande Bretagne, "Kliesche" en Allemagne et "Ollaria" en Espagne.

2 - Description morphologique

La Limande possède un corps adapté à la vie nectobenthique, très comprimé latéralement et repose au fond sur son côté gauche. La face oculée (droite), de couleur brunâtre, souvent parsemée de taches jaunes ou blanches change d'aspect selon le biotope fréquenté (QUERO, 1984).

L'identification rapide de l'animal peut se faire grâce à la présence (Fig. 1) :

- d'une lisière noire marquant la base des nageoires dorsale et anale (A et A')
- d'une ligne latérale fortement incurvée au niveau de la nageoire pectorale (B)
- d'un prolongement de la première épine interhaemale (C)

La taille maximum de l'espèce est de 42 cm, mais peu d'individus atteignent 35 cm en Manche et Mer du Nord (observations personnelles).

3 - Répartition géographique et habitats

La Limande fréquente les fonds sableux et coquilliers depuis la Mer Blanche au nord, jusqu'au Golfe de Gascogne au sud ; à l'est, elle pénètre en Baltique jusqu'à l'île de Gotland (EHRENBAUM, 1936) et sa limite d'extension à l'ouest se situe au niveau de l'Islande (JONSSON, 1966) (Fig. 2). Les adultes se répartissent en dehors de la période de frai, en fonction de l'âge, de la bathymétrie et de la salinité. En général, ils se rencontrent en grande quantité dans les zones de 20 à 40 mètres, puis la densité des populations décroît en même temps que la profondeur augmente (POULSEN, 1933 ; BOHL, 1957 ; JONSSON, 1966). Cette distribution s'observe

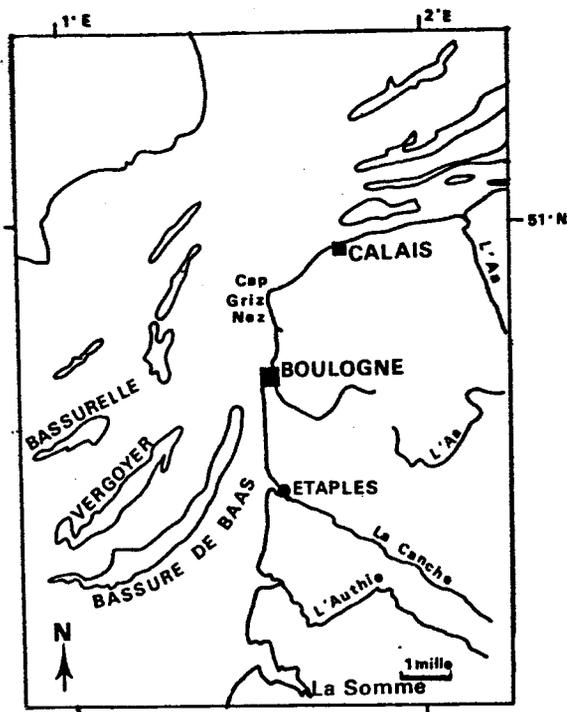
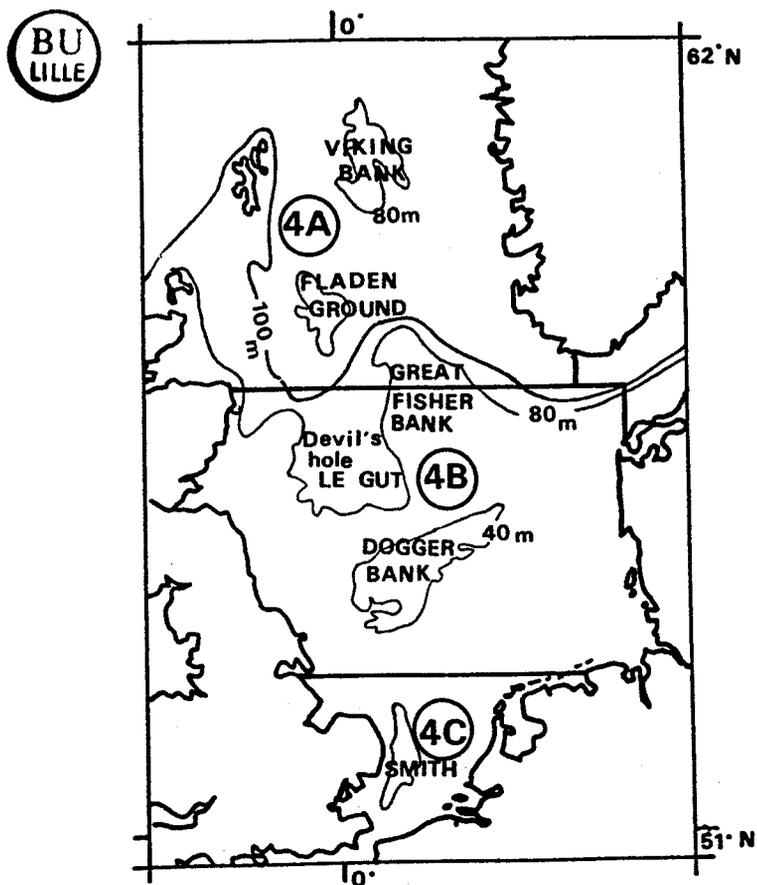


Fig. 3 : Secteurs de travail des chalutiers artisans boulonnais et étaplois
(Seuls les principaux bancs de sable sont notés)



Secteur 4A : zone nord
Secteur 4B : zone centrale
Secteur 4C : zone sud

Fig. 4 : Secteurs C.I.E.M. en Mer du Nord
Carte bathymétrique simplifiée établie à partir de documents IFREMER

sur toute l'aire de répartition, excepté en Baltique ; en effet, POULSEN (1933) a démontré que la faible salinité superficielle de la Baltique (7 ‰) contraint les limandes à rechercher les fonds de 60 à 80 mètres où la salinité est plus élevée et atteint 14 ‰.

En mer du Nord, les individus âgés vivent au large sans toutefois dépasser des fonds de plus de 100 mètres. Au moment de la reproduction, ils se rapprochent des côtes, puis, une fois la ponte accomplie, repartent en profondeur.

Les oeufs, pélagiques, dérivent sept à dix jours dans le plancton avant de donner naissance à une larve qui lorsqu'elle atteint 1,5 cm de longueur commence sa métamorphose, tombe sur le fond et amorce sa vie benthique. Il semble qu'à ce stade, les juvéniles soient absents de la zone intertidale, faits observés par BEILLOIS (1979) et DENIEL (1981) et notés dans les rapports EDF (Gravelines, 1981 et Penly, 1983). De plus, à la différence des juvéniles de Sole, ils semblent éviter les eaux saumâtres (LEAUTE, 1986). EDWARDS et STEEL (1958) ont démontré que le groupe 0 des limandes des côtes écossaises reste dans les régions sublittorales avec une densité maximale à 4 mètres qui peut s'étendre à 8 mètres selon la saison.

Enfin, une étude menée sur l'influence des hautes salinités et des hautes températures sur la survie des jeunes limandes a montré que leur degré de résistance dépend de leur taille : plus elles sont grandes et plus leur résistance aux hautes salinités augmente (LOWTHION, 1974).

4 - Les stocks : description et exploitation

Les principales études menées sur l'espèce sont dues à KNUDSEN (1973) et TEMMING (1983) qui ont travaillé respectivement, sur les stocks de Baltique et de la Belt Sea (Mer du Nord). Ces deux auteurs ont estimé que sa biomasse potentielle dans cette partie de l'Europe (estimée, en mer du Nord, à $744,2 \cdot 10^3$ tonnes par YANG, 1982), est égale à plus d'une fois et demie celle des morues.

La mortalité totale est égale à 1,37 dans l'ouest Baltique (KNUDSEN, 1973) et à 1,05 dans la Belt Sea (TEMMING, 1983). Ces deux auteurs décrivent ces stocks comme étant dynamiquement très stables, stabilité liée à la biologie de l'espèce et à son caractère accessoire. Les travaux réalisés par les français concernent plutôt les juvéniles: estimation d'indices d'abondance (MESNIL, 1983), description des nourriceries littorales (BEILLOIS et al., 1979 ; PERONNET et TETARD, 1984), études d'impacts des pêcheries crevettières sur les juvéniles de poissons plats (SAFRAN, 1984 et 1987).

II - **LES STOCKS ETUDIÉS**

1 - Manche orientale

Les animaux ayant servi aux différents suivis biologiques proviennent de Manche orientale et du sud de la mer du Nord (sous-secteurs 7 D et 4 C du C.I.E.M.), c'est à dire dans une zone s'étendant du large de Dunkerque au nord, à la baie d'Authie au sud (Fig. 3). Les fonds, principalement de nature sableuse, n'excèdent pas 50 mètres. Les courants de marée, amplifiés par l'étranglement du détroit du Pas-de-Calais, ont contribué à la formation de bancs de sable, refuges de nombreux poissons plats de la région et lieux de travail privilégiés des pêcheurs. Les trois hauts fonds situés au large de Boulogne sur Mer et sur lesquels nous avons effectué nos prélèvements sont : la Bassure de Baas, le Vergoyer et la Basurelle.

2 - Mer du Nord

Les échantillons ayant permis de cartographier les répartitions de densités et de les analyser par tailles et par âges proviennent de Mer du Nord (sous secteurs 4A, 4B et 4C du C.I.E.M.), dans une zone s'étendant du 51°N au sud, au 61°30' N au nord.

La mer du Nord est une mer jeune et peu profonde, formée par la submersion d'une partie du plateau continental du nord-est de l'Europe. Elle est bordée dans sa partie nord, d'une fosse profonde, la fosse norvégienne et reçoit les eaux dessalées de la Baltique dans sa partie est. C'est une mer "fermée" et de ce fait elle est le siège de nombreux courants et contre courants dont les plus violents sont des bras résiduels du Gulf Stream (l'un entrant au nord par le seuil des îles Shetland et l'autre au sud par le détroit du Pas-de-Calais). Ces conditions hydrologiques ont contribué à l'élaboration de nombreux bancs de sable, familiers des pêcheurs et riches en poissons (Dogger Bank, Great Fisher Bank, Viking Bank, ...) (Fig. 4).

3 - Bilan sur les stocks

Les connaissances acquises sur l'espèce permettent de caractériser les stocks de limandes de Manche orientale et de mer du Nord de la façon suivante :

- l'espèce possède une fécondité élevée (BOHL, 1957), une croissance rapide et une mortalité naturelle élevée (égale à 1,05 : TEMMING, 1983).
- sa biomasse en mer du Nord est très forte (quatorze fois celle de la Sole : YANG, 1982) et concentrée essentiellement sur les hauts fonds (Dogger Bank, Sandettie, etc...).
- ses stocks sont peu exploités puisque les prises sont des captures accessoires à la recherche active d'autres espèces.
- enfin, la Limande possède une chair appréciée pour ses qualités nutritives (SAINCLIVIER, 1983) et pourtant son marché de distribution est pratiquement inexistant.

Tous ces résultats tendent à présenter les stocks de Limande de ces secteurs comme vierges (faible niveau d'exploitation), de forte biomasse et biologiquement stables (mortalité naturelle élevée, croissance rapide, etc...).

Dans le cadre d'une politique de gestion des pêches de plus en plus tournée vers la diversification des ressources, la Limande représente donc une potentialité halieutique digne d'intérêt. Ce dernier point justifie l'effort d'acquisition de connaissances entrepris dans ce travail.

III - MATERIEL ET METHODES

Seules les méthodes utilisées dans l'étude de la biologie, de la croissance et de la répartition spatiale sont abordées ici ; celles concernant l'évaluation semi-quantitative de la vulnérabilité du stock de mer du Nord seront présentées dans la dernière partie du travail. En effet, les résultats et les méthodes sont difficilement dissociables puisque la détermination des paramètres injectés dans le modèle d'exploitation est déduite directement des résultats fournis par les trois premières parties.

1 - Origine du matériel

Les individus examinés proviennent :

- d'achats sur les quais aux pêcheurs artisans boulonnais
- d'embarquements à bord de chalutiers professionnels
- de chalutages expérimentaux à bord de navires océanographiques

1.1 - Débarquements boulonnais

Rappelons que la majorité des limandes ayant fait l'objet d'une étude biologique détaillée a été achetée aux pêcheurs artisans boulonnais.

La situation privilégiée du port de Boulogne-sur-Mer permet aux professionnels de la pêche de travailler aussi bien en Manche orientale que dans le sud de la mer du Nord. Il n'est pas rare qu'au cours d'une même marée (72 heures pour les unités de tailles moyennes) un chalutier passe d'une zone à l'autre. La pêche débarquée est alors triée par taille, sans distinction de secteur.

Dans un premier temps, nous avons émis l'hypothèse de la présence de deux populations distinctes de limandes, l'une en Manche et l'autre en mer du Nord, mais il s'est avéré que les légers décalages observés dans leurs périodes de pontes et dans leurs biologies paraissent plus liés à l'échantillonnage qu'à une quelconque réalité biologique (TASSEL, 1986). Nous avons donc considéré toutes les limandes débarquées sur le port de Boulogne comme issues de la même population.

1.2 - Chalutages professionnels

Nous avons effectué quelques sorties à bord de chalutiers artisanaux de Boulogne-sur-Mer (le "Patrice" et la "Puce"), Dieppe (la "Petite Céline") et Dunkerque (le "Sérénité") ; seules des mensurations et des estimations des rejets de limandes ont pu être réalisées, les patrons réservant la totalité de leur pêche à la vente (en criée ou en stands sur les quais).

1.3 - Chalutages expérimentaux

Les chalutages expérimentaux sur le "Roselys II" (N/O de l'IFREMER) et le "Sépia II" (N/O de la Station Marine de Wimereux) ont permis, grâce à l'emploi d'un maillage plus fin que celui habituellement utilisé par les professionnels de la pêche (12 mm de maille étirée au lieu de 40 à 48 mm), de capturer et d'étudier les jeunes classes d'âge, absentes des débarquements. Ces chalutages ont été réalisés sur les mêmes zones que celles fréquentées par les pêcheurs professionnels (Fig. 3).

Les chalutages expérimentaux réalisés à bord de la "Thalassa" (N/O de l'IFREMER) ont permis de prospecter la totalité de la Mer du Nord.

2 - Méthodes d'échantillonnage

Les différentes stratégies d'échantillonnage utilisées dépendent de l'origine du matériel (débarquements des professionnels ou chalutages expérimentaux) et de son exploitation future (étude de la biologie, étude de la répartition, analyses mathématiques ...).

DATE	NOM DU BATEAU	NATURE DU PRELEVEMENT
13-09-83	ROSELYS II	Mensurations et biologie
20-09-83	ROSELYS II	Mensurations et biologie
28-09-83	STE CATHERINE LABOURE	Biologie : 2 caisses
26-10-83	N.D. DE LIESSE	Biologie : 2 caisses
17-11-83	VIRGO DEI	Biologie : 2 caisses
22-11-83	SEPIA II	Biologie : 3 caisses
01-12-83	PATRICE	Mensurations tous les traits
16-12-83	PATRICE	Mensurations tous les traits
27-02-84	MARAUDEUR	Biologie : 1 caisse
07-03-84	MOISE	Biologie : 1 caisse
14-03-84	MARAUDEUR	Biologie : 1 caisse
14-03-84	GLOIRE A DIEU	Biologie : 2 caisses
22-03-84	PATRICE	Mensurations tous les traits
04-04-84	TIT BLANC	Mensurations tous les traits
09-04-84	CAVALIER DES VAGUES	Mensurations tous les traits
11-04-84	PATRICE	Mensurations tous les traits
11-04-84	REINE DE LA FOY	Biologie : 1 caisse
12-04-84	SEPIA II	Biologie : 4 caisses
17-04-84	PATRICE	Mensurations tous les traits
27-04-84	VIRGO FIDELI	Biologie : 1 caisse
18-05-84	SEPIA II	Mensurations et biologie
05-09-84	CASSEL II	Biologie : 1 caisse
06-09-84	PATRICE	Mensurations tous les traits
16-09-84	ODYSSEE II	Rejets chalutier
18-09-84	SERENITE	Rejets crevettier
09-10-84	FREDERIC-EMMANUEL	Biologie : 1 caisse
10-10-84	N.D. DE LIESSE	Biologie : 1 caisse
16-10-84	PETITE CELINE	Mensurations et biologie
09-11-84	N.D. DE LIESSE	Biologie : 1 caisse
12-12-84	N.D. DE LIESSE	Biologie : 2 caisses
22-02-85	THALASSA	Biologie du dernier trait
27-02-85	ST JEAN P.P.N.	Biologie : 1 caisse
15-03-85	SEPIA II	Mensurations et biologie
20-03-85	LA GARDE DE DIEU	Biologie : 2 caisses
02-05-85	SEPIA II	Mensurations et biologie
22-05-85	ST VINCENT DE PAUL	Biologie : 2 caisses
24-05-85	SEPIA II	Mensurations et biologie
02-07-85	DOMINIQUE MAGALIE	Biologie : 1 caisse
16-10-85	DOMINIQUE MAGALIE	Biologie : 2 caisses
21-10-85	LA PUCE	Rejets chalutier et 1 caisse
13-12-86	JESUS DE PRAGUE	Biologie : 2 caisses
13-02-86	ST VINCENT DE PAUL	Biologie : 2 caisses
15-06-86	STE CATHERINE LABOURE	Biologie : 2 caisses

BU
LILLE

Tableau 1 : Calendrier d'échantillonnage

Avant de décrire ces méthodes quelques termes sont à préciser :

- Echantillon : on nommera ainsi le débarquement total d'un bateau dans le cas d'une étude des débarquements sur les quais, ou la totalité du trait de chalut dans le cas d'un chalutage expérimental.
- Sous-échantillons : il s'agira des caisses achetées aux professionnels, lors de l'étude des débarquements, ou de la fraction du trait de chalut examinée lors d'un chalutage expérimental. Dans les deux cas, le sous-échantillon sera constitué des individus réellement examinés.

2.1 - Rythme d'échantillonnage

Afin d'appréhender le cycle biologique dans son ensemble, les prélèvements ont été mensuels pendant les premiers mois de l'étude (de septembre 1983 à septembre 1984), puis leur rythme a varié selon la saison :

- un prélèvement par mois pendant la période de maturation sexuelle (octobre à mai) ;
- un ou deux par mois pendant la période de repos sexuel (juin à septembre).

Les dates de prélèvements ainsi que les noms des bateaux sur lesquels nous avons échantillonné sont notés dans le tableau 1.

2.2 - Techniques d'échantillonnage

2.2.1 - A partir des débarquements des professionnels

Pour un bateau pris au hasard, une caisse de chaque catégorie commerciale présente (en général elles sont deux) a été prélevée sur la totalité de la pêche débarquée. Tous les individus des sous-échantillons ont été mesurés et leurs sexes déterminés. Puis dix animaux par classe de taille de un cm et par sexe ont été conservés pour une étude biologique ultérieure.

2.2.2 - A partir de chalutages professionnels

Après le tri du contenu du chalut par les marins, les limandes de la fraction non triée (rejets) ont été conservées puis étudiées à terre alors que celles déjà triées (commercialisables) ont été sous-échantillonnées de la même manière que les débarquements professionnels.

2.2.3 - A partir de chalutages expérimentaux

Selon l'importance de la récolte, les limandes ont été prélevées en totalité ou sous-échantillonnées suivant une technique résumée sur la figure 5;

Lorsque la récolte était peu abondante, tous les individus la composant ont été triés par espèce et mesurés. Dans ce cas, le sous-échantillon était constitué de toutes les limandes du trait de chalut.

Lorsque le trait de chalut était abondant, en volume ou/et en individus, il était alors nécessaire de le sous-échantillonner, c'est à dire de prélever au hasard quelques caisses qui étaient ensuite pesées et triées. Dans ce cas, le sous-échantillon correspondait à la fraction réellement triée et mesurée.

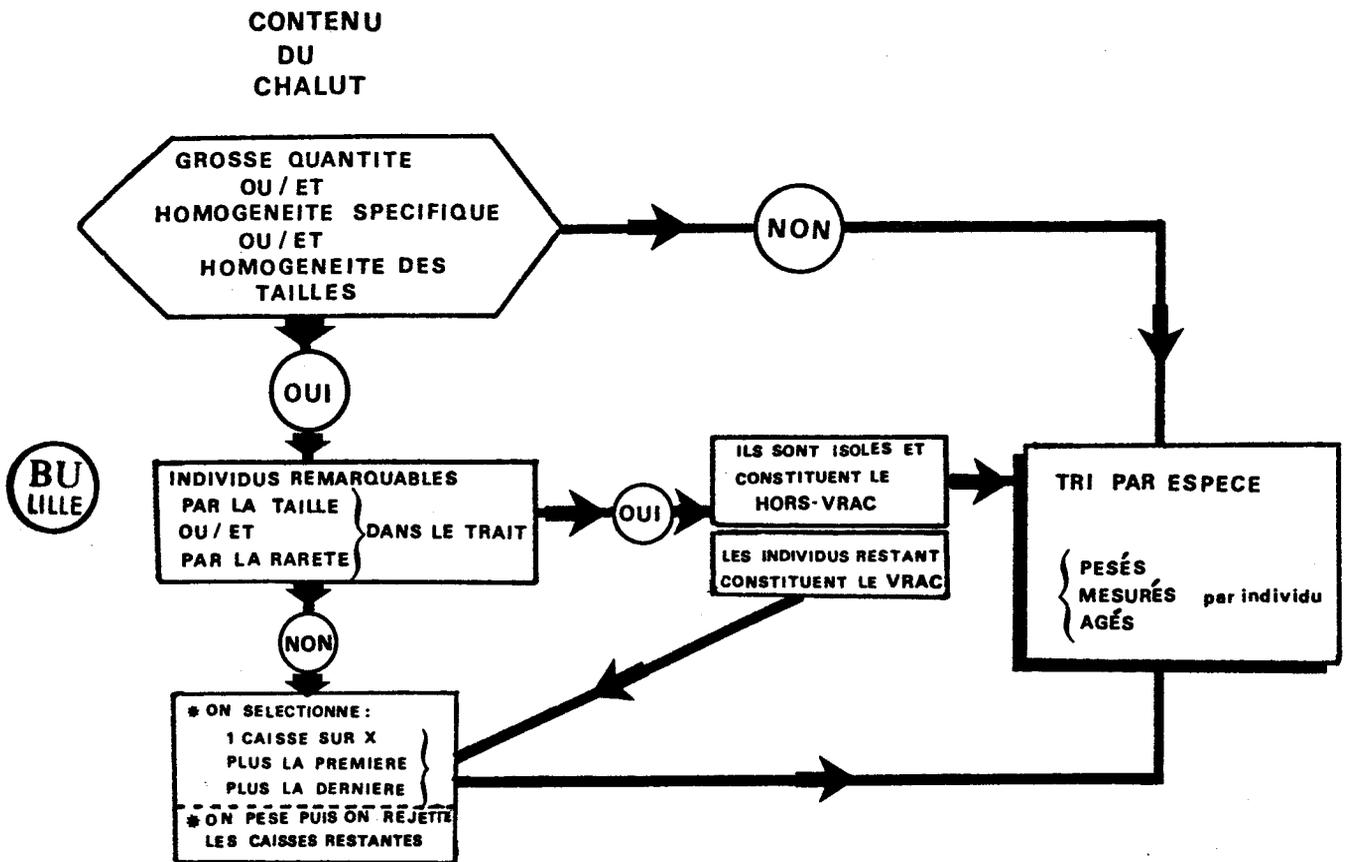


Fig. 5 : Plan d'échantillonnage d'un trait de chalut à bord
 Une caisse = trente kilogrammes environ
 la valeur de X dépend de la taille de l'échantillon et de sa composition spécifique

Les limandes des sous-échantillons ont toutes été pesées et mesurées à bord (classes de taille de un centimètre), et les otolithes prélevés sur dix individus par classe de taille et sexe. On a ainsi obtenu pour chaque trait la composition spécifique quantitative, en particulier le nombre total de limandes capturées, et les distributions de tailles des limandes. Chaque individu des sous-échantillons a été ensuite mesuré, pesé et, lorsque cela était possible, conservé pour l'étude biologique.

3 - Méthodes d'étude de la reproduction

Les observations, prélèvements et les pesées diverses ont été réalisés à partir d'individus très frais :

- soit juste après la vente des caisses en criée *
- soit dès le retour à terre lors de chalutages expérimentaux, ou de sorties avec les professionnels

3.1 - Détermination du sexe

* Les femelles possèdent deux ovaires, de forme conique, symétriques par rapport au squelette axial. Leur base est située dans la partie antérieure de la cavité viscérale et le sommet repoussé vers la queue, dans la cavité abdominale. Les deux oviductes se réunissent en un conduit unique qui débouche au niveau de la papille urogénitale.

* Les mâles ont deux testicules, symétriques par rapport au squelette axial, situés dans la cavité viscérale, contre la paroi abdominale. Le spermiducte collecte tous les canalicules spermatiques et débouche à l'extrémité de la face ventrale des testicules. La laitance est libérée au niveau de la papille urogénitale.

L'aspect externe des gonades se modifie au cours d'un cycle de reproduction : juste avant la reproduction les ovaires occupent toute la cavité abdominale et les testicules festonnés se replient contre la cavité viscérale. Après la reproduction, les gonades diminuent de volume ; leur aspect est alors semblable à celui des individus immatures.

3.2 - Mensurations et pesées

La Limande, espèce à fécondité élevée (BOHL, 1957 ; LEE, 1972 ; DENIEL, 1981), élabore tout au long de sa vie de nombreux ovocytes et spermatozoïdes qui viennent mobiliser une grosse partie de ses réserves énergétiques. Cette activité physiologique intense peut se suivre à partir de rapports tels les rapports gonado-somatique (RGS) et hépato-somatique (RHS) ou encore d'indices comme l'indice pondéral, nommé aussi coefficient de condition (K). Pour calculer ces indices nous avons mesuré et pesé les individus d'un sous-échantillon selon le plan suivant.

(*) Les achats sont faits par l'IFREMER auprès de la Coopérative Maritime étaploise.

3.2.1 - Mensurations

A l'intérieur de chaque sous-échantillon, nous avons noté, par sexe et pour dix individus par classe de taille de un centimètre :

- [La longueur totale L_T
(du bout du museau au bout de la queue)
- [La largeur du corps L_C
(au niveau de la partie la plus large du corps de l'animal)

3.2.2 - Pesées

Les pesées, effectuées pour cinq individus par sexe et par classe de taille, ont été réalisées à partir d'une balance Sartorius à tarage automatique.

Pour chaque animal sélectionné, nous avons noté à 0,1 gramme près :

- [le poids du poisson plein P_p
- [le poids du poisson éviscéré P_v
- [le poids des deux gonades P_g
- [le poids du foie P_f

3.3 - Le suivi d'indices

3.3.1 - Rapports gonado-somatique et hépato-somatique

Chez les Téléostéens dit "maigres" comme la Limande, le cycle de reproduction entraîne de fortes variations du poids des gonades et du foie. On détermine ainsi classiquement deux rapports : le rapport gonado-somatique (RGS) et le rapport hépato-somatique (RHS), rapport entre le poids des gonades ou du foie et celui du poisson.

Selon les auteurs et l'espèce étudiée, ces rapports se calculent à partir du poids du poisson soit plein, soit éviscéré. DENIEL (1981) a montré que chez la Limande, l'utilisation du poids du poisson éviscéré est préférable d'où :

$$\text{RGS \%} = \frac{\text{poids des gonades } (P_g)}{\text{poids du poisson éviscéré } (P_v)} \times 100$$

$$\text{RHS \%} = \frac{\text{poids du foie } (P_f)}{\text{poids du poisson éviscéré } (P_v)} \times 100$$

Les valeurs de ces deux rapports ont été calculées mensuellement par sexe et groupe d'âge.

3.3.2 - Coefficient d'allométrie et indice pondéral

La relation liant la taille au poids d'un individu est de type allométrique, c'est à dire de la forme :

$$P_p = K \cdot L_T^b$$

où P_p est le poids plein de l'animal en grammes
 L_T est sa longueur totale en centimètres
 b est le coefficient d'allométrie
 K est l'indice pondéral ou coefficient de condition

Les corps de la plupart des espèces de poissons conservent leurs proportions initiales durant toute leur vie (b constant). Cette permanence relative de la forme permet de considérer le "facteur condition" comme un reflet de la bonne ou mauvaise "condition physique" des individus. Ainsi, l'observation des variations des valeurs prises par K vient confirmer les différentes phases du cycle sexuel, définies grâce au suivi des rapports gonado et hépato somatiques.

Lors d'une étude antérieure (TASSEL, 1984), nous avons remarqué que les valeurs mensuelles moyennes des coefficients d'allométrie b des femelles étaient toujours supérieures à 3, alors que celles des mâles en étaient toujours inférieures. Cela signifie donc que le poids des mâles augmente moins vite que le cube de leur longueur, donc que leur "forme" tend à s'affiner quand la taille augmente, et qu'au contraire celui des femelles augmente plus vite que le cube de leur longueur, donc qu'elles ont tendance à s'"arrondir" en grandissant. Néanmoins, afin de pouvoir comparer nos résultats à ceux obtenus par d'autres auteurs, le calcul de la valeur de K a été effectué à partir de la formule préconisée par BAUCHOT & BAUCHOT (1978) en imposant $b=3$:

$$K = 1000 \times \frac{P_p}{L_T^3}$$

Cet indice correspond au poids somatique en grammes pour une longueur totale en centimètres.

3.4 - Echelles macroscopiques de maturation des gonades

Les modifications histologiques intervenant au cours de la gamétogenèse entraînent des variations de l'aspect extérieur des gonades. Ces étapes macroscopiques ont été précisées par l'élaboration d'une échelle de maturation répondant à deux conditions :

- (1) Identification rapide et sans erreur d'interprétation possible quel que soit l'observateur ;
- (2) Correspondance avec des stades de la gamétogenèse (cette condition nécessite des préparations histologiques) ;

En tenant compte de ces contraintes, nous avons défini six stades de maturation chez les femelles et quatre chez les mâles.

3.5 - Etude histologique de l'ovogenèse et de la spermatogenèse

Un suivi histologique de la maturation des gonades, réalisé durant la première année de l'étude (1984), a permis d'établir les échelles de maturité. Seuls la méthode utilisée ainsi que les résultats finaux sont présentés ; les coupes histologiques ayant déjà fait l'objet d'un travail antérieur (TASSEL, 1984).

3.5.1 - Prélèvements d'organes et fixation

Afin d'éviter la dégradation des tissus, les prélèvements destinés aux études histologiques ont été effectués immédiatement après la capture des individus.

Femelles

Chez la Limande, l'ovogenèse se déroule de manière uniforme dans toutes les régions de l'ovaire. Un échantillon, quelle que soit son origine (antérieure, médiane ou postérieure), sera donc représentatif de l'organe en entier (HTUN HAN, 1978 a et b). Nous avons donc prélevé, dans la partie médiane de l'ovaire, un échantillon de 5 à 10 mm³ que nous avons fixé durant trois jours dans du BOUIN HOLLANDE.

Lorsque l'ovaire était rempli d'ovocytes chargés en réserves vitellines, la découpe d'un petit cube était malaisée. Pour pallier cet inconvénient, l'organe entier était alors durci par immersion dans le liquide fixateur pendant 3 jours à une semaine. L'échantillon pour histologie était ensuite prélevé plus facilement et maintenu trois jours supplémentaires dans le fixateur.

Mâles

Les testicules ont été prélevés et fixés suivant la même technique que celle utilisée pour les femelles.

Nous avons néanmoins complété ces prélèvements de frottis permettant de contrôler rapidement l'état de maturité des mâles ; à l'aide d'une aiguille aplatie, une partie du liquide séminal est déposée sur une lame et étalée par une lamelle.

Les colorations sont identiques à celles pratiquées sur les coupes ovariennes.

3.5.2 - Inclusions et coupes

Après déshydratation et séjour dans l'alcool butylique, les pièces ont été incluses dans de la cytoparaffine (56 - 58 °C) ; les blocs de paraffine ont été ensuite débités en coupes de 7 µm d'épaisseur.

Les blocs contenant des ovocytes chargés en réserves vitellines ont été plongés une nuit dans de l'eau distillée ; leurs cellules, alors gorgées d'eau, ont été plus faciles à découper.

Les coupes ont été alors collées à l'albumine, sur des lames, puis séchées en étuve.

3.5.3 - Coloration

La coloration trichromique de Masson modifiée permet une bonne observation des modifications des structures cellulaires et de leur évolution au cours de la vitellogenèse.

Après déparaffinage, les coupes subissent les opérations suivantes :

Hématoxyline de Groat	- 5 min. (coloration des noyaux)
Fushine acide	- 30 sec. (coloration cytoplasmique)
Rinçage à l'eau courante	
Acide phosphomolybdique	- 10 min. (différenciateur)
Bleu d'aniline	- 5 min. (coloration des fibres collagènes)
Rinçage à l'eau courante	
Eau acétifiée à 1 %	- 5 min. (élimine le bleu et l'acide phosphomolybdique)
Alcool acétifié à 1 %	- 2 min.
Déshydratation, puis montage dans le Xam	

Les noyaux apparaissent en rose ou brun clair, le cytoplasme en rouge et les fibres de collagène en bleu. Les réserves vitellines sont, selon leur nature, colorées en rouge, jaune, orange ou bleu.

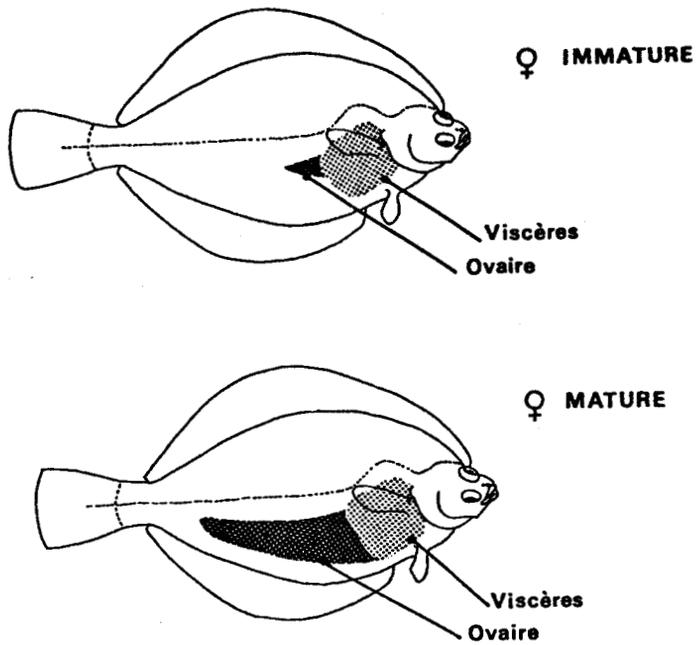
3.6 - Taille et âge de première reproduction

L'âge et la taille de première reproduction d'une espèce sont des paramètres caractéristiques liés aux stocks et utiles en dynamique des populations (POSTEL, 1973).

3.6.1 - Identification rapide des gonades matures

C'est juste avant la période de reproduction (printemps) que la différence entre les animaux matures et immatures est la plus nette. C'est donc à cette époque que les ogives de maturité ont été établies : les ovaires des femelles matures occupent alors la totalité de la cavité abdominale de l'animal (provoquant même une légère saillie des flancs) ; ceux des femelles immatures sont de petite taille. Il est alors possible, par l'observation en transparence au travers de la cavité abdominale, de déterminer l'état de maturité sexuelle des femelles : si les ovaires sont petits et triangulaires, elles sont immatures ; s'ils sont volumineux et opaques, elles sont matures (Fig. 6).

Cette technique d'observation n'est malheureusement pas transposable aux mâles. En effet, quel que soit le stade de maturation, les testicules demeurent accolés aux viscères, se confondent avec eux par transparence. La détermination de leur état de maturité nécessite donc une dissection de l'animal ; les testicules des matures apparaissent alors blancs laiteux et festonnés et ceux des immatures sous forme de fins filaments.



Observations réalisées en février-mars

Fig. 6 : Détermination de la maturité sexuelle d'une limande femelle par observation en transparence de ses ovaires (d'après HOLDEN, 1974)

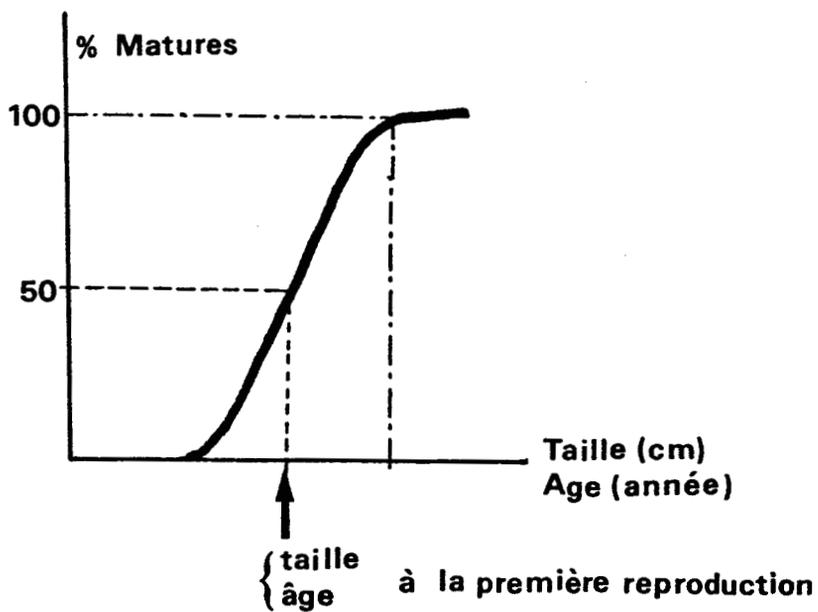


Fig. 7 : Détermination graphique de la taille et de l'âge de la première reproduction à partir d'une ogive de maturité

3.6.2 - Elaboration des "ogives de maturité"

Pour chacun des individus examinés, sa taille au centimètre inférieur est notée et son stade de maturité sexuelle défini. On obtient ainsi, pour chaque sexe, la proportion d'individus matures par classe de taille de un centimètre.

A l'aide des clés taille-âge (établies à partir des otolithes), il est possible de calculer les proportions d'individus matures par groupe d'âge et par sexe.

Si l'on reporte sur un graphique le pourcentage d'individus matures en fonction de leur taille (ou de leur âge), on obtient une courbe en "S" dite "ogive de maturité" (Fig. 7) sur laquelle on détermine directement la taille ou l'âge correspondant à 50 % d'individus matures. Ces paramètres de population sont classiquement appelés "taille (ou âge)" de première reproduction.

3.6.3 - Problèmes rencontrés dans l'élaboration des ogives Limites aux interprétations

En Manche orientale, la taille minimale de capture autorisée aux professionnels est de 15 cm, mais pour des raisons commerciales, seuls les individus de plus de 20 cm sont mis en vente. Or, comme nous le verrons par la suite, il se trouve que cette taille (20 cm) est très voisine de la taille de première reproduction de l'espèce ; l'élaboration des ogives de maturité ne peut donc être réalisée à partir des seuls débarquements commerciaux. Les résultats collectés sur les quais ont donc été complétés d'observations provenant de chalutages expérimentaux effectués par le SEPIA II dans les mêmes secteurs de pêche que les professionnels.

La nécessité de procéder à une dissection pour identifier l'état de maturité des testicules ainsi que les faibles proportions de mâles dans les captures (sexratio moyen sur toutes les classes de taille voisin de 30 %) viennent limiter les observations de l'état de maturité. Néanmoins on peut penser que les ogives établies fournissent une bonne estimation de la taille à la première reproduction.

Rappelons que les tailles et âges de première reproduction ainsi déterminés n'ont pas de signification biologique individuelle, mais sont des paramètres statistiques liés à une population. Ainsi, si une espèce possède un âge de première reproduction de 2,5 ans, cela ne signifie pas que les individus se reproduisent à 2 ans et 6 mois, mais que, lors de la saison de reproduction (au printemps), un peu moins d'un tiers des animaux de deux ans et deux tiers de ceux de trois ans se reproduisent.

4 - Méthodes d'étude de la croissance

4.1 - Détermination de l'âge

4.1.1 - Position anatomique et fonctions des otolithes

Les otolithes font partie du labyrinthe de l'oreille interne. Chaque labyrinthe est entouré d'une capsule otique (composée de quatre os assemblés) et est formé (Fig. 8) :

+ d'une pars superior contenant trois canaux semi-circulaires s'ouvrant sur une chambre : l'utricule. Elle sert au maintien et à la régulation du tonus musculaire ainsi qu'à la réception de stimuli externes (LOWESTEIN, 1957).

+ d'une pars inferior, connectée aux trois canaux, qui comprend deux chambres : la sacculle et la lagna. Elle sert à percevoir les sons et les changements de position du poisson dans l'espace.

Chaque chambre renferme un otolithe :

- [le lapillus dans l'utricule
- [la sagitta dans la sacculle
- [l' asteriscus dans la lagna

Les tailles relatives des trois types d'otolithes sont très variables d'une espèce à l'autre. Cependant, chez la plupart des espèces, dont la Limande, la sagitta est la plus grande. C'est donc elle qui est généralement utilisée dans la détermination de l'âge.

Le labyrinthe est rempli d'endolymphe, les tunnels et cavités crâniennes de tissus connectifs et de périlymphe.

Chez les Pleuronectiformes la métamorphose n'affecte pas la région otique ; les capsules se trouvent de ce fait l'une au dessus de l'autre lorsque l'animal se trouve dans sa position habituelle (couché sur le côté gauche pour la Limande).

4.1.2 - Morphologie, structure et croissance des otolithes

4.1.2.1 - Morphologie externe

Leur forme est spécifique ; néanmoins, à l'intérieur d'une même famille les otolithes conservent une certaine analogie de forme (CHAINE et DUVERGIER, 1934). Ainsi, chez les Pleuronectes ils sont plus ou moins circulaires, aplatis et légèrement concaves (Fig. 9).

Cette spécificité dans la forme est très utile lors de l'étude des contenus stomacaux de poissons ou d'oiseaux piscivores (HARKONEN, 1986), ou bien lors de l'étude de poissons fossiles (GORECKI, 1984), car bien souvent, elle est le seul élément permettant d'identifier l'animal ingéré.

Leur morphologie externe est semblable, quelle que soit la famille considérée, et subit peu de modifications au cours de leur croissance (Fig. 10) : la sagitta comprend une face interne, bombée, creusée d'un sillon (sulcus acusticus) correspondant à l'insertion du huitième nerf crânien et une face externe concave.

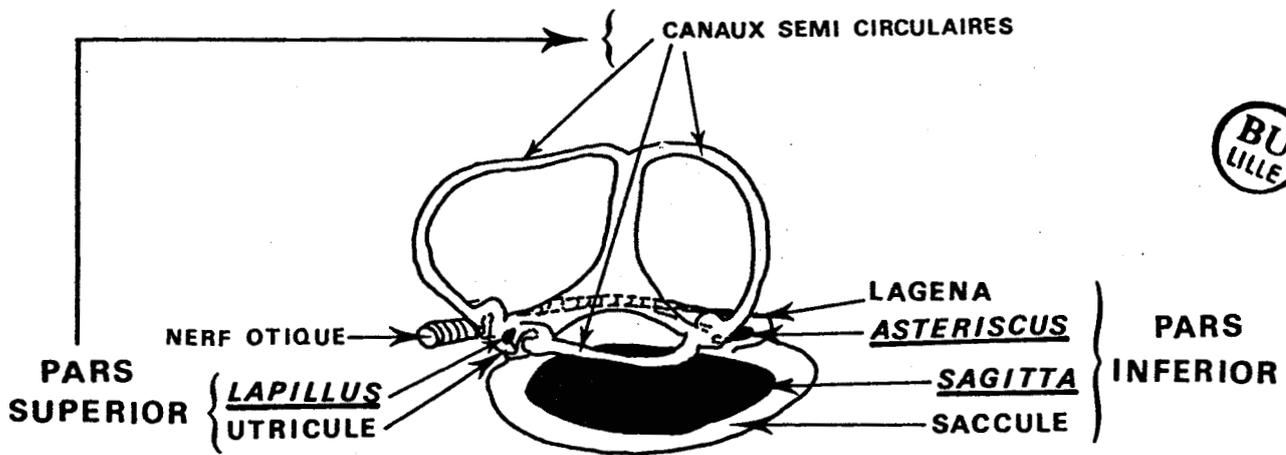


Fig. 8 : Labyrinthe de l'oreille interne de Morue (*Gadus morhua*)
Relation entre les canaux semi-circulaires et les chambres de
l'otolithe (d'après BLACKER, 1974)

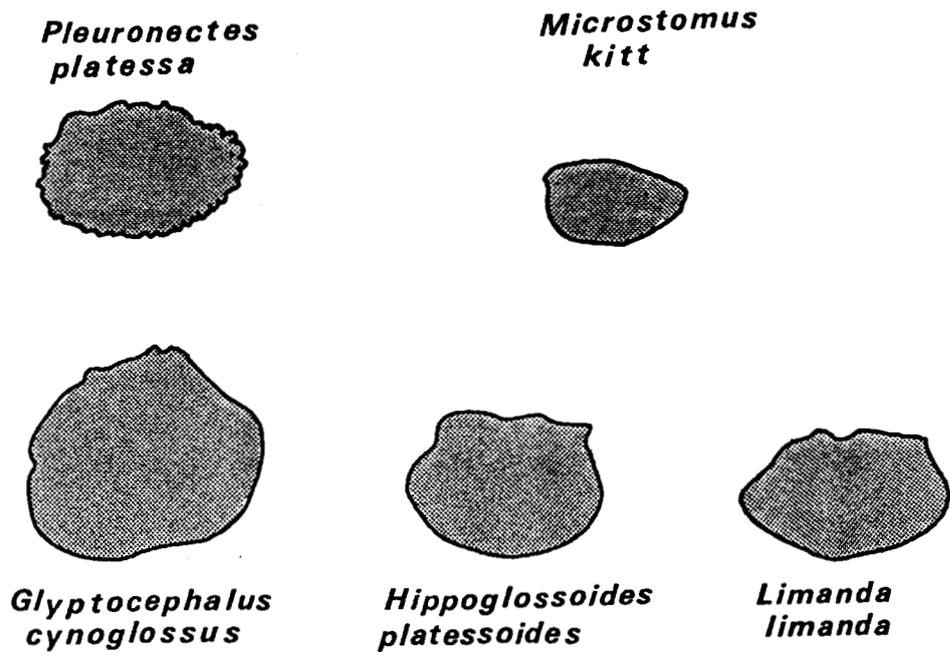


Fig. 9 : Formes de quelques sagittas de pleuronectiformes

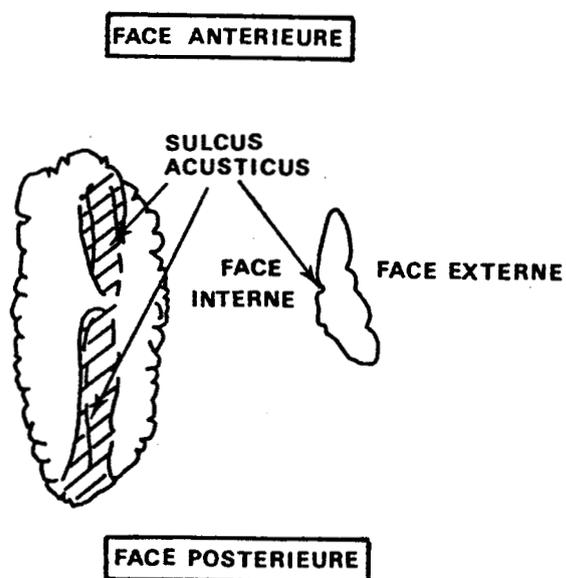


Fig. 10 : Morphologie externe d'une sagitta de Morue (Gadus morhua)
(BLACKER, 1974)

4.1.2.2 Structures internes

L'otolithe est essentiellement composé de cristaux de carbonate de calcium inclus dans une matrice organique formée d'une protéine fibreuse (proche de la kératine et du collagène) que DEGENS (1969) a baptisée otoline. Le calcium est exclusivement sous forme d'aragonite ; les cristaux en aiguille divergent dans les trois dimensions, du centre vers la périphérie, en passant par les mailles du réseau organique (BLACKER, 1975).

4.1.2.3 Croissance

Le mécanisme physiologique de la croissance des otolithes, fortement lié au métabolisme du calcium (SIMKISS, 1973), reste encore mal connu. L'expérimentation in situ est en effet très délicate, voire impossible à réaliser. D'après ENGER (1964) et MUGIYA (1964), chez les Téléostéens des eaux tempérées, le précurseur de la matrice organique serait sécrété par une aire sensorielle en contact avec l'otolithe (la macula acustica), et les dépôts de carbonate de calcium seraient associés à des variations de concentration du calcium dissous dans l'endolymphe.

Les constituants minéraux et organiques se déposent, autour d'un nucleus central, en anneaux journaliers concentriques, visibles au microscope (PANELLA, 1973 ; CAMPANA, 1982). Minéraux et protéines ne se déposent pas de manière constante et en proportions égales tout au long de l'année : il semblerait qu'en période de croissance ralentie les cristaux d'aragonite soient larges et la matière organique peu abondante, alors que dès que les conditions climatiques redeviennent favorables, les cristaux grandissent et les protéines sont plus abondantes (DANNEVIG, 1956 ; IRIE, 1960). Ainsi, un otolithe observé à la loupe binoculaire apparaît constitué d'une zone centrale et d'une alternance de zones transparentes, formées pendant la saison de croissance ralentie, et de zones opaques, formées pendant la période de croissance accélérée.

Les périodes de croissance alternativement lentes et rapides varient selon les espèces et leurs habitats. Ainsi, dans nos régions, pour une espèce comme la Limande, la période de croissance rapide (anneau opaque) correspond schématiquement à l'été, et celle de croissance lente (anneau transparent) à l'hiver. Par contre, chez le Flet de Méditerranée (Platichthys flesus flesus) la correspondance entre dépôts et saisons est inversée. En effet, pour cette espèce d'origine septentrionale qui se trouve là à la limite sud de sa répartition géographique, la mauvaise saison est l'été (QUIGNARD, communication personnelle).

La larve possède déjà des otolithes (WILLIAMS & BEDFORD, 1973) qui lui permettent de se situer dans la masse d'eau. Ainsi, selon la période de naissance de l'animal, la nature (et donc l'aspect) de la zone centrale de l'otolithe change : si l'individu naît pendant la saison de croissance maximale, le centre de l'otolithe est opaque, sinon il est hyalin. C'est ainsi que l'on arrive à séparer deux populations de Hareng vivant en Manche et mer du Nord - l'une se reproduisant en automne et l'autre au printemps (POSTUMA & ZIJLSTRA, 1958 ; POSTUMA, 1974). Chez la Limande cette différence de structure de la partie centrale de l'otolithe n'a jamais été décrite ; mais néanmoins l'étalement des pontes entraîne des modifications dans son diamètre, provoquant l'apparition de larges parties centrales sur les otolithes d'animaux naissant tôt dans la saison, et l'apparition de parties centrales plus étroites sur les otolithes d'animaux issus de pontes tardives (DENIEL, 1981 et observations personnelles).

4.1.3 - Prélèvements

Les sagitta droite et gauche sont extraites par section du neurocrâne et des capsules otiques, au couteau ou au sécateur, selon une ligne préalablement définie pour l'espèce. Puis, les deux parties de part et d'autre du plan de section sont écartées révélant ainsi les deux sagitta dans les demi cavités otiques (Fig. 11). Elles sont alors extraites, rincées, essuyées puis conservées à sec dans des boîtes à cupules transparentes où elles peuvent se conserver plusieurs années.

4.1.4 - Interprétation des anneaux de croissance

L'otolithe de Limande est mince ; il peut donc être observé sans traitement sous un lecteur de profil (NIKON) ou une loupe binoculaire, immergé dans de l'eau, soit en lumière transmise, soit en lumière réfléchie (le recours aux deux modes d'éclairage s'est avéré parfois nécessaire pour confirmer la présence d'un anneau). Les otolithes difficilement interprétables n'ont pas été pris en compte dans les résultats.

Les "lectures" d'otolithes ont été exploitées en appliquant les règles établies de nomenclature (WILLIAMS, 1973) :

Age : temps de vie d'un poisson en mois, depuis sa naissance (éclosion de la larve) jusqu'à sa mort.

Groupe d'âge : ensemble de poissons de même âge, compté en nombre entier d'années, conformément à une convention en vigueur qui utilise le premier janvier comme date de naissance théorique des poissons demersaux de l'Atlantique nord. Chaque groupe d'âge est désigné par un chiffre arabe entier.

Groupe Z+ : le chiffre désignant le groupe d'âge est suivi d'un signe + lorsqu'il comprend les individus du groupe, plus tous ceux des groupes d'âge supérieurs. L'emploi de cette limite supérieure est intéressant surtout pour les individus âgés dont l'appartenance à un groupe d'âge précis est parfois difficile à déterminer.

Classe : elle est constituée de tous les animaux nés la même année et est désignée par le numéro de l'année de naissance.

La détermination individuelle et précise de l'âge d'un poisson par comptage des anneaux saisonniers se trouvant sur les otolithes implique donc :

- (1) la connaissance préalable de la période d'éclosion des larves ;
- (2) la vérification de la correspondance entre les zones opaques et hyalines des pièces calcifiées et les périodes de croissance active et ralentie ;
- (3) la connaissance de la date de capture de l'animal ;

FACE DORSALE

FACE VENTRALE

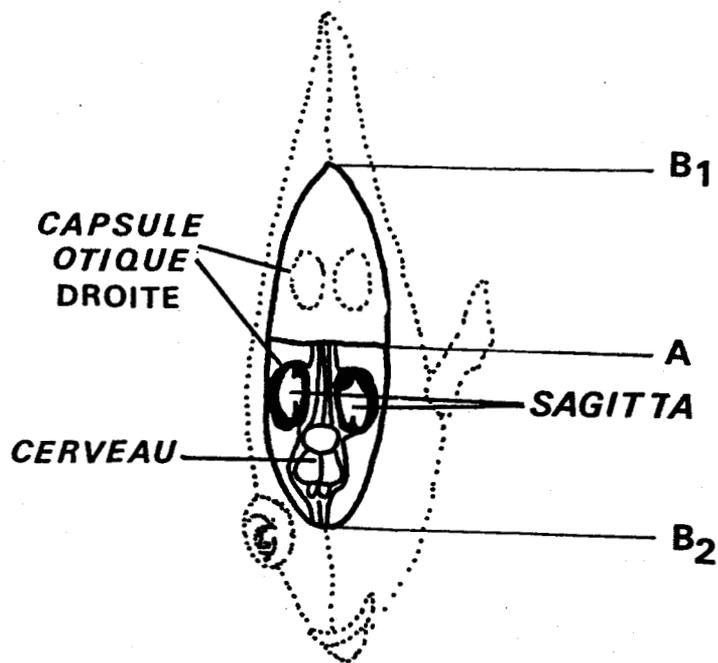


Fig. 11 : Position anatomique des sagitta de Limanda limanda
Vue frontale : otolithes présents dans les capsules otiques
après section du neurocrâne selon l'axe B₁-A-B₂

GROUPE
D'AGE

LUMIERE REFLECHIE

CLASSE

GR. 1					1985
	10-12 mois	13-15 mois	16-18 mois	19-21 mois	
GR. 2					1984
	22-24 mois	25-27 mois	28-30 mois	31-33 mois	
GR. 3					1983
	34-36 mois	37-39 mois	40-42 mois	43-45 mois	
GR. 4					1982
	46-48 mois	49-51 mois	52-54 mois	55-57 mois	
mois observation	J F M	A M J	J A S	O N D	1986

BU
LILLE

DATE
DE
NAISSANCE
(1^{er} avril)

Otolithes observés in toto

5 mm

d'après doc. photographiques

Fig. 12 : Suivi des dépôts sur les otolithes de Limanda limanda
Vérification de la simultanéité d'apparition des dépôts et des
saisons

L'observation trimestrielle de la croissance des sagitta de limandes appartenant à quatre groupes d'âge (Fig. 12) permet de vérifier que pour tous les groupes d'âge, les dépôts opaques (croissance active de l'animal : printemps-été) apparaissent préférentiellement au cours du troisième trimestre, les dépôts transparents (périodes de croissance ralentie : automne-hiver) se rencontrent tout le reste de l'année. Le nombre d'hivers vécus par un animal se déduira donc du nombre d'anneaux hyalins observables sur son otolithe.

4.1.5 Problèmes rencontrés lors de la lecture de l'âge Utilité d'un examen approfondi des otolithes

Il ne suffit pas toujours de compter le nombre d'anneaux d'hiver d'un otolithe pour avoir une bonne estimation de l'âge d'un animal. Ainsi, avec le vieillissement l'otolithe croît plus en épaisseur qu'en longueur et les zones de croissance diminuent de largeur : les dépôts successifs gênent la localisation du premier anneau et les zones de croissance deviennent de plus en plus délicates à identifier.

Rappelons qu'afin d'éviter ce type d'erreur lors des interprétations, les individus de plus de cinq ans ont été rassemblés dans un même groupe d'âge (groupe 5+).

De même, certains chocs physiologiques, tels que les pollutions, les brusques variations thermiques etc... viennent perturber la croissance ou la régularité des dépôts d'un otolithe qui peut présenter alors :

- des anneaux dédoublés ou absents. Ainsi, d'après les études faites suite au naufrage de l'Amoco Cadiz sur les côtes bretonnes, il semble que les pollutions par hydrocarbures perturbent fortement la croissance des poissons plats (plies et soles) entraînant alors l'apparition d'un anneau hyalin au milieu des dépôts opaques (CONAN & FRIHA, 1979 et DENIEL, communication personnelle).
- un mince anneau hyalin qui apparaît au milieu d'un anneau large et opaque que JENSEN (1965) assimile à un anneau de reproduction (spawning zone). Cependant cette interprétation est mise en doute par QUIGNARD et LAGARDERE (communication personnelle).
- une mauvaise calcification partielle ou totale qui rend parfois l'observation des anneaux impossible (otolithes cristallins).

Ces différentes sources d'erreurs peuvent être évitées par un suivi mensuel de l'apparition des dépôts saisonniers ainsi que par des observations rapprochées des conséquences d'un stress sur les pièces calcifiées (pollution, été plus chaud, hivers rigoureux, ...). De plus, en ne comptabilisant que les anneaux présents sur toute la pièce et en rejetant systématiquement les otolithes risquant de contenir des anneaux surnuméraires, nous avons tenté de minimiser les risques d'erreur d'interprétation.

Nous venons de voir qu'un choc physiologique entraîne un stress visible sur l'otolithe. Une observation à posteriori détaillée des structures, microstructures et malformations rencontrées sur les otolithes révélera les différents "accidents" intervenus dans la vie de l'animal : vie pélagique de la larve, chute sur le fond et migration des yeux, pollution, première reproduction (PANNELLA 1971, STEFFENSEN 1980, BROTHERS 1981, RADTKE 1982, RALSTON & MIYAMOTO 1983, CAMPANA 1984 et 1985, MILLER & STORCK 1984, PENNEY & EVANS 1985, JONES 1986 etc ...).

4.2 - Méthodes de calcul et représentations graphiques

4.2.1 - Croissance en longueur

4.2.1.1 - Clés taille-âge

Quels que soient les modèles d'ajustement utilisés, les données d'origine se présentent sous la forme d'un tableau (ou "clé") établissant les correspondances entre les tailles des individus d'une population et leurs âges. Ces clés taille-âge, introduites en 1934 par FRIDRIKSSON, permettent de calculer les paramètres des équations de croissance en longueur d'une population et d'en estimer la composition en âge.

Rappelons que les sous-échantillons ayant permis l'élaboration des clés taille-âge ont été réalisés à partir d'un nombre uniforme d'individus (environ dix) prélevés dans chaque classe de taille d'un centimètre ; les clés fournissent donc les proportions des classes d'âge pour toutes les classes de tailles de l'échantillon. De ce fait, les liens de proportionnalité existant entre les classes de tailles de la population ne sont plus conservés, ce qui entraîne une déformation des pyramides d'âges au niveau des valeurs extrêmes lors de l'estimation des structures d'âge (les densités de jeunes individus sont sous-estimées et celles des plus âgés sur-estimées). Afin de minimiser l'erreur liée à l'échantillonnage, KIMURA (1977) préconise, dans la mesure du possible, de réaliser un prélèvement proportionnel aux effectifs observés à chaque classe de longueur ; cependant cette stratégie est difficilement applicable à bord d'un chalutier, c'est pourquoi nous avons préféré pondérer les clés taille-âge par les captures. Le nombre d'otolithes lus pour une taille et un âge donnés est multiplié par le rapport entre l'effectif total de la classe de taille étudiée et l'effectif de la classe de taille échantillonnée. De ce fait, les clés taille-âge conservent les proportions entre les différentes classes de tailles se rencontrant dans le chalut dont les individus de l'échantillon sont extraits.

La sélectivité de l'espèce face à l'engin échantillonneur peut venir perturber les distributions de tailles de l'échantillon, phénomène amplifié par le rééquilibrage des clés ; en effet, l'échappement des jeunes individus au travers des mailles du chalut implique que seuls les plus grands des jeunes poissons sont capturés. Ce biais systématique porte essentiellement sur les plus petites classes (moins de 15 cm). C'est pourquoi nous n'avons pas pris en compte des données les concernant lors de l'estimation des paramètres des équations de croissance ; elles figurent dans les résultats à titre indicatif.

Dans notre étude, les couples de valeurs observés appartenaient à plusieurs cohortes capturées durant trois années consécutives. Une clé moyenne a été établie séparément par sexe. Pour chaque individu on a noté sa taille au centimètre inférieur et son âge en mois calculé à partir du groupe d'âge et de la date de naissance moyenne des cohortes (le premier avril en Manche orientale). Ainsi une limande capturée le premier février 1986 dont l'otolithe présente trois anneaux hyalins (donc trois hivers vécus par l'animal) fera partie du groupe 3 et sera âgée de deux ans dix mois.

4.2.1.2 - Equation de croissance en longueur

Choix du modèle

Il existe de nombreux modèles mathématiques traduisant la croissance en longueur des poissons d'une population en fonction de leurs âges. Ils vont de la droite à l'exponentielle élevée à la puissance temps du modèle de GOMPERTZ (1825) en passant par des modèles tels la parabole (KNIGHT, 1969) et le modèle de von BERTALANFFY (1938).

Le choix de l'un ou de l'autre de ces modèles est conditionné par de nombreuses contraintes dont les plus importantes sont : l'intervalle des observations et la possibilité de comparaison de nos résultats avec ceux fournis par d'autres auteurs.

Dans le cadre de ce travail et malgré les restrictions de plus en plus fréquentes qu'on lui accorde (KNIGHT 1968, ROFF 1980), nous avons utilisé le modèle de von BERTALANFFY en raison notamment de l'universalité de son emploi, de sa simplicité d'utilisation et de son bon ajustement à nos résultats.

Ainsi la croissance en longueur des limandes de Manche orientale se traduira par :

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

où L_t est la longueur totale à l'instant t

L_∞ est la longueur pour $t = \infty$

K est en rapport avec la vitesse selon laquelle la taille atteint la valeur asymptotique

t_0 est l'âge théorique auquel la taille est nulle (extrapolation du modèle à gauche)

Signification des paramètres d'ajustement

Les valeurs des différents paramètres t_0 , L_∞ et K n'ont pas de signification biologique propre, en raison notamment de l'interdépendance de leur détermination (KNIGHT, 1968) : ce sont des paramètres d'ajustement à un modèle biologique de croissance, fiables uniquement dans les limites de l'intervalle des observations (éventuellement hasardeuses) et ne pouvant donc pas faire l'objet d'études comparatives (JOSSE et al. 1979). LE GUEN (1973) a montré que pour des croissances observées identiques, la transcription mathématique des résultats pouvait aboutir à des différences apparentes très importantes si l'on ne s'en tenait qu'aux comparaisons des paramètres L_∞ , K , et t_0 . Ainsi, L_∞ est l'asymptote de la courbe dans l'intervalle des tailles observées. Il se peut que cette valeur ne soit jamais atteinte (l'animal ne vit pas assez longtemps pour cela) ou, au contraire, que l'on observe des valeurs supérieures à L_∞ (en raison de fluctuations aléatoires ou parce que l'équation n'est plus fiable au delà d'une certaine limite de taille). De même, K est une constante déterminant la vitesse avec laquelle les individus d'une population atteignent leur longueur asymptotique : un K élevé indique que les individus atteignent rapidement L_∞ . Par ailleurs, la taille à l'éclosion n'est jamais ni nulle ni négative ; or il n'est pas rare d'observer des t_0 nuls ou négatifs ; t_0 n'est qu'un paramètre rendant compte de l'origine de la courbe prise comme modèle sur un intervalle déterminé d'observations.

Erreurs

Limites des interprétations

FREON (1984 et 1985) s'est interrogé sur l'influence des différentes erreurs commises lors de la détermination des paramètres des croissances individuelles suivant le modèle de l'équation de von BERTALANFFY. Il a démontré que la dispersion des tailles autour de la moyenne est essentiellement due :

- au début de la courbe de croissance, à l'erreur commise sur la date de naissance ;
- au milieu de la courbe, à celle provenant des variations individuelles de K (vitesse de croissance) ;
- en fin de la courbe, aux différentes valeurs individuelles de L ;

L'ajustement sera donc d'autant plus précis que la variabilité des tailles est petite pour des poissons de même âge (WESTRHEIM & RICKER 1978, REED & KENNETH 1979).

Le modèle de croissance adopté suppose une croissance constante tout au long de l'année. Or, DENIEL (1984) pour la Limande et de nombreux auteurs pour d'autres espèces (TAYLOR 1962, PALOHEIMO & DICKIE 1965, SHELBY & GERKING 1966, CLOERN & NICHOLS 1978, LASSERRE 1981), ont démontré qu'il n'en est rien dans les eaux tempérées, mais que la croissance varie selon les saisons et est fortement influencée par l'activité reproductrice de l'espèce. En introduisant dans les équations de von BERTALANFFY un coefficient variant avec le temps, il est possible d'ajuster la courbe aux données brutes (CLOERN & NICHOLS, 1978). La courbe résultante est alors en "escalier", succession de périodes de croissance active et de croissance plus lente, dont l'allure générale se conforme à plusieurs équations de von BERTALANFFY accolées. Néanmoins, il est probable que la courbe de croissance des longueurs moyennes d'une cohorte suive le modèle de von BERTALANFFY.

Détermination des paramètres de l'équation

L'estimation des paramètres des équations de croissance a été réalisée à partir de la méthode proposée par TOLIMSON (in ABRAMSON, 1971) dans le programme BGC3 (disponible à l'IFREMER Brest).

Les données sont introduites sous forme de triplets (longueur-âge-fréquence) à partir desquels le programme calcule les paramètres de l'équation de croissance en minimisant la fonction :

$$Q = \sum_1^n [L_t - L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})]^2 \times f(t, L_t)$$

où n est égal au nombre total de triplets
 $f(t, L_t)$ est égal à la fréquence d'observation de la correspondance entre la taille L_t et l'âge t.

Ce programme permet d'effectuer un ajustement non linéaire sur des intervalles de temps inégaux entre eux.

4.2.2 Relation longueur-poids

La relation liant la taille au poids est de type allométrique, c'est à dire qu'elle relie des grandeurs mesurées non proportionnelles et se traduit par une fonction puissance de la forme (Fig 13 a):

$$P = K L^b$$

où P est le poids de l'animal

L est sa longueur

b est appelé coefficient d'allométrie

K est le coefficient de condition ou indice pondéral

Cette équation linéarisée par transformation logarithmique devient :
 $\text{Ln } P = \text{Ln } K + b \text{ Ln } L$.

Elle représente une droite dans le graphique Ln P ; Ln L (Fig 13 b) qui ne doit pas être estimée par une droite de régression (L, P) ni par une droite de régression (P, L), dans le sens que P et L ne se déduisent pas l'un de l'autre, mais par le premier axe principal du nuage de points qui symétrise le rôle de deux variables. Si le coefficient de corrélation r est proche de 1, une très bonne estimation est donnée par cet axe.

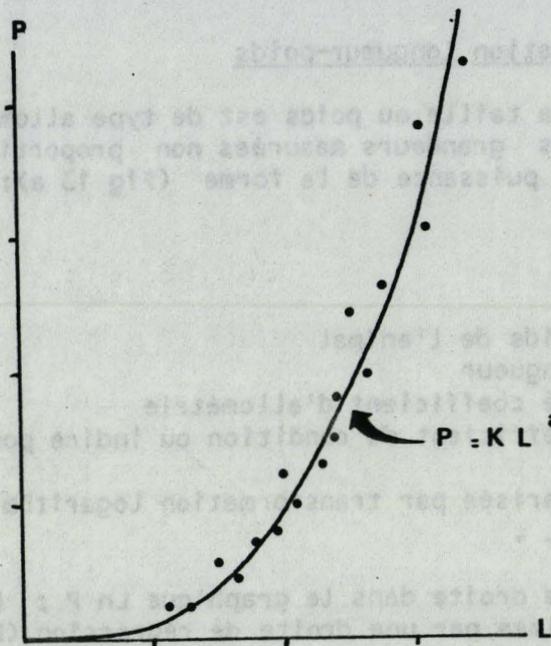
Cette droite passe par le point moyen M de coordonnées Ln P et Ln L,
et a une pente (b) égale à $\frac{\sigma (\text{Ln } P)}{\sigma (\text{Ln } L)}$.

Les relations taille-poids ont été calculées, par sexe, sur l'ensemble des données obtenues au cours des trois années de l'étude.

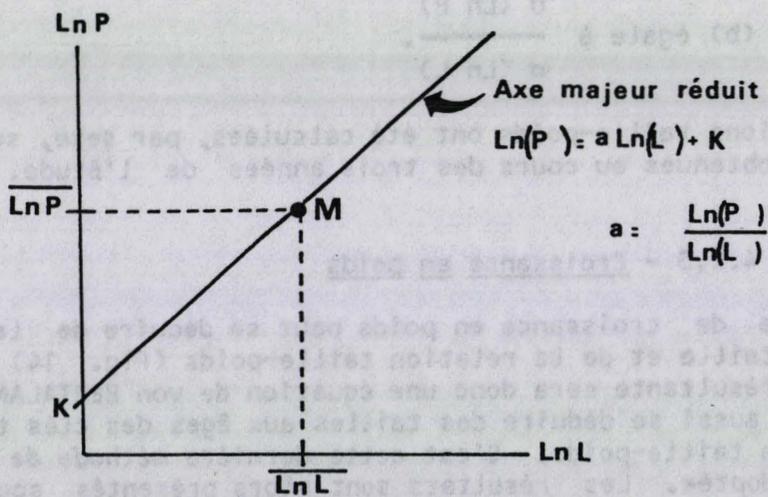
4.2.3 - Croissance en poids

La courbe de croissance en poids peut se déduire de la courbe de croissance en taille et de la relation taille-poids (Fig. 14) ; la courbe de croissance résultante sera donc une équation de von BERTALANFY.

Elle peut aussi se déduire des tailles aux âges des clés taille-âge et de la relation taille-poids. C'est cette dernière méthode de calcul que nous avons adoptée. Les résultats sont alors présentés sous forme de tableaux.



a - équation de la courbe de relation taille-poids



b - détermination des paramètres des équations

Fig. 13 : Relation taille-poids

CROISSANCE EN LONGUEUR

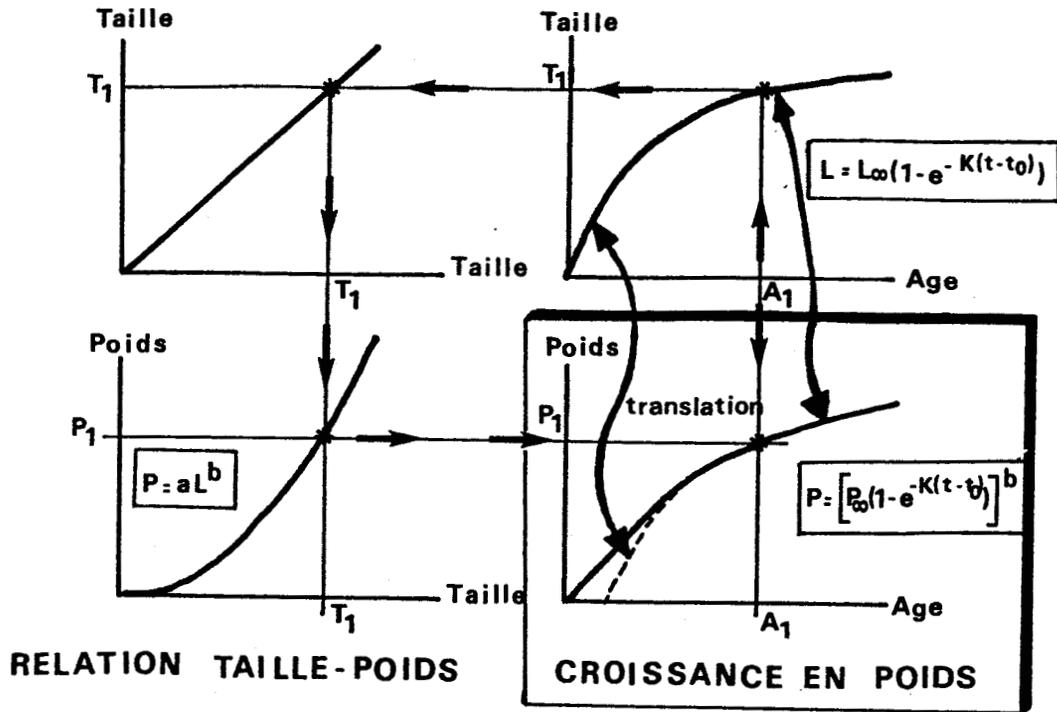


Fig. 14 : Méthode graphique de calcul de la courbe de croissance en poids à partir de la courbe de croissance en taille et de la relation taille-poids

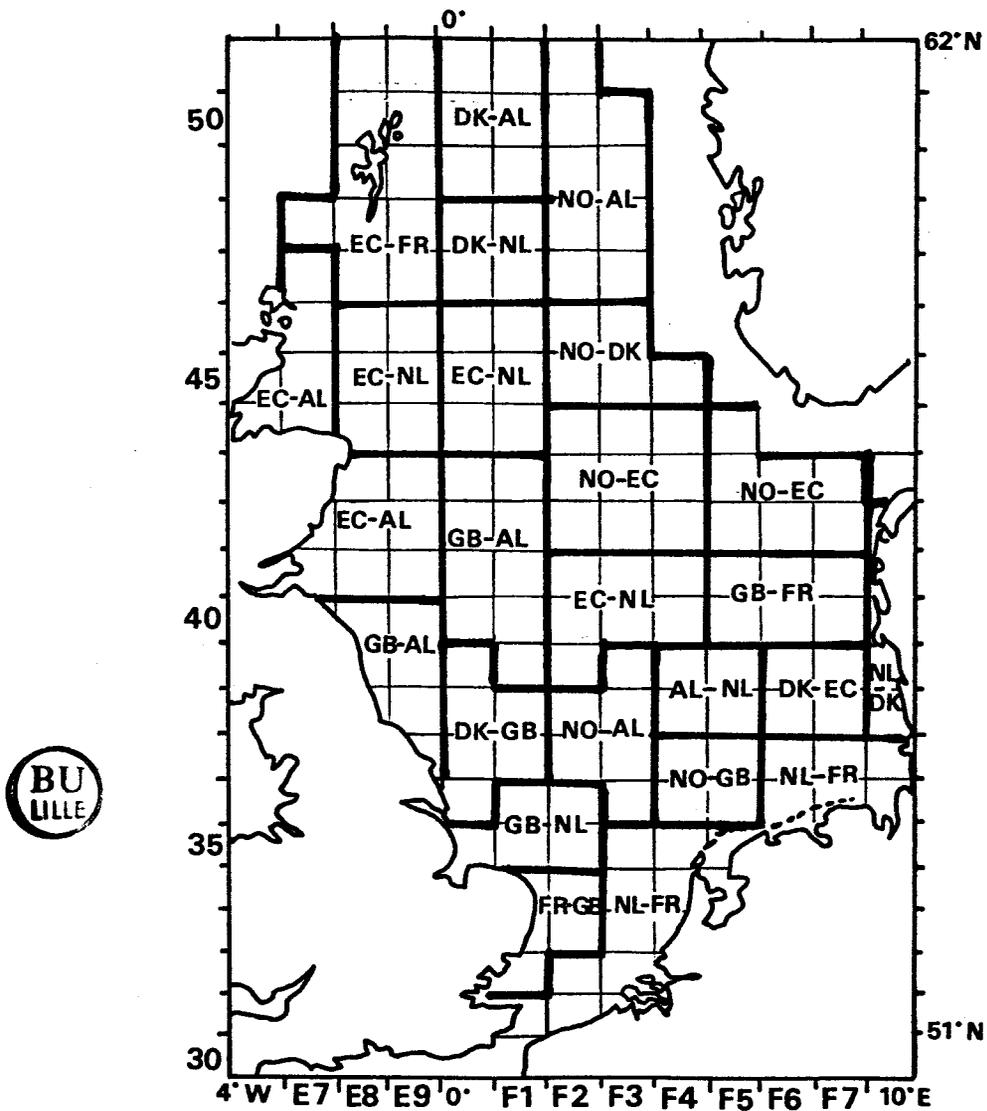


Fig. 15 : Désignation des rectangles statistiques en mer du Nord (numérotés de E7 à F8 et de 31 à 51) Secteurs de chalutage des différents pays participant à la campagne I.Y.F.S.

LEGENDE

- | | |
|----------------------|---------------|
| AL - ALLEMAGNE | NO - NORVEGE |
| DK - DANEMARK | NL - PAYS-BAS |
| EC - ECOSSE | |
| FR - FRANCE | |
| GB - GRANDE BRETAGNE | |

5 - Campagne "International Young Fish Survey"

Les données nécessaires à l'étude des répartitions spatiales et à l'analyse des distributions de tailles ont été collectées au cours d'une Campagne Internationale de Chalutages (I.Y.F.S. = International Young Fish Survey) se déroulant le premier trimestre de chaque +X'X en mer du Nord. Cette campagne est coordonnée par le C.I.E.M. (Conseil International pour l'Exploitation de la Mer) et réunit sept nations : Angleterre, Ecosse, Norvège, Danemark, Hollande, République Fédérale d'Allemagne et France.

5.1 Organisation générale de la campagne IYFS Echantillonnage

L'ensemble de la Mer du Nord, prospectée du 51° N au 61°30' N sur des fonds qui vont de 10 à 160 mètres, est divisée en 158 "rectangles statistiques", de 1/2 degré de latitude sur 1 degré de longitude, désignés par trois chiffres et une lettre : par exemple, 36F6 désigne la bande de latitude numéro 36 et la bande de longitude F6 (Fig. 15). Chaque pays participant se voit attribuer un certain nombre de ces rectangles dans lesquels il chalute "au hasard". En fait, le plan d'échantillonnage ne correspond pas à un échantillonnage aléatoire simple car il se limite aux fonds chalutables, et les coups de chaluts sont séquentiels. Néanmoins, nous considérerons en première approximation que chaque rectangle a fait l'objet d'un sondage aléatoire.

Chaque rectangle statistique est prospecté au minimum par deux pays (Fig. 15). Les moyens de récolte sont standardisés au maximum : l'engin est identique pour tous les bateaux, le temps de traîne fixé à trente minutes et la vitesse du chalut au fond égale à quatre noeuds. Selon l'importance de la récolte, les limandes sont prélevées en totalité ou sous-échantillonnées. Malheureusement, le volume du sous-échantillon n'est pas homogène entre les bateaux et dépend de l'appréciation du chef de mission. Les limandes sont toutes pesées et mesurées à bord (classes de taille de un ou deux centimètres selon le pays), et leurs otolithes sont prélevés sur une dizaine d'individus par classe de taille et sexe. On obtient alors, pour chaque trait, la composition spécifique quantitative, en particulier le nombre total de limandes capturées, et les distributions de tailles des limandes. Les sous-échantillons ont été ensuite mesurés, pesés et conservés, lorsque cela était possible, pour une étude biologique complémentaire. Les salinités et températures au fond et en surface sont enregistrées pour chacun des traits de chalut.

5.2 - Validation des résultats

Avant d'exploiter conjointement les données provenant de tous les navires, une vérification préalable de l'homogénéité de leurs résultats était indispensable. Nous avons donc comparé les captures de limandes des différents pays deux à deux, sur leur zone de prospection commune au cours des campagnes IYFS 1985 et 1986. Dix-neuf tests χ^2 ont été réalisés sur les données provenant de la campagne 1985 et quatorze sur la campagne 1986 (les données allemandes n'étant pas exploitées cette année là) (Tableaux 2 et 3). On voit que dix-sept des tests sur dix-neuf en 1985 et quatorze sur quatorze en 1986 sont non significatifs.



		FRANCE					
P.BAS	t = 0,027 ddl = 62	P.BAS					
G.BRETAGNE	t = 2,73 * ddl = 31	t = 1,12 ddl = 10	G.BRETAGNE				
ALLEMAGNE	t = 1,52 ddl = 42	t = 1,33 ddl = 54	t = 0,11 ddl = 30	ALLEMAGNE			
DANEMARK	X		t = 0,42 ddl = 13	t = 0,46 ddl = 4	t = 0,06 ddl = 40	DANEMARK	
NORVEGE	t = 2,15 ddl = 4	t = 2,11 ddl = 12	t = 1,04 ddl = 7	t = 0,18 ddl = 55	t = 0,11 ddl = 31	NORVEGE	
ECOSSE	t = 1,93 ddl = 26	t = 0,65 ddl = 35	X		t = 2,87 * ddl = 88	t = 1,04 ddl = 17	t = 1,46 ddl = 14

résultat significatif à 5 % = *

résultat significatif à 1 % = **

Tableau 2 : Comparaison des abondances de limandes capturées par deux pays sur leur zone de prospection commune au cours de la campagne IYFS 1985

		FRANCE					
P.BAS	t = 2,04 ddl = 63	P.BAS					
G.BRETAGNE	t = 0,58 ddl = 53	t = 1,01 ddl = 25	G.BRETAGNE				
ECOSSE	t = 1,09 ddl = 30	t = 0,28 ddl = 26	t = 0,35 ddl = 10	ECOSSE			
DANEMARK	t = 0,49 ddl = 14	t = 1,94 ddl = 7	t = 0,24 ddl = 33	t = 0,32 ddl = 16	DANEMARK		
NORVEGE	t = 5,12 ddl = 2	t = 1,73 ddl = 4	X		t = 2,14 ddl = 16	t = 0,94 ddl = 20	

Tableau 3 : Comparaison des abondances de limandes capturées par deux pays sur leur zone de prospection commune au cours de la campagne IYFS 1986

Au vu de ces résultats et devant l'impossibilité d'appliquer une correction permettant d'aligner rigoureusement les pays (rappelons que le test t ne fait que déceler une différence significative, sans la mesurer avec précision), nous avons tenté de dégager une première série d'informations à partir des données groupées par rectangle statistique, indépendamment de leur origine. Les données récoltées au cours d'une campagne ont donc été regroupées par rectangle statistique. On obtient alors, pour chaque rectangle, un histogramme "moyen" où l'effectif d'une classe de taille est égal à l'effectif moyen d'individus de cette classe de taille capturés au cours d'un trait de chalut standard d'une heure soit, la densité de la classe de tailles dans le rectangle considéré ; la somme des effectifs des classes de taille d'un rectangle donné correspond donc à la densité de l'espèce dans ce même rectangle. Notons que cette "densité" n'a qu'une valeur relative à l'engin utilisé, toujours sélectif ; toutefois le chalut employé semble être un assez bon échantillonneur pour les espèces nectobenthiques comme la Limande.

Les différents résultats utilisés dans les calculs (distributions de taille ou densités) sont pour chaque rectangle statistique, les effectifs de ces classes rapportés à un trait de chalut moyen d'une heure ; ils ont été saisis sur microordinateur sous forme de tableaux décrivant :

- les densités moyennes par rectangle statistique ;
- les distributions moyennes des tailles par rectangle statistique ;
- les compositions moyennes des âges par rectangle statistique ;

6 - Méthodes d'étude de la répartition spatiale

6.1 - Représentations graphiques de la densité

Après plusieurs essais de représentations, informatiques (TASSEL, 1986) ou graphiques (COPPIN, 1985 ; LEFEBVRE, 1986), des disques centrés sur le milieu des rectangles et de surface proportionnelle à la densité se sont avérés les plus représentatifs (les diamètres des cercles sont égaux à la racine carrée de l'effectif moyen d'un chalutage d'une heure multiplié par 0,3 mm).

Les densités totales sont représentées par des disques noircis : celles de chaque groupe d'âge sont indiquées par des secteurs noircis du cercle figurant la densité totale, proportionnels au pourcentage que représente cette classe d'âge dans le rectangle. Si le groupe d'âge est représenté en faible quantité, il est simplement indiqué par un rayon du cercle et les rectangles prospectés, mais n'ayant donné lieu à aucune capture de limande, sont identifiés par un point central.

Ce type de figuré, sans indiquer les valeurs précises, permet de visualiser les zones de concentration ou de dispersion.

6.2 - Variabilité interannuelle

L'examen des résultats fournis par les campagnes IYFS 1984, 1985 et 1986 a révélé une similarité dans les répartitions spatiales des densités totales. Les cartes de répartition année par année ont été publiées par TASSEL et DESMARCHELIER (1985) et LEFEBVRE (1986). Nous donnons ici les cartes de densité des valeurs moyennes par rectangle sur les trois années d'observations.

Rappelons que, du fait du caractère ponctuel des prélèvements, les cartes présentées ici correspondent à une "photographie" de ce qui se passe au premier trimestre de l'année.

6.3 - Paramètres physicochimiques du milieu

Les répartitions obtenues ont été ensuite comparées aux paramètres physicochimiques du milieu pouvant éventuellement les expliquer (bathymétrie, température, salinité, ...). Les cartes de densités étant des cartes moyennes, nous les avons mises en relation avec les cartes trouvées dans la bibliographie. Ainsi, la carte bathymétrique provient de documents IFREMER, les cartes de températures et salinités, d'un document de synthèse édité par le C.I.E.M. (Conseil International pour l'Exploration de la Mer) en 1962, et celle des masses d'eau et de courants de fonds a été tirée des travaux de LAEVASTU (1963), LEE (1970) et HILL & DICKSON (1978).

7 - Méthodes d'étude des distributions de tailles

7.1 - Tableaux de données

Les effectifs des classes de tailles pour les traits de chalut moyens d'une heure, établis comme nous l'avons exposé au paragraphe 5, fournissent un histogramme "moyen" des fréquences de tailles observées dans chaque rectangle statistique. Treize classes de tailles sont définies :

A = < 10 cm	D = [14-16 cm	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

Les tableaux obtenus sont des tableaux de contingence, de 13 x 94 pour la campagne 1985 et de 13 x 126 pour celle de 1986, dont les colonnes figurent les classes de tailles et les lignes les rectangles statistiques. L'intersection d'une ligne et d'une colonne indique l'effectif moyen de la classe de taille pour un trait de chalut d'une heure dans le rectangle. Ces tableaux ont été examinés séparément dans un premier temps par les méthodes multivariées décrites ci après, puis accolés par l'intermédiaire de leurs rectangles statistiques communs en un seul tableau de 26 variables x 85 objets, où les classes de taille sont répétées deux fois et où les lignes représentent les 85 rectangles statistiques prospectés au cours des deux années ; ce dernier tableau sera traité de même que les deux tableaux précédents par analyses multivariées.

On aurait pu retenir les proportions des différentes classes de taille dans les traits de chalut ou les rectangles, ou bien l'effectif cumulé sur l'ensemble des traits de chalut d'un même rectangle ; cependant les proportions auraient donné une information non pondérée par la taille des récoltes, c'est à dire donnant autant de poids à des pourcentages calculés sur un petit nombre d'individus récoltés par heure que sur un grand nombre, ce qui est un inconvénient en Analyse des Correspondances. D'autre part, fonder l'analyse des résultats sur l'effectif cumulé des individus capturés sur un même rectangle introduirait l'arbitraire du nombre de traits effectués. Au contraire, choisir comme expression de la densité d'une classe de taille l'effectif d'un coup de chalut moyen d'une heure ne pondère les proportions que par la densité de prises observée sur chaque rectangle et par la densité totale sur le rectangle.

Nous avons appelé "variables" les classes de taille, et "objets" les rectangles statistiques.

7.2 - Traitements multivariés

Les analyses d'inertie (ou multivariées) ont pour but de dégager, à partir d'observations d'un grand nombre de descripteurs sur un gros ensemble d'objets, les principales tendances de la variabilité : elles résument la structure d'un nuage de points situé dans un espace multidimensionnel par sa projection dans un espace à 2 ou 3 dimensions, plus facile à représenter et à interpréter. Chaque plan de coupe du nuage de points, appelé plan factoriel, est défini par deux axes factoriels calculés, après transformations éventuelles, lors de la diagonalisation d'une matrice X_{ij} . L'axe factoriel est caractérisé par un taux d'inertie égal au pourcentage de la variance totale qu'il explique. Cet axe détermine alors une nouvelle variable "abstraite" attachée à l'ensemble des rectangles (individus). Les bases théoriques de ces deux méthodes seront trouvées dans BENZECRI & al.(1973), CAILLIEZ et PAGES (1976), LEBART et FENELON (1979), LEGENDRE et LEGENDRE (1984), VOLLE (1985); nous ne donnerons ici qu'un bref résumé des principes généraux et une justification du choix des métriques.

D'après CHARDY, GLEMAREC et LAUREC (1976), le choix des différentes méthodes d'étude de l'inertie est conditionné par :

- (1) l'origine des axes ;
- (2) la distance ou métrique ;
- (3) le poids attribué aux points ;

C'est donc la nature des données constituant la matrice X_{ij} qui conditionnera la méthode d'étude (X_{ij} peut être selon les cas une matrice des coefficients de corrélations, des variances/covariances, etc...).

Parmi les diverses méthodes factorielles applicables aux distributions de tailles, nous en avons choisi deux, correspondant à des métriques différentes : l'Analyse en Composantes Principales, travaillant à partir de la métrique Euclidienne, et l'Analyse Factorielle des Correspondances, utilisant la métrique du χ^2 . L'emploi de ces deux métriques permettra une meilleure visualisation des structures d'informations contenues dans le nuage de points des données par l'observation du même phénomène sous deux angles différents. En effet, "il n'existe pas une vérité mais plusieurs facettes de celle-ci. Il n'existe donc pas une méthode optimale d'accès à la vérité mais un ensemble de problèmes écologiques intéressants" (BLANC & LAUREC, 1976).

7.2.1 - Analyse Factorielle des Correspondances

A la différence de l'Analyse en Composantes Principales, l'Analyse Factorielle des Correspondances est d'un emploi plus "souple" du fait de la ventilation d'une même quantité totale entre les lignes et les colonnes : la matrice à diagonaliser est ici celle des fréquences d'occurrences.

L'origine de l'analyse est à la fois le centre de gravité des points variables et celui des points objets (dualité de l'analyse factorielle) ; il sera donc possible de présenter sur un même plan les points objets et les points variables.

La distance utilisée est celle du χ^2 . Elle permet de comparer la distribution d'une ligne (ou d'une colonne) à la distribution marginale des lignes ($x_{i.}$) ou (des colonnes ($x_{.j}$)). Ainsi, la distance entre deux lignes (i_1 et i_2) du tableau de contingence sera de la forme :

$$d^2(i_1, i_2) = \sum_1^j \frac{(f_{i_1j}/f_{i_1.} - f_{i_2j}/f_{i_2.})^2}{f_{.j}}$$

De fait, un poids inégal est attribué aux observations, c'est à dire que chaque ligne et colonne se trouve pondérée par les totaux des lignes et les totaux des colonnes ($f_{i.}$ et $f_{.j}$). Ainsi, si la distance séparant une ligne (ou une colonne) d'une seconde ligne (ou colonne) est faible, cela impliquera que les profils des deux lignes (ou colonnes) sont voisins.

7.2.2 - Analyse en Composantes Principales

L'Analyse en Composantes principales peut se réaliser soit à partir des données réduites soit à partir des données centrées réduites ; dans le premier cas, la matrice X_{ij} à diagonaliser sera la matrice des variances-covariances, et dans le second la matrice des coefficients de corrélation.

L'origine de l'analyse (centre de gravité du nuage de points variables (espace des variables)) interdit la représentation conjointe des projections des points variables et des points objets.

La distance entre deux variables (ou objets) du nuage de points constitué par les données brutes est représentée par la distance euclidienne entre ces deux variables. C'est à dire que, si l'on travaille dans l'espace des variables sur des données centrées réduites (de poids identique), la distance d^2 entre deux lignes (i_1 et i_2) est égale à :

$$d^2(i_1, i_2) = \sum_1^j (x_{i_1j} - x_{i_2j})^2$$

L'emploi de cette métrique entraîne un certain nombre de contraintes sur les données brutes (élimination des "doubles zéros") qui nécessitent une transformation logarithmique préalable des données en $\text{LN}(X+1)$; cette transformation aura pour principal effet de stabiliser la variance.

Les projections des points variables sur le simplexe sont en général représentées par des vecteurs dans l'espace réduit et leurs corrélations par le cosinus de l'angle qui les sépare.

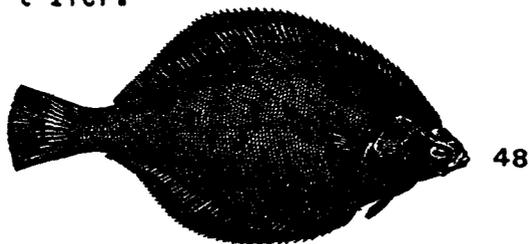
7.3 Commentaires sur l'interprétation des résultats

Lors de l'Analyse en Composantes Principales, la distance euclidienne entre variables et objets sera certainement fortement influencée par l'abondance totale des captures. Il est donc probable que le premier axe de l'analyse décrira un gradient d'abondance. Au contraire, en pondérant les profils par les abondances, l'AFC comparera les profils des lignes/colonnes entre eux et permettra donc de révéler des structures plus "fines" que celles révélées par l'ACP.

Ainsi, selon la métrique utilisée, un objet 1 proche d'un objet 2 par la distance du χ^2 (leurs distributions de tailles ont une même allure) pourra en être éloigné si l'on travaille avec la distance euclidienne (leurs abondances totales sont très différentes).

Il convient donc d'observer les structures révélées par les deux analyses (visions d'un même phénomène sous des angles différents) avant d'entreprendre leurs interprétations ; chaque tableau de données a donc été soumis à ces deux types d'analyses.

Les calculs ont été réalisés sur microordinateur Logabax à partir d'un logiciel mis au point par le service des études Statistiques et Informatiques de l'ITCF.



DEUXIEME PARTIE

REPRODUCTION ET CROISSANCE DE LA LIMANDE
EN MANCHE ORIENTALE

DEUXIEME PARTIE

REPRODUCTION ET CROISSANCE DE LA LIMANDE EN MANCHE ORIENTALE

I - REPRODUCTION

Dans cette partie nous nous proposons, après une revue bibliographique des connaissances antérieures, de déterminer la période de reproduction de l'espèce ainsi que d'approfondir les connaissances acquises sur son cycle de reproduction.

Les méthodes généralement utilisées consistent à :

- définir des stades macroscopiques d'évolution de la gamétogenèse et d'en suivre les variations mensuelles de proportions dans les captures ;
- suivre les évolutions mensuelles d'indices biométriques tels : les rapports Gonado-Somatique (RGS), Hépat-Somatique (RHS) et le coefficient de condition (K) ;
- déterminer la taille et l'âge de première reproduction ;

Notre étude se fonde sur les données recueillies au cours de trois cycles sexuels, de septembre 1983 à septembre 1986.

1 - Connaissances acquises

Les travaux des nombreux auteurs ayant étudié la reproduction de la Limande permettent de couvrir la totalité de son aire de répartition :

- la baie de Douarnenez a été étudiée par DENIEL en 1981 ;
- la mer du Nord par LEE (1972) et HTUN HAN (1978) dans les eaux anglaises ;
ARNTZ (1971) dans les eaux allemandes ;
GILIS (1966) dans les eaux belges ;
POULSEN (1933) dans les eaux danoises ;
- l'île de Man par ORTEGA-SALAS (1980) ;
- les eaux Islandaises JÓNSSON (1966).

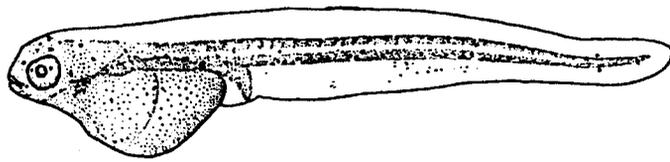
1.1 - Périodes de ponte

Les travaux révèlent que les périodes de ponte varient en fonction de la latitude. Ainsi, en baie de Douarnenez, dans le sud de la mer du Nord et dans l'île de Man, les limandes pondent de février à avril. Les populations plus septentrionales ont des périodes de ponte décalées dans l'année et se produisent plus tardivement que les femelles du nord de la mer du Nord et d'Islande qui pondent de mai à juin.

1.2 - Taille et âge à la première reproduction

La première reproduction de l'espèce se situe entre la deuxième et la troisième année. Néanmoins, les limandes de baie de Douarnenez se reproduisent à une taille et un âge supérieurs à celles de mer du Nord.

a : 3,70 mm

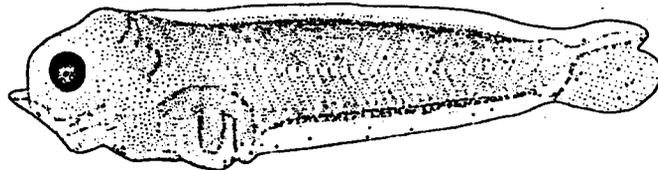


b : 6,60 mm

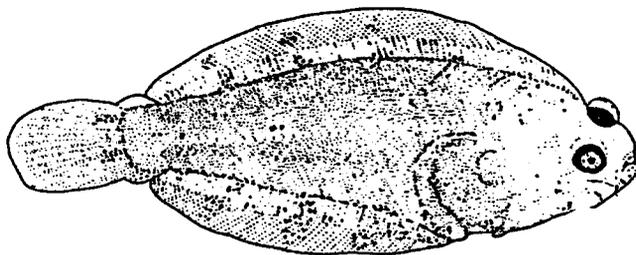


Fig. 16 : Larves de Limanda limanda L. venant de Mer du Nord
(origine : mer du Nord - Fiches d'identification C.I.E.M. NICHOLS, 1971)

a : 8,70 mm



b : 14,00 mm



c : 15,50 mm

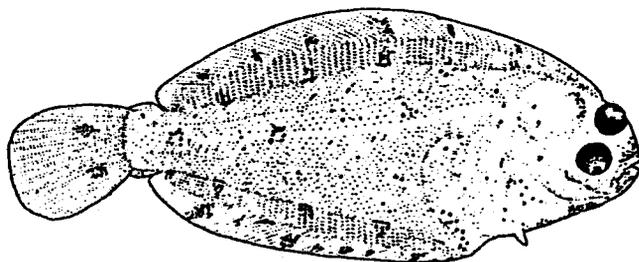


Fig. 17 : Post-larves de Limanda limanda L. venant de la Mer du Nord
(origine : mer du Nord - Fiches d'identification C.I.E.M. NICHOLS, 1971)

1.3 - Fécondité

La Limande est une espèce pondant de petits ovocytes (de 250 µm à 400 µm). Sa fécondité varie selon la population et l'âge des animaux ; elle est de 3000 oeufs par gramme de poisson en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et va, de 3669 oeufs par gramme (LEE, 1972) à 4000 oeufs par gramme (BOHL, 1957) en mer du Nord. Afin de comparer ces résultats à ceux obtenus chez un autre Pleuronecte, la fécondité de la Plie (Pleuronectes platessa, L.) en baie de Douarnenez est de 230 oeufs par gramme de poisson (DENIEL, 1981).

BAGENAL (1966) a montré chez la Plie l'existence d'une relation étroite entre la densité de reproducteurs et la fécondité relative des femelles. Les faibles fécondités se rencontrent essentiellement dans les secteurs où les indices d'abondance sont maximaux et les fécondités élevées dans les zones frontalières de l'aire de répartition de l'espèce. Or, les travaux bibliographiques ne permettent pas d'étendre cette remarque aux limandes.

1.4 - Les oeufs, larves et juvéniles

1.4.1 - Les oeufs

La première description d'oeufs de Limande est due à CUNNINGHAM (1887), dont le travail a été repris par WHEELER (1924) qui en a approfondi l'aspect histologique de la formation des oeufs. Ils sont sphériques, pélagiques et ont un diamètre compris entre 0,66 mm et 1,2 mm. Le vitellus, non segmenté, ne comporte pas de globules lipidiques. Selon la température, l'éclosion a lieu au bout de 3 à 13 jours après la fécondation.

1.4.2 - Les larves

A l'éclosion, la larve mesure 2,2 mm (EHRENBAUM, 1897) ; elle ne possède ni bouche ni tube digestif et vit sur ses réserves vitellines pendant 10 jours (Fig. 16 a et b). Elle mène alors une vie pélagique. La résorption du vitellus est totale chez les individus de 3,8 à 4,0 mm (RUSSEL, 1976).

1.4.3 - Les post-larves et les juvéniles

La taille de passage du stade larve au stade post-larve varie selon les auteurs ; elle fluctue de 5,0 à 5,5 mm. Pendant cette période de transitions, la queue peu pigmentée, devient hétérocercue (Fig. 17 a) ; les rayons dorsaux et anaux commencent à apparaître. Seuls les mélanophores rassemblés en ligne longitudinale sur les contours dorsal et anal permettent de distinguer Limanda limanda de Pleuronectes platessa.

La métamorphose commence à 13 mm et s'achève à 18 mm. Elle s'accompagne d'un changement de milieu, l'animal passant de la vie pélagique à la vie benthique. Cette période s'accompagne de nombreuses transformations du corps entraînant une mortalité élevée au sein des populations. La modification essentielle réside dans la migration des yeux : l'oeil gauche quitte le côté gauche pour venir se placer à côté de l'oeil droit. Le poisson se couche alors sur le flanc gauche qui perdra toute pigmentation (Fig. 17 b). Puis, les mélanophores se regroupent sur la face oculée et s'alignent sur les rayons dorsaux et ventraux (5 rangs sur la nageoire dorsale et 3 sur l'anale) (Fig. 17 c).

2 - Reproduction des femelles

2.1 - Descriptions macroscopiques et microscopiques des ovaires

2.1.1 - Aspects macroscopiques des ovaires

Nous avons défini six stades :

*** Stade I : Immature.**

L'ovaire est blanc, d'aspect homogène et triangulaire. Il ne dépasse pas 2 cm de longueur totale.

*** Stade II : Repos sexuel
Début de Développement.**

L'ovaire est rosâtre et translucide. Il présente le même aspect qu'au stade I, mais il est de plus grande taille (2 à 7 cm).

*** Stade III : Développement. Vitellogenèse.**

L'ovaire est rose orangé, complètement opaque. Quelquefois les ovocytes sont visibles, par transparence, au travers de la membrane ovarienne. La vascularisation est faible.

*** Stade IV : Préonte.**

L'ovaire est mûr. La présence d'ovocytes hyalins donne un aspect moucheté à l'ensemble. On observe alors une forte vascularisation de la membrane. La gonade occupe maintenant toute la cavité abdominale, comprimant les viscères.

*** Stade P : Ponte.**

L'ovaire perd sa cohésion interne. Une simple pression sur l'abdomen suffit à libérer les ovocytes hyalins.

*** Stade R : Post ponte. Récupération.**

La glande est partiellement ou totalement vidée. La membrane devient rougeâtre et flasque. La dégénérescence atteint rapidement les ovocytes non émis puis la membrane de l'ovaire.

La ponte terminée, les femelles entrent dans une phase dite de repos sexuel, se distinguant macroscopiquement très peu de la phase immature (Stade I) puis le cycle redémarre à partir du stade II.

2.1.2 - Aspects microscopiques des ovaires

Chez la Limande, au niveau cellulaire, la vitellogenèse comprend six stades décrit par HTUN HAN (1978 a). Rappelons que la dégénérescence des cellules non émises lors de la ponte (atrésie) n'est pas considérée comme une étape de la vitellogenèse, mais comme l'évolution d'un des six stades suivants :

+ Stade A : Oogonie.

Les cellules sont petites, sphériques ; le noyau présente un seul nucléole. Elles sont généralement associées à une cellule folliculaire.

+ Stade B : Ovocyte primaire.

Les cellules sont plus grosses que dans le cas de l'oogonie. Le noyau présente de nombreux nucléoles périphériques. Les cellules folliculaires se répartissent autour de l'ovocyte en plein accroissement.

+ Stade C : Début de vitellogenèse.

Ce stade est caractérisé par l'apparition de vacuoles à la périphérie du cytoplasme, sous la membrane cytoplasmique. Ces cellules sont présentes dans l'ovaire toute l'année.

+ Stade D : Vitellogenèse.

Apparition d'inclusions vitellines s'associant à l'anneau de vacuoles précédent ; à la fin de ce stade, les globules vitellins envahissent le cytoplasme à l'exception d'une zone étroite en périphérie. Le follicule semble déjà formée de ses trois constituants finaux : membrane pellucide, la granulosa et la thèque externe.

+ Stade E : Fin de vitellogenèse.

La membrane pellucide continue de s'épaissir. Le vitellus est présent en gros lobules qui, en section histologique, sont proéminants et foncés.

+ Stade F : Ovocyte hyalin ou mûr.

Le vitellus, par coalescence des inclusions, devient hyalin pendant qu'une entrée d'eau dans la cellule provoque une augmentation rapide du diamètre de l'ovocyte. La membrane pellucide, alors distendue, s'amincit. Les follicules se rompent libérant ainsi dans la cavité ovarienne les ovocytes prêts à être émis dans le milieu.

2.1.3 - Validation histologique des stades macroscopiques

Les observations, résumées dans le tableau 4, établissent la relation liant les états macroscopiques et histologiques d'un ovaire. Elles permettent d'évaluer rapidement, par observation de l'aspect extérieur de l'ovaire, le degré d'avancement de la vitellogenèse.

2.2 - Evolution des stades macroscopiques de maturation des ovaires

La fréquence d'apparition des stades macroscopiques suivie mensuellement permet d'appréhender le cycle de reproduction de l'espèce.

La méthode de représentation graphique utilisée consiste à établir, pour chaque groupe d'âge de la population, le profil des variations des proportions des différents stades sexuels d'un mois à l'autre. Pour mettre en évidence les variations les plus significatives, les mois pour lesquels le pourcentage dépasse la moyenne arithmétique annuelle sont pochés en noir (BERTIN, 1977).

La même année est représentée deux fois afin de visualiser un éventuel cycle saisonnier.

L'examen des résultats bruts révèle que l'évolution des différents stades sexuels est semblable d'une année à l'autre. Afin de simplifier l'interprétation des résultats, les pourcentages ont été calculés sur les données cumulées des trois années ; la variabilité interannuelle se trouve alors estompée.

Rappelons que les groupes 0 et 1 sont pratiquement absents des prélèvements provenant des débarquements des professionnels.

STADES DE MATURATION DES OVAIRES	ETATS MACROSCOPIQUES	ETATS MICROSCOPICIQUES	PERIODES DE PRESENCE
STADE I Immature	Ovaire petit, blanc, homogène taille inférieure à 2 cm	Nombreuses petites cellules au stade A, accompagnées de cellules folliculaires	Toute l'année
STADE II Début développement ou repos sexuel	Ovaire rosâtre et translucide taille supérieure à 2 cm	Les ovocytes au stade C apparaissent. La membrane cytoplasmique atteint 150 µm.	de mai à décembre
STADE III Développement Vitellogenèse	Rose orangé opaque. Quelques fois présence de granulations (ovocytes visibles au travers de la membrane ovarienne) La vascularisation est faible.	Tous les stades sont présents Les ovocytes au stade D sont les plus abondants. La membrane ovarienne mesure de 150 µm à 200 µm d'épaisseur.	d'octobre à mars
STADE IV Pré-ponte	La présence d'ovocytes hyalins donne un aspect moucheté à l'ensemble. La vascularisation de la mb augmente. Les ovocytes commencent d'être libérés. L'ovaire occupe toute la cavité viscérale	Tous les stades sont présents Les ovocytes hyalins et les ovocytes du stade D sont de plus en plus nombreux. La membrane ovarienne atteint 100µm d'épaisseur.	de février à mars
STADE P Ponte	L'ovaire perd sa cohésion interne; une simple pression sur l'abdomen suffit à libérer les ovocytes	Présence de deux groupes cellu- laires bien distincts : - le premier groupe est composé de petites cellules aux stades A et B. Il constitue le lot de réserve de l'année suivante. - le second, formé de cellules chargées en réserves vitellines (stade E) ou d'ovocytes hyalins (stade F), sera libéré lors la ponte très prochaine.	de mars à avril
STADE R Post ponte Récupération	Glande partiellement ou totale- ment vidée. La membrane prend une couleur rougeâtre	Nombreux follicules résiduels subsistent ainsi que de nombreux ovocytes hyalins. La membrane est très épaisse. Atrésie des cellules non fécondées	de mars à octobre

Tableau 4 : Correspondances entre les stades macroscopiques des ovaires et leurs états microscopiques

2.2.1 - Evolution mensuelle des proportions de stades sexuels par groupe d'âge

Le cumul des groupes d'âge sur trois années, fondé sur l'hypothèse d'un seul phénomène périodique annuel, permet de mieux décrire l'évolution mensuelle des stades macroscopiques au cours d'une année type. Les modes (pochés en noir) se déplacent vers la droite en passant d'un stade à l'autre, traduisant ainsi la succession des stades en fonction de la maturation des gonades (cette évolution est symbolisée sur la figure 18 par des flèches).

On constate aussi que les périodes d'apparition des stades sexuels sont synchrones pour tous les groupes d'âge. Les valeurs des pourcentages sont voisines pour les stades II et III. La répartition relative des stades II et III au cours de l'année est sensiblement la même pour tous les âges. En revanche, le stade I (immatures) est abondant, aux périodes d'apparition, pour le groupe 2, moins abondant pour les groupes 3 et 4 et absent du groupe 5+.

Les fréquences maximales d'apparition de ces stades dans les captures s'observent :

- en février et mars pour le stade I (immature) ;
- de juillet à décembre pour le stade II (début de développement) ;
- de novembre à mars pour le stade III (développement, vitellogenèse) ;
- de janvier à avril pour le stade IV (préonte) ;
- de mars à mai pour le stade P (ponte) ;
- de mai à octobre pour le stade R (récupération).

Les ovaires des femelles du groupe 2 s'observent selon la période de l'année aux stades I, II, III et ne dépassent que rarement le stade IV pour atteindre le stade P. Par contre, tous les autres groupes d'âge parviennent aux stades finaux de la vitellogenèse (stades P et R), ce qui permet donc de séparer les quatre groupes d'âges étudiés en deux sous ensembles :

un premier composé essentiellement d'individus appartenant au groupe 2 et ne devant donc pas se reproduire dans l'année ;

un second réunissant toutes les femelles des groupes 3 et plus qui elles se reproduiront dans l'année.

2.2.2 - Evolution mensuelle des stades sexuels des femelles matures et immatures

Les évolutions mensuelles moyennes des stades sexuels de ces deux sous-ensembles (Fig. 19) révèle que, quel que soit le mois d'observation, l'état de maturité sexuelle des femelles du groupe 2 (2 ans) ne dépasse pas le stade III (Développement) alors que celui des femelles de plus de 3 ans évolue progressivement au cours de l'année pour atteindre le stade P (ponte) puis R (récupération) ; il semble donc que la première reproduction de l'espèce se situe entre les deuxième et troisième années.

La Limande se reproduit donc au printemps ; les pontes débutent en février, s'amplifient en avril et sont totalement achevées en mai, après quoi, toutes les femelles ayant participé à la reproduction se retrouvent en repos sexuel (stade R). Cette période dite "de repos" s'étend jusqu'au mois de septembre, époque à laquelle la maturation des gonades reprend aux stades II et III, amorçant ainsi un nouveau cycle.

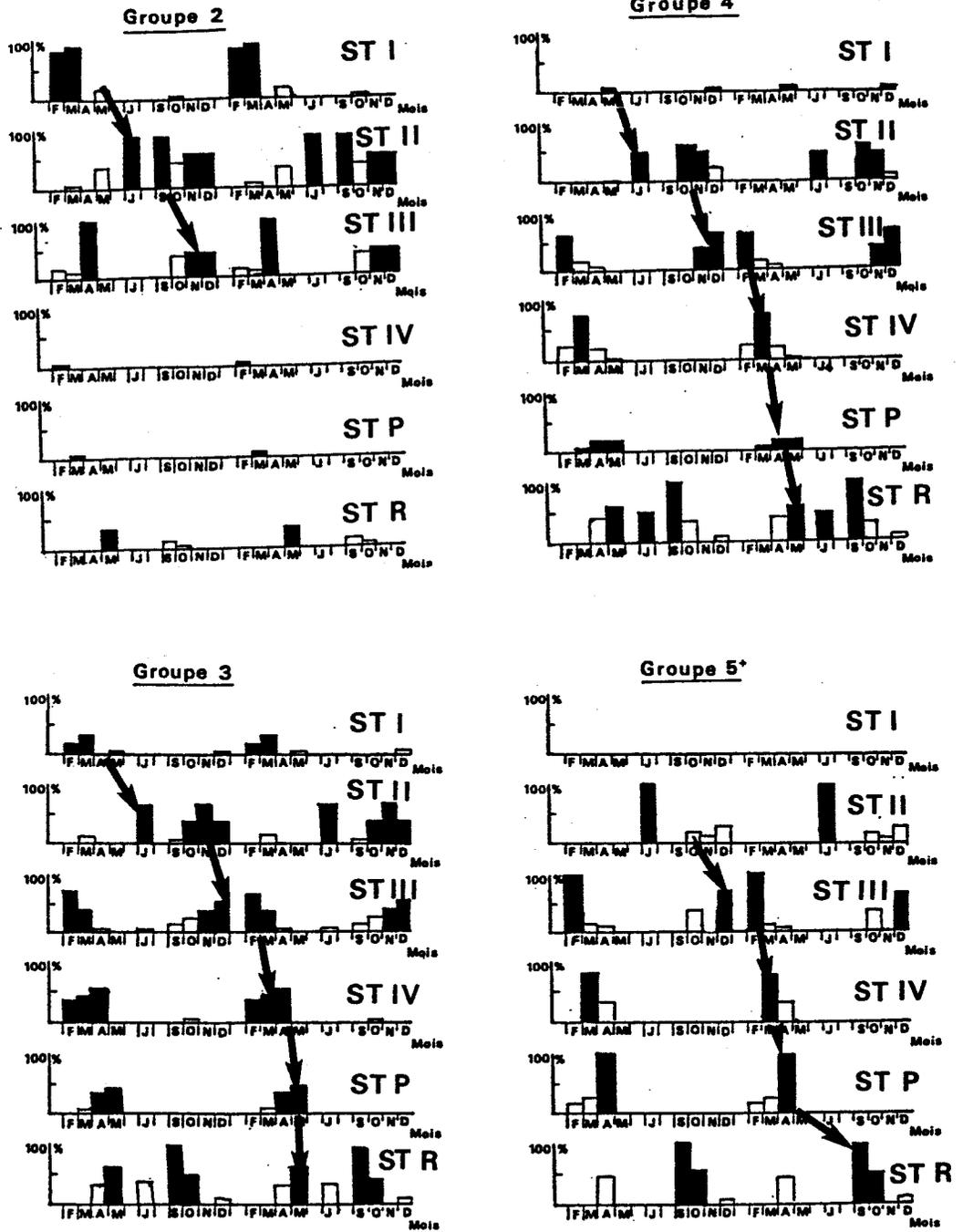


Fig. 18 : Evolution mensuelle moyenne des stades sexuels des femelles en fonction de l'âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)

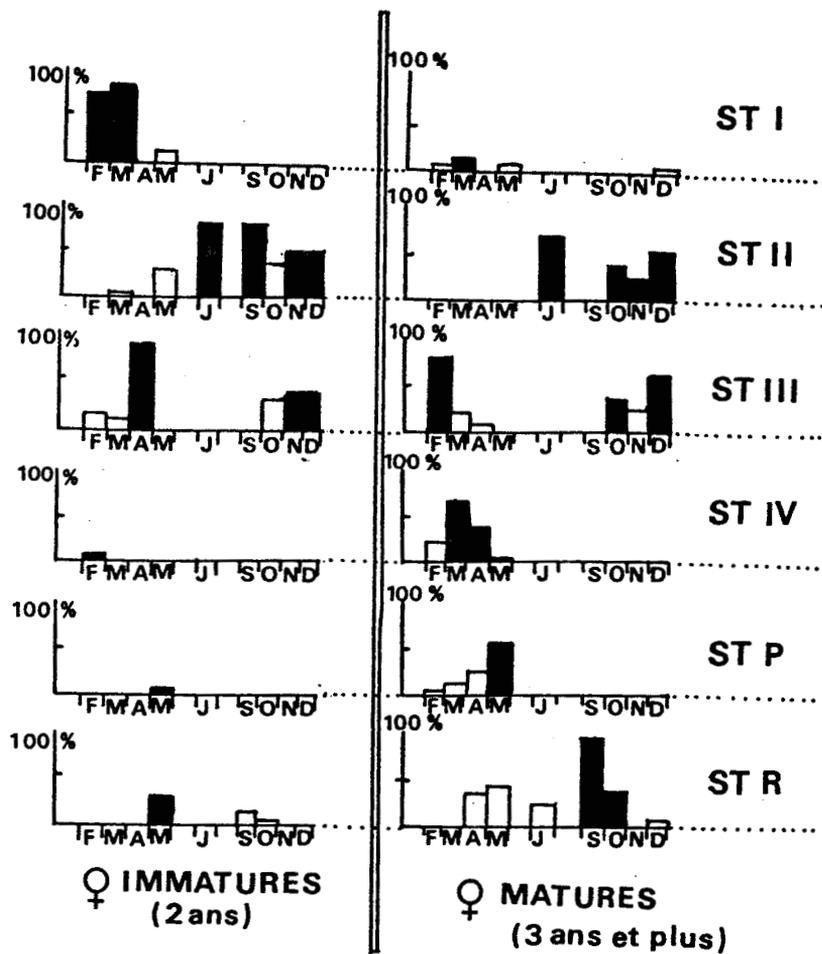


Fig. 19 : Comparaison entre les évolutions mensuelles moyennes des stades sexuels des femelles matures et des femelles immatures (moyenne sur trois cycles de reproduction)

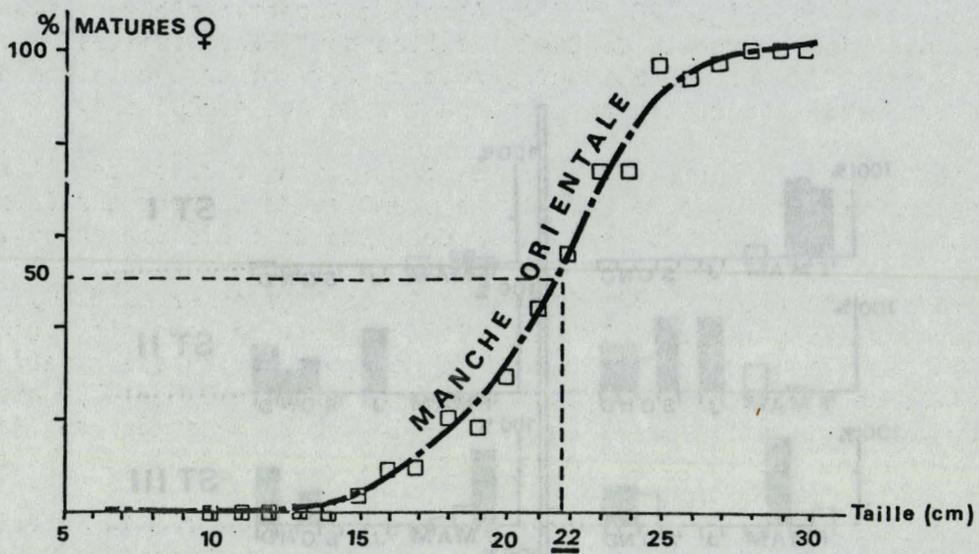


Fig. 20 : Tailles de première reproduction des limandes femelles de Manche orientale

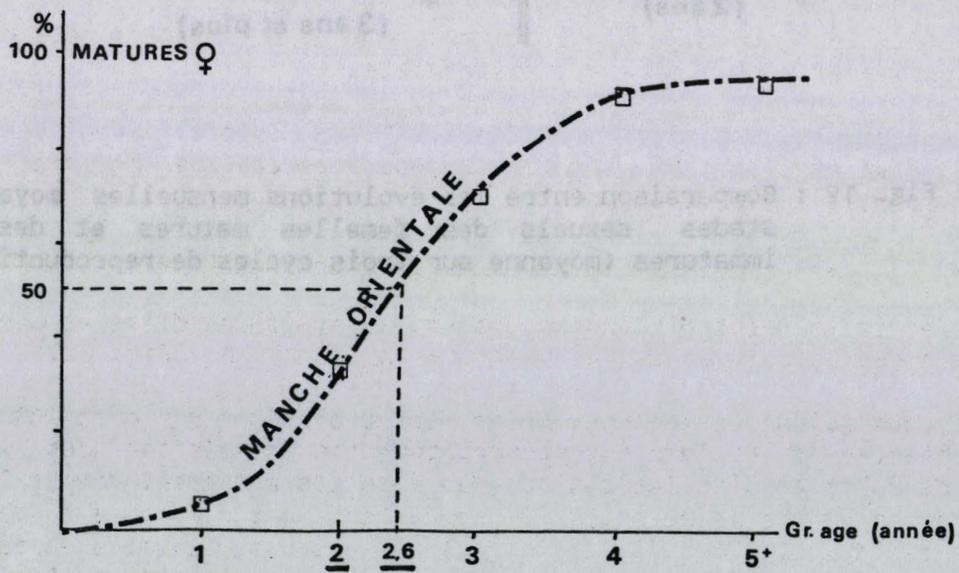


Fig. 21 : Ages de première reproduction des limandes femelles de Manche orientale

2.3 - Taille et âge de première reproduction des femelles

Les deux courbes (Fig. 20 et 21), établies à partir d'observations de l'état de maturité sexuelle de 2446 femelles dont les tailles étaient comprises entre 9 cm et 30 cm, ont permis de déterminer une taille à la première reproduction de 22 cm, correspondant à un âge de 2,6 ans.

Ces résultats viennent confirmer les conclusions tirées de l'examen des stades sexuels (paragraphe 2.2) : la première maturation des femelles de Manche orientale se produit entre leur deuxième et troisième années.

Des travaux antérieurs, réalisés en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et mer du Nord (LEE, 1972 et TASSEL, 1986), révèlent que la première reproduction des limandes de mer du Nord et de Manche orientale s'effectue à une taille de 11,6 à 15,9 cm et un âge compris entre 2,0 et 2,5 ans en mer du Nord, à une taille de 22 cm et dans la troisième année en Manche orientale et à une taille de 27 cm et dans la troisième année en baie de Douarnenez.

Les femelles atteignent leur première maturité à une taille inférieure au nord qu'au sud mais, alors que les femelles de mer du Nord se reproduisent dans leur seconde année, celles de Manche orientale et de baie de Douarnenez pondent au début de leur troisième année.

2.4 - Evolution du RGS des limandes femelles

Rappelons que l'étude couvre trois cycles de reproduction, de septembre 1983 à septembre 1986.

2.4.1 - RGS par groupe d'âge et par mois

L'évolution mensuelle des valeurs du RGS en fonction des groupes d'âge de (2 à 5 +) a été suivie en identifiant les cohortes (de A à C) (Fig. 22).

Quel que soit le groupe d'âge et la cohorte, le caractère cyclique des fluctuations du RGS est clairement discernable.

Une seule période de ponte, traduite graphiquement par la chute brutale du rapport, est mise en évidence. Cette période, identique pour toutes les classes d'âge, ne semble pas subir de décalages notables d'une année sur l'autre (au plus un mois).

2.4.2 - RGS moyen par groupe d'âge et par mois

Les résultats des trois années, observés par groupe d'âge et par mois, donnent une évolution type du RGS pour une année moyenne (Fig. 23).

Quels que soient les groupes d'âge, les évolutions de leurs RGS moyens sont semblables : de juin à septembre tous les groupes ont des valeurs voisines de 2 % ; ensuite les ovaires des femelles matures (groupes 3 à 5+) augmentent de volume et de poids, d'abord lentement d'octobre à décembre puis plus rapidement, jusqu'à atteindre leurs valeurs maximales en février. S'amorce ensuite une chute rapide, de mars à mai qui traduit la ponte. Cette chute semble moins brutale pour le groupe 3 (premiers reproducteurs) que pour les plus âgés.

Les évolutions des RGS des femelles immatures (groupe 2) sont semblables à celles de leurs aînées, avec cependant des amplitudes moindres (0,5 à 2,19 %).

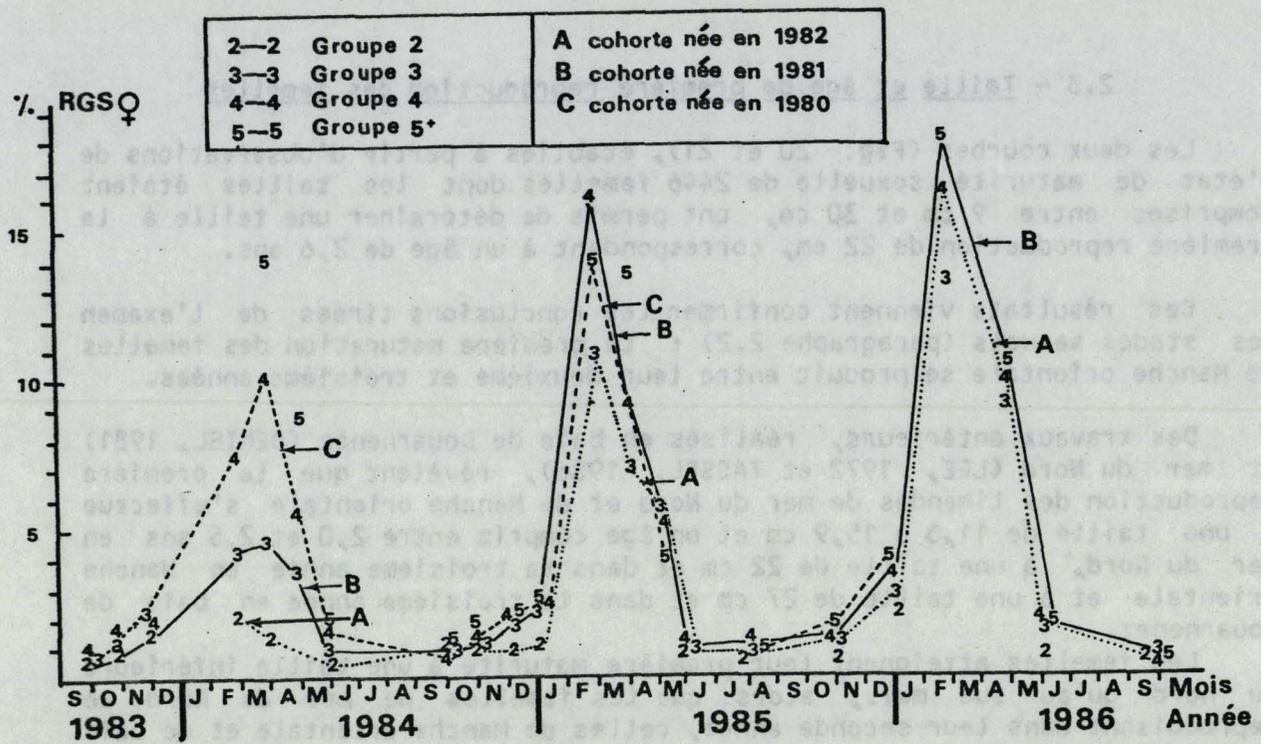


Fig. 22 : Evolution mensuelle du RGS des femelles par groupe d'âge (de septembre 1983 à septembre 1986)

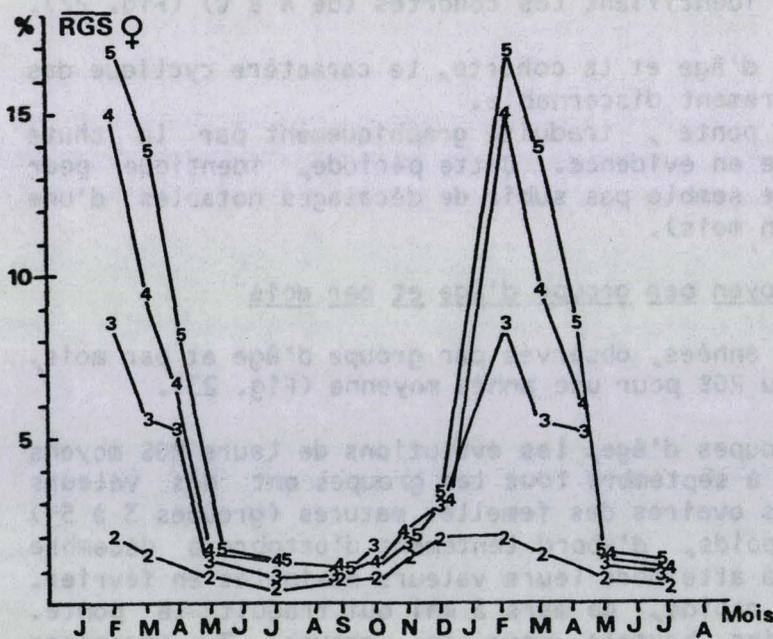


Fig. 23 : Evolution mensuelle moyenne du RGS des femelles par groupe d'âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)

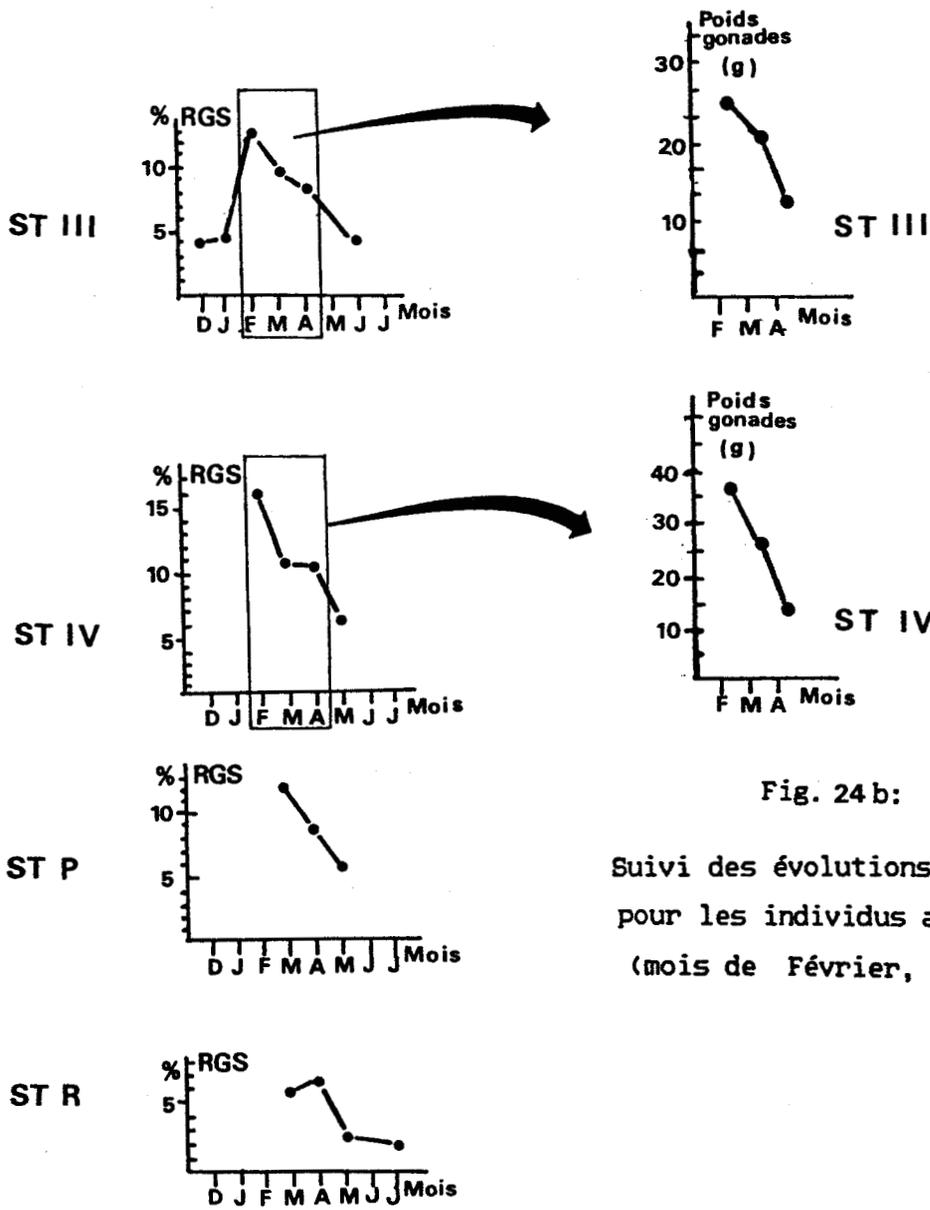


Fig. 24 b:

Suivi des évolutions des poids des gonades pour les individus aux stades III et IV (mois de Février, Mars et Avril)

Fig. 24a: Evolution du RGS moyen par stade sexuel des femelles matures (de plus de 2 ans)

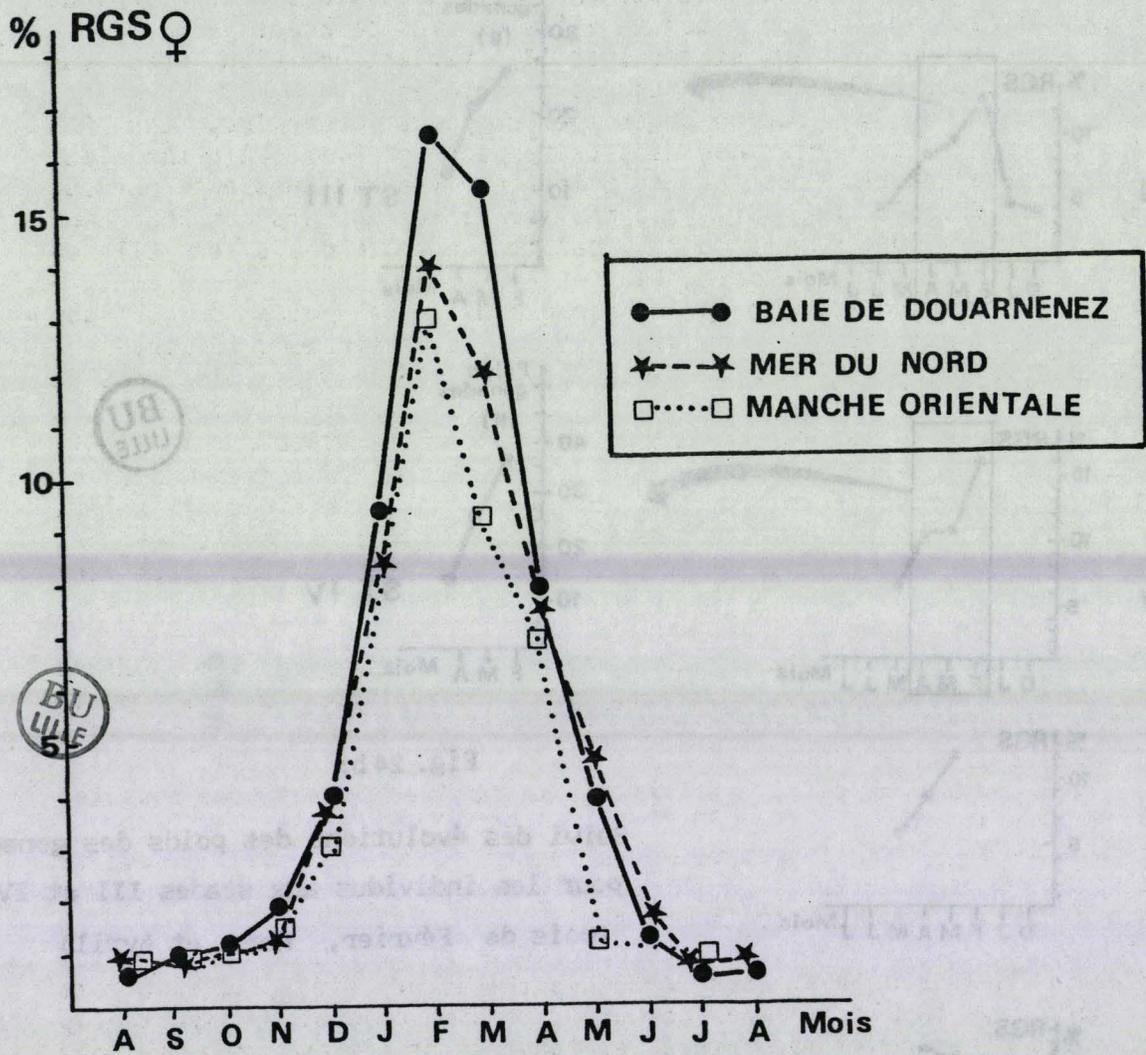


Fig. 25 : Evolution du RGS moyen des femelles au cours d'une année en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)

Si les évolutions des RGS sont semblables d'un groupe d'âge à l'autre, il n'en est pas de même des valeurs maximales atteintes ; plus les individus sont âgés et plus elles sont élevées ($Gr\ 3 = 5,80\%$; $Gr\ 4 = 9,68\%$; $Gr\ 5+ = 13,86\%$), la courbe de chaque classe d'âge coiffant celle de la classe d'âge précédente.

2.4.3 - RGS moyen par stade sexuel

Les fluctuations mensuelles du RGS en fonction du stade macroscopique des ovaires ont été suivies pour des femelles de plus de 2 ans (Fig 24).

Les valeurs du RGS aux stades I et II, variant peu d'un mois sur l'autre, ne sont pas représentées dans les graphiques.

Il semble que, pour un stade macroscopique déterminé, les RGS subissent d'importantes variations dans le temps (Fig. 24a) ; à l'intérieur d'un même stade sexuel, les valeurs prises par les RGS passent par un maximum, puis décroissent. Si la décroissance des valeurs des RGS aux stades P et R s'explique par la ponte, par contre celle des stades III et IV demeure difficilement interprétable.

Le RGS étant un rapport (poids des gonades sur poids du poisson éviscéré), sa diminution ne traduit donc pas nécessairement la perte de matériel reproductif, car il peut aussi être le fait d'un accroissement de poids somatique ; c'est pourquoi les évolutions des poids moyens des gonades aux stades de maturation III et IV sont représentées sur la figure 24b. Ces deux stades représentent des états de maturation des gonades se situant avant la ponte (Développement et Pré-ponte) il serait donc normal que les ovaires arrivés à ces stades prennent du poids au lieu d'en perdre. Or, il semble que ce soit le phénomène inverse qui se produise. Cela peut être causé par :

(1) la libération, au fur et à mesure de leur apparition, d'une partie des ovocytes hyalins matures, ce qui revient à une ponte fractionnée ; cela a été observé chez le Merlu (ALDEBERT, communication personnelle).

(2) l'atrésie ovocytaire, à l'époque des pontes, avant que tous les ovocytes ne soient émis.

La première hypothèse implique la présence simultanée dans l'ovaire de cellules à tous les stades de la vitellogénèse. Or, d'après HTUN HAN (1978) ce n'est pas le cas chez la Limande.

Par contre, les observations histologiques de DENIEL (1981) et HTUN HAN (1978) viennent confirmer la seconde hypothèse. En effet, ces auteurs ont démontré que la Limande présente une atrésie ovocytaire importante, débutant avec les premières pontes, et intéressant les ovocytes de tous stades.

2.4.4 - Discussion

L'évolution mensuelle du RGS est comparée à celle obtenue par DENIEL (1981) en baie de Dournenez et HTUN HAN (1978) en mer du Nord (Fig. 25) ; elle fait apparaître un pic annuel dont la partie ascendante est située dans la période automne-hiver et la partie descendante dans celle hiver-printemps. Ainsi, la Limande de baie de Douarnenez, Manche orientale ou mer du Nord, pond à la fin de l'hiver et au début du printemps (le début des pontes se situe en février et la fin des pontes en mai-juin, selon les secteurs d'étude).

Seules, les valeurs maximales, toutes observées en février dans les trois secteurs, varient en fonction de la zone de travail (baie de

Douarnenez = 16,4 % ; mer du Nord = 14,0 % ; Manche orientale = 13,03 %) ce qui semblerait indiquer une participation à la reproduction (en pourcentage du poids somatique) variant en fonction des zones d'étude.

2.5 - Evolution du RHS des limandes femelles

La Limande est un poisson maigre : le stockage des graisses se fait un peu au niveau musculaire, mais essentiellement au niveau du foie dont les variations de volume traduisent le métabolisme (BULL, 1928 ; LAHAYE 1972 et 1981).

Les différents phénomènes de transferts accompagnant la vitellogenèse sont encore mal connus. Néanmoins, les renseignements fournis par le suivi du RHS, complétés par ceux apportés par le RGS, permettent de mieux appréhender le cycle de maturation des ovaires.

2.5.1 - RHS par groupe d'âge et par mois

Les évolutions mensuelles des valeurs du RHS ont été suivies en fonction des groupes d'âge (de 2 à 5+), en identifiant les cohortes (Fig. 26).

Il est difficile de dégager les tendances de ce graphique, néanmoins, les maxima semblent se répéter d'une année sur l'autre.

2.5.2 - RHS moyen par groupe d'âge et par mois

Les résultats des trois années sont regroupés par mois et par groupe d'âge, exprimés par les moyennes (Fig. 27).

Quel que soit le groupe d'âge, les évolutions mensuelles du RHS des groupes 3, 4 et 5+ (individus matures) ont la même périodicité : les valeurs maximales sont atteintes en février (entre 2,67 % pour le groupe 3 et 4,48 % pour le groupe 5+), et en mai (entre 2,80 % et 4,38 %). Les valeurs minimales, voisines de 2,5 %, sont toutes observées en juillet. Le groupe 2 s'individualise nettement ; alors que, pendant une grande période de l'année, son RHS oscille entre 1,5 % et 2,5 %, en septembre il atteint un maximum de 7,98 %. C'est pourquoi nous avons comparé l'évolution mensuelle moyenne du RHS des femelles matures, lissée par la moyenne mobile, aux modifications de l'aspect extérieur du foie (Fig. 28). Ainsi au cours d'un cycle de reproduction, le foie passe par trois états macroscopiques distincts (caractérisés uniquement par leurs couleurs et leur consistance et n'ayant aucune correspondance histologique) :

- blanc-rosé et consistant
- apparition de vaisseaux sanguins et ramollissement
- rougeâtre et déliquescent

Les maxima de février et de septembre observés précédemment (Fig. 27) se retrouvent ici nettement ; par contre, celui de mai a totalement disparu, probablement "effacé" par le lissage. Les valeurs minimales du RHS se situent entre décembre et février. De mai à septembre, l'augmentation régulière du RHS indique que l'animal stocke des réserves dans le foie ; l'organe est alors blanc-rosé, bien développé, homogène et ferme. Puis, d'octobre à décembre, la diminution des valeurs du RHS traduit un départ des réserves hépatiques, probablement vers les ovaires alors en pleine maturation. Puis, le foie stocke à nouveau des réserves d'où un nouvel accroissement des valeurs du RHS. Son aspect extérieur commence à s'altérer (ramollissement, apparition de vaisseaux sanguins, ...). Enfin, de mars à

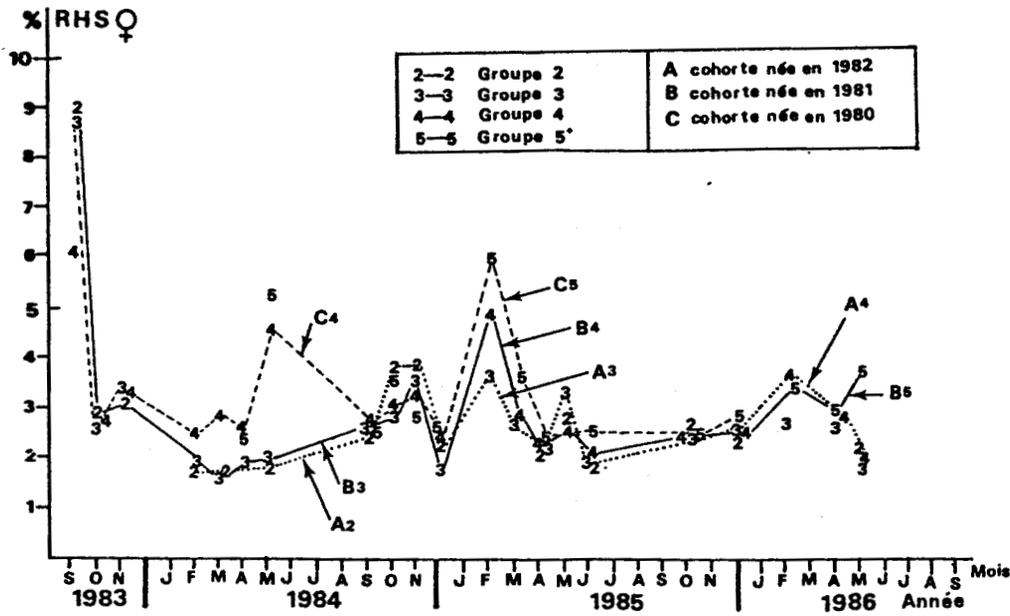


Fig. 26 : Evolution mensuelle du RHS des femelles par groupe d'âge (de septembre 1983 à septembre 1986)

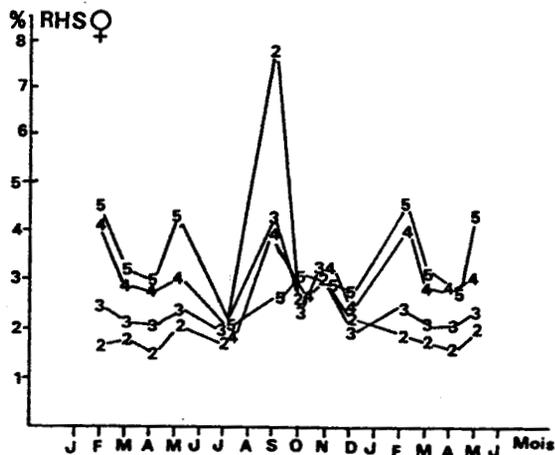
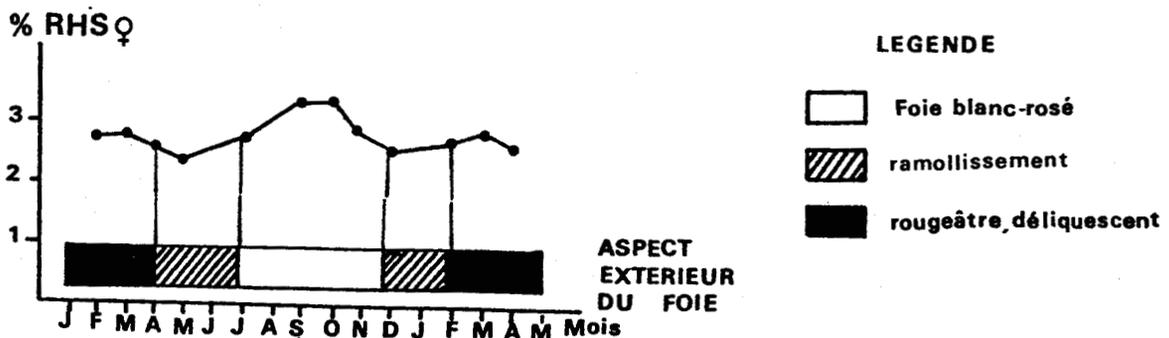


Fig. 27 : Evolution mensuelle moyenne du RHS des femelles en fonction de leur âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)



Lissage par la moyenne mobile

Fig. 28 : Comparaison de l'évolution mensuelle moyenne du RHS des femelles matures et des modifications d'aspect externe du foie

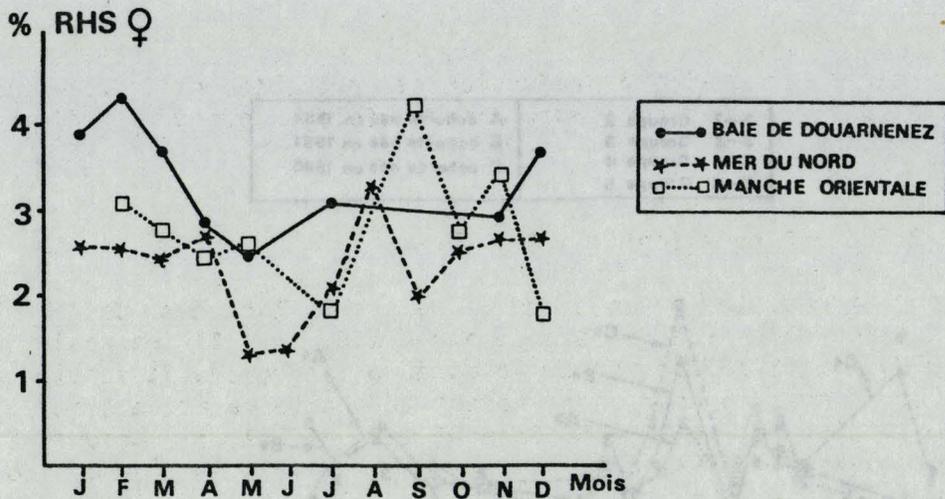


Fig. 29 : Evolution du RHS moyen des femelles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et Manche orientale (cette étude)

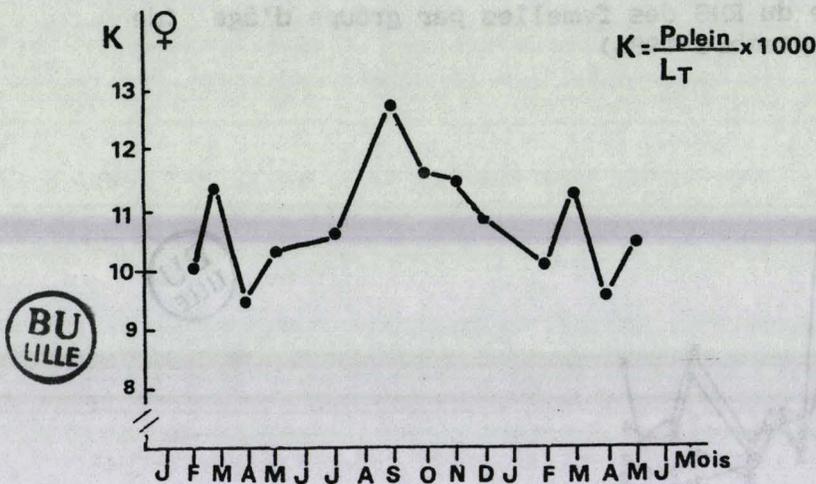


Fig. 30 : Evolution mensuelle du coefficient de condition des femelles matures (moyenne sur trois cycles de reproduction)

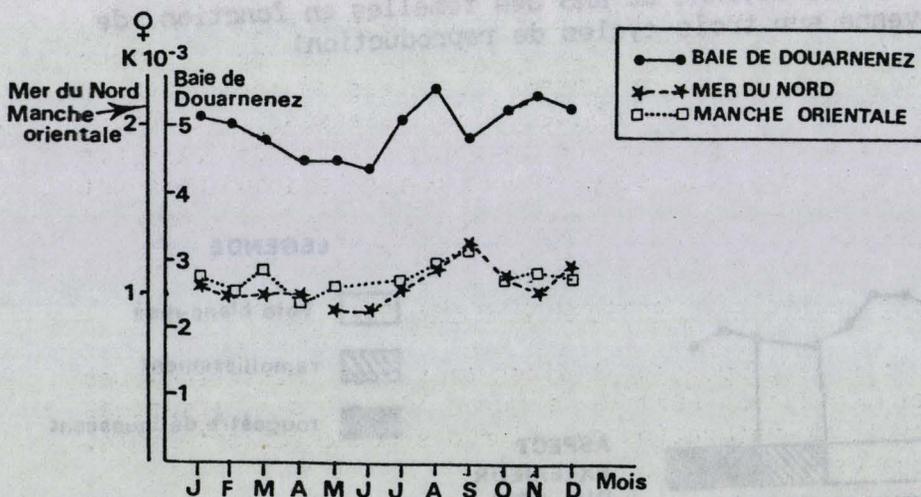


Fig. 31 : Evolution du coefficient de condition moyen des femelles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)

mai, l'animal alors en pleine reproduction et probablement anorexique, puise l'énergie des réserves contenues dans le foie, devenu fragile et sanguinolant.

2.5.3 - Discussion

L'évolution mensuelle moyenne du RHS des limandes de Manche orientale est comparée à celle obtenue par DENIEL (1981) en baie de Douarnenez et HTUN HAN (1978) en mer du Nord, à la figure 29. Il semble que les variations erratiques de ce rapport soient dues à la relation liant la température du milieu et le RHS (DESMARCHELIER, 1986) : lorsque les conditions sont favorables (températures élevées) le poisson accumule des réserves musculaires et hépatiques, qu'il brûle lorsqu'elles sont défavorables. Néanmoins, les valeurs maximales atteintes se situent, pour les trois secteurs étudiés, à la fin de l'été et au début de l'automne ; les valeurs minimales s'observent pendant la reproduction de l'espèce (fin de l'hiver et début du printemps).

Ainsi, il semble que contrairement aux gonades (paragraphe 2.4.4) la participation du foie à la reproduction demeure constante par rapport au poids somatique.

2.6 - Evolution du coefficient de condition K

Rappelons que la valeur absolue de l'indice pondéral n'a que peu d'intérêt. Seules ses variations nous renseignent sur la condition physique de l'animal ; ainsi, un indice décroissant traduit-il une dégradation de la condition physique des individus, alors qu'un indice croissant en indique une amélioration.

Les résultats cumulés des trois années d'observations ont permis de suivre la "condition physique moyenne" des limandes matures (de plus de deux ans) (Fig. 30) : elle est au plus bas en avril, juste après la ponte. Puis, les femelles doivent reprendre une activité trophique normale entraînant l'augmentation de la valeur de K jusqu'en septembre. On observe alors une chute progressive de la condition jusqu'en février. Juste avant que ne débutent les premières pontes (en février), la valeur de K croît de nouveau avant de chuter rapidement ; à la fin des pontes (en mai), les femelles sont très amaigries.

Si l'on compare ces résultats à ceux de baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et mer du Nord (HTUN HAN, 1978 b), une similitude de grandeur apparaît entre les valeurs de Manche orientale et celles de mer du Nord (Fig. 31) ; néanmoins, les valeurs de Manche orientale sont légèrement supérieures à celles de mer du Nord. Par contre, celles de baie de Douarnenez sont environ cinq fois plus élevées pour une raison qui nous est inconnue.

2.7 - Bilan sur le cycle de reproduction des femelles

Les différents suivis de rapports, indices et stades macroscopiques ont été rassemblés et comparés sur la figure 32. Ils permettent de mieux connaître le cycle de maturation des limandes de Manche orientale. Il se divise en trois phases :

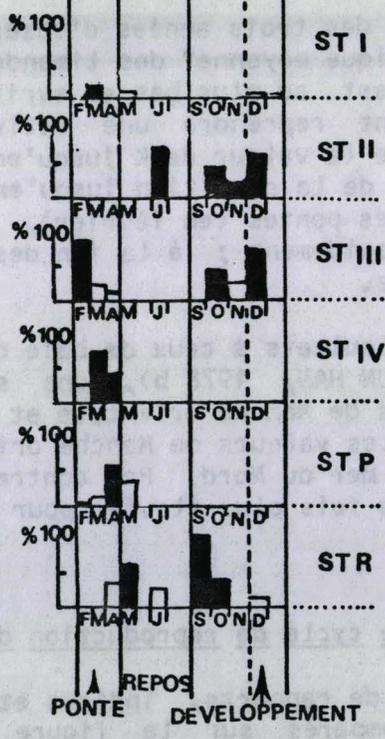
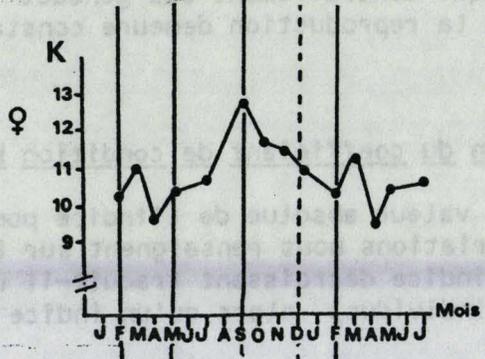
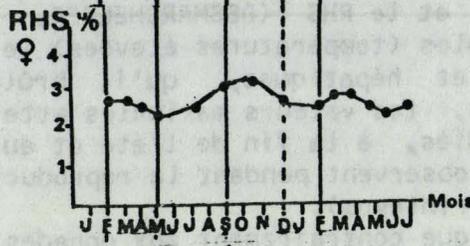
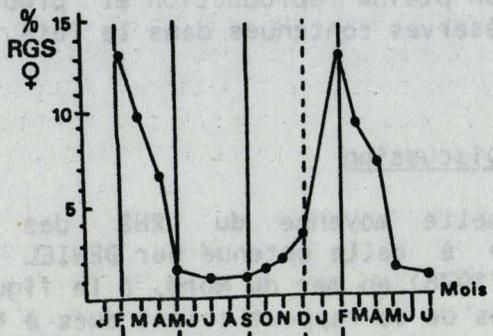


Fig. 32 : Evolutions comparatives des indices, rapports et observations macroscopiques des limandes femelles matures (de plus de 2 ans)

(1) une phase dite de "repos" de mai à septembre, pendant laquelle, les femelles venant de se reproduire récupèrent (augmentation des valeurs de K) et régénèrent leurs réserves hépatiques (augmentation du RHS), le foie est alors blanc et ferme. Les ovaires des femelles matures sont tous aux stades II (début de développement) ou R (Repos).

(2) une phase de développement ovarien, d'octobre à février, pendant laquelle les ovaires prennent du poids (lentement jusqu'en décembre puis, plus rapidement). L'animal utilise alors ses réserves hépatiques pour la vitellogenèse ce qui entraîne une chute du RHS et de K. Les ovaires en pleine maturation sont aux stades II ou III (Vitellogenèse). L'aspect du foie se dégrade progressivement.

(3) une phase de ponte, de mars à mai, se traduisant par la chute de tous les rapports et indices ; le foie devient rougeâtre et fragile pendant que les ovocytes non émis se résorbent. A la fin de cette phase, les femelles sont très amaigries.

3 - Reproduction des mâles

3.1 - Descriptions macroscopiques et microscopiques des testicules

Les étapes de la spermatogenèse ont été suivies à partir d'une échelle de maturation des testicules avec les mêmes objectifs que ceux décrits pour les ovaires : identification fiable et rapide du stade et bonne correspondance avec les étapes histologiques de la spermatogenèse.

3.1.1 - Aspects macroscopiques des testicules

Nous avons distingué quatre stades macroscopiques :

+ **Stade I : Immature.**

Les testicules sont difficilement visibles, réduits à des filaments transparents collés à la cavité abdominale.

+ **Stade II : Développement et pré-émission.**

Les testicules sont roses, translucides et se replient dans la cavité viscérale. Il n'y a pas de lobes apparents et une pression sur les flancs de l'animal n'entraîne pas une libération de laitance. Si des traces de laitance sont visibles dans les canaux efférents, il s'agit d'un animal venant de se reproduire et amorçant, après un bref repos, un nouveau cycle.

+ **Stade III : Mature et fluent.**

Les testicules sont laiteux, festonnés, fortement vascularisés et très fragiles. Ils occupent une grande partie de la cavité viscérale. La laitance présente dans les canaux efférents est libérée par une pression sur l'abdomen de l'animal.

+ **Stade IV : Post-émission et récupération.**

Les testicules sont fins, flasques et rougeâtres. Les canaux efférents sont vidés avec quelquefois encore des traces de laitance. Les mâles vont alors rentrer dans une phase d'immaturité pour reprendre ensuite le cycle au stade II.

3.1.2 - Aspects microscopiques

La spermatogenèse de la Limande comprend cinq stades décrits par HTUN HAN en 1978 et définis ci-dessous :

+ Stade A : Spermatogonie.

Les cellules sont généralement sphériques, séparées ou en petits groupes. Les premières divisions mitotiques apparaissent en juin et les spermatogonies formées remplissent les espaces laissés vides par les fibres élastiques.

+ Stade B : Spermatocyte primaire.

Il est morphologiquement semblable aux spermatogonies, mais sa taille en est inférieure.

+ Stade C : Spermatocyte secondaire.

Il provient des divisions méiotiques des spermatocytes primaires. Les cellules, plus petites que les précédentes, possèdent un nucléus distinct.

+ Stade D : Spermatide.

Les divisions méiotiques continuent et produisent des spermatides. Elles diminuent encore de taille et deviennent de plus en plus nombreuses dans le testicule. La chromatine, rassemblée sous forme de cupule compacte, se contracte formant la tête du futur spermatozoïde.

+ Stade E : Spermatozoïde.

Au cours de la spermiogenèse, les spermatides évoluent en spermatozoïdes. A la fin de la maturation, ils envahissent le lobule à partir du centre ; il y a alors rupture de la paroi du lobule, libérant ainsi les gamètes dans les canaux.

3.1.3 - Validation histologique des stades macroscopiques

Nos observations sont résumées dans le tableau 5, qui établit la relation liant l'état macroscopique à l'état microscopique ; l'aspect externe des testicules renseigne donc sur l'état d'avancement de la spermatogenèse.

3.2 - Evolution des stades de maturation des testicules

Les histogrammes retracent les variations mensuelles des pourcentages des stades sexuels (exceptées celles du stade Immature, non représenté ici) des mâles matures (de plus de deux ans) (Fig. 33).

Au cours du temps les modes (pochés en noir) se déplacent vers la droite en passant d'un stade à l'autre, traduisant ainsi la succession des stades en fonction de la maturation des testicules (figurés par une flèche).

Les mâles sont en préémission d'octobre à novembre, ils sont fluents dès le mois de décembre et le restent jusqu'en avril. En mai, les mâles se trouvent tous en post-émission.

STADES DE MATURATION DES TESTICULES	ETATS MACROSCOPIQUES	ETATS MICROSCOPIQUES	PERIODES DE PRESENCE
STADE I Immature	Testicules réduits à un filament transparent collé à la cavité abdominale.	Uniquement des stades A seuls ou en petits groupes se regroupant à la périphérie de la gonade. La membrane testiculaire mesure 5 µm d'épaisseur.	Uniquement chez les immatures
STADE II Développement Pré émission	Roses, translucides sans lobes apparents.	Quelques stades A. Majorité de stades B et C. Quelques spermatozoïdes (stade E) sont présents, liés à la membrane lobulaire. La membrane testiculaire atteint 10 - 15 µm d'épaisseur.	d'octobre à novembre
STADE III Fluents Matures	Testicules laitieux et festonnés, fortement vascularisés et très fragiles. La laitance, présente dans les canaux, est libérée par une simple pression sur l'abdomen.	Quelques stades D sont présents. La majorité des spz mûrs sont actifs et libres dans les canaux déférents. La membrane testiculaire s'amincit et est proche de 10 µm d'épaisseur	de décembre à avril
STADE IV Post-émission Récupération	Testicules fins, flasques et rougeâtres.	Le lumen est pratiquement vide. Quelques spz inactifs subsistent dans les canaux déférents. Quelques stades A, groupés à la périphérie, constituent le stock de spermatozoïdes de l'année suivante. La membrane s'épaissit et atteint 30 µm.	de mai à septembre



Tableau 5 : Correspondances entre les stades macroscopiques des testicules et leurs états microscopiques

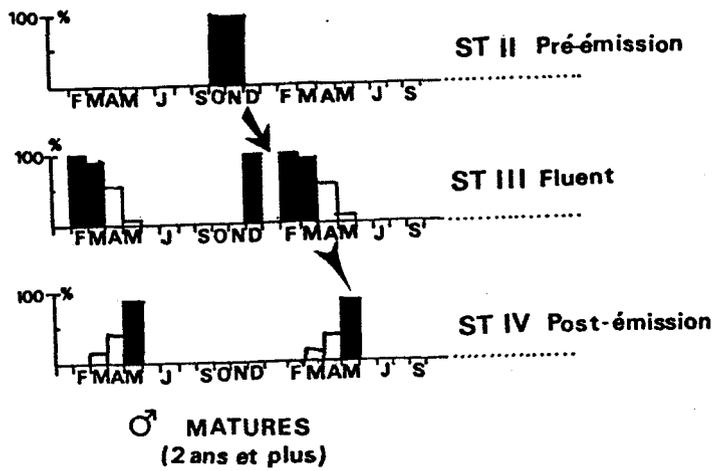


Fig. 33 : Evolution mensuelle moyenne des stades sexuels des mâles matures (de 2 ans et plus) (moyenne sur trois cycles)

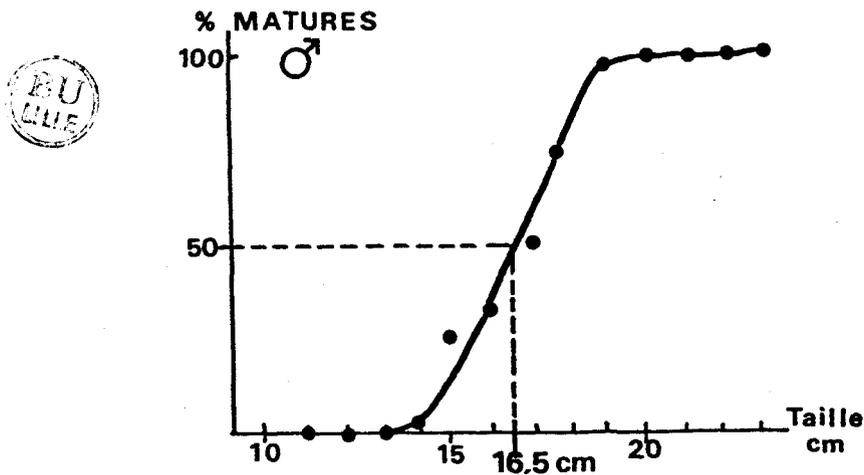


Fig. 34 : Taille de première reproduction des limandes mâles en Manche orientale

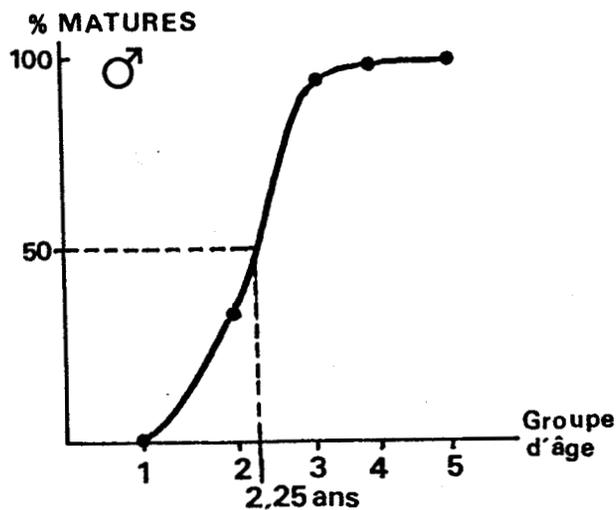


Fig. 35 : Age de première reproduction des limandes mâles en Manche orientale

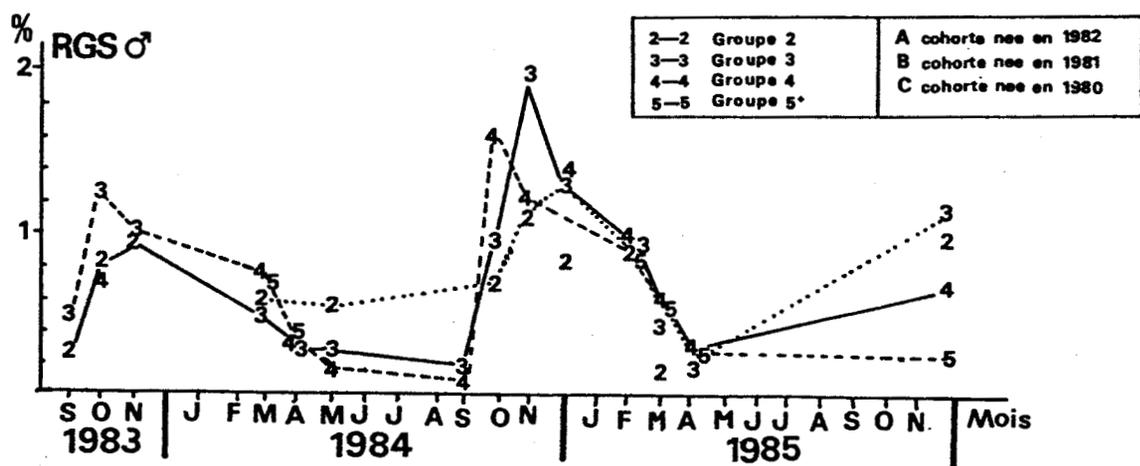


Fig. 36 : Evolution mensuelle du RGS des mâles en fonction de leur âge (de septembre 1983 à septembre 1986)

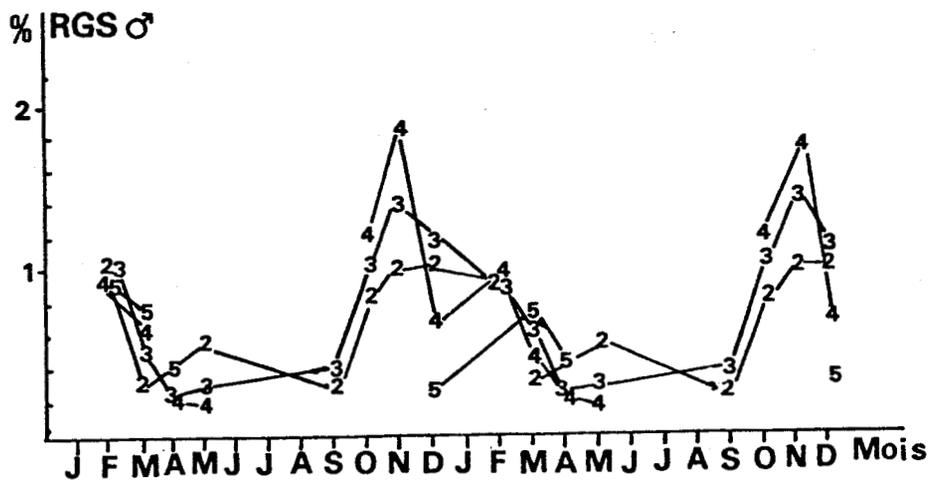


Fig. 37 : Evolution mensuelle moyenne du RGS des mâles en fonction de leur âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)

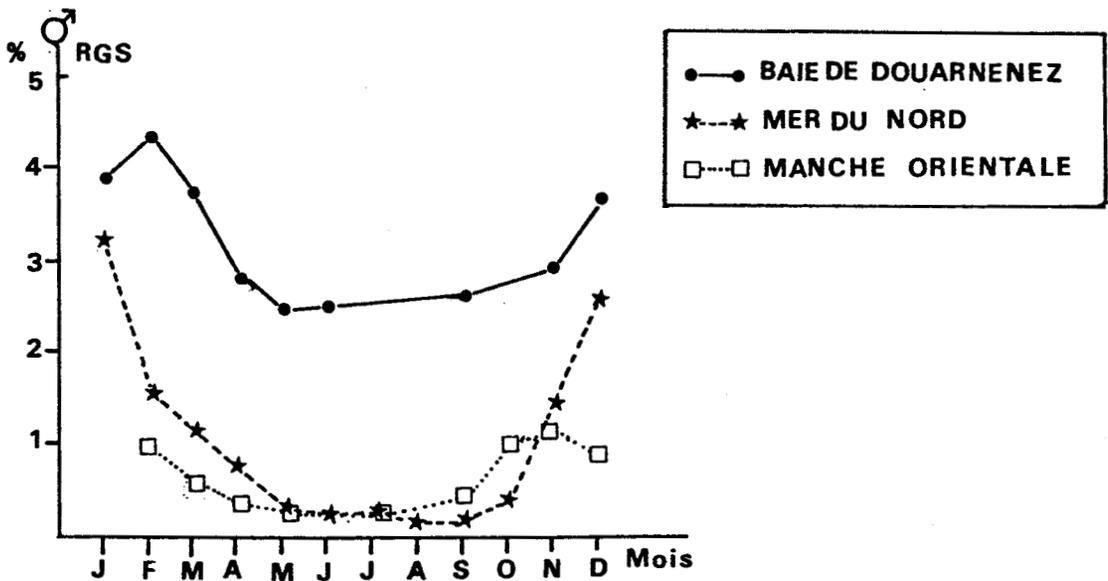


Fig. 38 : Evolution du RGS moyen des mâles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTJUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)

3.3 - Taille et âge de première reproduction des mâles

Les deux courbes (Fig. 34 et 35), établies à partir de l'observation de l'état de maturité de 72 mâles dont les tailles allaient de 10 cm à 26 cm, ont permis de déterminer une taille à la première reproduction de 16,5 cm correspondant à un âge de 2,2 ans.

Les travaux de LEE (1972) et TASSEL (1986) réalisés en mer du Nord, révèlent que, comme pour les femelles, les mâles semblent plus précoces et plus petits à leur première reproduction, au nord qu'au sud.

3.4 - Evolution du RGS des limandes mâles

Au cours du cycle de reproduction, l'amplitude des variations du poids des testicules est bien moins élevée que celle du poids des ovaires. Néanmoins, nous avons suivi son évolution chez les mâles au cours de trois cycles de reproduction (de septembre 1983 à septembre 1986).

3.4.1 - RGS par groupe d'âge et par mois

L'évolution mensuelle des valeurs du RGS en fonction des groupes d'âges (de 2 à 5+) a été suivie en identifiant les cohortes (A à C) (Fig. 36).

Quels que soient le groupe d'âge et la cohorte observés, le caractère cyclique des fluctuations est nettement mis en évidence. Les valeurs maximales se rencontrent en automne, les minimales au printemps et en été.

3.4.2 - RGS moyen par groupe d'âge et par mois

Les résultats des trois années, moyennés par groupe d'âge et par mois, donnent une évolution type du RGS pour une année moyenne (Fig. 37). Tous les mâles de limande, quel que soit leur groupe d'âge, présentent la même évolution de leur RGS. Elle se décompose en trois phases : une croissance rapide de septembre à novembre, une décroissance lente en paliers de décembre à mai, et un état stationnaire à un faible niveau de juin à septembre.

3.4.3 - Discussion

L'évolution mensuelle moyenne du RGS est comparée à celle obtenue par DENIEL (1981) et LEE (1978) (Fig. 38). Les trois courbes évoluent de manière synchrone. Les valeurs maximales des différents rapports, atteintes entre novembre et février selon les cas, varient en fonction de la zone de travail (baie de Douarnenez = 4,3 % ; mer du Nord = 3,2 % ; Manche orientale = 1,2 %).

3.5 - Evolution du RHS des limandes mâles

Les données des trois années ont été regroupées puis lissées par la moyenne mobile (Fig. 39). De juin à août, alors que la spermatogenèse est amorcée, le RHS augmente ce qui indique que l'animal stocke des réserves dans le foie. Puis il diminue de septembre à novembre, ce qui traduit l'utilisation des réserves hépatiques soit pour la spermatogenèse soit comme source d'énergie (les testicules sont alors en plein développement). Il chute de décembre à mai, où il atteint sa valeur minimale.



Fig. 39 : Evolution mensuelle moyenne du RHS des mâles

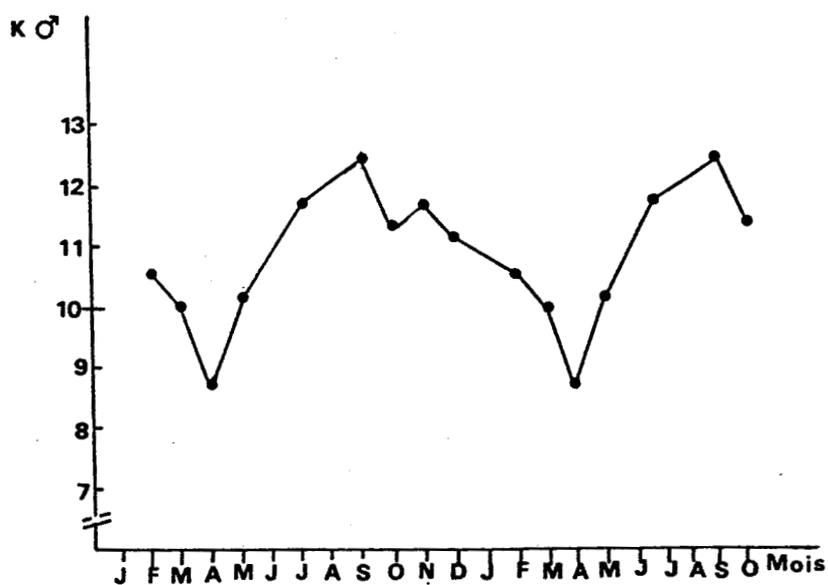


Fig. 40 : Evolution mensuelle moyenne du du coefficient de condition des mâles matures (2 ans et plus)

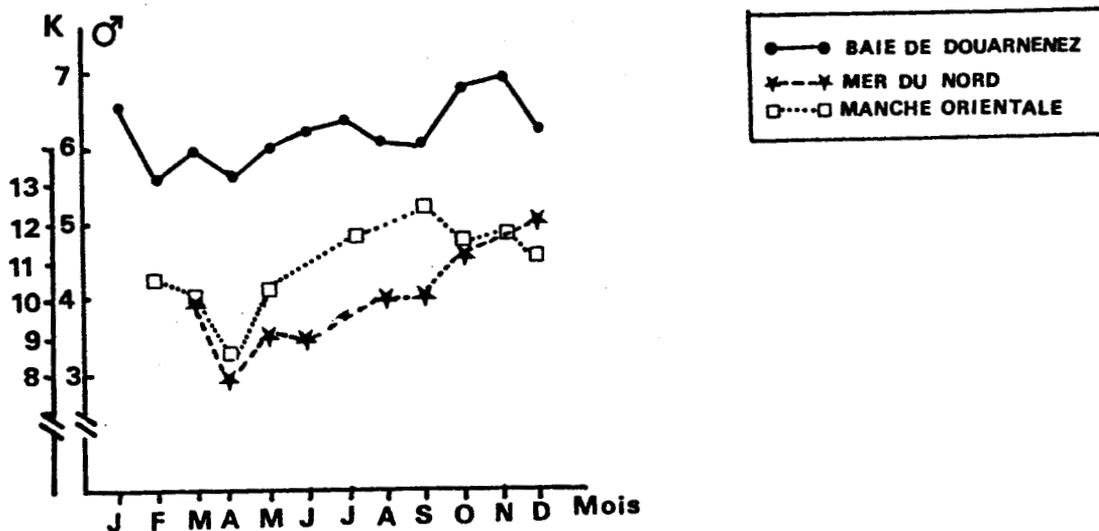


Fig. 41 : Evolution du coefficient de condition des mâles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)

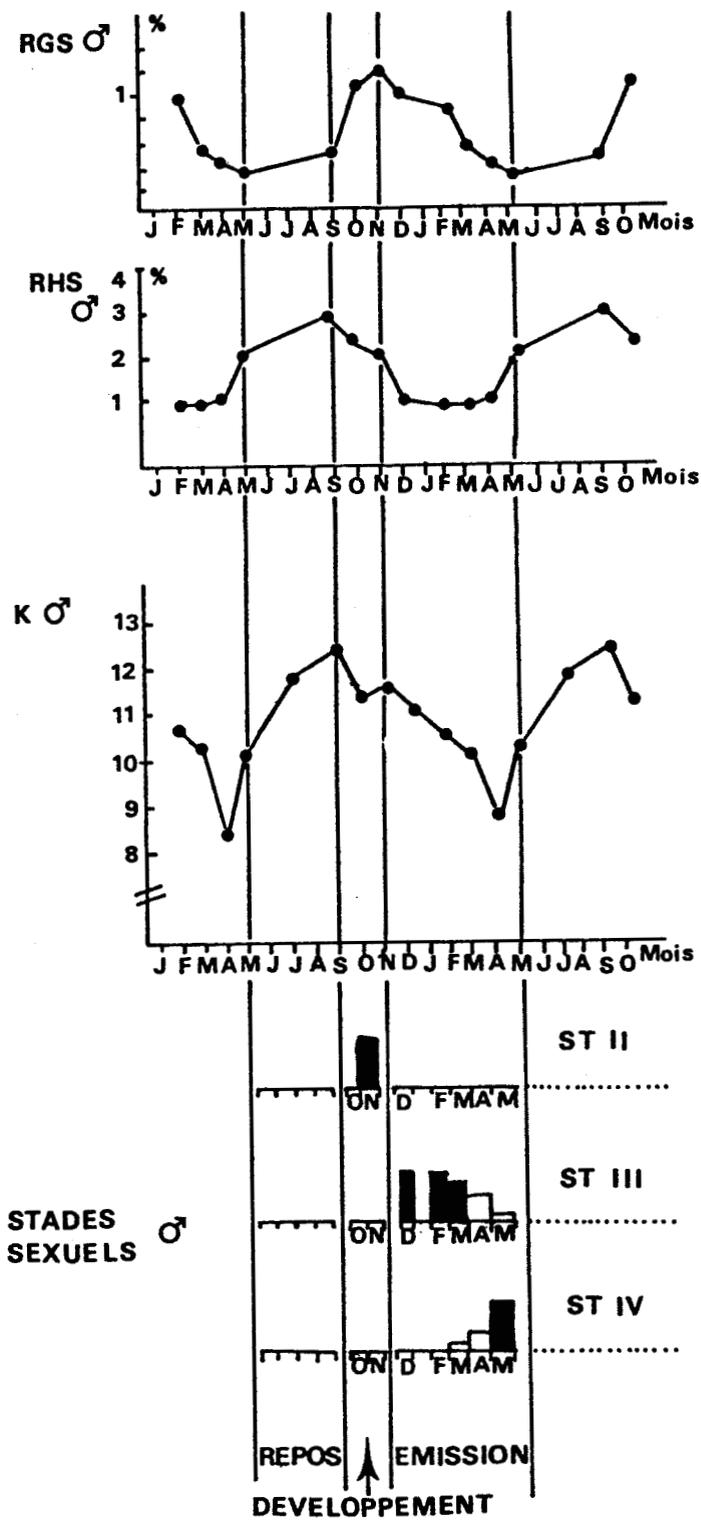


Fig. 42 : Evolutions comparatives des indices, rapports et observations macroscopiques des limandes mâles

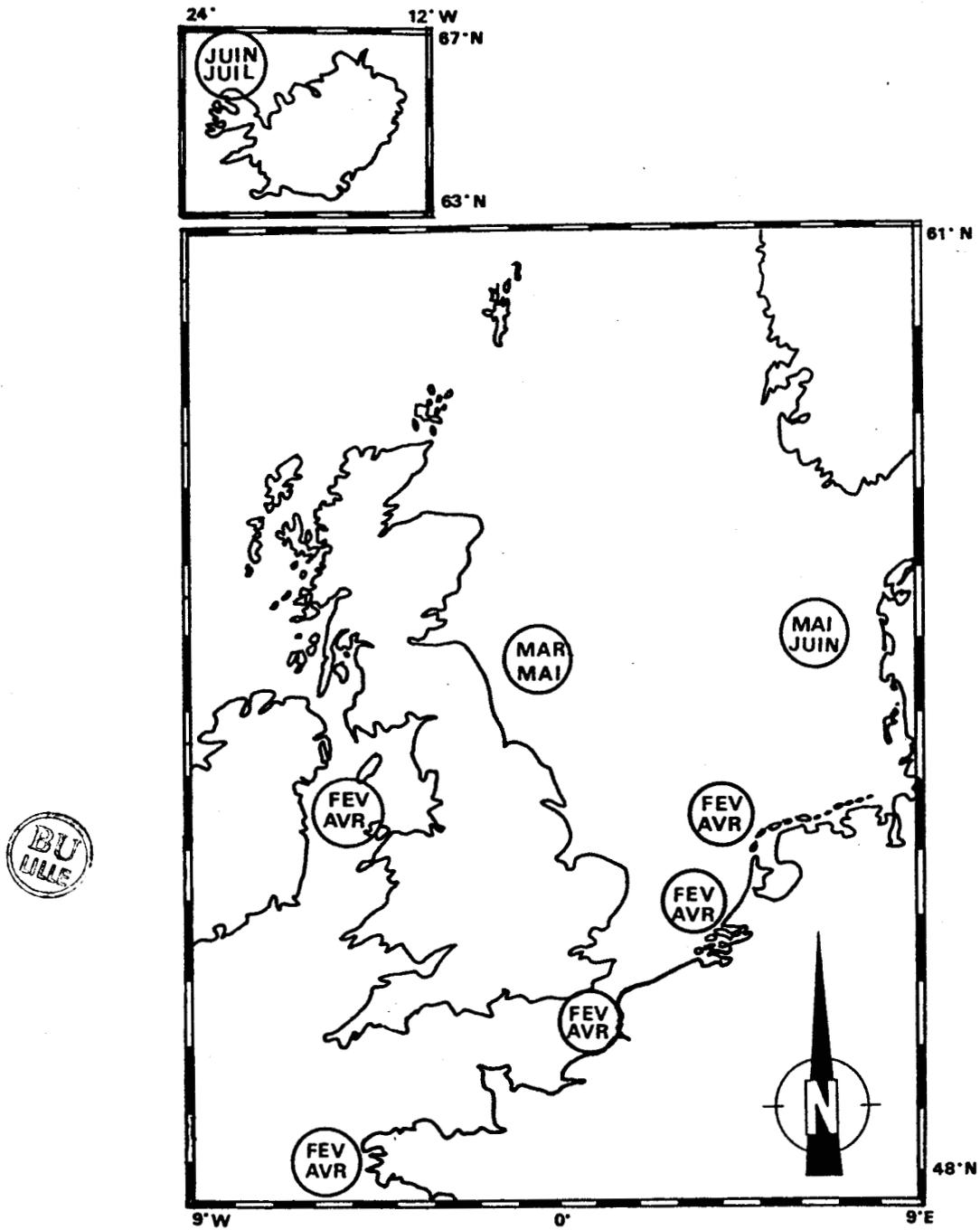


Fig. 43 : Aires et périodes de ponte de la Limande
 (d'après DENIEL, 1981 ; LEE, 1972 ; ORTEGA-SALAS, 1980 ; JÓNSSON, 1966)

3.6 - Evolution du coefficient de condition K

L'évolution moyenne du coefficient de condition des limandes mâles se décompose en deux grandes phases de même durée (Fig. 40) : une phase de croissance, de mai à septembre où il atteint une valeur maximale, qui traduit une amélioration constante de la condition physique des mâles, et une phase de décroissance, d'octobre à avril, avec un minimum en avril, qui indique la dégradation progressive de leur condition physique.

Il semble que les mâles accumulent des réserves énergétiques pendant six mois (valeurs croissantes de l'indice). Ils les utilisent ensuite au cours de la spermatogenèse et de la saison de frai (chute des valeurs de K) dont ils sortent amaigris. Cependant ils récupèrent une bonne condition physique rapidement après la fin des premières émissions.

L'évolution de l'indice est semblable, quel que soit le secteur étudié (Fig. 41).

3.7 - Bilan sur le cycle de reproduction des mâles

Les résultats obtenus permettent de décomposer le cycle de reproduction des mâles en trois phases (Fig. 42) :

(1) une phase dite de "repos", de mai à septembre, pendant laquelle les mâles venant de se reproduire reprennent des forces (augmentation des valeurs du coefficient de condition et du RHS) et commencent à accumuler des réserves énergétiques pour la saison suivante.

(2) une phase de développement testiculaire, d'octobre à novembre, qui se caractérise par une rapide augmentation du poids des testicules qui sont alors en pré-émission (stade III). Une partie des réserves énergétiques des mâles est alors mobilisée d'où la chute des RHS et de K.

(3) une phase d'émission de spermatozoïdes, de décembre à avril, se traduisant par la décroissance de tous les rapports et indices. On remarque que la décroissance du RGS se fait en paliers ce qui suggère une émission progressive des gamètes pendant une longue période (au moins 4 mois). A la fin de cette phase les mâles sont très amaigris.

On remarque que les RHS et coefficients de condition atteignent leurs valeurs maximales deux mois avant le RGS.

4 - Discussion

Les différents suivis d'indices et de rapports révèlent une seule période de ponte annuelle ; elle est printanière sur la plupart des zones géographiques de son aire de répartition (Fig. 43). L'espèce se reproduit surtout de février à avril sur les aires de ponte du sud de la mer du Nord, de l'île de Man, de la Manche orientale et de la baie de Douarnenez (LEE, 1972 ; HTUN HAN, 1978 ; ORTEGAS-SALAS, 1980 ; DENIEL, 1981). Les pontes commencent plus tard sur les aires septentrionales où elles se décalent vers la fin du printemps et le début de l'été (POULSEN, 1933 ; JONSSON, 1966), périodes où les conditions physiques nécessaires à leur reproduction sont optimales (température, photopériode, etc ...).

Les mâles sont fluents une grande partie de l'année (5 mois) alors que les femelles pondent pendant une période très brève (1 mois). Ce phénomène est courant chez les Poissons à fécondation externe ; les produits génitaux sont abandonnés dans la mer et la fécondation est laissée au hasard ; le frai est collectif, et mâles et femelles regroupés en grand nombre déversent ovocytes et laitance simultanément (LAHAYE, 1972). Une fois la ponte achevée, les ovocytes non émis dégèrent et ce, quel que soit le stade macroscopique atteint par l'ovaire.

La fécondation externe a un faible taux de réussite compensé par la grande quantité d'ovocytes émis (de 3000 à 40000 par gramme de femelle), la brièveté des pontes individuelles et le rapprochement des reproducteurs dans les zones côtières au moment du frai. Cela implique, pendant les mois précédant la période de reproduction, une forte activité physiologique (migrations, anorexie d'où utilisation des réserves énergétiques, etc ...) plus intense chez les femelles que chez les mâles ; l'examen et le suivi des valeurs des indices semblent indiquer que cette "mobilisation" croît avec l'âge. Ainsi, les jeunes femelles (en pleine croissance) consacraient moins d'énergie à leur vitellogenèse que les femelles plus âgées (à croissance ralentie). Or, DENIEL (1984) a démontré qu'il n'en est rien, et qu'en fait, la plus forte baisse du taux de croissance apparaît pendant les deux premières maturations, et donc que c'est pendant ces deux premières maturations que les réserves énergétiques sont le plus sollicitées.

Outre la détermination de la période de ponte, le suivi de ces indices a permis de déceler la possibilité d'une atrésie ovocytaire, malheureusement non quantifiée par des observations histologiques. Ce phénomène, décrit par DENIEL (1981) en baie de Douarnenez, semble toucher tous les ovocytes non émis, quel que soit leur stade de développement, et toutes les femelles aptes à se reproduire.

Les limandes femelles atteignent leur maturité sexuelle à une taille et un âge plus élevés que les mâles (22 cm pour 2,5 ans chez les femelles et 16,5 cm pour 2,25 ans chez les mâles). Ces deux paramètres dépendent aussi de la latitude ; ainsi, plus les populations sont méridionales, plus elles atteignent leur maturité à un âge et une taille élevés. Cette tendance se trouve probablement fortement accentuée par les fortes pressions de pêche auxquelles sont soumises des populations de mer du Nord et de Manche orientale. En effet, lorsque le taux de mortalité d'une population s'accroît, quelle qu'en soit la cause, la population réagit par une augmentation de son taux de reproduction ; or ce taux est plus vite augmenté par un avancement de l'âge de la maturité sexuelle que par une augmentation de la fécondité individuelle (BARBAULT, 1981). Cela se trouve confirmé par JÓNSSON (1966) qui a étudié le stock de limandes d'Islande. Les individus appartenant à ce stock, peu sollicités par les professionnels, ont une taille à la première reproduction de 16 cm pour un âge situé entre 3 et 4 ans. Ainsi, la taille de première reproduction de l'espèce dépend donc non seulement de la latitude et des conditions physiques de l'environnement, mais aussi et surtout du niveau d'exploitation du stock, ce qui rejoint les affirmations de ROFF (1982) pour l'ensemble des poissons plats.

II - CROISSANCE

1 - Croissance en longueur

Les âges, obtenus par lecture directe des otolithes, sont représentés en fonction des longueurs (mesurées au centimètre près) et des sexes sur les tableaux 6 et 7 ; ils fournissent les résultats bruts provenant de l'échantillonnage sans pondération.

Les équations de croissance en longueur des limandes de Manche orientale ont été calculées à partir des couples âge-longueur de 2774 femelles et de 1138 mâles pondérés par les captures.

Les intervalles de tailles des observations étaient de 10 à 38 centimètres pour les femelles et de 16 à 37 centimètres pour les mâles, et les intervalles d'âges de 8 à 92 mois pour les femelles et de 17 à 84 mois pour les mâles.

Dans les intervalles d'observations, les équations s'écrivent :

pour les femelles :

$$L_T = 36,98 (1 - e^{-0,02(t+23,10)})$$

où L_T est en cm
t est en mois

pour les mâles :

$$L_T = 27,79 (1 - e^{-0,06(t-2,59)})$$

où L_T est en cm
t est en mois

Les effectifs de chaque classe de taille par âge ainsi que la courbe de croissance sont présentés sur les figures 44 pour les femelles et 45 pour les mâles (l'échelle utilisée pour les âges tend à rapprocher la courbe de croissance des femelles d'une droite). On remarque alors qu'à âge égal, les femelles sont toujours plus grandes que les mâles, disparité courante chez les Téléostéens (DENIEL, 1986).

Dans les clés taille-âge rééquilibrées, pour un âge donné, on observe parfois la présence de plusieurs modes alors qu'en toute logique on s'attendrait plutôt à en trouver un seul. Ce phénomène peut être lié à l'échantillonnage (réalisé à partir des tailles) et se trouver amplifié par la pondération ; les captures dépendant elles mêmes fortement de la sélectivité dont les effets se répercutent jusque sur le groupe 3 (partie I, paragraphe 8.3.1). De plus, le cumul des résultats obtenus aux cours de trois années a provoqué la superposition et le mélange des différentes cohortes et donc entraîné l'apparition de modes (un mode correspondant à une saison de ponte). Enfin, outre les erreurs d'interprétations des pièces calcifiées, jamais totalement exclues, il est aussi possible que le matériel provienne de deux populations ; l'une originaire de Manche orientale et l'autre du sud de la mer du Nord. Malheureusement, l'origine géographique précise des échantillons dont nous disposons n'a jamais pu être déterminée avec certitude, les artisans boulonnais passant au cours d'une même marée d'un secteur à l'autre.

**TAILLE
EN CM**

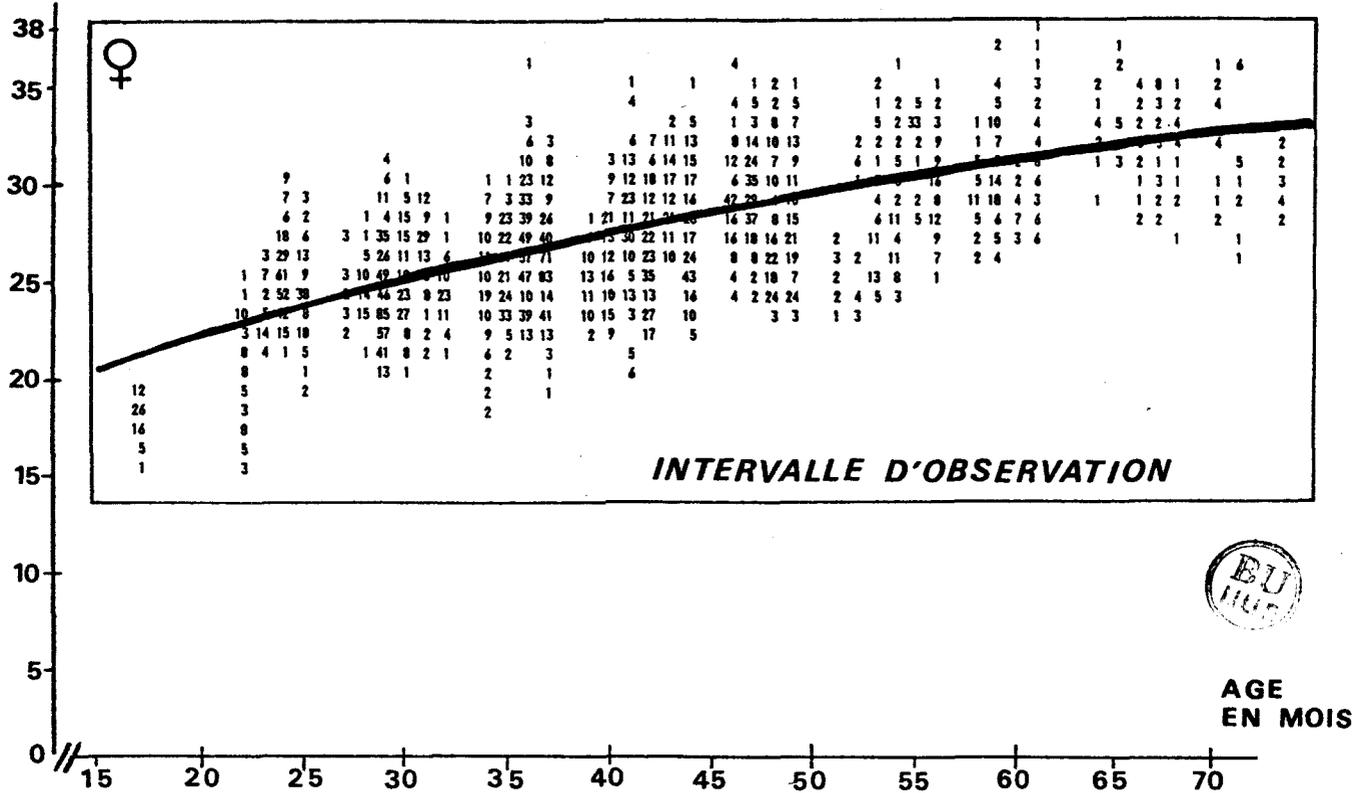


Fig. 44 : Croissance en longueur des Limandes femelles en Manche orientale (calculs réalisés à partir des clés pondérées par les captures)

**TAILLE
EN CM**

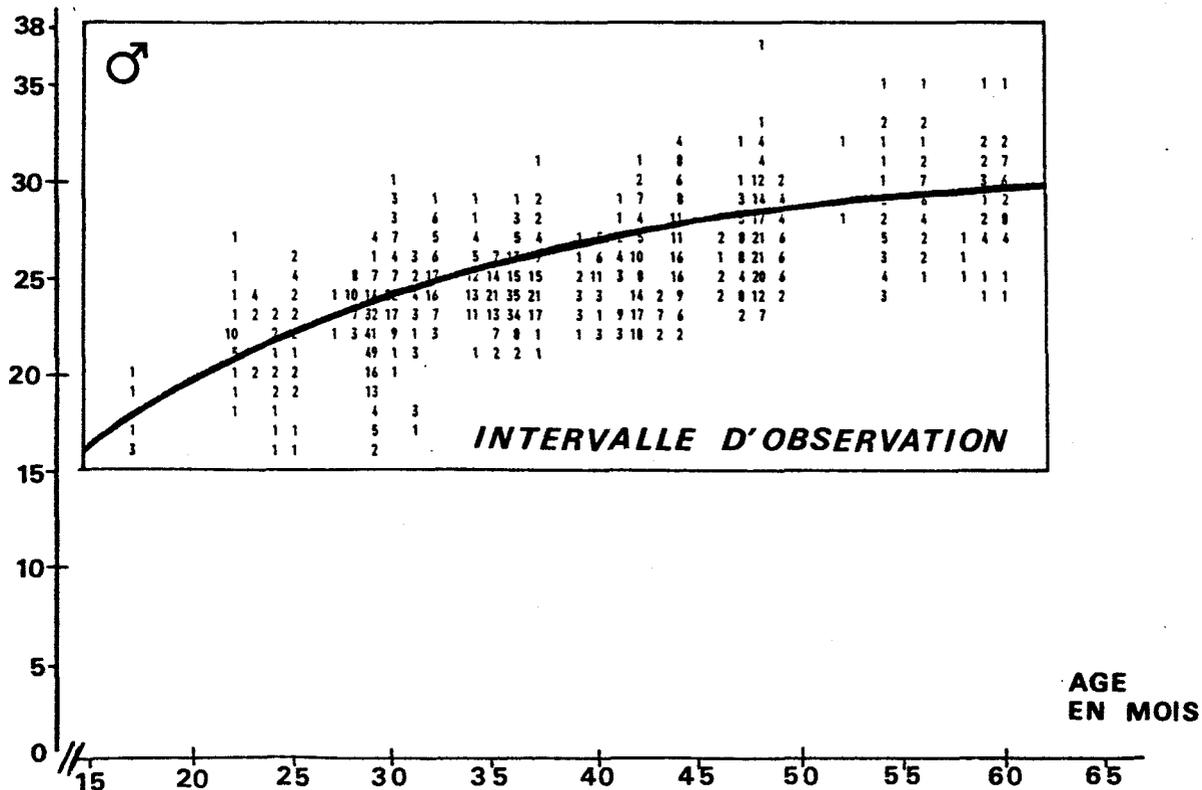


Fig. 45 : Croissance en longueur des Limandes mâles en Manche orientale (calculs réalisés à partir des clés pondérées par les captures)

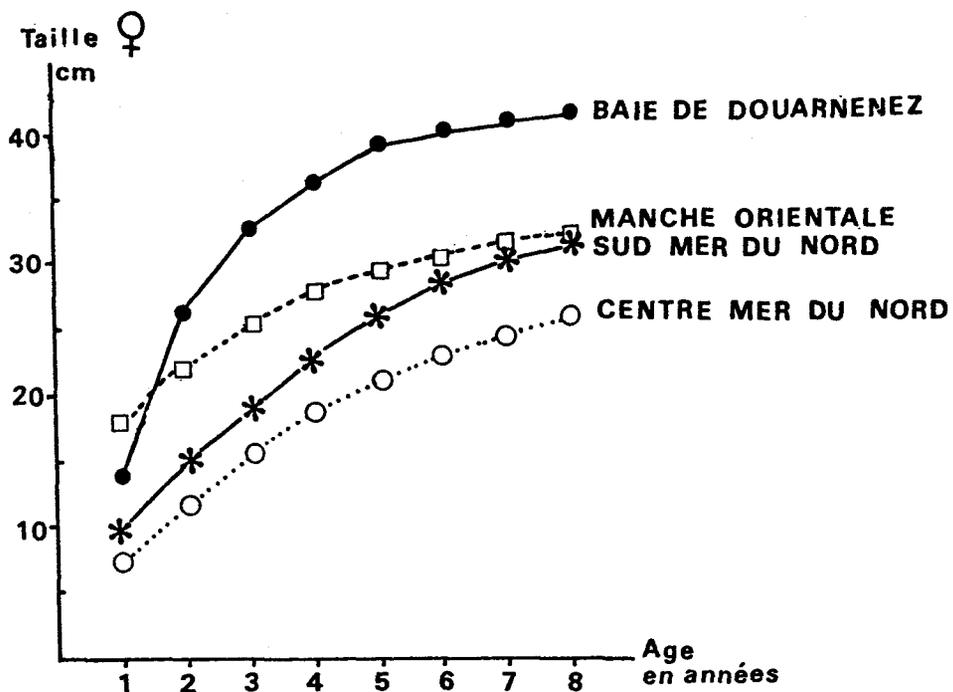


Fig. 46 : Comparaison des courbes de croissance des limandes femelles baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), Manche orientale (cette étude) mer du Nord (LEE, 1972)

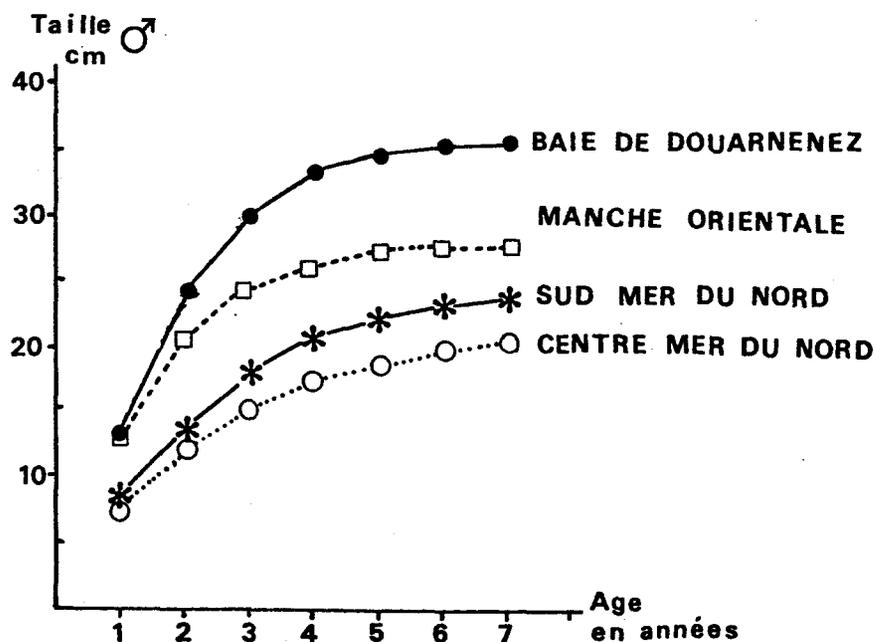


Fig. 47 : Comparaison des courbes de croissance des limandes mâles baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), Manche orientale (cette étude) mer du Nord (LEE, 1972)

Les courbes de croissance obtenues en Manche orientale sont comparées à celles déterminées en mer du nord par LEE (1972) et en baie de Douarnenez par DENIEL (1981) (Fig. 46 et 47). On remarque alors qu'à âge égal et quel que soit le sexe, les longueurs moyennes des limandes vivant au centre de la mer du Nord sont, à partir de la seconde année, inférieures à celles de la mer du Nord, de Manche orientale et de baie de Douarnenez. Il semble donc exister un gradient de croissance lié à la latitude et donc aux facteurs physicochimiques de l'environnement ; les populations septentrionales grandissant moins vite et atteignant des tailles inférieures aux populations plus méridionales.

La différence de croissance entre les mâles et les femelles ne devient évidente qu'à la fin de la troisième année : les mâles sont alors en moyenne plus petits que les femelles (de 2 à 5 centimètres selon le secteur d'étude).

2 - Relations taille-poids

Les équations liant la taille au poids ont été calculées, chez les femelles à partir de 1250 couples taille-poids et 590 chez les mâles. Les tailles observées allaient de 10 à 38 cm, chez les femelles, et de 12 à 37 cm chez les mâles, et les intervalles de poids, respectivement de 10 à 702 grammes et de 18 à 576 grammes. Rappelons que ces couples d'observations ont été recueillis sur l'ensemble du cycle de reproduction.

Les calculs des relations taille-poids sont donnés en annexe B ; elles s'écrivent pour les femelles :

$$P = 7,23 \cdot 10^{-3} L^{3,13}$$

où P est le poids plein individuel en grammes
L est la taille en cm

et pour les mâles :

$$P = 9,56 \cdot 10^{-3} L^{3,04}$$

où P est le poids plein individuel en grammes
L est la taille en cm

Les courbes sont représentées sur les figures 48 et 49.

Le coefficient d'allométrie des femelles ($b = 3,13$) est légèrement supérieur à celui des mâles ($b = 3,04$) ce qui indique que les femelles ont tendance à grandir en longueur tout en s'épaississant alors que les mâles conservent leurs proportions ; à taille égale, les femelles sont plus épaisses et plus lourdes que les mâles. Cette différence de poids entre les mâles et les femelles devient évidente à partir de 22 cm, taille à laquelle un grand nombre de femelles achèvent leur développement ovarien et se reproduisent pour la première fois.

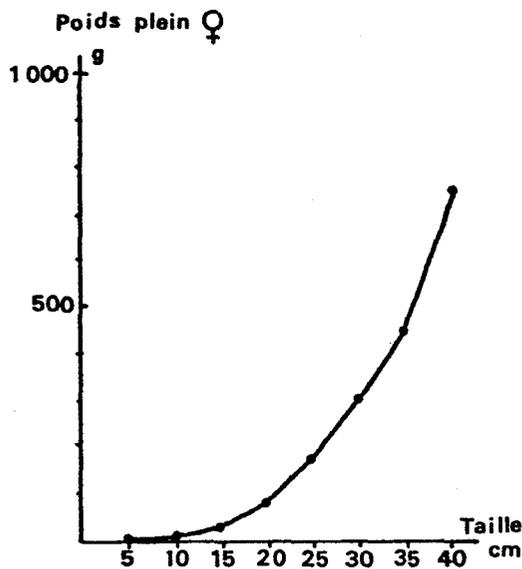


Fig. 48 : Relation taille poids des limandes femelles de Manche orientale

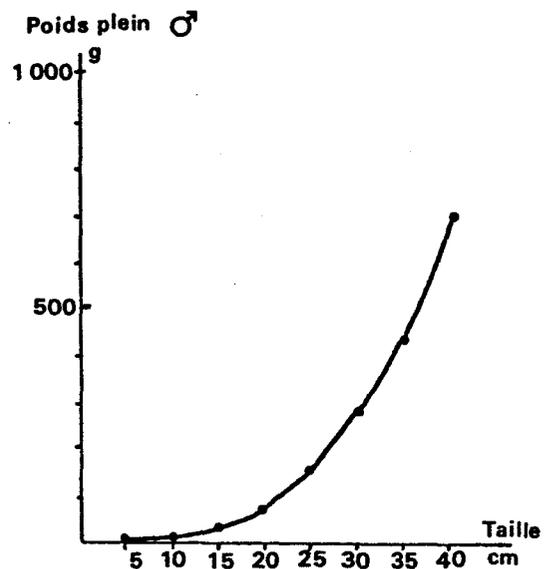


Fig. 49 : Relation taille-poids des limandes mâles de Manche orientale



TAILLE en cm	♀		♂	
	M.O. POIDS en g	B. Dz. POIDS en g	M.O. POIDS en g	B. Dz. POIDS en g
4	0,55	0,50	0,65	0,57
6	1,97	1,83	2,22	2,00
8	4,85	4,62	5,32	4,89
10	9,75	9,46	10,48	9,76
12	17,26	16,98	18,25	17,17
14	27,96	27,84	29,15	27,69
16	42,47	42,75	43,75	41,89
18	61,40	62,39	62,59	60,35
20	85,38	87,49	86,22	83,66
22	115,06	118,81	115,19	112,41
24	151,08	157,09	150,07	147,22
26	194,09	203,11	191,41	188,68
28	244,76	257,66	239,78	237,41
30	303,76	321,53	295,74	294,02
32	371,76	395,55	359,84	359,14
34	449,44	480,52	432,67	433,40
36	537,48	577,30	514,77	517,42
38	636,59	686,71	606,74	611,83
40	747,46	809,62	709,12	717,28

M.O. = Manche orientale
B. Dz = Baie de Douarnenez

Tableau 8 : Poids moyens des Limandes de Manche orientale et baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) calculés à partir des relations taille-poids

GROUPE AGE	♀				♂			
	B. Dz. POIDS en g	H.O. POIDS en g	S.N.N. POIDS en g	C.N.N. POIDS en g	H.O. POIDS en g	B. Dz. POIDS en g	S.N.N. POIDS en g	C.N.N. POIDS en g
1	28,29	68,64	7,18	3,17	18,19	22,11	3,85	3,54
2	194,24	124,54	33,73	15,58	87,51	143,58	26,75	17,80
3	410,96	185,79	79,33	36,98	150,95	280,65	58,02	36,29
4	593,53	246,39	138,13	64,36	190,69	380,91	86,14	53,23
5	722,25	302,58	203,67	94,53	212,34	443,07	107,43	66,53
6	805,49	352,47	270,64	124,96	223,46	478,82	122,21	76,17
7	856,93	395,44	335,31	153,95	229,00	498,63	132,00	82,85



H.O. = Manche orientale
 B.Dz. = Baie de Douarnenez
 S.N.N. = Sud Mer du Nord
 C.N.N. = Centre Mer du Nord

Tableau 9 : Poids moyens des Limandes de Manche orientale, baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et mer du Nord (LEE, 1972) calculés à partir des équations de croissance en poids

Ces résultats ont été comparés à ceux de DENIEL (1981). Comme il est difficile de comparer graphiquement deux courbes allométriques, nous avons calculé pour des tailles déterminées les poids moyens aux différentes tailles en Manche et baie de Douarnenez (Tableau 8). Quel que soit le secteur, à taille égale, les femelles sont toujours plus lourdes que les mâles ; de même, à partir de 16 centimètres les femelles de baie de Douarnenez sont plus grosses que celles de Manche orientale.

3 - Croissance en poids

Rappelons qu'à partir des tailles moyennes aux âges (calculées à partir de la clé pondérée) et de la relation taille-poids, le poids moyen aux différents âges a été calculé femelles et mâles séparément. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 9 conjointement aux résultats fournis par la bibliographie. C'est sur ce tableau que la différence de croissance d'un secteur à l'autre est la plus évidente, la taille étant implicite.

La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et mer du Nord (LEE, 1972) (Tab. 9) montre qu'à âge égal, les femelles sont en moyenne plus lourdes que les mâles, et que cette différence (quelques grammes chez les jeunes individus) peut devenir très forte chez les individus plus âgés ; par exemple, dans le sud de la Mer du Nord, les femelles de sept ans sont en moyenne deux fois plus lourdes que les mâles (LEE, 1972).

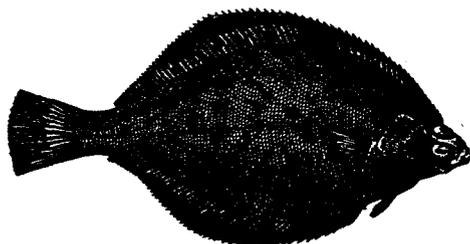
De même, des différences de poids considérables peuvent s'observer selon les secteurs de travail. A âge égal, les individus vivant au centre de la mer du Nord ont un poids inférieur à ceux du sud de la mer du Nord, de Manche orientale et de baie de Douarnenez. Ainsi, une femelle de quatre ans vivant dans la zone centrale de la mer du Nord pèse en moyenne la moitié moins lourd qu'une femelle du sud de la mer du Nord, le quart d'une femelle vivant en Manche orientale et le dixième d'une femelle de baie de Douarnenez.

4 - Discussion

Les tailles moyennes par âge calculées à partir des équations de von BERTALANFFY, révèlent l'existence d'un dimorphisme sexuel et d'un gradient de croissance en fonction de la latitude ; ce gradient se trouve amplifié dans les croissances en poids. Ainsi, à âge égal, une limande de baie de Douarnenez est en moyenne plus grande et beaucoup plus lourde qu'une limande de Manche orientale ou de mer du Nord et les mâles, quelle que soit la latitude, ont toujours des tailles et des poids inférieurs à ceux des femelles. L'espèce est en baie de Douarnenez proche de la limite sud de son aire de répartition ; elle y trouve probablement des conditions physiques plus favorables à sa croissance que sur les zones plus nordiques. La présence de grands et vieux individus en baie de Douarnenez (femelles de 46 cm et mâles de 40 cm correspondant au groupe 6) peut, par ailleurs, être le fait d'une exploitation très faible de la population qui y vit. Une situation comparable existait en 1966 le long des côtes islandaises, le stock de limandes alors peu exploité comportait une proportion relativement grande d'individus âgés (femelles de 42 cm appartenant au groupe 12). Au contraire, sur des secteurs soumis à des exploitations intensives comme en mer du Nord et, peut-être, comme en Manche orientale, les tailles maximales atteintes ainsi que les âges sont bien moins élevés.

Lorsque la longueur asymptotique (L_{∞}) est assimilable à la longueur réellement atteinte par l'espèce, et quand l'exposant b de la relation taille-poids est proche de 3, la taille à la première maturité sexuelle est égale aux deux tiers de L_{∞} (DAGET, 1972). Ces conditions étant réunies pour les limandes de cette étude, nous avons calculé les tailles de première maturité théoriques : elles sont égales à 24,6 cm pour les femelles et 18,5 cm pour les mâles. Ces valeurs sont très proches de celles déterminées à partir des ogives de maturité : 22 cm pour les femelles (Partie I, paragraphe 2.3) et 16,5 cm pour les mâles (Partie I, paragraphe 3.3).

Des réserves ont été émises concernant la validation des clés taille-âge du fait de la présence de bimodes dans les distributions de tailles aux âges. Certains auteurs préconisent dans ce cas l'utilisation de modèles permettant d'estimer les paramètres de l'équation de croissance de von BERTALANFFY, non plus sur la totalité de ces observations mais à partir des modes ou des médianes (GROS et al., 1987).



TROISIEME PARTIE

ETUDE DE LA DENSITE ET
DE LA REPARTITION SPATIALE
EN MER DU NORD

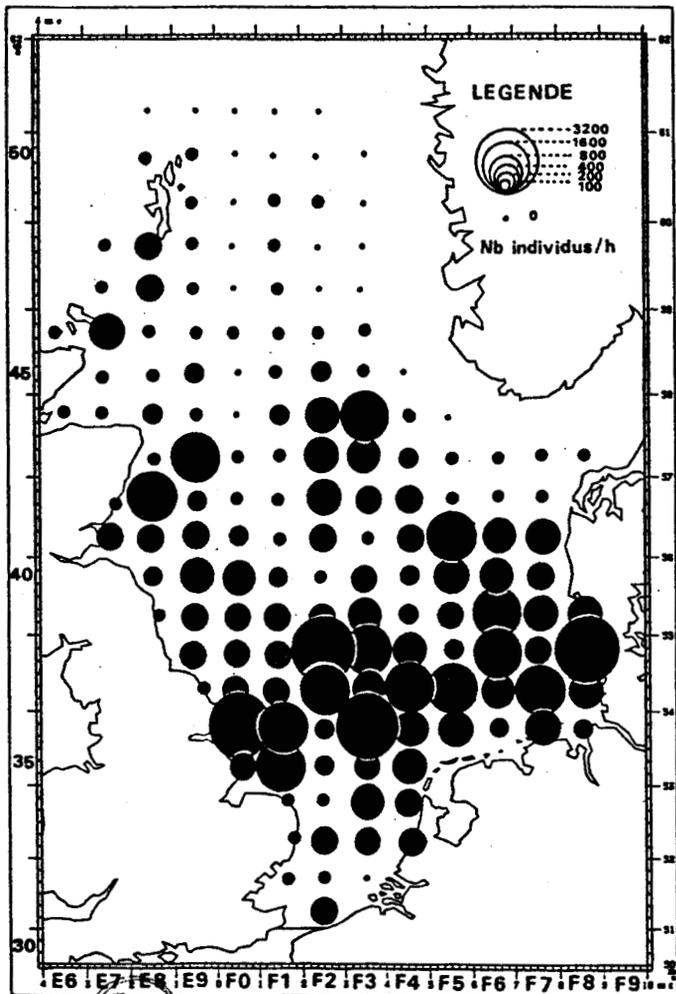


Fig. 50 : Répartition des abondances moyennes des limandes de Mer du Nord au cours du premier trimestre (moyenne sur trois années 1984-1985-1986)

(Nombre d'individus capturés par heure de chalutage)

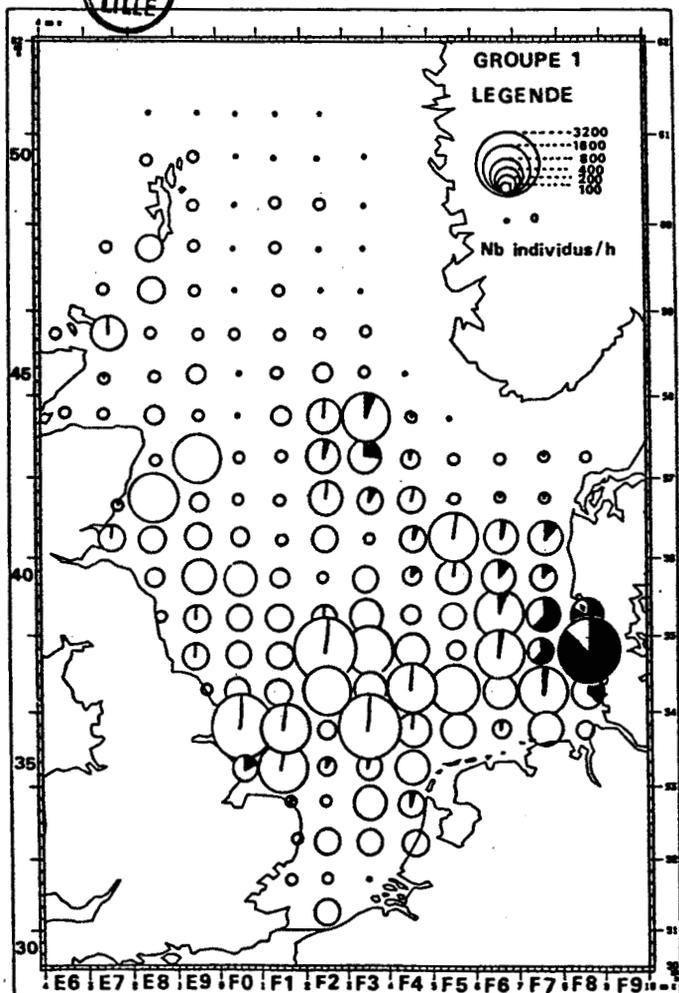


Fig. 51 : Abondance des limandes du groupe 1 (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)

Les abondances moyennes, tous âges compris sont reprises de la Fig. 50 (taille des cercles). Les pourcentages des classes d'âge dans chaque rectangle sont représentés par un secteur noirci sur le cercle.

TROISIEME PARTIE

ETUDE DE LA DENSITE ET DE LA REPARTITION SPATIALE EN MER DU NORD

Une fois les paramètres biologiques de l'espèce décrits pour la Manche orientale (partie II), la cartographie de sa ressource s'avérait nécessaire. En effet, la localisation de zones de concentration et de dispersion, la présence de ségrégation dans les groupes d'âge ainsi que les relations de l'espèce avec le milieu sont des informations essentielles à une future gestion rationnelle des stocks. Or, dans l'état actuel de nos connaissances, c'est en mer du Nord que la Limande est principalement pêchée ; c'est pourquoi nous avons utilisé l'opportunité des campagnes I.Y.F.S. comme source de données de tout premier ordre. Rappelons brièvement que ces campagnes se déroulent le premier trimestre de chaque année, selon des modalités d'échantillonnage décrites dans la première partie du travail, et consistent en une prospection totale de la mer du Nord selon une trame régulière de un demi degré de latitude sur un degré de longitude. Les données ainsi récoltées ont été traitées graphiquement puis par analyses multivariées

I - REPARTITION SPATIALE DES DENSITES

1 - Densités totales

La carte de répartition des densités totales (nombre moyen d'individus capturés par heure de chalutage) (Fig. 50) montre que les limandes sont très abondantes dans la partie centrale de la mer du Nord (secteur CIEM 4B) ; elles délimitent ainsi une zone dense qui s'infléchit vers le nord en forme de croissant. Les faibles concentrations se rencontrent au nord ; aucun individu n'est capturé dans les parties septentrionales et au large des îles Shetland. Enfin, les abondances rencontrées sur la façade ouest de ces mêmes îles sont nettement différentes de celles rencontrées sur la façade est.

Si l'on rapproche cette carte de celle de la bathymétrie (Fig. 4), on peut alors associer les zones de faibles densités à des secteurs profonds et les zones de plus fortes densités aux secteurs de profondeur moyenne (entre 40 et 80 mètres). L'allure générale en croissant décrite précédemment semble marquer, dans sa limite nord, l'isobathe des 80 mètres.

L'absence de limandes au large de la Norvège s'explique par la présence de la fosse norvégienne où les fonds dépassent 200 mètres. La tache plus dense s'individualisant au nord de la Mer du Nord est localisée sur le Viking Bank.

Enfin, la dissymétrie existant entre les façades ouest et est des îles Shetland est causée par le rapprochement du plateau continental du côté est, les limandes étant toutes capturées dans la zone ouest.

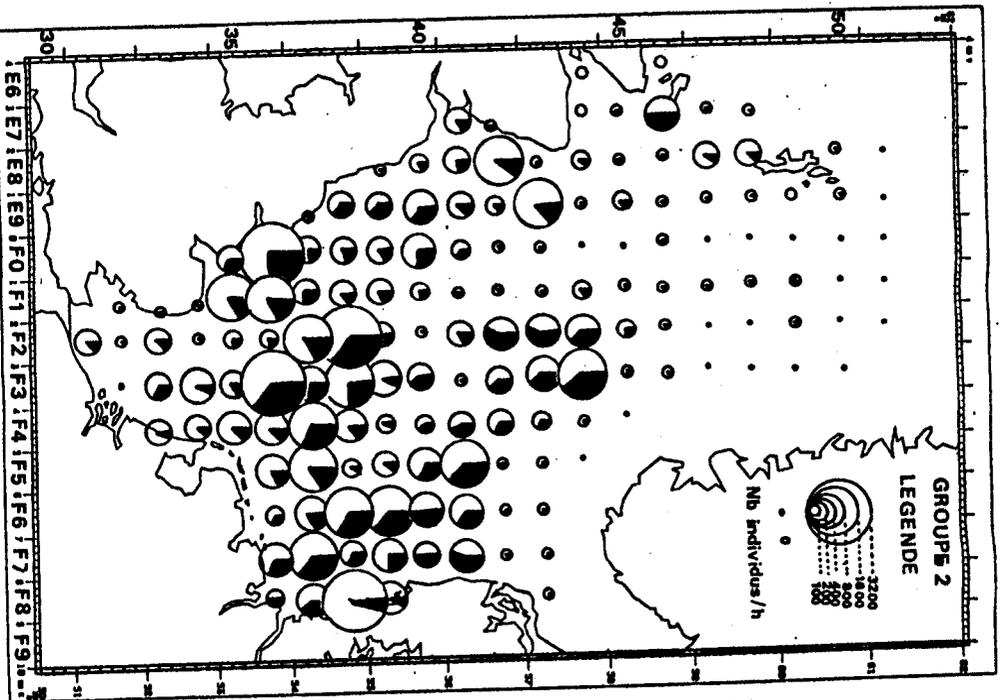


Fig. 52 : Abondance des limandes du groupe 2
(moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)

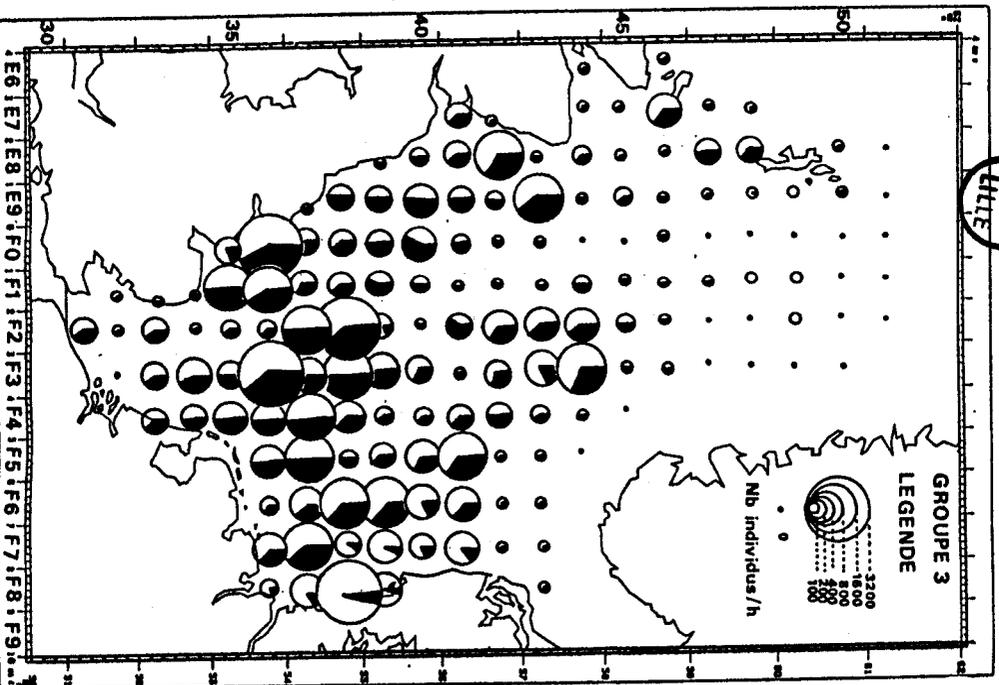


Fig. 53 : Abondance des limandes du groupe 3
(moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)

Fig. 54 : Abondance des limandes du groupe 4
(moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)

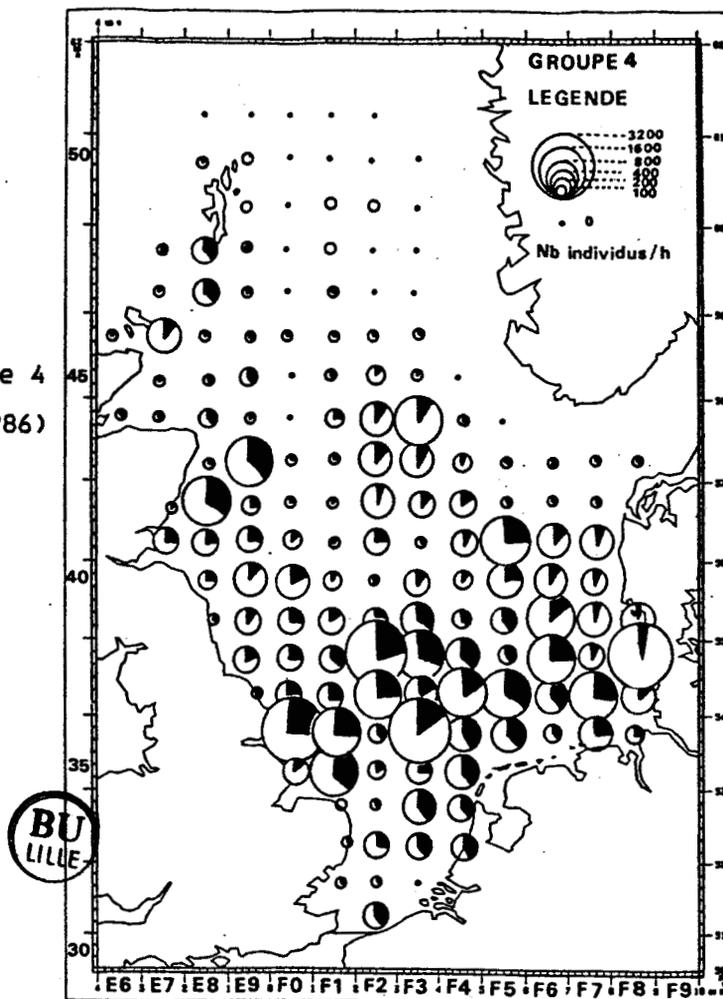
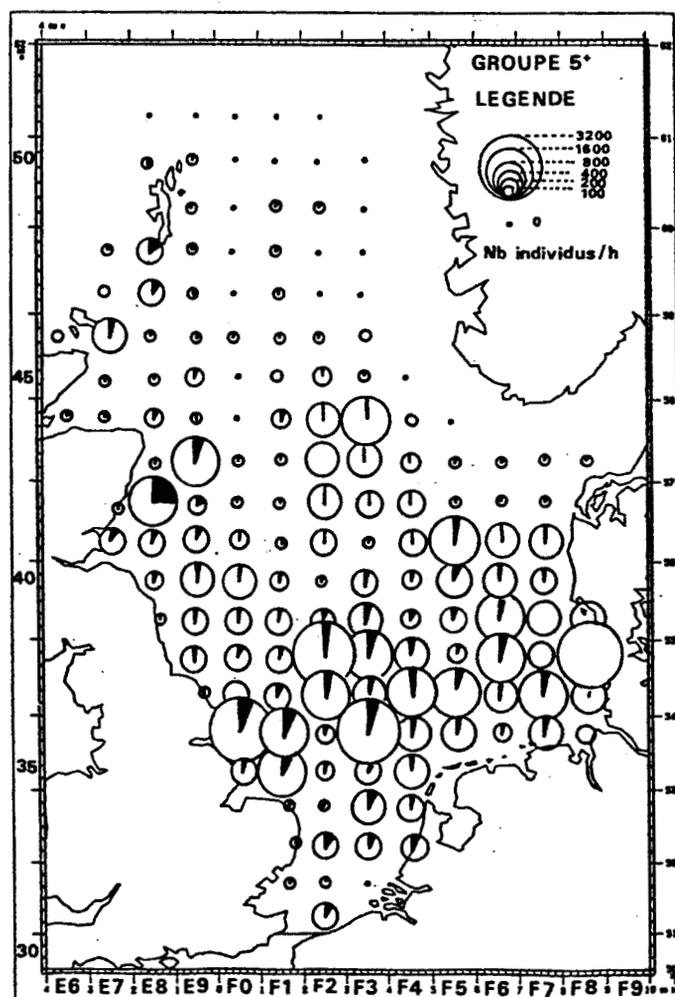


Fig. 55 : Abondance des limandes du groupe 5+
(moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)



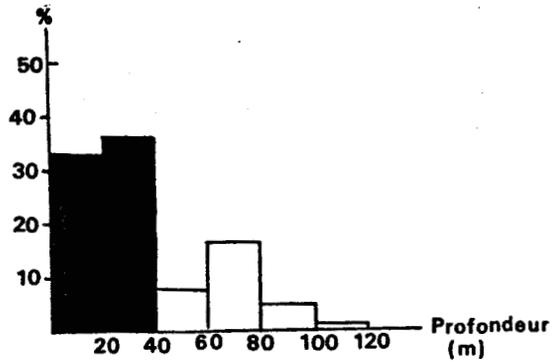


Fig. 56 : Pourcentages de Limandes capturées à différentes profondeurs au cours des campagnes IYFS en mer du Nord (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)

(Les zones noircies correspondent aux profondeurs pour lesquelles les pourcentages sont supérieurs à 20 %)

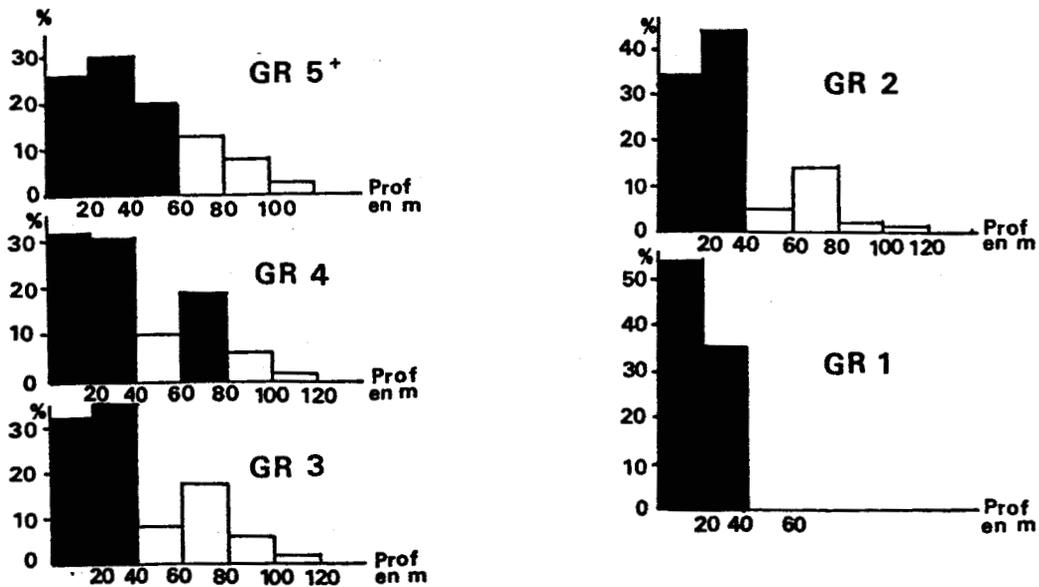


Fig. 57 : Pourcentages des groupes d'âges de Limandes capturées à différentes profondeurs au cours des campagnes IYFS en mer du Nord (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)

2 - Densités par groupe d'âge

2.1 - Groupe d'âge 1 (Fig. 51)

Les limandes du groupe 1 se rencontrent presque exclusivement dans le German Bight, zone dessalée peu profonde (40 mètres au maximum), nourricerie de jeunes poissons. Une proportion importante de ce groupe se rencontre également au large de la Baltique, sur le Great Fisher Bank (il est étonnant de trouver autant de jeunes individus si loin des côtes). Quelques jeunes individus se capturent enfin dans les eaux côtières anglaises et écossaises.

En fait, les chalutages ont rarement porté sur des fonds inférieurs à dix mètres, de sorte que la répartition de l'espèce près de côtes est mal appréhendée.

2.2 - Groupe d'âge 2 (Fig. 52)



Ce groupe s'étend sur une plus grande zone. Son maximum de concentration se localise aux mêmes endroits que pour le groupe 1 (German Bight et Great Fisher Bank), mais une quantité importante se rencontre sur le Dogger Bank.

2.3 - Groupe d'âge 3 (Fig. 53)

Ce groupe est de loin le plus abondant. Il se rencontre partout, en grande quantité (plus de la moitié des prises), excepté dans le German Bight, le Great Fisher Bank et dans certaines eaux côtières.

2.4 - Groupe d'âge 4 (Fig. 54)

Il se situe essentiellement dans la partie sud et au sud-ouest des îles Shetland. Il est peu abondant dans les zones où les groupes 1 et 2 sont présents.

2.5 - Groupe d'âge 5 + (Fig. 55)

Présent en faible quantité, ce groupe semble plutôt se situer au sud et dans les zones côtières au nord (Ecosse et Sud-ouest Shetland).

3 - Discussion

L'examen détaillé des répartitions spatiales tous âges compris, puis par groupe d'âge, semble révéler l'existence d'un lien entre l'abondance en nombre des limandes et la bathymétrie. Nous avons tenté de le préciser en calculant les abondances (totales et par groupe d'âge) moyennes par coup de chalut, dans différentes plages bathymétriques (0-20 m, 20-40 m, 40-60m, 60-80 m, 80-100 m, plus de 100 m) (Fig. 56 et 57). Les densités maximales se rencontrent de 0 à 40 mètres. On trouve des limandes plus ou moins dispersées jusqu'à 80 mètres, puis très ponctuellement au delà. Comme nous l'avions pressenti, la ligne isobathe des 80 mètres délimite nettement l'aire d'extension de l'espèce. A l'intérieur de cette aire, les individus

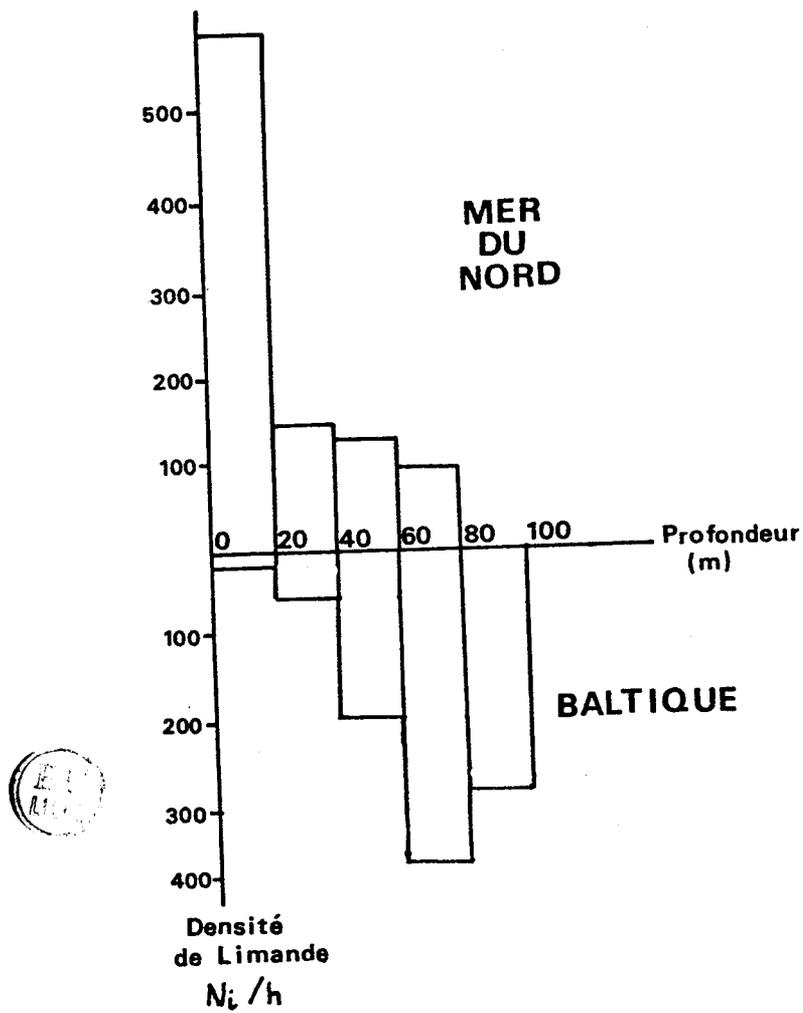


Fig. 58 : Densités de Limandes capturées à différentes profondeurs en mer du Nord et Baltique (POULSEN, 1933)

se répartissent différemment selon l'âge. Le groupe 1 se rencontre en majorité sur les fonds de 0 à 20 mètres et est totalement absent des fonds de plus de 40 mètres. Les répartitions des groupes 2, 3 et 4 sont très semblables ; ceux-ci se regroupent sur des fonds de moins de 40 mètres, mais se rencontrent également de façon éparse dans les secteurs plus profonds, leur densité décroissant lorsque la profondeur augmente. Enfin, les groupes 5+ sont présents en concentration non négligeable jusqu'à 60 mètres, mais on en trouve, en faible quantité, sur des fonds de plus de 100 mètres. Une étude faite par POULSEN (1933) dans les eaux danoises a révélé que cette relation est totalement différente en Baltique ; l'auteur montre en effet qu'en Baltique, les concentrations maximales se rencontrent sur des fonds de 60 à 80 mètres et les minimales de 0 à 40 mètres (Fig. 58). Or, une des principales particularités de la Baltique réside dans la stratification de ses eaux (VOLPIO, 1981) : il faut atteindre des profondeurs de plus de 40 mètres pour rencontrer des eaux de salinité supérieure à 15 ‰. Or la Limande préfère les eaux salées (HESSLE, 1923)). Elle doit donc descendre en profondeur pour trouver un milieu plus favorable.

Les regroupements d'immatures observés dans le German Bight et dans les zones soumises aux influences côtières sont décrits dans la bibliographie, et témoignent de la présence dans ces secteurs d'une zone de nourricerie (SIMPSON, 1959 ; HOUGHTON & HARDING, 1976 ; de VEEN, 1978). Par contre, celui observé sur le Great Fisher Bank demeure, pour l'instant, inexplicable (une hypothèse apparaîtra à l'issue des analyses multivariées effectuées dans le paragraphe 2). Les vieux individus (groupe 5 +) semblent se regrouper au sud et au large de l'Ecosse, dans des zones plus ou moins soumises à l'influence côtière.

Il est donc possible, à partir des cartes de répartition de l'espèce en mer du Nord et des paramètres hydrologiques du milieu, d'estimer les conditions de vie optimales de l'espèce : des fonds sableux, à moins de 80 mètres de profondeur ; une salinité comprise entre 15 et 37 ‰ et une température de 0 à 15 degrés. Ces facteurs se conjuguent et provoquent des zones de regroupement ou de dispersion de l'espèce ; néanmoins, si l'un d'entre eux évolue hors de ces limites, il devient alors facteur limitant. C'est le cas pour la profondeur en mer du Nord, et la salinité en Baltique.

Ainsi, la population vit dans une mer fermée, peu profonde, subissant d'importants apports dessalés d'origine côtière ou provenant de la Baltique ; ses concentrations atteignent, sur certains bancs, plus de 3000 individus par heure de chalutage. De plus de récents travaux anglais ont montré qu'avec 34,86 kilogrammes par heure de chalutage (moyenne observée sur l'ensemble de la mer du Nord au cours de 8 campagnes) la Limande est après l'aiglefin (Melanogrammus aeglefinus) et le merlan (Merlangius merlangus) la troisième espèce la plus représentée dans les captures (HARDING, WOOLNER et DANN, 1986). Elle représente donc bien une potentialité halieutique qu'il convient d'étudier de plus près.

II - ANALYSE FACTORIELLE DES DISTRIBUTIONS DE TAILLES

L'étude des répartitions spatiales des groupes d'âge faite précédemment (paragraphe I) a révélé la présence d'une forte quantité d'individus immatures sur le Great Fisher Bank, au large de la Baltique. C'est pourquoi, il nous a paru intéressant de poursuivre plus avant le traitement de ces résultats en effectuant sur les effectifs des classes de tailles des Analyses Factorielles des Correspondances et des Analyses en Composantes Principales. En effet, BADIA et DO-CHI (1976) puis DO-CHI (1977) ont constaté l'utilité de ce type d'analyses dans l'étude des distributions de tailles d'un Crustacé (Squilla mantis).

Avant d'entreprendre l'exposé des résultats obtenus et dans la continuité du débat ouvert par FRONTIER en 1974 sur l'heuristique de l'Analyse Factorielle, en soumettant les données à plusieurs types d'analyses, nous avons tenté d'entrevoir une partie de la structure démographique de la population de limandes de mer du Nord.

1 - Analyses sur les années 1985 et 1986

1.1 - Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

Les résultats des analyses réalisées sur les données provenant des deux campagnes sont commentés ci-dessous simultanément ; les tableaux de contingence, les valeurs propres ainsi que les aides à l'interprétation des variables et des objets, à savoir leurs coordonnées sur les trois premiers axes (1#F à 3#F), leurs contributions relatives ou carrés des coefficients de corrélation avec les axes (COR), et leurs contributions absolues ou pourcentage d'inertie de l'axe dû à chaque variable (CTR), sont présentés en annexe C pour 1985 et annexe D pour 1986.

1.1.1 - Ordination des variables

Dans les deux analyses, les variables A (inférieures à 10 cm) ont été, après un premier passage, mises en variables supplémentaires, car leur poids, considérable, masquait l'effet des autres variables. Nous avons procédé de même dans la seconde analyse pour la variable M (de plus de 32 cm). Les analyses ci-après concernent donc, pour l'année 1985 les douze classes de tailles B (10-12 cm) à M (plus de 32 cm) et pour l'année 1986, les onze classes de tailles de B (10-12 cm) à L (30-32 cm).

Les deux premières valeurs propres totalisent en 1985 66,6 % de l'inertie totale et en 1986 59,3 % ; le troisième axe, 7,6 % et 10,9 % respectivement, ne semble pas apporter beaucoup d'informations complémentaires, mais fournit néanmoins des indications cohérentes. Nous l'examinerons donc aussi.

Les projections des points-variables et des points-objets sur les trois plans principaux sont présentées sur les figures 59 à 64.

* Dans les deux analyses, l'axe 1 (respectivement 41,8 % et 40,1 % de l'inertie totale) rend compte essentiellement des variations d'abondance de la classe C (12-14 cm) et, dans une moindre mesure de la classe B (10-12 cm) dont le poids total est faible. Le report des coordonnées des objets ou individus sur l'axe 1 reflète essentiellement la répartition des deux premières classes de tailles, constituées principalement d'individus immatures.

* L'axe 2 (24,8 % et 19,2 % de l'inertie totale) décrit essentiellement la répartition des classes E à I (16-26 cm) dans la première analyse et D à J (14-28 cm) dans la seconde.

* L'axe 3 (7,6 % et 10,9 % de l'inertie totale) rend compte des variations des classes de grande taille K à M (plus de 28 cm), de faible poids par rapport à l'ensemble, mais dont l'inertie est non négligeable.

Dans les deux cas, un effet Guttman (BENZECRI, 1976 ; VOLLE, 1985) se dessine dans l'espace des trois premiers axes : il oppose nettement les classes B et C (les plus jeunes) aux classes L et M (les plus âgées). Il semble que cet effet Guttman définisse au moins deux nuages de points dont l'articulation provoquerait une oscillation, plus ou moins accentuée selon l'année, dans l'évolution des variables IJK.

Les analyses ont été refaites en mettant les quatre classes extrêmes B, C, L et M en "variables supplémentaires". La structure (non représentée ici) est alors déterminée par les classes D à K, restées au voisinage de l'origine dans la première analyse. Les représentations des points-variables et des points-objets fournissent la même allure et la même structure que dans les deux analyses précédentes. Les structures décrites dans ces dernières sont donc significatives, y compris l'oscillation G-H-I-J.

En conclusion, il semble que les limandes de mer du Nord ne se répartissent pas au hasard, mais selon un gradient de tailles et une structure se conservant d'une année sur l'autre.

L'examen des projections sur les trois premiers plans nous a conduit à rassembler les classes de tailles en quatre groupes, identiques pour les deux analyses soit :

- [groupe I : classes A, B, C situées à une extrémité de l'axe 1
- [groupe II : classes D, E, et F, proches de l'origine des axes
- [groupe III : classes G à I, alignées le long de la direction diagonale dans le plan 2-3
- [groupe IV : classes JKLM, alignées le long de la direction diagonale de l'espace défini par les trois premiers axes, légèrement superposées au groupe III (provoquant l'oscillation remarquée précédemment)

Nous verrons (paragraphe 1.2) que l'ACP confirme cette classification.

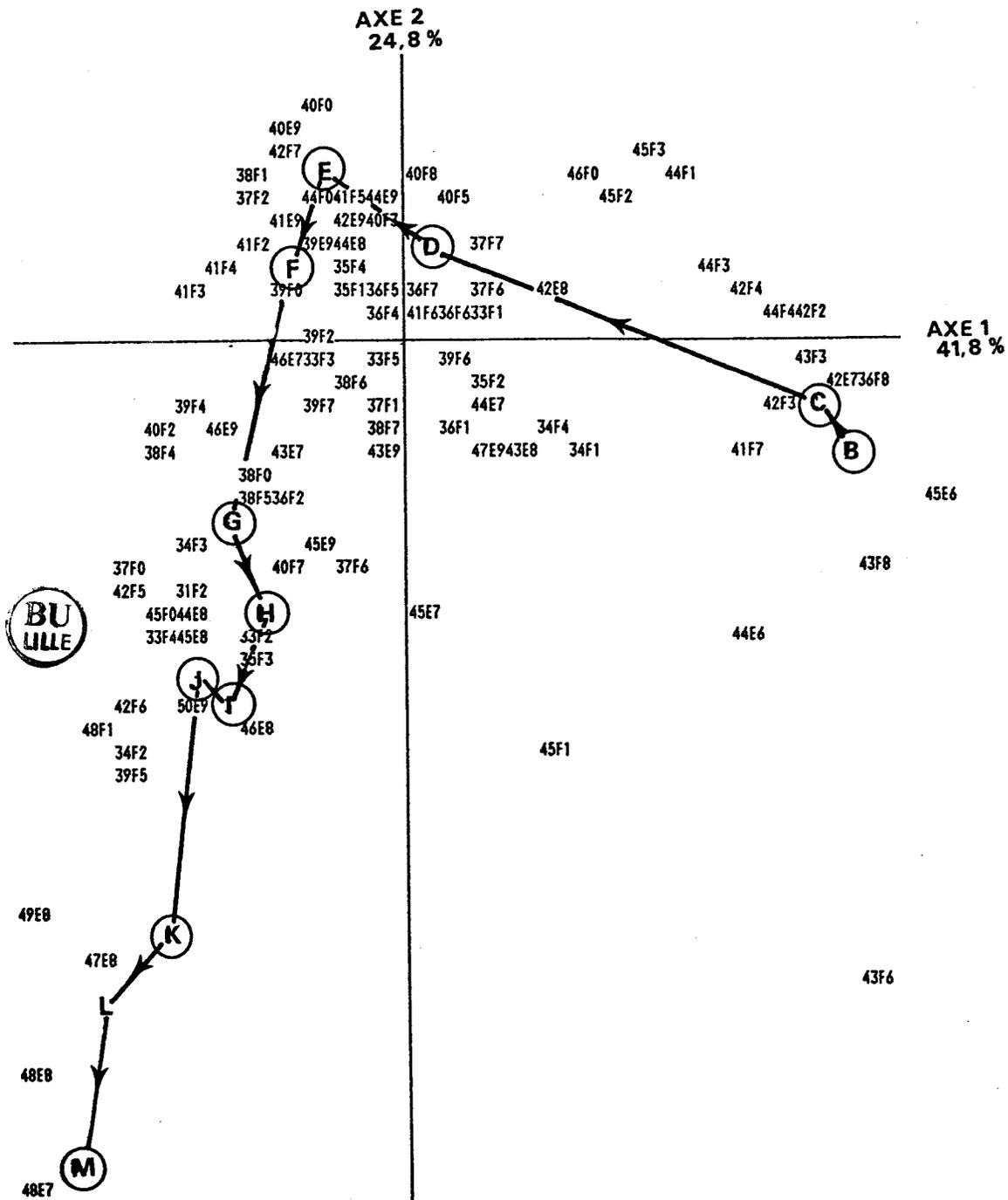


Fig. 59 : AFC (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-2.

Code des variables (classes de tailles)

- | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| A = < 10 cm | D = [14-16 cm[| G = [20-22 cm[| J = [26-28 cm[|
| B = [10-12 cm[| E = [16-18 cm[| H = [22-24 cm[| K = [28-30 cm[|
| C = [12-14 cm[| F = [18-20 cm[| I = [24-26 cm[| L = [30-32 cm[|
| | | | M = > 32 cm |

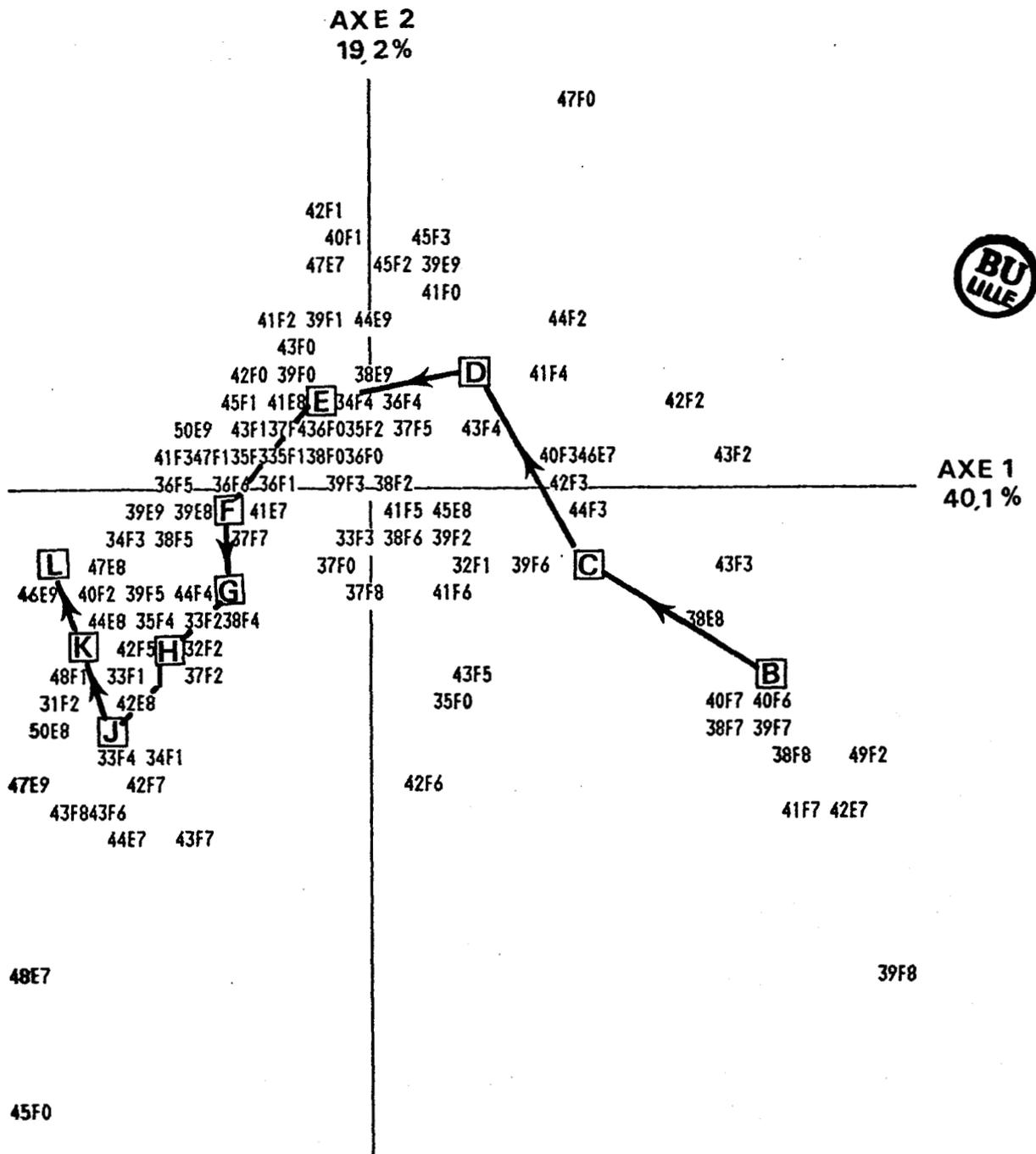


Fig. 60 : AFC (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-2.

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

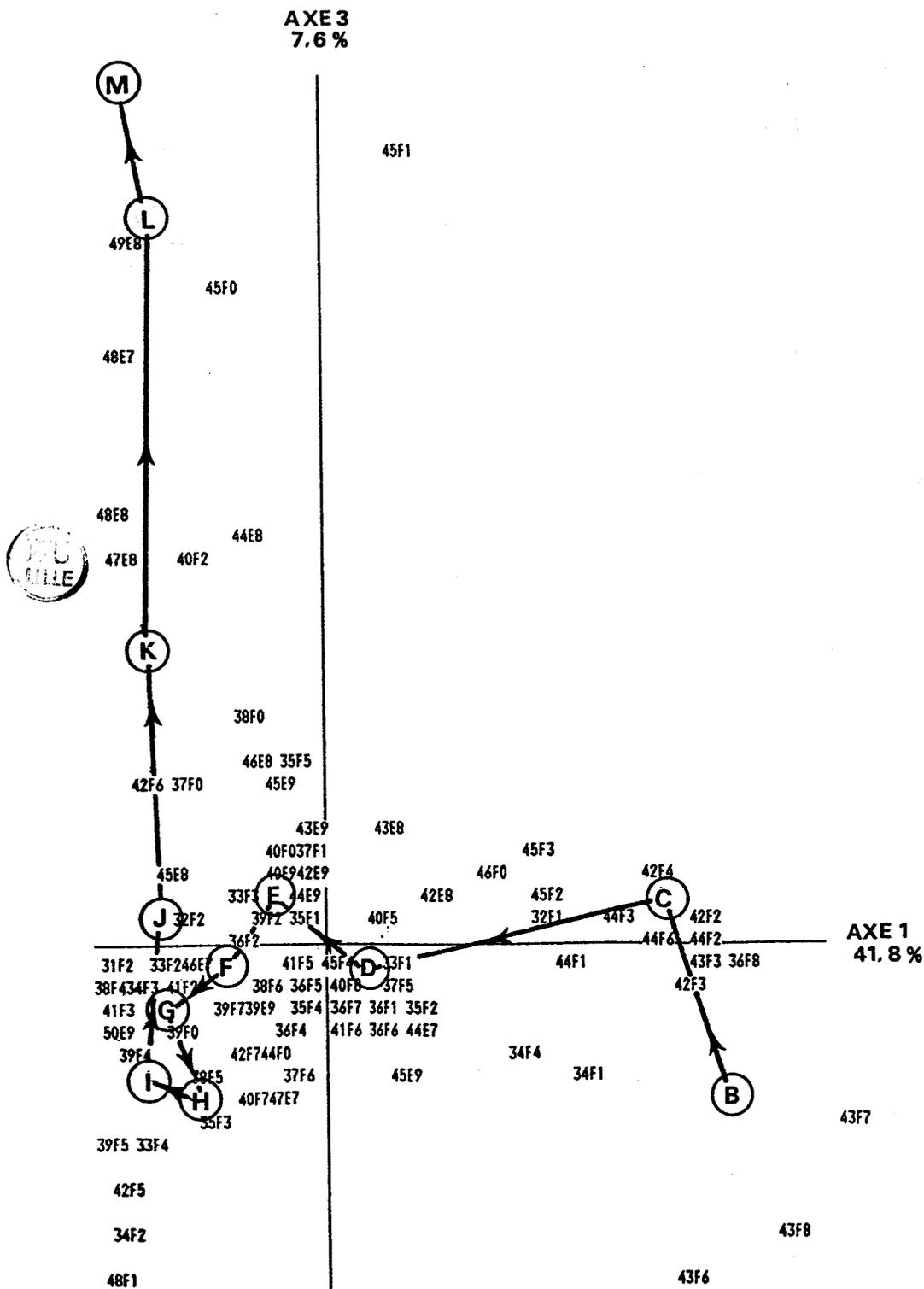


Fig. 61 : AFC (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-3.

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

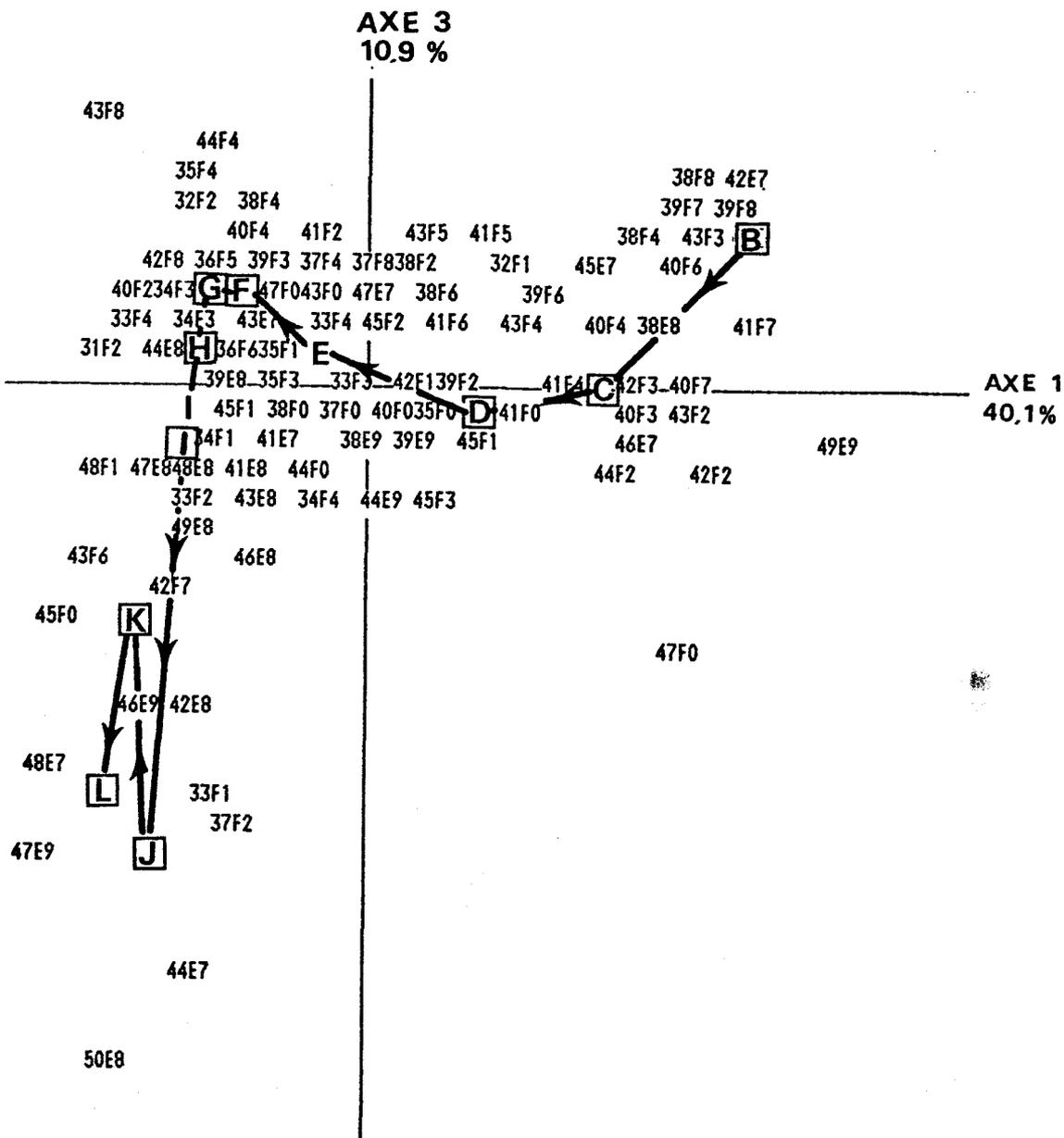


Fig. 62 : AFC (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-3.

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

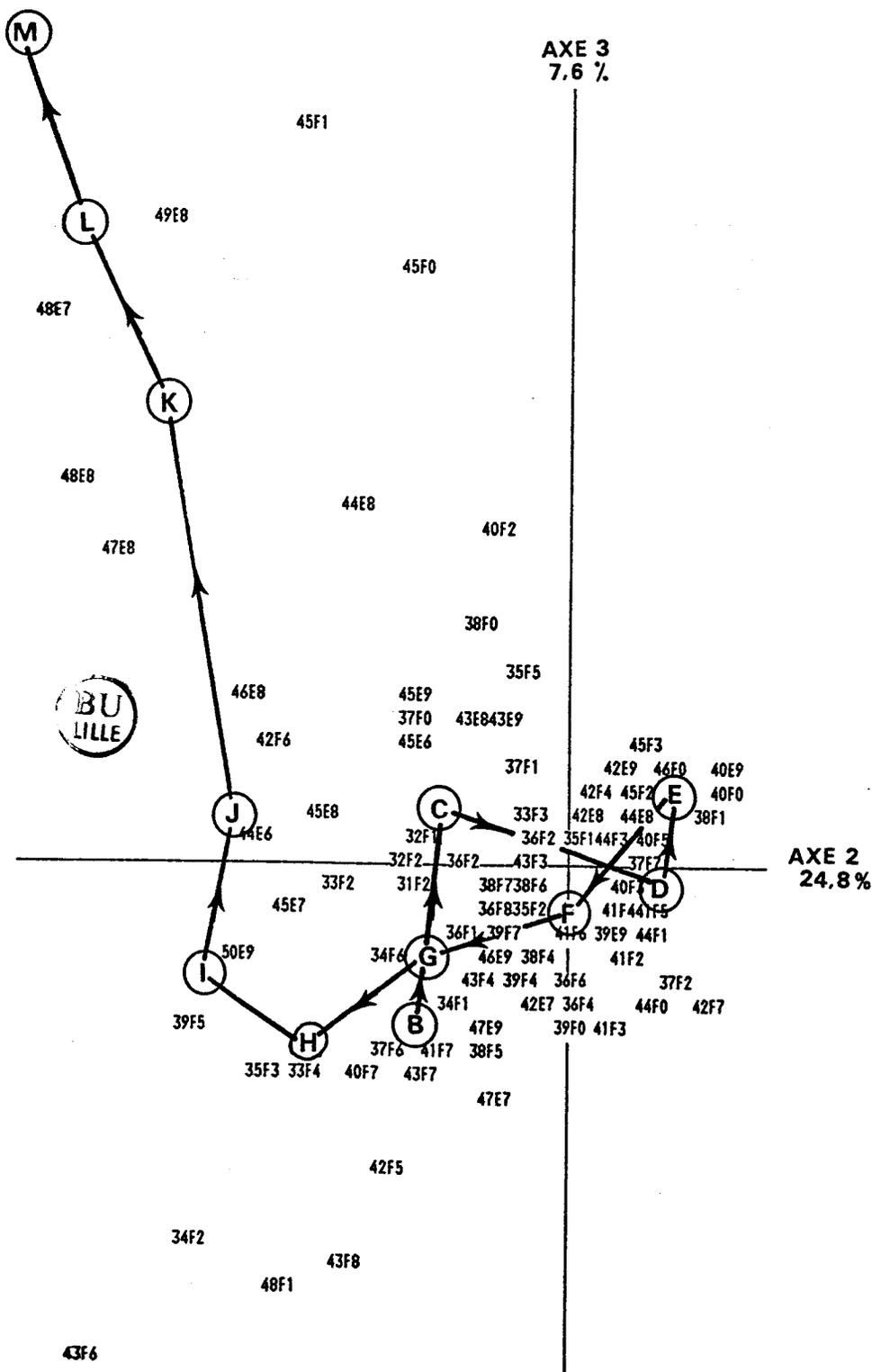


Fig. 63 : AFC (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 2-3.

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

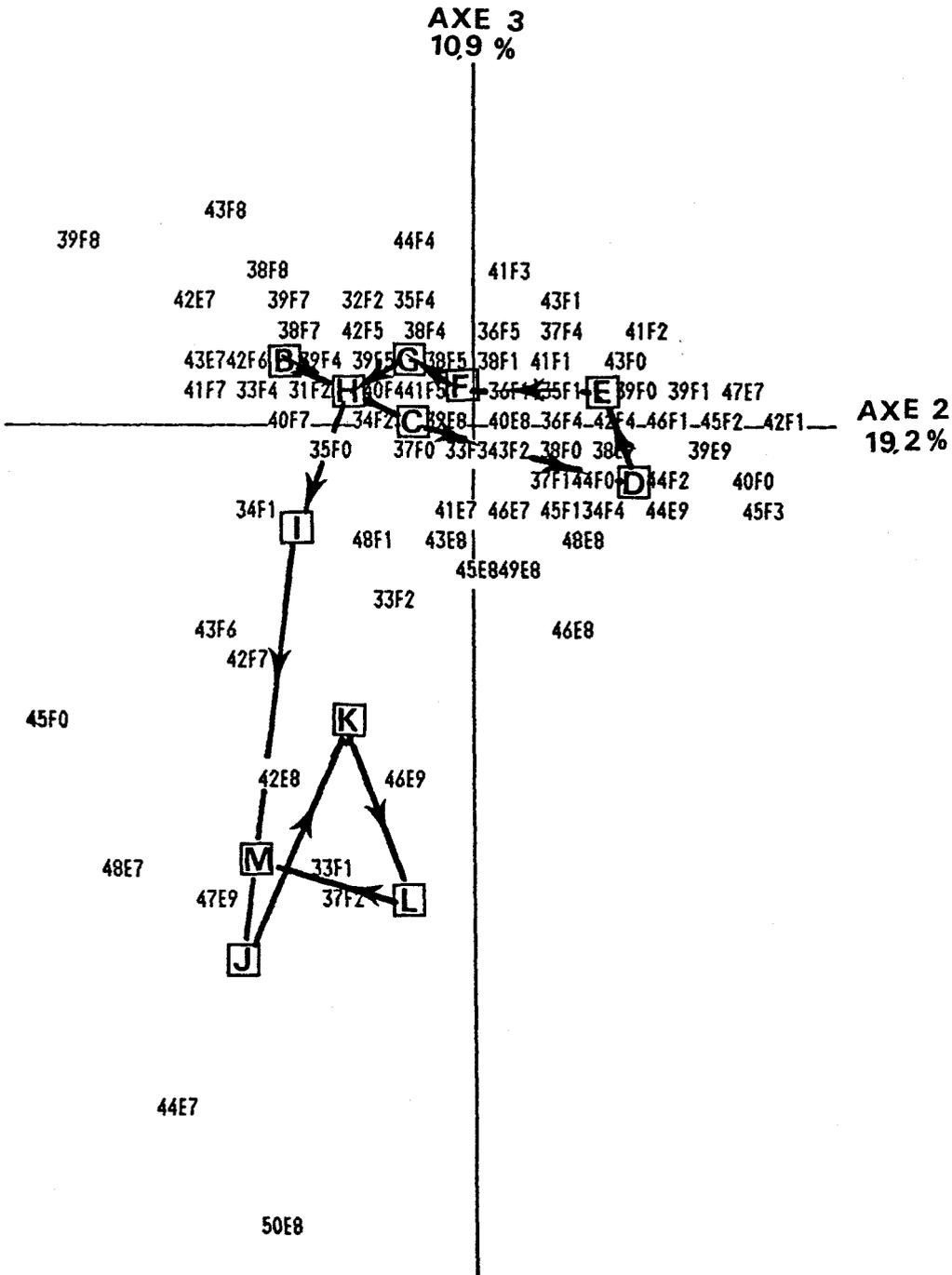


Fig. 64 : AFC (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 2-3.

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

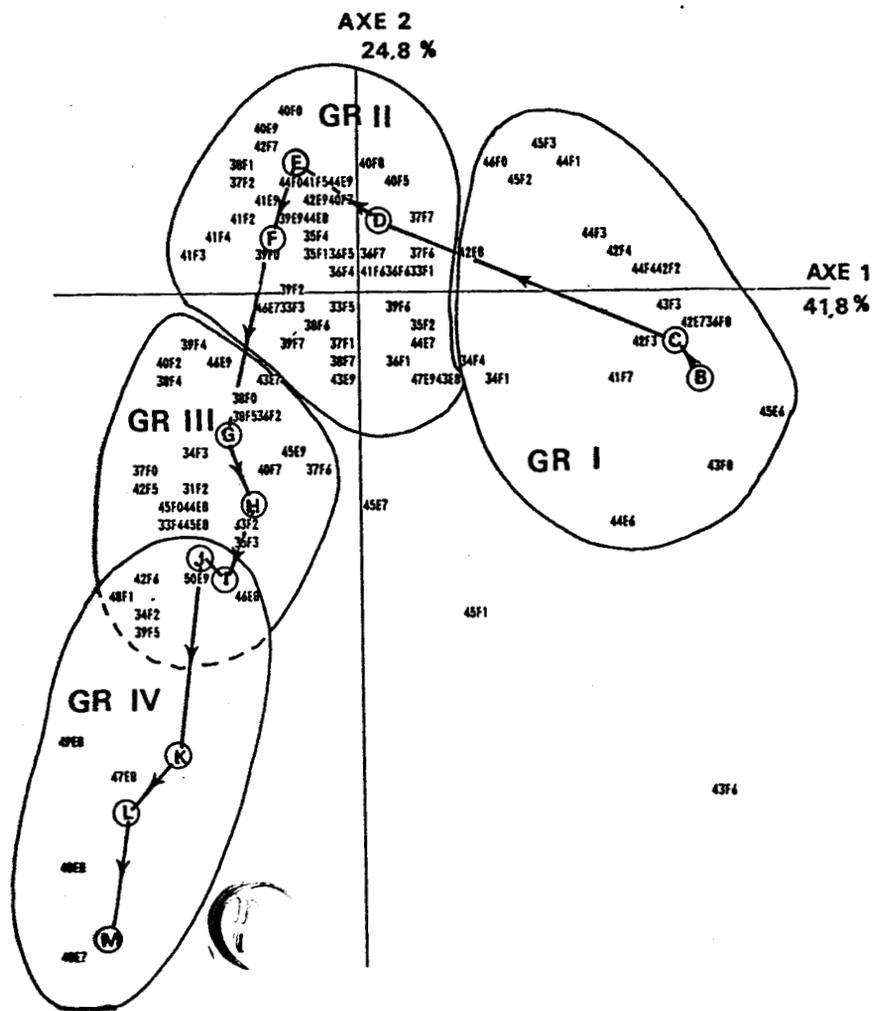


Fig. 65 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1 - 2 (AFC 1985)

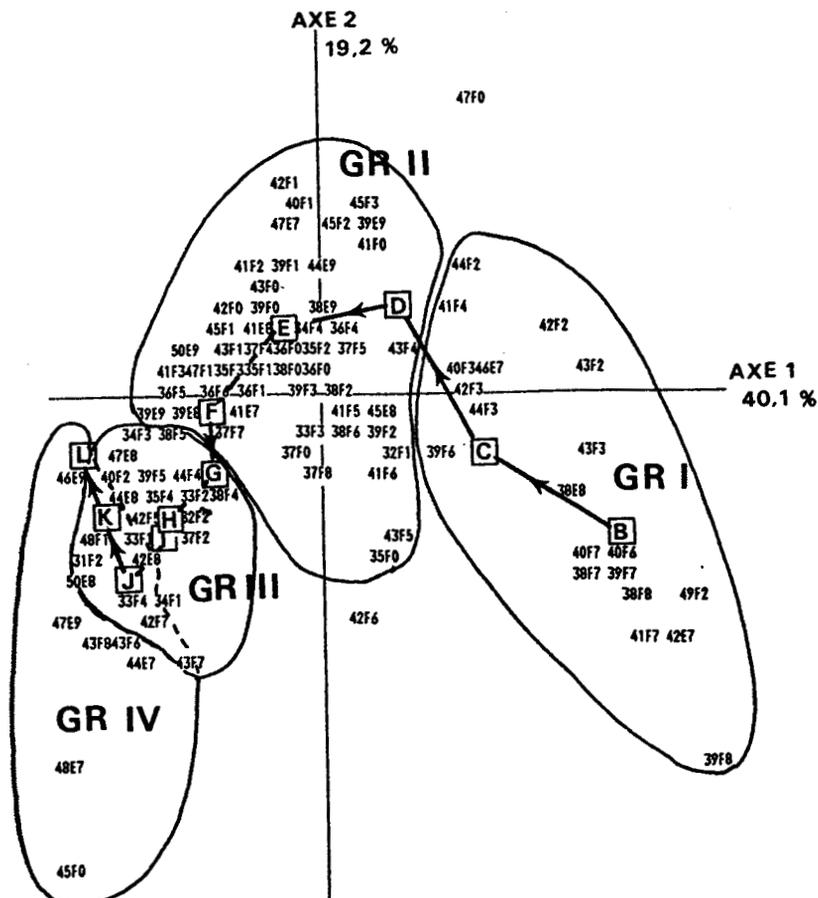


Fig. 66 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1 - 2 (AFC 1986)

Fig. 67 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1 - 3 (AFC 1985)

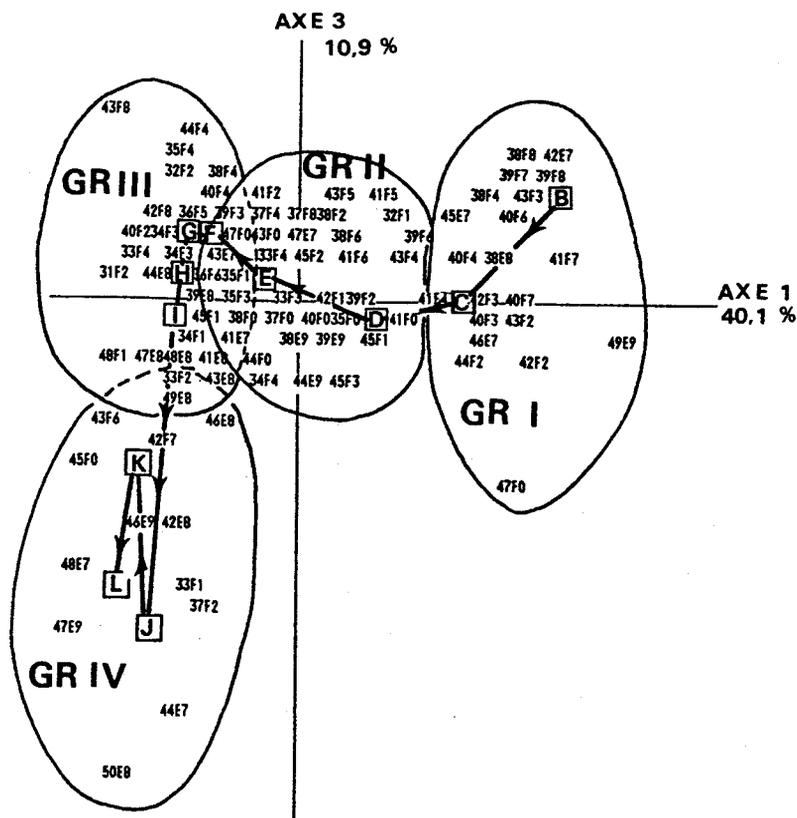
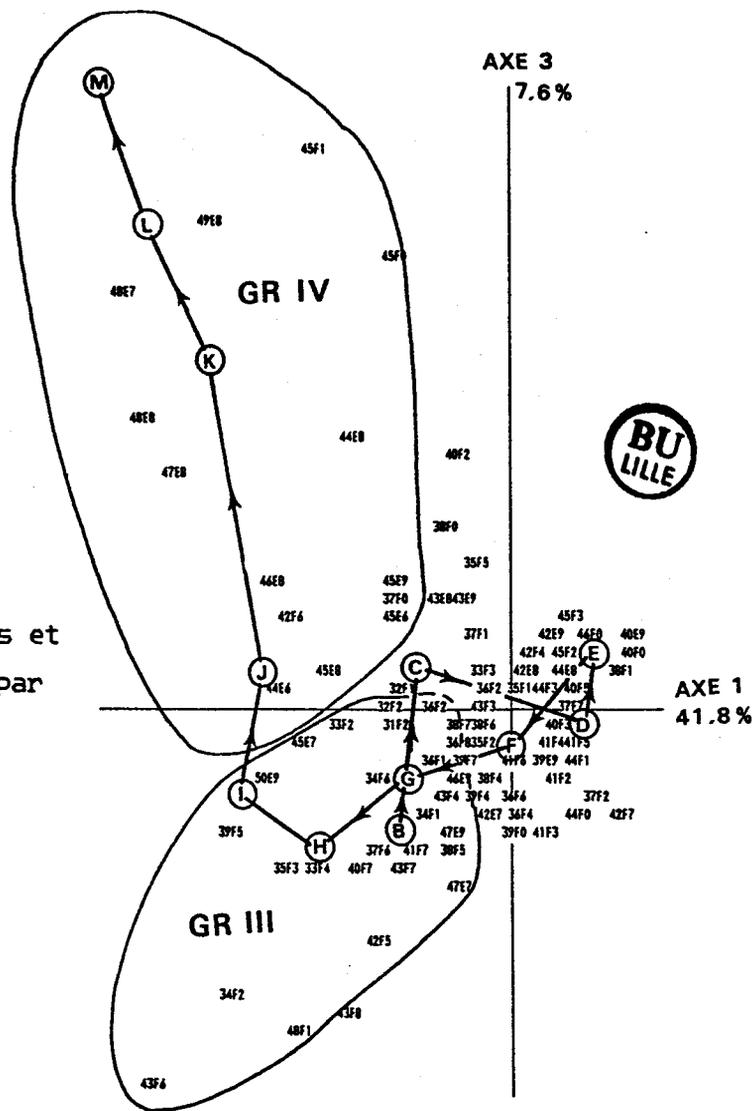


Fig. 68 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1 - 3 (AFC 1985)

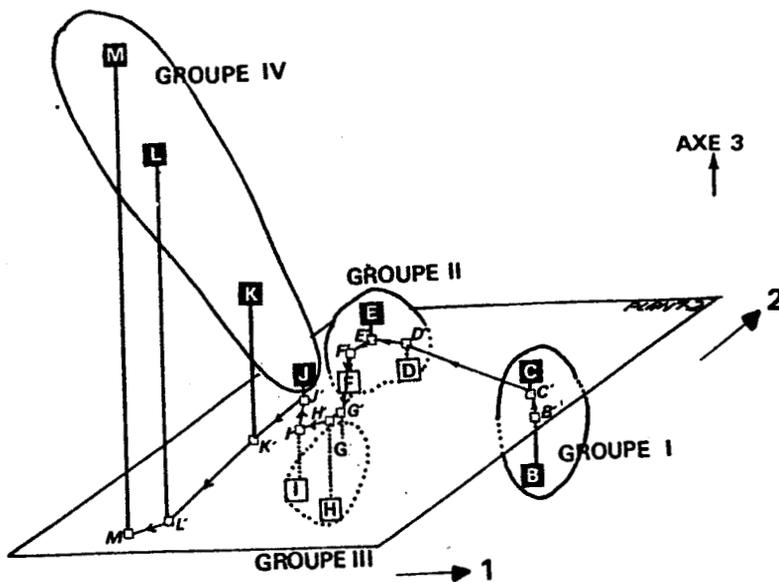


Fig. 69 : Groupements des variables et des objets dans l'espace défini par les axes 1 , 2 et 3 (AFC 1985)

Légende

A' à M' et traits fins : projections des points variables (A à M) sur le plan 1 -2 et leur évolution

Les verticales (AA', BB', etc) représentent les coordonnées sur l'axe 3. Elles sont en traits discontinus quand elles sont "cachées" par le plan 1-2.

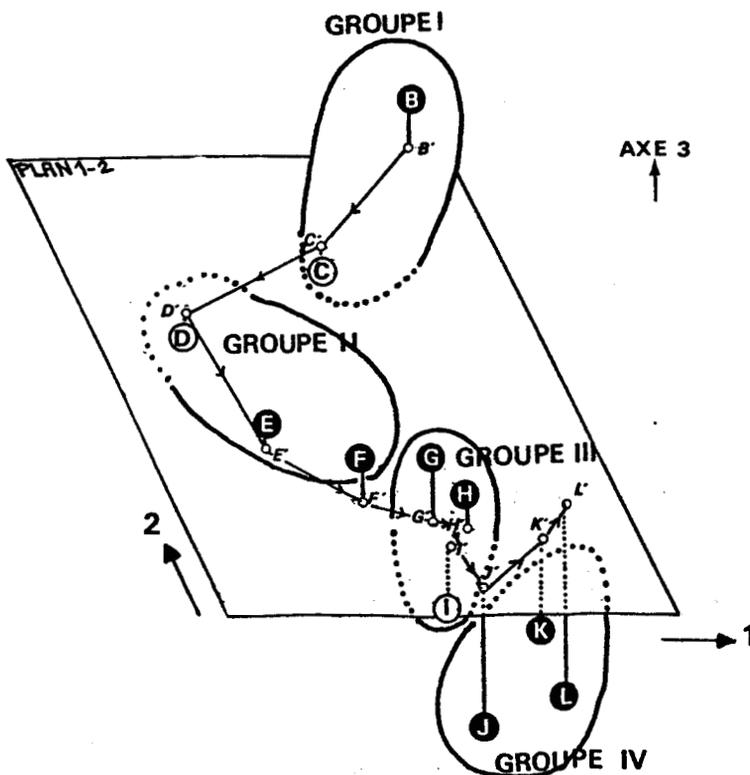


Fig. 70 : Groupements des variables et des objets dans l'espace défini par les axes 1 , 2 et 3 (AFC 1986)

1.1.2 - Ordination des objets

A ces quatre groupes de tailles définis ci dessus ont été associés des ensembles d'objets (rectangles statistiques), numérotés de I à IV, ayant dans les plans principaux soit des positions voisines de celles des groupes de variables, soit des corrélations fortes avec les axes associés aux groupements. Les regroupements d'objets, comme celui des variables, comportent une part d'arbitraire. Cependant cet arbitraire ne devrait pas plus porter à conséquence que le choix des limites de classes dans un histogramme, le phénomène décrit étant probablement continu.

Les résultats obtenus sur les plans 1-2 et 1-3 sont représentés figures 65 à 68. Du fait de leur chevauchement, qui provoque l'oscillation décrite précédemment, les groupes d'objets III et IV sont plus difficiles à séparer que les deux autres. Les représentations des groupements dans l'espace défini par les trois premiers axes permettent de mieux visualiser le phénomène (Fig. 69 et 70).

Tous les objets de la première analyse n'ont pas été classés : trois ne rejoignant pas avec évidence l'un des groupes formés (43F4, 45F1 et 45E7).

1.2 - Analyses en Composantes Principales (ACP)

Les tableaux de contingence des deux analyses précédentes ont été traités par ACP (après normalisation des données par transformation logarithmique) afin d'utiliser une autre métrique que le χ^2 et d'étudier les corrélations entre variables.

Les tableaux de contingence, les corrélations entre variables, leurs corrélations aux axes principaux (coordonnées sur ces axes) et leurs corrélations au carré (angle que font les vecteurs variables avec les axes principaux) sont présentés en annexes E (résultats 1985) et F (résultats 1986). Seuls les résultats concernant les variables sont interprétés ici, les objets représentant très peu d'intérêt par rapport aux renseignements fournis par les AFC. On remarque alors que quelle que soit l'année, chaque variable est fortement corrélée à celle qui la précède, ce qui vient confirmer l'existence du gradient de tailles continu décrit par les AFC.

En 1985, les trois premières composantes principales totalisent 75,9 % de la variance totale et, 78,7 % en 1986. L'espace défini par les trois premiers axes résume donc bien la structure.

Les positions des vecteurs-variables par rapport aux trois premières composantes principales sont représentées sur les figures 71 à 76. Les cercles en traits continus figurent les cercles de rayon unité et ceux en traits discontinus les cercles des contributions équilibrées (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984). Elles montrent la succession des classes de tailles le long d'un arc de cercle, très proche du cercle unité ; sur le plan 1-2 des petits individus (classes A-B en 1985 et A en 1986) et des grands (classes J à M) tendent à retourner vers l'origine des axes, amorçant ainsi une spirale.

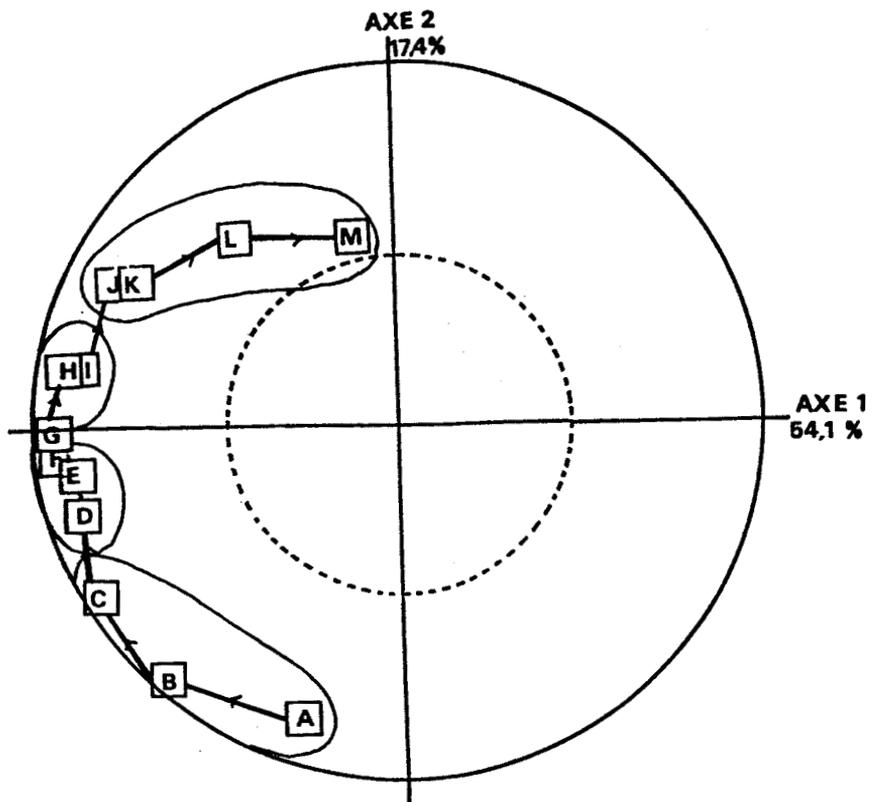


Fig. 71 : ACP (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-2.

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

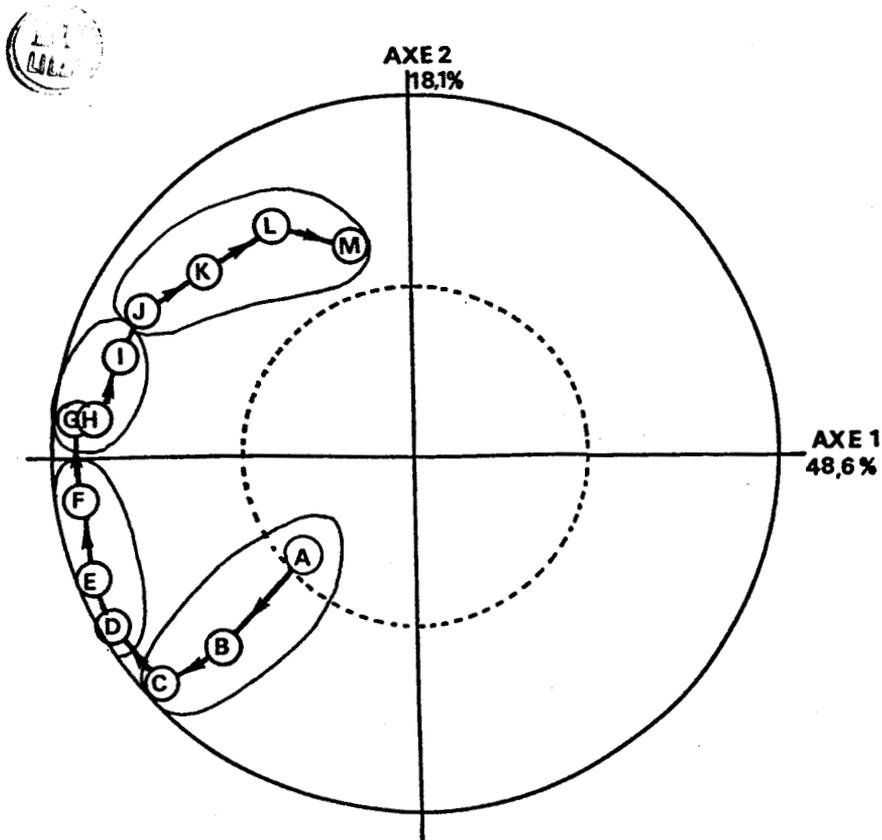


Fig. 72: ACP (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-2.

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

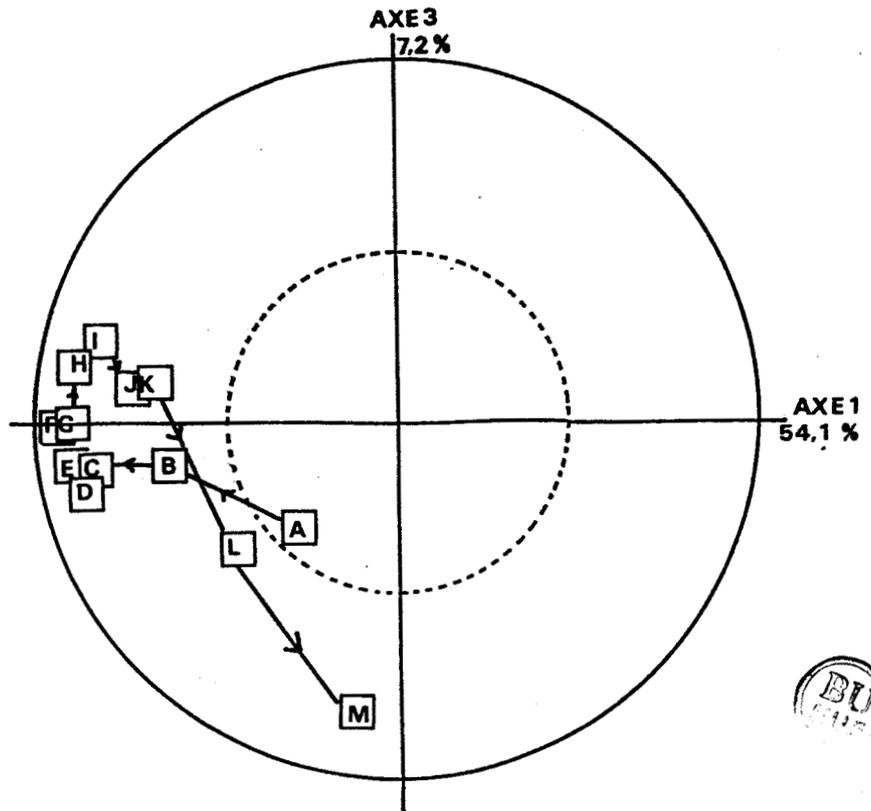


Fig. 73 : ACP (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-3.

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

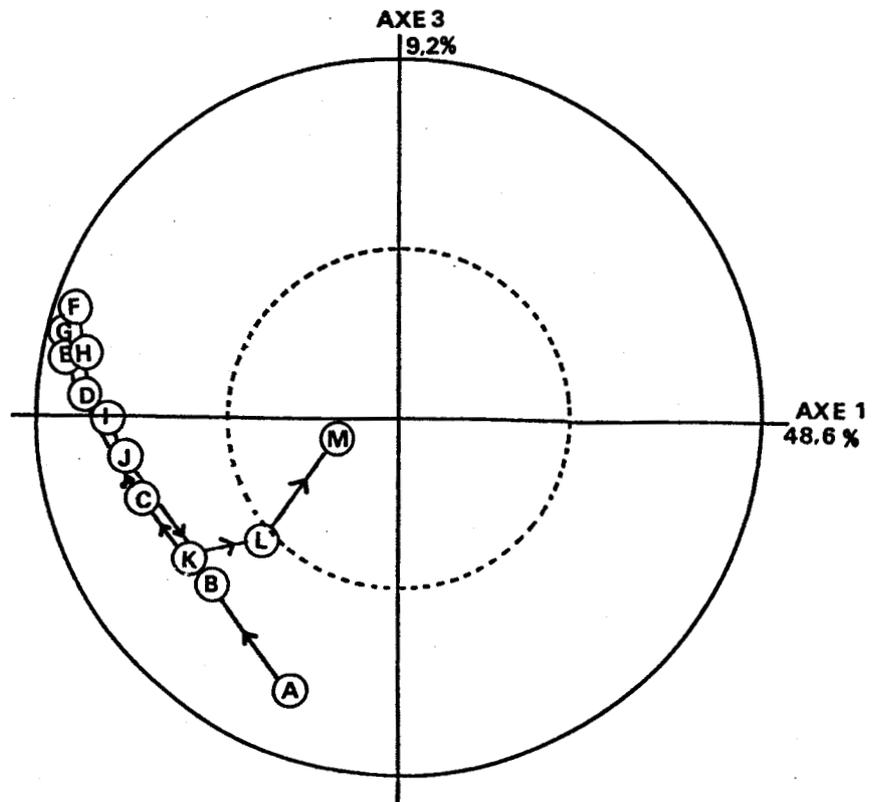


Fig. 74 : ACP (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-3.

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

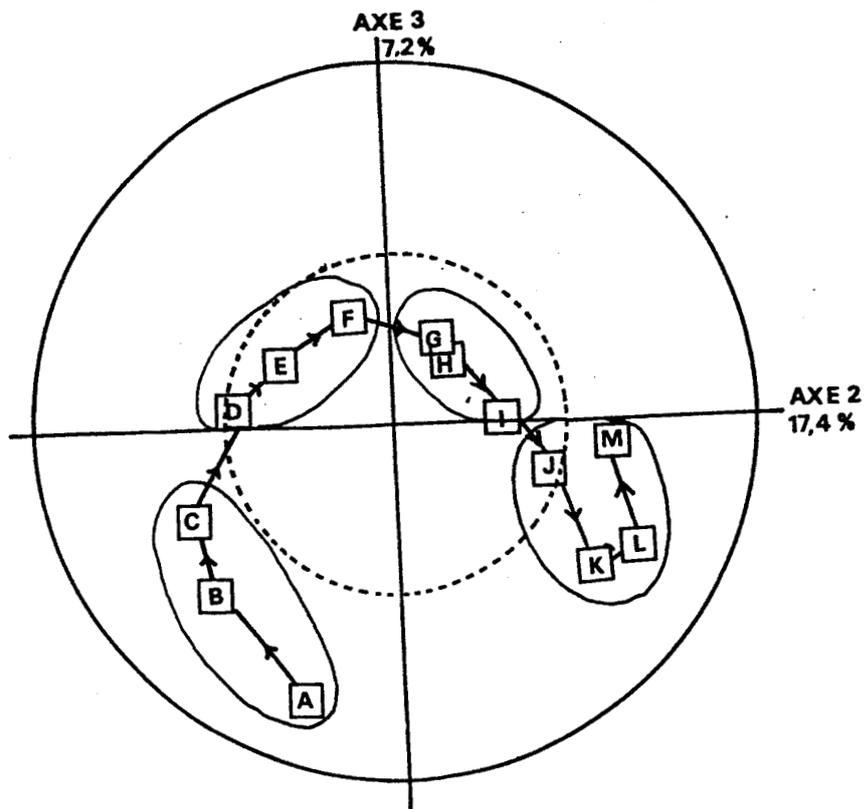


Fig. 75 : ACP (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 2-3.

 Cercle en trait continu = cercle unité
 Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

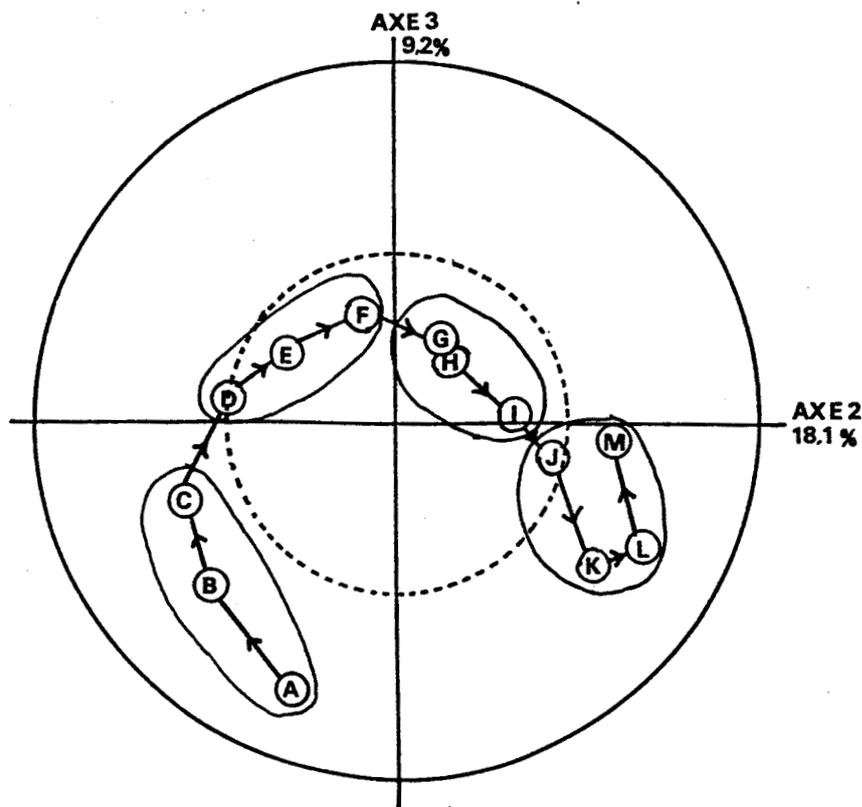


Fig. 76 : ACP (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 2-3.

Cercle en trait continu = cercle unité
 Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

Dans les deux analyses, toutes les variables se situent du côté négatif de l'axe 1 qui est l'axe trivial d'abondance générale ; ce phénomène se rencontre couramment dans l'étude de répartitions d'abondance. Il sépare ici les rectangles riches en limandes des plus pauvres. L'axe 2 décrit un gradient de taille et l'axe 3 sépare les tailles moyennes des tailles extrêmes (petites ou grandes). Ainsi, le premier facteur sépare les zones riches en limandes des plus pauvres, le deuxième les variables A à F de G à H et enfin, le troisième divise chaque groupe en deux, d'un côté A à C et D à F et de l'autre G à I et J à M ; la seconde année cependant, la séparation entre les deux derniers groupes n'est pas aussi nette.

2 - Analyses sur les deux années cumulées

2.1 Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

Le tableau de contingence établi à partir des deux tableaux de contingence étudiés précédemment accolés par leurs 85 rectangles statistiques communs a été traité par AFC. Les valeurs propres ainsi que les aides à l'interprétation sont présentées en annexe G.

Les variables M85 et M86 (tailles supérieures à 32 cm en 1985 et 1986) ont été mises en variables supplémentaires. L'analyse ci-dessous concerne donc les 24 classes de tailles de A à L (de moins de 10 cm à 32 cm).

Les trois premières valeurs propres totalisent 61,6 % de l'inertie totale du nuage de points.

* L'axe 1 (36,6 % de l'inertie totale) oppose les variables D à G de 1985 à celles de 1986. Cet axe reflète donc essentiellement l'opposition entre les individus immatures de 1985 et ceux de 1986.

* L'axe 2 (15,4 % de l'inertie totale) oppose les individus de petite taille des deux années (A86, B86, C86, D86 et B85, C85) aux plus grandes (F86, G86, H86 et G85). Il semble donc correspondre au gradient de taille.

* L'axe (9,6 % de l'inertie totale) rend compte des variations des classes moyennes (D, E, F) des deux années en opposition aux classes extrêmes (petites tailles (A et B) et grandes tailles (H à K)).

Les projections des points-variables et des points-objets sur les trois plans principaux de l'analyse sont présentés sur les figures 77 à 79. L'effet Guttman décrit lors des analyses des années séparées s'y retrouve dédoublé par l'axe 1. On observe une évolution des variables symétrique par rapport à l'axe 2 (Fig. 77), leurs valeurs extrêmes se rejoignant (B85 et A86 et M85 et M86). Les oscillations décrites dans les analyses précédentes au niveau des variables I, J et K se retrouvent amplifiées et permettent de mettre en évidence une cassure existant entre les variables I et J.

La projection des variables sur le plan défini par les axes 2 et 3 (Fig. 79) atténue l'effet "année" de l'axe 1 et permet alors de rapprocher les variables d'une même classe de taille. ; elles sont très proches les unes des autres, notamment pour les petites et moyennes tailles, les écarts plus importants observés sur les grandes classes de tailles étant probablement causés par le trop faible nombre d'observations. Les quatre regroupements de variables se retrouvent.

Ainsi, lorsque l'on cumule les résultats obtenus au cours de deux campagnes, une partie de l'information est occultée par l'effet "année" qui capte plus de 36 % de l'inertie totale, ce qui décale d'un axe les facteurs explicatifs.

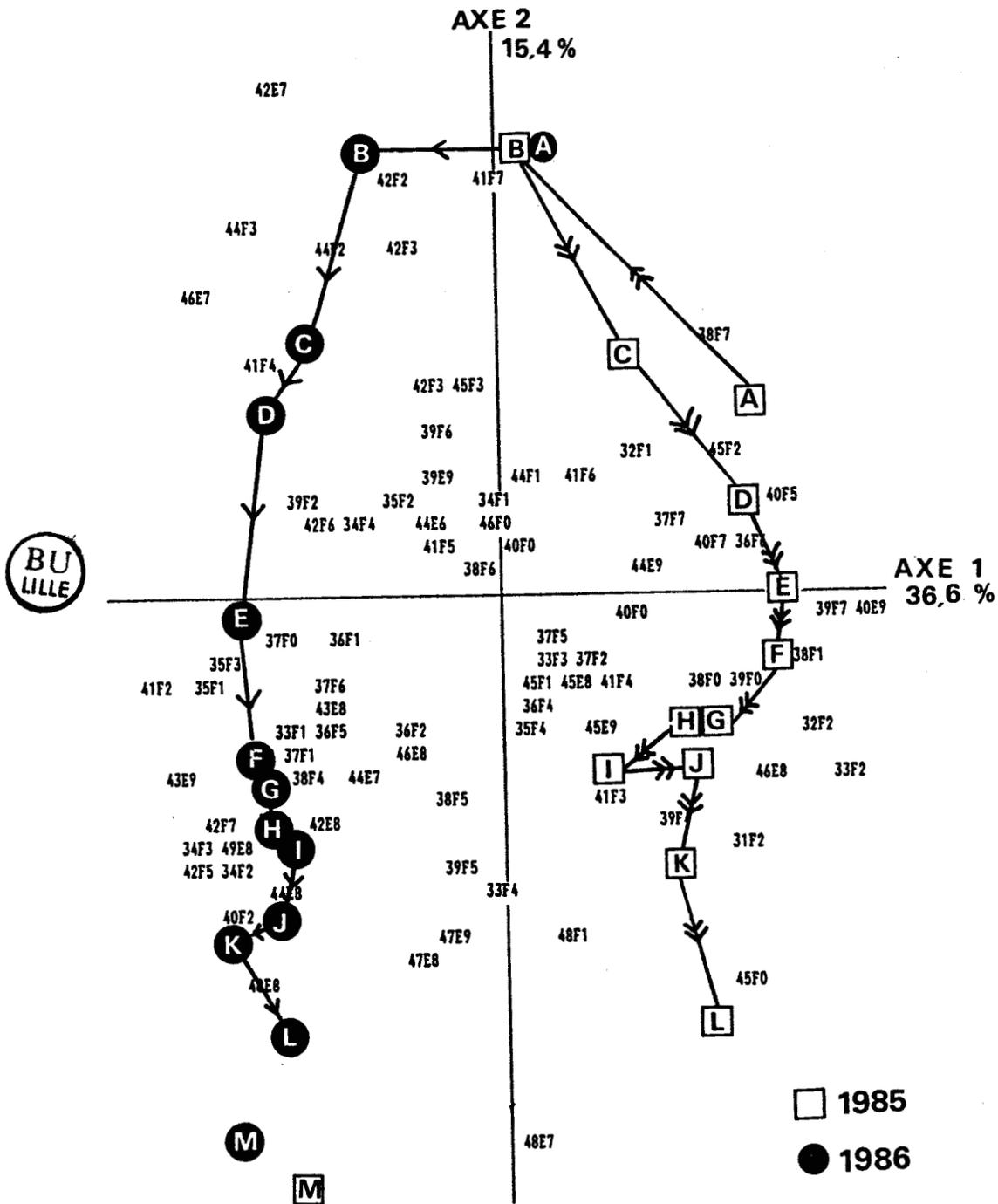


Fig. 77 : AFC (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-2
 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)
 Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

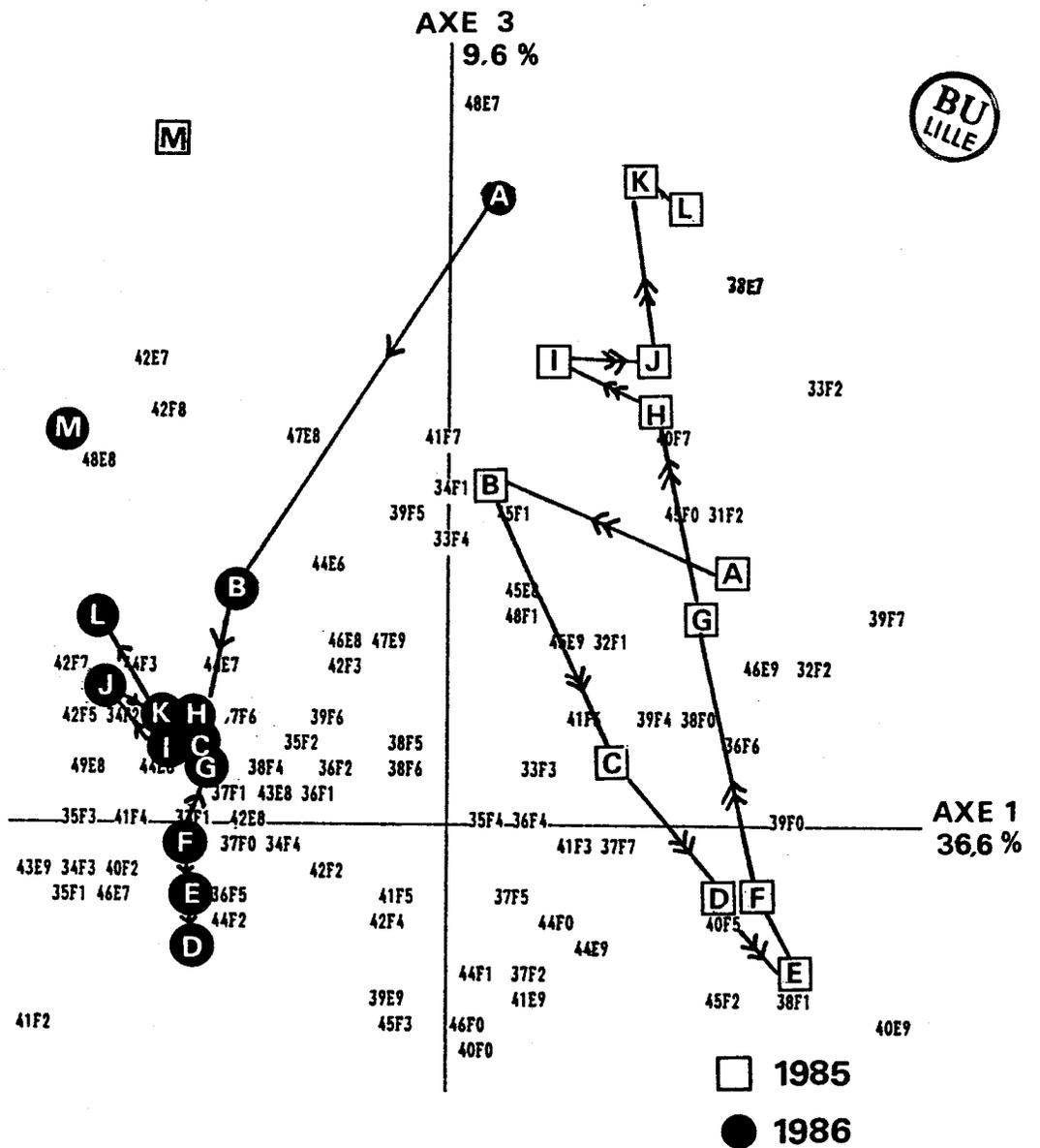


Fig. 78 : AFC (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-3
(variables de A85 à L85 et de A86 à L86)

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

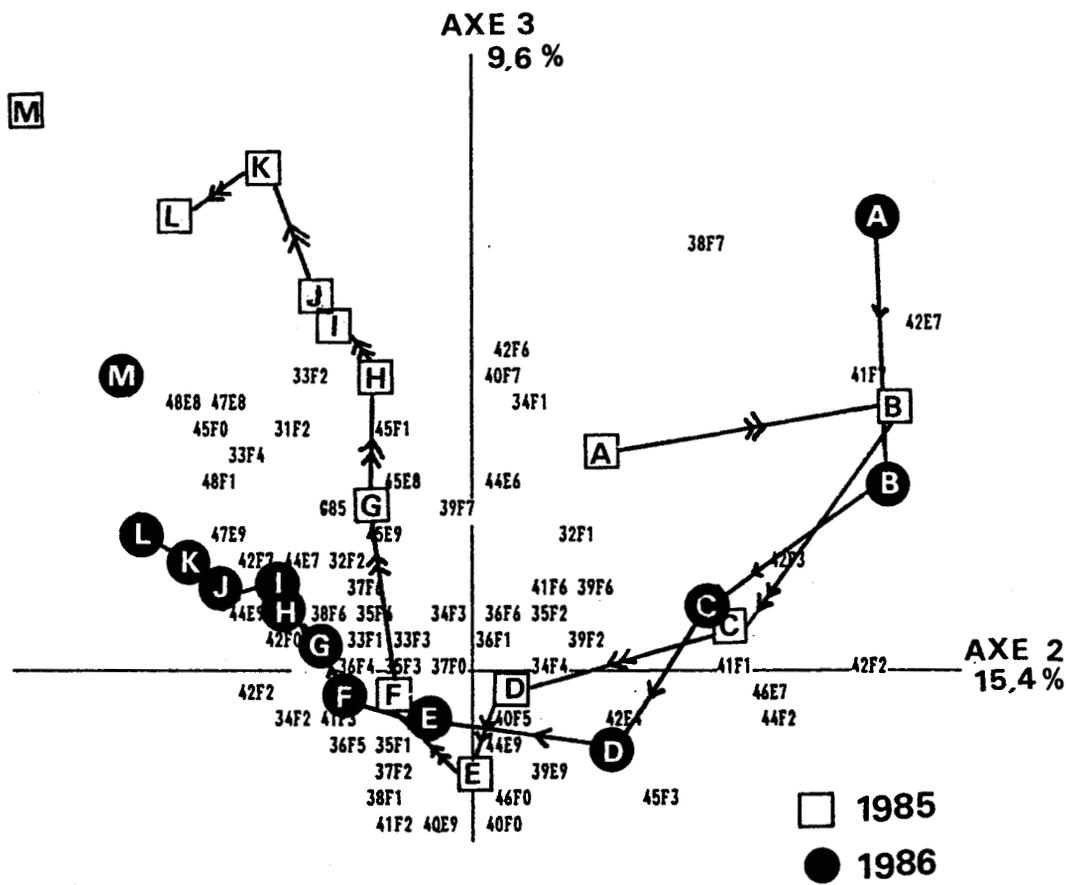


Fig. 79 : AFC (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 2-3
 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)
 Code des variables (classes de tailles)

- | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| A = < 10 cm | D = [14-16 cm[| G = [20-22 cm[| J = [26-28 cm[|
| B = [10-12 cm[| E = [16-18 cm[| H = [22-24 cm[| K = [28-30 cm[|
| C = [12-14 cm[| F = [18-20 cm[| I = [24-26 cm[| L = [30-32 cm[|
| | | | M = > 32 cm |

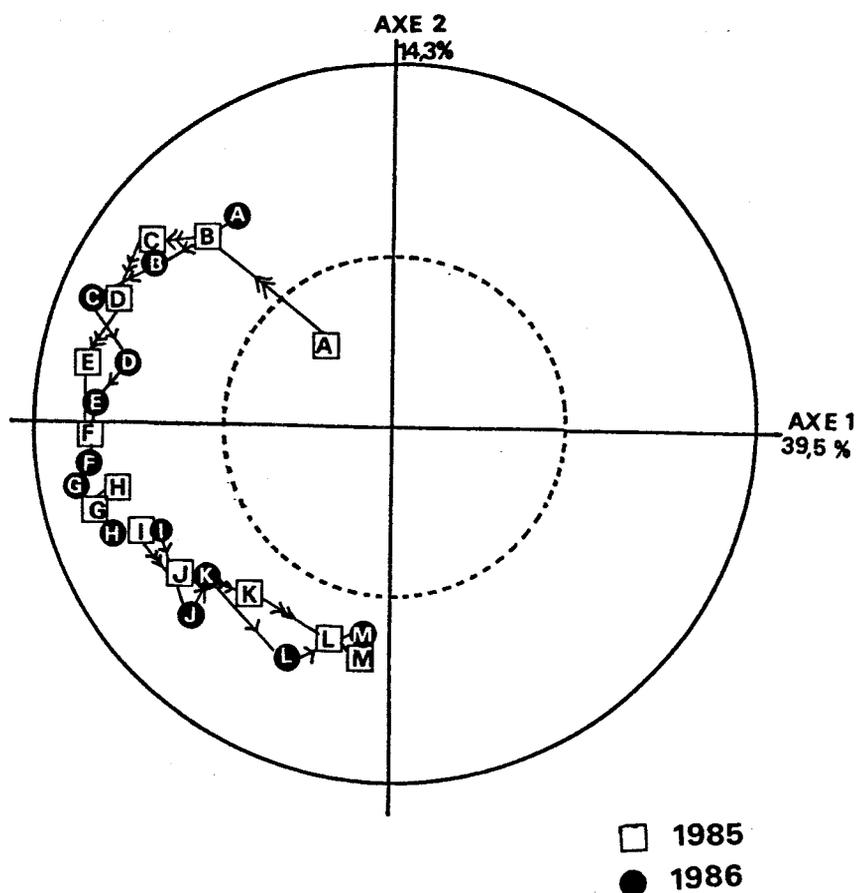


Fig. 80 : ACP (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-2
(variables de A85 à L85 et de A86 à L86)

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

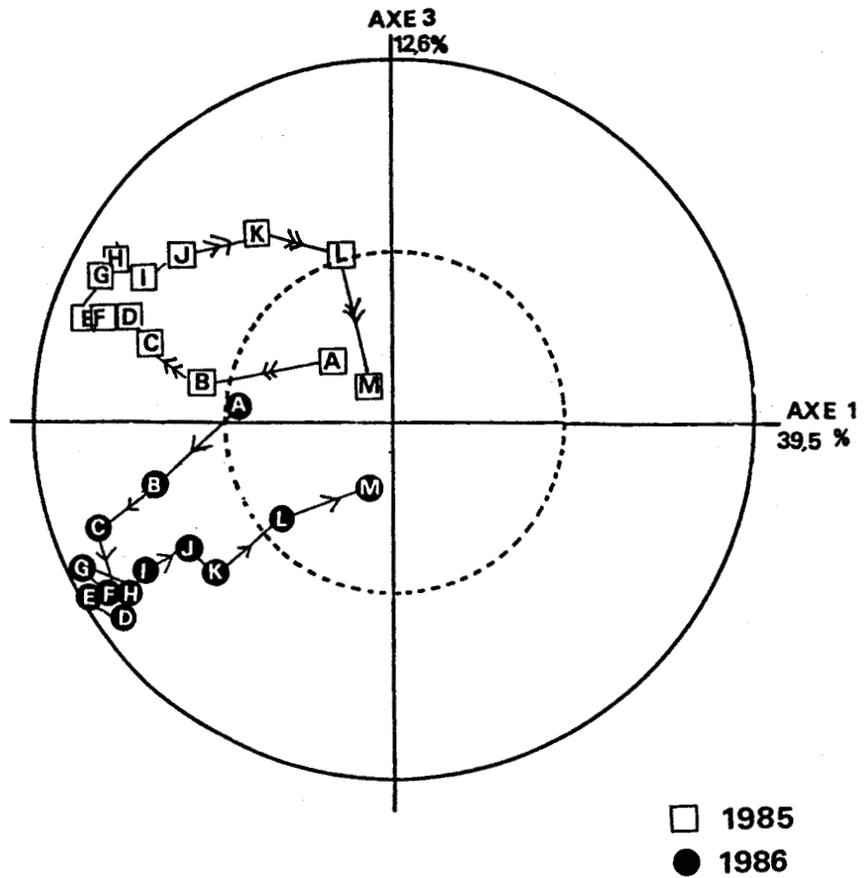


Fig. 81 : ACP (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-3
(variables de A85 à L85 et de A86 à L86)

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

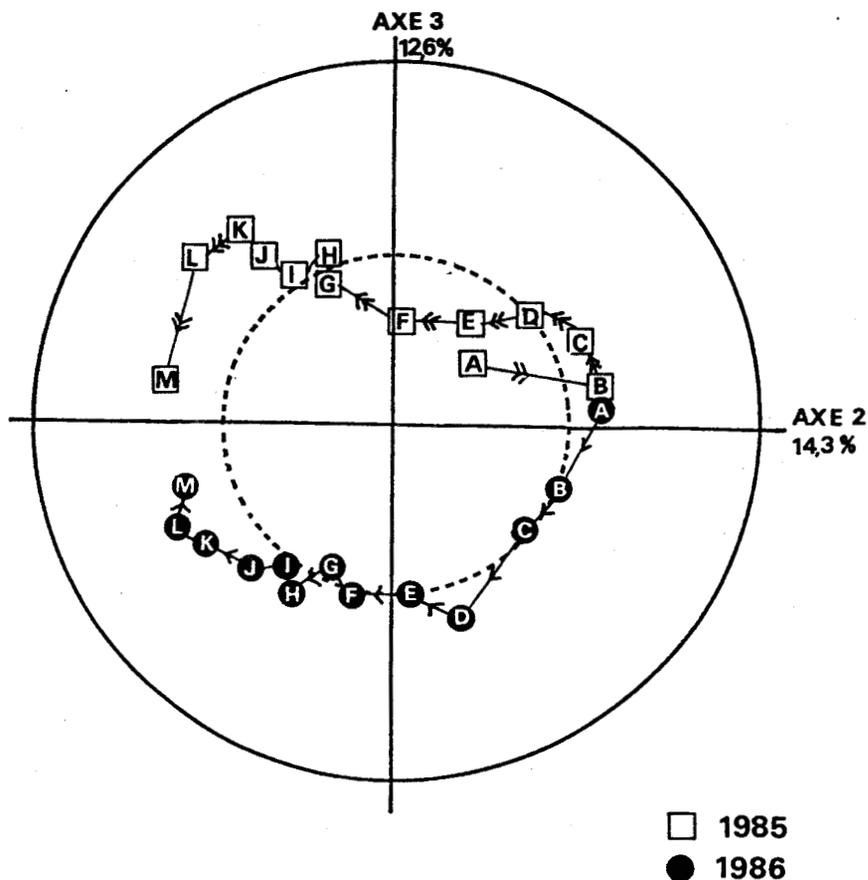


Fig. 82 : ACP (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 2-3
(variables de A85 à L85 et de A86 à L86)

Code des variables (classes de tailles)

A = < 10 cm	D = [14-16 cm[	G = [20-22 cm[	J = [26-28 cm[
B = [10-12 cm[	E = [16-18 cm[	H = [22-24 cm[	K = [28-30 cm[
C = [12-14 cm[	F = [18-20 cm[	I = [24-26 cm[	L = [30-32 cm[
			M = > 32 cm

Cercle en trait continu = cercle unité

Cercle en traits discontinus = cercle des contributions équilibrées

2.2 - Analyse en Composantes Principales (ACP)

Une ACP a été réalisée à partir du tableau de contingence de l'analyse précédente, après transformation logarithmique des abondances. Les résultats sont présentés en annexe H.

L'étude des corrélations entre variables révèle qu'une variable est toujours corrélée à la variable qui la précède et à celle qui la suit immédiatement, mais aussi à la même variable de l'autre année ; quelquefois on observe un léger décalage (D85 est plus corrélé à C86 qu' à D86), mais ces différences ne sont pas très fortes.

Les trois premières composantes principales totalisent 66,6 % de la variation totale.

Les positions des vecteurs variables par rapport aux trois premières composantes principales sont représentées sur les figures 80 à 82 (les cercles en traits continus figurent les cercles unité et ceux en traits discontinus les cercles des contributions équilibrées).

Le gradient d'abondance défini par l'axe 1 de l'AFC est toujours présent. L'axe 2 traduit le gradient de tailles et c'est l'axe 3 qui sépare les résultats en fonction de l'année d'observation. Comme dans les deux ACP précédentes les classes de tailles moyennes (de B à J) se succèdent en suivant un arc de cercle proche du cercle unité, alors que les variables codant les petites et les grandes classes de tailles se rapprochent de l'origine des axes en amorçant une spirale.

3 - Discussion

3.1 - Bilan des analyses

Le traitement par AFC puis par ACP des distributions moyennes de tailles par rectangles statistiques a permis de dégager des structures persistantes d'une année sur l'autre. Les classes de tailles se répartissent selon un gradient affectant, dans l'espace des trois premiers axes des AFC, l'allure d'une spirale enroulée autour de l'axe 1, opposant les petites classes de tailles aux grandes et formant une oscillation au niveau des variables J à K probablement induite par la cohabitation des grands individus (classes K à M) avec les premiers reproducteurs (classes D à F), rapprochement provenant sans doute de la proximité de la période de reproduction ; il est courant de rencontrer une telle torsion de l'effet Guttman lorsque l'on étudie l'abondance de populations animales, néanmoins elle se situe généralement au niveau des jeunes classes de tailles traduisant ainsi le rapprochement des parents et des enfants. Les variables ont pu être séparées en quatre groupes auxquels on a associé les rectangles statistiques, proches dans l'espace des trois axes principaux.

Les ACP, outre la confirmation des regroupements de variables, ont révélé des phénomènes induits par l'échantillonnage et non décelables à partir des AFC ; en effet, alors que les variables correspondant aux classes de tailles moyennes sont proches du cercle unité, les variables extrêmes (AB et KLM) s'en éloignent, traduisant un biais d'échantillonnage :

- dans le cas des petites classes de tailles, ce biais provient probablement de la sélectivité du chalut utilisé face à l'espèce (rappelons que le maillage employé est de 12 mm) et de l'absence de prospection dans

des zones très côtières (profondeur minimale de traîne égale à 10 mètres). Ceci est confirmé par un examen plus détaillé des résultats des deux années : en 1986 les échantillonnages ont été réalisés dans des secteurs plus côtiers (zone côtière danoise), la variable se rapproche du cercle unité, alors qu'en 1985 elle en est très éloignée.

- dans le cas des plus grandes classes de tailles, le nombre d'individus capturés, inférieur à celui des classes moyennes, peut provenir d'une mortalité massive de la population (vieillesse, pêche,...) ou d'une diminution de l'accessibilité (évitement par la fuite, départ des grands individus des lieux de prospection, ...).

Dans les analyses effectuées on s'attend à un rapprochement des juvéniles avec toutes les classes fécondes or nous ne l'avons jamais constaté : les juvéniles et les reproducteurs ne sont pas présents simultanément sur les lieux de chalutage.

3.2 - Distribution des tailles dans les quatre groupes définis par l'AFC

Les histogrammes de tailles des rectangles structurants (fortes contributions et/ou fortes corrélations avec les axes principaux) ont été comparés puis cumulés sur les quatre groupes de variables constitués ci-dessus, afin d'en établir les distributions de fréquences typiques. Les histogrammes obtenus ont été reportés sur les plans 1-2 des analyses (Fig. 83 et 84) ; leur évolution le long du gradient AM traduisant la maturation et le vieillissement de la population, se retrouve d'une analyse à l'autre :

Le groupe I contient essentiellement des individus immatures (moins de 16 cm : LEE, 1972). Sa distribution est unimodale (modes à 12-14 cm en 1985 et 14-16 cm en 1986) et dissymétrique.

Le groupe II possède une distribution symétrique, unimodale (mode 16-18 cm), laissant supposer qu'il est constitué en majorité de premiers reproducteurs.

Le groupe III voit sa distribution des tailles s'aplatir, et son mode, toujours unique, se déplacer vers la droite (18-20 cm)

Le groupe IV comprend, selon l'année, deux ou trois modes : à 16-18 cm, vers 28-30 cm, enfin à plus 32 cm. Ce groupe semble être constitué d'individus de même taille que ceux du groupe II, mais associés à un contingent d'animaux de plus grandes tailles

Les histogrammes des rectangles non classés se rapprochent de ceux du groupe I.

3.3 - Répartition spatiale des groupes d'objets

Les objets appartenant aux quatre groupes ont été localisés sur la carte de la mer du Nord (Fig. 85 à 86), puisque l'une des principales caractéristiques de l'Analyse Factorielle réside dans les Correspondances existant entre les variables et les objets. Les deux années semblent fournir des répartitions très voisines :

- Le groupe I se situe préférentiellement au centre de la Mer du Nord, à la latitude de la Baltique, ainsi que de façon éparse dans les zones côtières subissant de fortes dessalures (estuaire de la Tamise, Ecosse, Danemark, ...)
- Le groupe II se répartit essentiellement dans la zone médiane de la Mer du Nord.
- Le groupe III se localise au sud, sur le banc de Smith ainsi qu'occasionnellement dans les zones centrales et au large des Shetland.
- Le groupe IV se rencontre principalement au nord dans la zone des îles Shetland, et de façon ponctuelle dans le secteur médian.

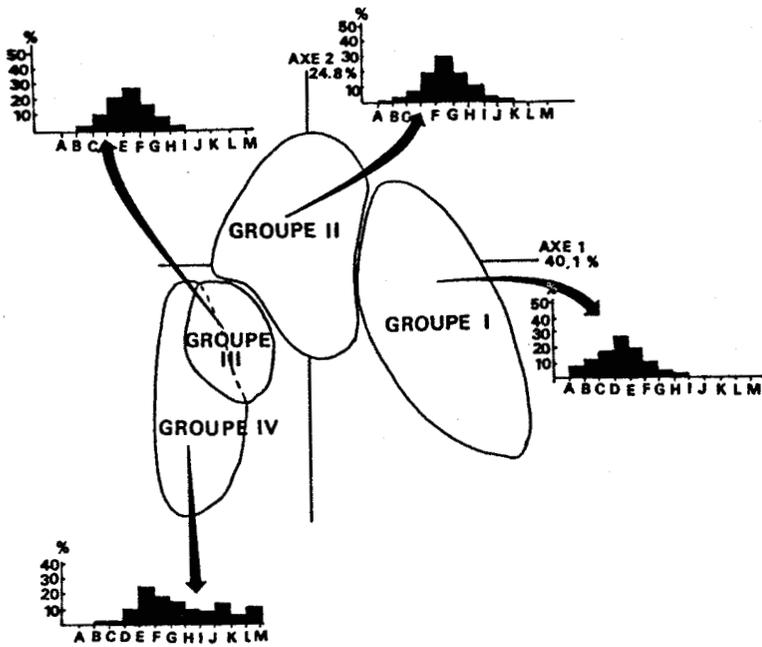
Les trois rectangles non classés dans la première analyse se situent au nord, dans des secteurs de contact entre les différents groupes.

La seule différence notable entre les deux années concerne essentiellement le groupe I. En effet, ce groupe englobe plusieurs rectangles de la côte danoise en 1986 et un seul d'entre eux en 1985. Ce phénomène provient de l'absence de prospection dans cette zone au cours de la campagne 1985 et du nombre élevé d'individus que l'on y a rencontré en 1986. L'AFC étant une analyse d'inertie, les quantités importantes de petites limandes capturées dans ce secteur au cours de la seconde campagne ont provoqué un déplacement du centre de gravité du nuage de points-objets vers ces rectangles de poids important, entraînant vers eux dans le groupement les rectangles voisins.

3.4 - Essais d'interprétation des répartitions

Les différents groupements définis ont été mis en relation avec les paramètres du milieu disponibles, à savoir : cartes représentant la bathymétrie (documents IFREMER), la sédimentologie (Anon, 1970), les températures et salinités (Anon, 1962), les courants et les flux (LAEVASTU, 1963 ; LEE, 1970 ; HILL & DICKSON, 1978), la répartition des communautés benthiques (GLEMAREC, 1973) etc...

Seuls les renseignements fournis par la bathymétrie et la courantologie ont paru expliquer une partie des phénomènes décrits. Nous avons déjà signalé précédemment que la ligne isobathe des 80 mètres conditionne l'extention de l'espèce. Le regroupement central d'immatures se fait sur le Great Fisher Bank. Les grandes tailles se situent au nord, sur des fonds importants (80 à 100 mètres), mais aussi au sud, sur les hauts fonds de Smith. La zone médiane, comprenant des fonds de 40 à 80 mètres, semble abriter toutes les classes de tailles. La représentation des flux des courants de fond ainsi que leurs débits (km^3 par an) (Fig 87, d'après HILL et DICKSON, 1978) permet d'observer une coïncidence entre un tourbillon situé au large de la Baltique, les concentrations importantes d'immatures, et le Great Fisher Bank. Le tourbillon est induit par la rencontre d'un courant provenant de Manche, traversant le German Bight en

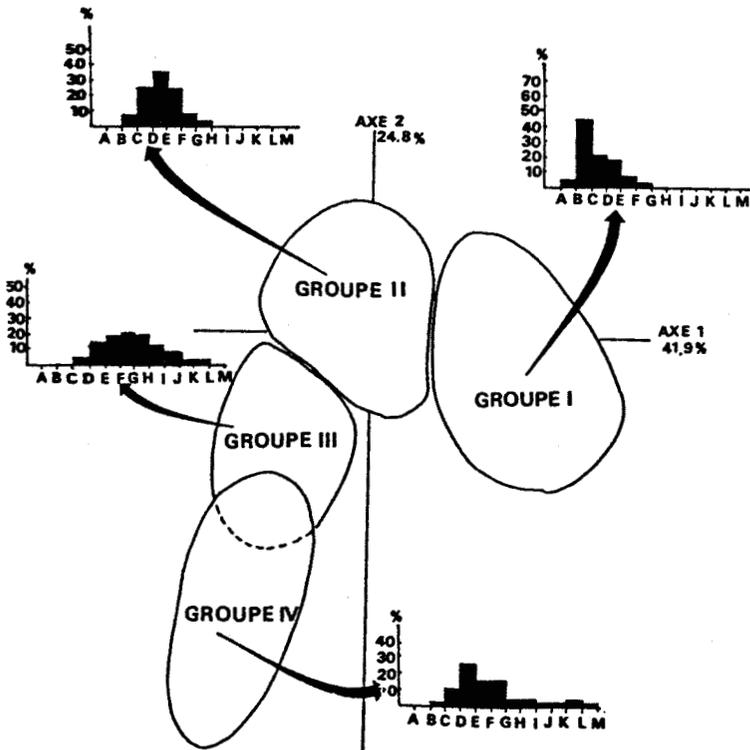


LEGENDE VARIABLES

- A = < 10 cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[
- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32 cm



Fig. 83 : Histogrammes de distribution des tailles moyennes dans les groupements définis par l'analyse factorielle (année 1985)
Plan défini par les axes 1-2 de l'analyse



LEGENDE VARIABLES

- A = < 10 cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[
- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32 cm

Fig. 84 : Histogrammes de distribution des tailles moyennes dans les groupements définis par l'analyse factorielle (année 1986)
Plan défini par les axes 1-2 de l'analyse

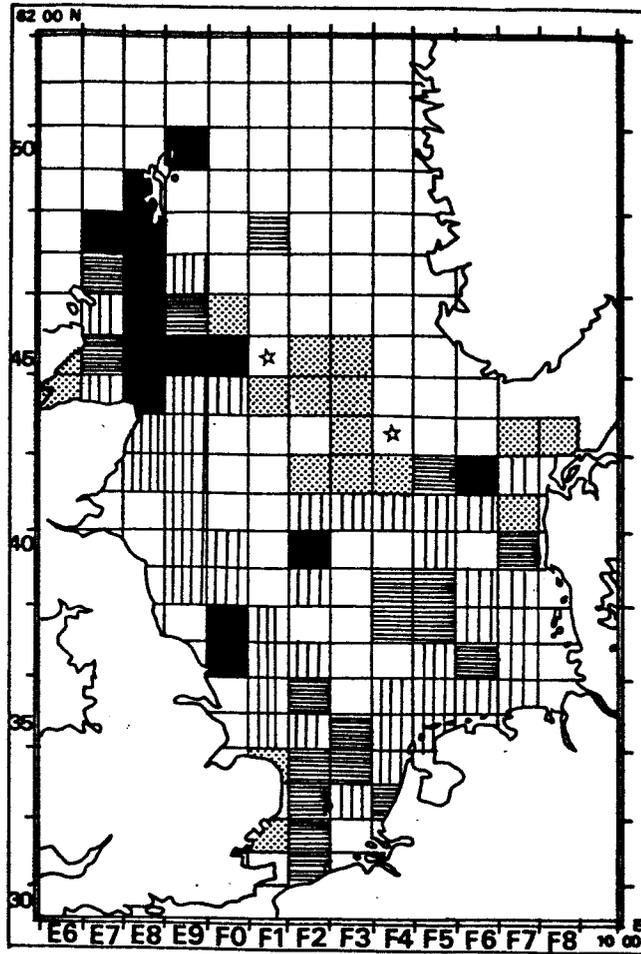


Fig. 85 : Cartographie des rectangles statistiques en fonction des regroupements définis par l'analyse factorielle sur l'année 1985

Légende

-  Groupe I (variables B à C)
-  Groupe II (variables D à F)
-  Groupe III (variables G à I)
-  Groupe IV (variables J à M)
- ☆ Objets non classés

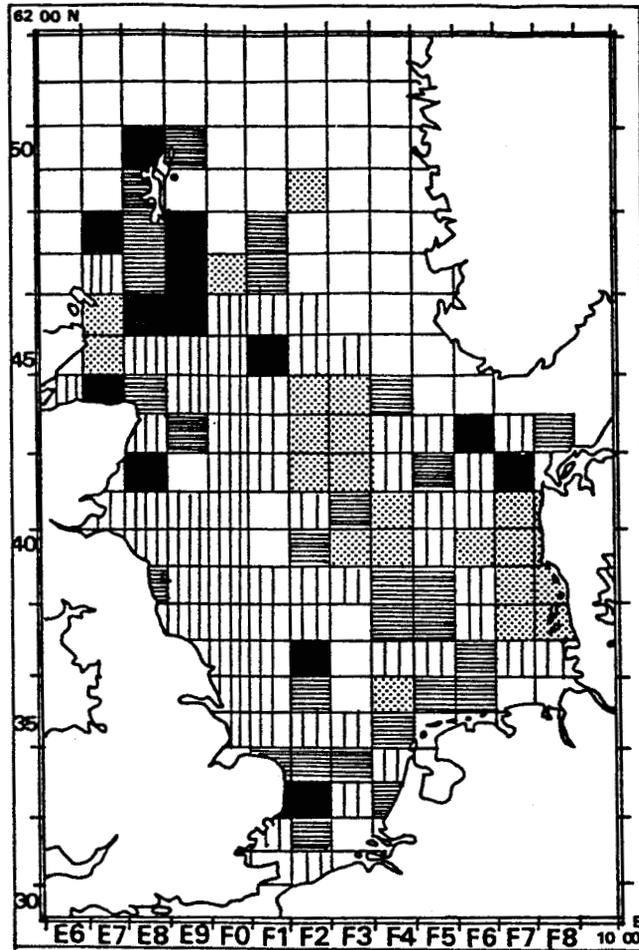


Fig. 86 : Cartographie des rectangles statistiques en fonction des regroupements définis par l'analyse factorielle sur l'année 1986

Légende

-  Groupe I (variables B à C)
-  Groupe II (variables D à F)
-  Groupe III (variables G à I)
-  Groupe IV (variables J à M)

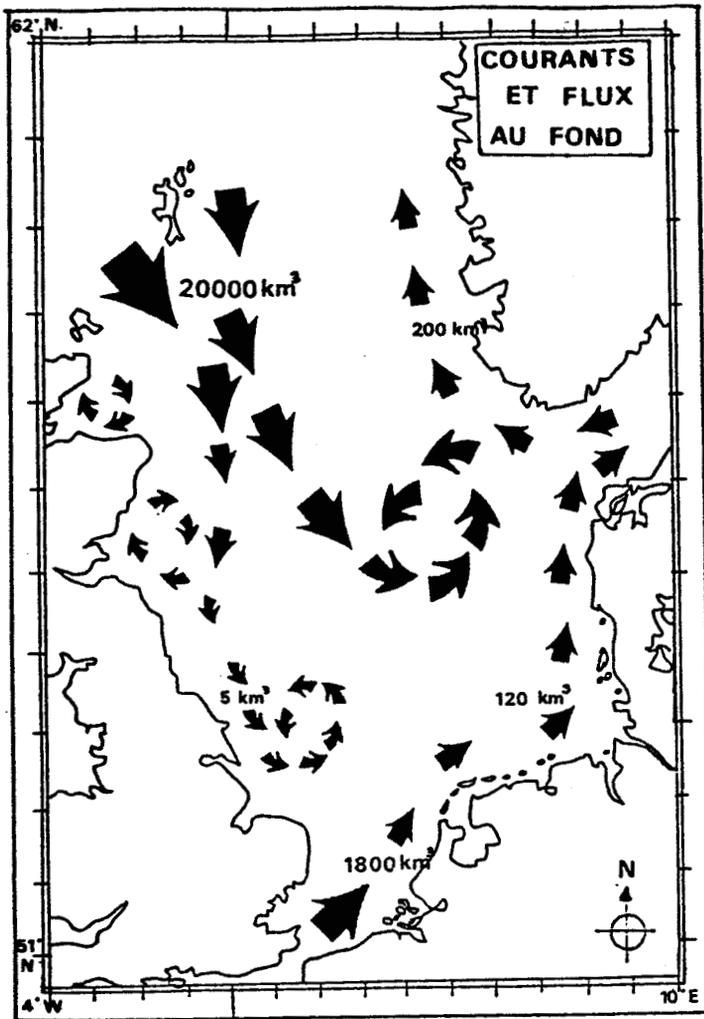


Fig. 87 : Courants de fond et flux en mer du Nord (débit en km^3/an) (d'après HILL & DICKSON, 1978)

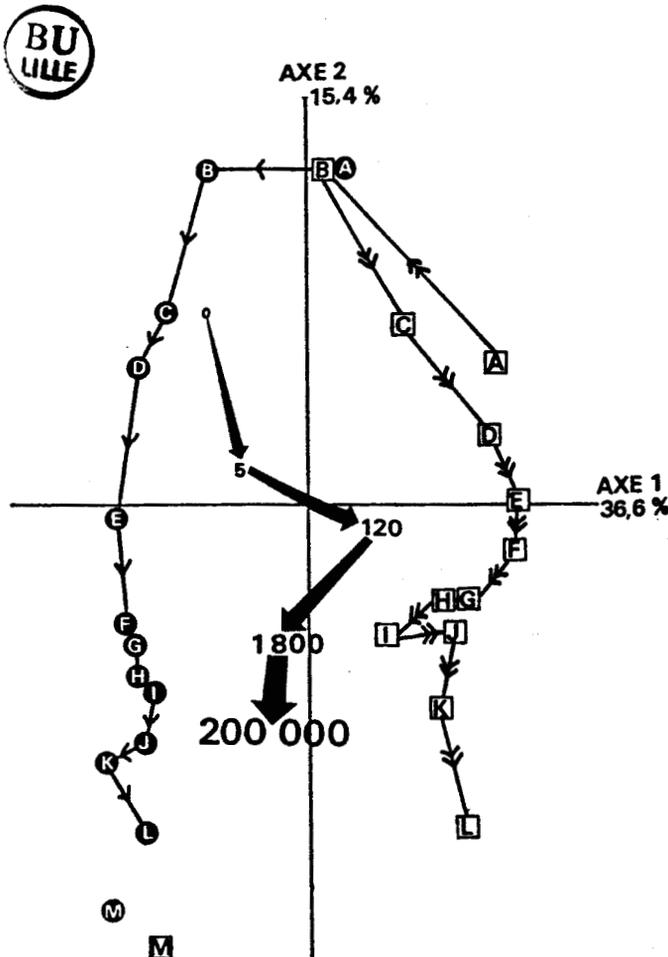


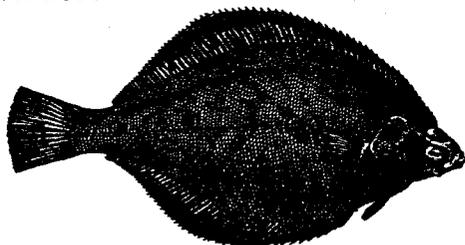
Fig. 88 : Représentation des variables sur le plan 1-2 de l'AFC (1985 et 1986 cumulées) et des flux (km^3)

Les valeurs des flux représentées sont les barycentres des rectangles statistiques structurants (CTR et/ou COR fortes avec les axes 2 et/ou 3) de l'analyse.

direction SW-NE et la pénétration des eaux nord atlantiques par le nord de la mer du Nord. Des vortex sont également présents au large des côtes écossaises et anglaises : ils sont encore associés à la présence du groupe I. Par ailleurs, la présence d'individus de grandes tailles (groupe IV) semble associée à la présence d'un flux entrant important (nord de l'Ecosse), alors que les individus de tailles moyennes (groupe III) se rencontrent dans une zone de flux entrant plus faible (sud de la mer du Nord). Le centre de la mer du Nord, abritant des individus des classes de tailles D, E, F, siège de nombreux courants, contre-courants et tourbillons, paraît quant à lui correspondre plutôt à une zone de mélanges. Ainsi si l'on reporte dans un plan défini par les axes 1 et 2 de la dernière analyse factorielle les débits annuels des courants de fond correspondant aux barycentres des rectangles structurants proches de l'axe 2 (fortes contributions ou/et forte corrélation aux axes 2 et 3) (Fig. 88), on observe alors sur l'axe 2 un gradient très net des flux de courants se superposant au gradient des tailles ; les jeunes individus se localiseraient préférentiellement dans une zone de faible turbulence alors que les individus plus grands se situeraient plutôt dans des secteurs où les courants sont plus importants. Le passage d'une situation à l'autre est progressif ; toutefois une discontinuité apparaît de part et d'autre de la classe 14-16 cm, séparant les immatures des matures et prouvant un changement de comportement lié à la maturité sexuelle.

D'après la bibliographie, un grand nombre de reproducteurs pondent au printemps dans le German Bight (SIMPSON, 1959 ; HOUGHTON & HARDING 1976 ; de VEEN, 1978). Les oeufs, larves et juvéniles dérivent avec les masses d'eau vers le nord et une partie d'entre eux sera probablement entraînée vers les détroits de la Baltique, alors que les autres se trouveront piégés au centre d'un courant cyclonique situé sur le Great Fisher Bank. Des phénomènes identiques ont pu être observés dans les zones côtières à forte concentration d'individus immatures (est Ecosse et estuaire de la Tamise) ; seule une étude détaillée des courants et du plancton permettrait de vérifier les possibilités de dispersion larvaire à partir du German Bight.

La ségrégation spatiale assez nette s'observant au niveau des groupes III (tailles moyennes) et IV (premiers reproducteurs et grandes tailles) pourrait provenir de la différence de niveau d'exploitation entre les stocks du nord et du sud : la zone nord étant strictement contrôlée alors que les pêcheries de la zone sud sont intensives. Il est aussi possible que cette ségrégation spatiale, observée sur les grandes classes de tailles, traduise un comportement de l'espèce face aux courants : les juvéniles dérivant passivement avec les masses d'eau et les plus vieux vivant en dehors des périodes de frai au nord (Shetland) ou au sud (estuaire de la Tamise), se regroupant dans le German Bight au moment de la reproduction. Cette hypothèse impliquerait des migrations de l'espèce sur d'assez grandes distances, fait observé chez la Plie (Pleuronectes platessa, L.) (HARDEN JONES, 1975 ; et GREER WALKER & al., 1978), qui nage dans la masse d'eau quand le courant va dans le sens de la migration, et s'enfuit dans le sédiment pendant les quelques heures d'inversion du courant. De plus, DENIEL (1981) a démontré, à partir de marquages, que la Limande se déplace sur de longues distances et des observations personnelles ont permis de constater qu'à certaines périodes de l'année les limandes sont "détachées" du fond et capturées dans les chaluts pélagiques des pêcheurs. Enfin, il est aussi possible que l'on soit en présence de deux populations de limandes, l'une méridionale et l'autre septentrionale, s'interpénétrant dans la zone centrale.



QUATRIEME PARTIE

EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE

DE LA VULNERABILITE DU STOCK

QUATRIEME PARTIE

EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DE LA VULNERABILITE DU STOCK

Les différents paramètres biologiques acquis sur l'espèce au cours du travail, complétés d'une cartographie de sa répartition ainsi que de ses relations avec le milieu, permettent d'établir un premier bilan sur les potentialités halieutiques des limandes de mer du Nord et d'évaluer si cette espèce, actuellement d'un intérêt économique accessoire, a vocation à devenir une espèce de remplacement ou de soutien à l'exploitation de la Plie ou de la Sole. Cette évaluation est rendue possible par l'emploi de modèles mathématiques se substituant à la connaissance du stock * étudié et simulant son comportement sous diverses hypothèses d'exploitation. Cette dernière phase du travail demande une bonne connaissance des paramètres biologiques de la population ; nous y avons contribué dans les parties I à III de ce travail. L'évaluation des stocks nécessite d'autre part une solide expérience en gestion des stocks ; nous n'en n'avions pas et nous avons donc profité de celle du département de Ressources Halieutiques de l'IFREMER (et tout particulièrement d'Alain LAUREC). En effet, les informations que l'on possède sur l'espèce sont très étalées dans le temps (de 1933 à nos jours) et dispersées sur l'aire de répartition (de la baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) à l'Islande (JÓNSSON, 1933) en passant par l'île de Man (ORTEGA-SALAS, 1980)). Il sera donc, quelques fois, nécessaire d'extrapoler à la mer du Nord des informations provenant d'autres stocks. C'est pourquoi, contrairement à la démarche suivie jusqu'ici, les méthodes et les résultats sont présentés dans la même section ; ils sont étroitement liés entre eux et les séparer entraînerait des difficultés dans la compréhension de la démarche suivie.

I - LE MODELE

1 - Choix du modèle

Les informations recueillies précédemment sur la population permettent d'approcher ses mécanismes internes (recrutement, croissance, mortalité) et donc de travailler à partir de modèles structuraux (plus précis que les globaux). Ces modèles considèrent le stock (ou la population) comme un système clos dont la biomasse (masse cumulée des individus qui le composent) évolue sous l'effet de quatre facteurs primaires (MESNIL, 1980) :

- la croissance et le recrutement qui concourent à augmenter la biomasse ;
- les mortalités naturelle et par pêche qui tendent à la diminuer ;

* : Stock : ensemble des animaux exploitables d'une population, c'est à dire accessibles aux engins de pêche.

Ces facteurs, combinés entre eux, permettent de traduire en équations les principaux phénomènes intervenant dans la vie d'une cohorte (dans les eaux tempérées : individus nés la même année d'une même saison de ponte) et de suivre selon les hypothèses de travail :

- la biomasse (masse cumulée des individus d'une cohorte)
- la biomasse féconde (poids moyen de femelles sexuellement mures)
- les rendements par recrue (poids moyen d'un individu capturé)
- les captures par unité d'effort (nombre d'individus capturés)

(définitions données en annexe I).

Parmi les modèles structuraux existants, celui de RICKER (1945, 1958), qui fractionne l'échelle des temps en intervalles à l'intérieur desquels les paramètres de la population sont supposés constants, a semblé convenir à l'état des connaissances que nous avons sur le stock. En effet, nous disposons des informations par groupe d'âge, donc ce type de modèle était bien adapté.

Rappelons que ces modèles n'ont de sens qu'interprétés à l'échelle du stock (un des modèles les plus connus du biologiste est l'équation de croissance de von BERTALANFFY (1938) qui à partir d'un échantillonnage de couples de taille-âge prévoit les tailles moyennes aux différents âges et non la taille réelle d'un individu à un âge donné).

2 - Paramètres à déterminer pour initialiser le modèle

Nous les avons regroupés en deux grandes catégories :

- ceux liés à la biologie de la population :
poids moyens aux âges (c'est à dire aux différents âges), taux de maturité aux âges, mortalité naturelle ;
- ceux liés au régime d'exploitation :
les taux de rejets aux âges, les taux de rétention aux âges et la mortalité par pêche ;

Les scénarios sur l'on retiendra dans les simulations seront une combinaison de ces deux types de paramètres. Rappelons que l'on cherche maintenant à se rapprocher des paramètres de la population et non, comme nous l'avons fait jusqu'ici, à déterminer les paramètres des échantillons. Il sera donc nécessaire d'adopter une nouvelle démarche qui, selon les cas, extrapolera les informations provenant d'un autre stock à celui de mer du Nord ou qui rapportera globalement à l'ensemble de la population des observations faites sur les échantillons.

II - EVALUATION SEMI-QUANTITATIVE DES PARAMETRES DE LA POPULATION ELABORATION DES SCENARIOS

Comme précisé précédemment, l'estimation des paramètres de la population va nécessiter certaines extrapolations d'où le terme d'"évaluation semi-quantitative".

1 - Le stock est-il unique ?

Avant de calculer les valeurs des paramètres biologiques et dynamiques à injecter dans le modèle de Ricker il est nécessaire de vérifier l'unité du stock auquel ils s'appliquent (homogénéité des différents paramètres et de la structure démographique sur l'ensemble de la population, GULLAND (1969)). Or, les analyses factorielles réalisées sur les distributions de tailles (partie III) semblaient indiquer la présence de deux stocks distincts, l'un méridional, l'autre septentrional, s'interpénétrant au niveau de la partie centrale de la mer du Nord ; néanmoins, les structures démographiques se rencontrant de part et d'autre d'une ligne joignant l'Ecosse au sud de la Norvège (Tableau 10) ne présentent pas de différences notables. Aussi, bien que l'hypothèse d'homogénéité du stock ne soit pas totalement vérifiée, nous considérerons que toutes les limandes capturées en mer du Nord appartiennent à une même population.

2 - Problèmes liés à la sélectivité

La variabilité de l'accessibilité de l'espèce face au chalut entraîne dans l'échantillon la surestimation des tailles moyennes des jeunes classes d'âge, les plus grands des jeunes individus étant capturés préférentiellement aux plus petits qui parviennent à s'échapper au travers des mailles du filet. Ce phénomène agira à deux niveaux dans la population étudiée :

- au niveau de la détermination des paramètres biologiques de la population, il viendra biaiser fortement les calculs réalisés sur les jeunes classes d'âge.
- au niveau de l'analyse de l'exploitation, il faudra considérer qu'une grande quantité de jeunes immatures parvient à s'échapper, même en cas de pêche intensive, et tendent ainsi à faire renouveler le stock par des individus sélectionnés vers les petites tailles.

Dans le cadre d'une étude exclusivement biologique, la sélectivité ne pose pas de problème car les résultats obtenus sont valables uniquement dans l'intervalle des observations et ne se rapportent pas à la population dans son intégralité (partie I, paragraphe 4.2.1). Par contre, les modèles dynamiques utilisés pour notre étude impliquent de connaître le plus précisément possible les paramètres de la population et non plus ceux de l'échantillon ; une correction en tenant compte de la sélectivité de l'espèce face à l'engin échantillonneur s'avérerait donc nécessaire.

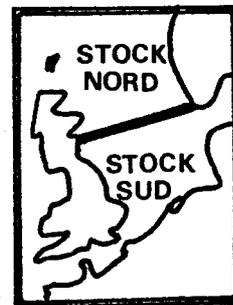
Rappelons que la courbe représentant le taux de rétention en fonction de la taille se ramène le plus souvent à une sigmoïde (LAUREC et LEGUEN, 1981). La taille à partir de laquelle les animaux commencent à se faire capturer est notée L_0 . Le point correspondant à la longueur pour laquelle la moitié des individus parviennent à s'échapper (L_{50}) peut être mise en relation avec la taille de la maille étirée (L_M) et permettre de définir ainsi un coefficient de sélectivité (sf) tel que : $sf = L_{50} / L_M$.

En l'absence d'études précises réalisées sur le comportement de la limande face au chalut, nous lui avons attribué le coefficient de sélectivité d'une espèce qui lui est proche au point de vue comportemental et morphologique : la Plie. Son coefficient de sélectivité est donc égal à 2,3 (Rapport CCE, 1985), ce qui implique que pour le maillage de 20 millimètres (maille étirée) utilisé au cours des campagnes IYFS, 50 % des limandes du groupe 1 parviennent à s'échapper. Les distributions de tailles des échantillons seront donc fortement biaisées pour le groupe 1, moyennement pour le groupe 2 et probablement très peu pour le groupe 3.

GROUPE D'AGE	STOCK NORD ?	STOCK SUD ?
1	2 %	3 %
2	38 %	28 %
3	40 %	42 %
4	17 %	23 %
5 +	3 %	4 %
Nbr limandes	4016	28616
Nbr rectangles	26	64



Tableau 10 : Composition en âge des populations de limandes provenant d'échantillons recueillis de part et d'autre d'une ligne joignant l'Écosse au sud de la Norvège



Chez les professionnels l'utilisation d'un maillage réglementaire de 70 à 80 millimètres entraîne une taille à 50 % de rétention comprise entre 160 et 184 millimètres. C'est donc au niveau des groupes 2 et 3 que l'effet de la sélectivité s'observera principalement. Ainsi, lors des simulations de conditions d'exploitation, il sera nécessaire de prendre en compte cet échappement des individus et donc d'estimer les capacités régénératrices du stock par un vecteur indiquant les taux de rétention aux différents âges.

3 - Méthodes de détermination des paramètres

3.1 - Détermination des paramètres biologiques

3.1.1 - Estimation des poids moyens aux âges

Tailles moyennes aux âges : utilisation d'un rétrocalcul sur les otolithes

Comme signalé précédemment, les tailles moyennes des limandes calculées à partir des chalutages expérimentaux seront fortement biaisées au niveau des groupes d'âge 1 et 2, du fait de la sélectivité de l'espèce face à l'engin échantillonneur. Il convient donc de déterminer des tailles moyennes plus proches de celles existant réellement dans la population. On pourrait utiliser pour cela les résultats obtenus par des auteurs ayant travaillé dans des zones de nourriceries (baie d'Ethel, baie de Canche, etc...), mais il est probable que la sélectivité de leurs propres engins de récolte viendrait s'ajouter à la nôtre, rendant toute estimation de l'erreur impossible.

Nous avons préféré remplacer la taille aux âges moyenne observée par la moyenne des estimations faites par rétrocalcul (méthode employant les liens de proportionnalité existant entre la taille de l'otolithe et celle du corps) sur des individus plus âgés. Il est alors possible, en mesurant les diamètres des anneaux de croissance lus sur les pièces, de les extrapoler à la taille probable de l'animal lors de ses précédents "anniversaires". Cette technique était à l'origine employée sur des écailles (LEE, 1920 ; KIPLING, 1962 ; BEALL, 1979 ; MANOCH, 1977) puis adaptée aux otolithes (REAY, 1972 ; LOUBENS, 1980 ; DESMARCHELIER, 1986). Nous l'avons appliquée aux otolithes de limandes selon la démarche suivante : parmi 6 classes de tailles prises au hasard sur des individus mesurant entre 10 et 35 centimètres, 5 otolithes ont été tirés au hasard dans chacune d'entre elles et examinés ; pour chacun d'eux, la longueur totale de l'animal a été notée puis à l'aide d'un lecteur de profil et d'une règle graduée, la plus grande longueur de l'otolithe ainsi que les distances entre le centre de la pièce et les centres des premier, deuxième, troisième et quatrième anneaux d'hiver (anneaux hyalins) ont été relevées. Si une bonne corrélation existe entre la longueur totale individuelle et le diamètre maximal de l'otolithe on applique la relation de LEE (1920) qui calcule les tailles moyennes probables des poissons aux quatre premiers hivers par la formule :

$$L_{T_n} = \frac{R_n}{R} \times L_T$$

où L_T est la longueur totale observée du poisson
 L_{T_n} est la longueur totale présumée à l'instant n
 R est le rayon de l'otolithe observé
 R_n est le rayon de l'otolithe à l'instant n, d'après lecture des anneaux

On aura ainsi la courbe de croissance présumée de l'individu observé. A partir de l'échantillon on peut alors attribuer globalement une taille moyenne aux différents âges dans la population.

Il est probable qu'en utilisant cette technique nous introduisons un nouveau biais ; le rétrocalcul est effectué sur des otolithes d'individus adultes et donc survivants à des tailles élevées. Si par exemple les "grands" et les "petits" jeunes n'ont pas la même probabilité de survie (le petits parviennent mieux à s'échapper), alors la taille moyenne attribuée aux jeunes classes d'âges sera biaisée négativement par rapport à la moyenne de la population pour ces âges (se sont les plus petits des jeunes qui ont pu survivre).

Poids moyens aux âges

Une fois la taille moyenne aux âges connue, la relation taille-poids calculée précédemment (partie II, paragraphe 2) permet d'attribuer un poids moyen aux âges.

3.1.2 - Taux de maturité aux âges

Il correspond au pourcentage d'individus matures aux différents âges. Nous avons donc repris les valeurs des ogives de maturité des femelles déterminées dans la partie II, paragraphe 2.3.

3.1.3 - Mortalités

L'étude des mortalités fait intervenir les taux instantanés de variations d'effectif, c'est à dire la rapidité avec laquelle l'effectif de la population décroît. Rappelons qu'il s'agit rarement d'une seule mortalité, mais de la conjugaison de la mortalité naturelle (notée M) et de la mortalité par pêche (notée F) en une mortalité totale (notée Z). Le taux de mortalité naturelle est supposé constant tout au long de la vie de l'animal, mais celui de mortalité par pêche varie fortement au cours de la vie d'un poisson, notamment à cause des variabilités d'accessibilité aux engins de captures. Le modèle de RICKER (1945) permet de faire varier ces différents paramètres en fonction de l'âge.

3.1.3.1 - Mortalité totale (Z)

Une première estimation de la mortalité totale se fait en représentant graphiquement le logarithme népérien de l'abondance en fonction du groupe d'âge. On obtient alors une droite de pente - Z (GULLAND, 1969).

Cette résolution graphique nécessite de travailler sur un large éventail de classes d'âge que malheureusement la faible longévité de l'espèce en mer du Nord ne nous permet pas d'obtenir. On suppose que la population est stationnaire, c'est à dire le recrutement et la mortalité naturelle constants.

3.1.3.2 - Mortalité naturelle (M)

De toutes les mortalités c'est la plus difficile à connaître, car, en règle générale, l'étude dynamique d'un stock de poissons ne s'amorce qu'une fois son exploitation commencée.

Dans un premier temps nous aurons recours aux travaux faits par JÓNSSON en 1966 sur le stock de limandes d'Islande, stock presque totalement inexploité. Dans ce cas, la pente de la droite précédente se trouve avoir une valeur voisine de $-M$.

Une seconde approche de la valeur de M a été réalisée à partir de la formule de RICHTER et EVANOV (in DESMARCHELIER, 1986) ; ces auteurs considèrent que la mortalité naturelle d'une espèce est liée à l'allure de sa croissance et de sa taille à la première reproduction : un poisson parvenant rapidement à sa longueur maximale (K de l'équation de von BERTALANFFY élevé) aura une mortalité naturelle et une taille faible à la première reproduction d'où l'équation :

$$M = \frac{1,521}{0,72} - 0,155$$

t50%

où t50% est l'âge à la première reproduction (équation donnée pour toutes les espèces de poissons).

Ces différentes méthodes permettent de cerner avec plus ou moins de certitude les valeurs de M . Prises séparément, elles sont toutes contestables et contestées mais leur convergence permet de confirmer les résultats (LAUREC, Comm. pers.).

3.2 - Détermination des paramètres d'exploitation

3.2.1 - Taux de rejets aux âges

Ce vecteur chiffre, par classes d'âge, la fraction d'individus capturés puis rejetés en mer et donc non commercialisable. Ainsi, si les professionnels travaillent sur une zone de nourricerie (c'est le cas des crevettiers), une grande quantité de juvéniles sera récoltée en même temps que les crevettes et les adultes, puis rejetée à la mer car invendable ; si l'on étudie les débarquements seuls de ces unités de pêche, les rejets n'apparaîtront pas, néanmoins leur impact sur la population sera parfois non négligeable. En effet, on considère qu'un juvénile de limande capturé puis rejeté à la mer a très peu de chances de survivre au choc de la capture, au séjour plus ou moins prolongé dans le chalut et aux oiseaux marins, dans le modèle utilisé, les individus sont donc estimés morts dès la capture. Tous les poissons ainsi capturés jeunes, avant d'avoir pu se reproduire, représenteront donc un prélèvement sur la biomasse féconde future de la population qu'il convient d'estimer lors de l'étude dynamique d'un stock. Il permettra, combiné avec la mortalité par pêche, d'évaluer l'impact des pêcheries sur le stock.

Le taux de rejets par groupe d'âge est un des paramètres délicats à déterminer ; en effet, il dépend de facteurs "mesurables", tels l'engin utilisé et son maillage, mais aussi de facteurs difficilement contrôlables

comme l'abondance de la récolte, son lieu et son heure etc ... Nous avons donc tenté, à partir d'enquêtes sur les quais et d'embarquements sur des bateaux professionnels, d'attribuer un taux global de rejets par âge.

En France, ce sont les unités artisanales, et plus particulièrement celles pratiquant la pêche côtière (sorties de plus de 24 heures et de moins de 96 heures), qui sont responsables de plus de 90 % des captures de limandes (voir description plus détaillée en annexe A). Parmi les principaux engins employés à bord de ce type d'unités, les rejets des chalutiers et des trémailleurs ont été étudiés de plus près ainsi que ceux des crevettiers. A chaque embarquement les proportions des fractions rejetées et commercialisées ont été estimées par groupe d'âge. Elles ont été ensuite regroupées afin d'obtenir un taux moyen de rejets aux âges.

Il nous a malheureusement été impossible, dans le cadre de ce travail, d'embarquer à bord d'un des chalutiers à tangon (à perche) hollandais ou belges qui travaillent essentiellement dans le sud et le centre de la mer du nord, et qui sont de grands pêcheurs de poissons plats. Leurs rejets de limandes sont loin d'être négligeables (DUGAUQUIER, 1986).

3.2.2 - Taux de rétention aux âges

Ce vecteur reflète la probabilité de capture d'une cohorte, soit la sélectivité de l'espèce face à l'engin échantillonneur le plus courant dans la pêcherie : ici le chalut. Chaque élément du vecteur est égal au complément à un du taux de sélectivité à l'âge donné.

Ce taux, combiné avec les taux de rejets, permet de simuler l'exploitation intensive d'une zone de nourricerie où la mortalité des jeunes classes d'âge par rejets sera considérable. Au contraire, si les secteurs de travail se situent plus au large, seuls les adultes seront capturés. Le taux de rejets calculé précédemment devra donc être modulé en lui affectant un coefficient venant modifier l'impact sur les jeunes limandes (moins de trois ans) en fonction des hypothèses de travail.

3.2.3 - Mortalité par pêche

La mortalité par pêche se déduit par différence des valeurs des mortalité naturelle et totale décrites plus haut.

4 - Simulation des captures sous différentes hypothèses Notion d'équilibre

L'utilisation de ces modèles implique que la population sur laquelle on travaille soit en équilibre, c'est à dire que toutes les cohortes aient un régime d'exploitation identique, un recrutement constant et que leurs paramètres biologiques soient supposés constants.

Cette condition d'équilibre, voulue par le modèle, fait que la production d'une cohorte tout au long de sa vie est équivalente à celle de toute la population au cours d'une année. Elle implique aussi que lorsqu'un phénomène quelconque intervient dans un stock (changement de maillage, pollution, etc ...) il faille attendre qu'il ait touché toutes les classes d'âges pour en déterminer l'impact.

Les conditions restrictives qu'induit l'utilisation des modèles dynamiques, notamment du fait de la condition d'équilibre, impliquent que les résultats obtenus ne peuvent s'interpréter individuellement, mais n'ont de signification que comparés entre eux.

III - REALISATION DES SIMULATIONS

1 - Détermination des paramètres biologiques de la population

1.1 - Vecteur poids moyen aux âges

1.1.1 - Estimation des tailles moyennes aux âges par rétrocalcul sur les otolithes

Les longueurs totales étant fortement corrélées à celles des diamètres des otolithes ($r = 0,97$ pour trente couples observés), les tailles moyennes aux différents âges ont pu être déterminées à l'aide du modèle linéaire de LEE (1920). Les résultats sont présentés sur la figure 89, en même temps que ceux fournis par les clés taille-âge. Les deux courbes sont proches, avec cependant des tailles moyennes par rétrocalcul toujours légèrement supérieures à celles calculées à partir des clés, excepté pour le groupe 1 (biais dû à la sélectivité du chalut). Elles présentent simultanément un palier au niveau du groupe 4, très net pour le rétrocalcul ; si l'on écarte les différentes erreurs dues à l'échantillonnage et à l'évaluation de l'âge, ce palier peut provenir soit d'un phénomène physiologique entraînant une reprise de la croissance active après 4 ans, soit de la rencontre de deux populations distinctes dont les courbes de croissance superposées provoqueraient la formation d'un "plateau" dans la courbe résultante (DAJOZ, 1974). La reprise de la croissance active se produit parfois après la première reproduction (LAUREC, Comm. pers.) ; néanmoins, en mer du Nord les individus du groupe 4 se sont déjà reproduits au moins une fois (LEE, 1972) ce qui nous pousse à rejeter cette première hypothèse au profit de la seconde.

1.1.2 - Estimation du vecteur poids moyen aux âges

Comme nous l'avons dit plus haut, il se déduit des tailles moyennes aux âges, précédemment définies, et de la relation taille-poids. Nous donnons les résultats dans le tableau 11.

1.2 - Taux de maturité sexuelle

Il correspond au pourcentage d'individus matures aux différents âges. Les valeurs de ce vecteur sont présentées dans le tableau 12.

1.3 - Mortalités

1.3.1 - Mortalité totale (Z)

Une première estimation se fait en représentant le logarithme des abondances rencontrées en mer du Nord au cours des campagnes IYFS en fonction de l'âge et en individualisant les secteurs d'origine (Fig. 90). Les trois courbes, parallèles, atteignent un maximum pour le groupe 3 puis décroissent rapidement selon une pente égale à Z. La partie ascendante n'est en fait que le reflet de la sélectivité qui se répercute jusque sur le groupe 3. C'est donc sur la dernière partie des courbes que la valeur de Z sera estimée : elle est constante sur les trois secteurs après 3 ans et est égale à 1,25.

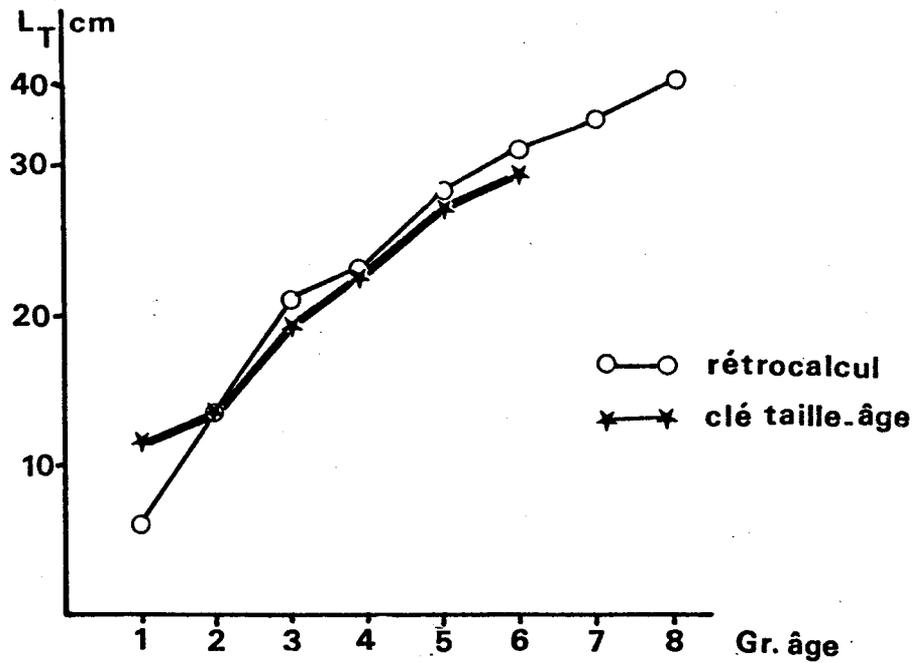


Fig. 89 : Comparaison des tailles moyennes aux âges calculées par rétrocalcul sur les otolithes et par les clés taille-âge
Limandes de mer du Nord



GROUPE D'AGE	Poids moyen en grammes	Vecteur poids en grammes
1	2,61	3,00
2	25,53	26,00
3	86,58	87,00
4	134,04	137,00
5	253,90	254,00
6	316,94	317,00
7	350,00	350,00
8	430,00	430,00

Tableau 11 : Vecteur poids aux âges injecté dans le modèle

GROUPE D'AGE	Taux de maturité
1	20 %
2	50 %
3	75 %
4	100 %
5	100 %
6	100 %
7	100 %
8	100 %

Tableau 12 : Vecteur taux de maturité sexuelle aux âges

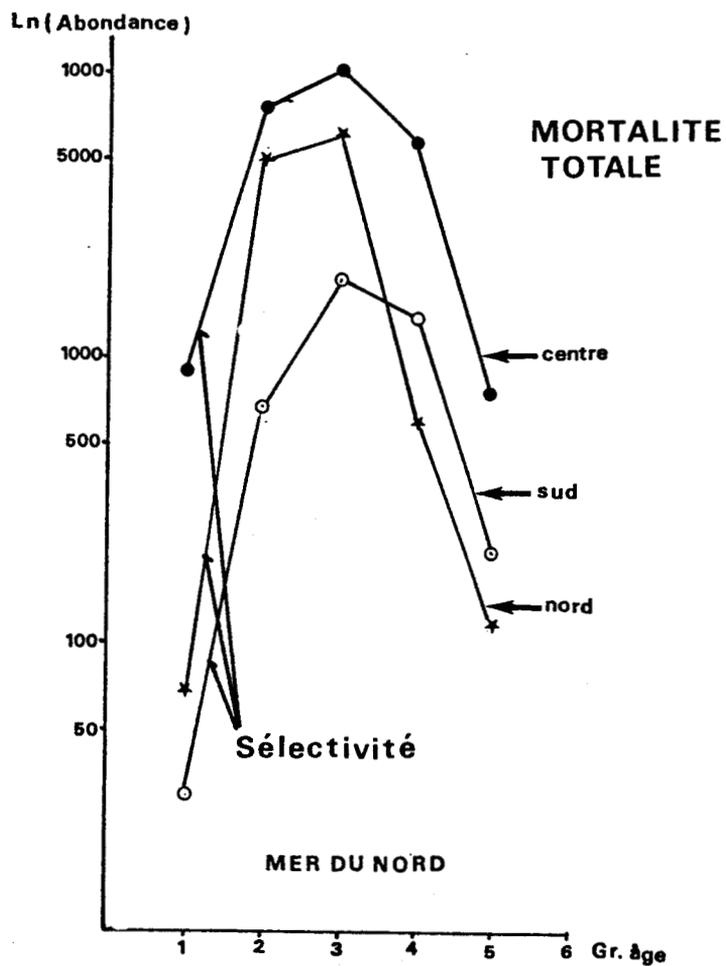


Fig. 90 : Résolution graphique du calcul de la mortalité totale (Z) des limandes de mer du Nord (données IYFS 1986)

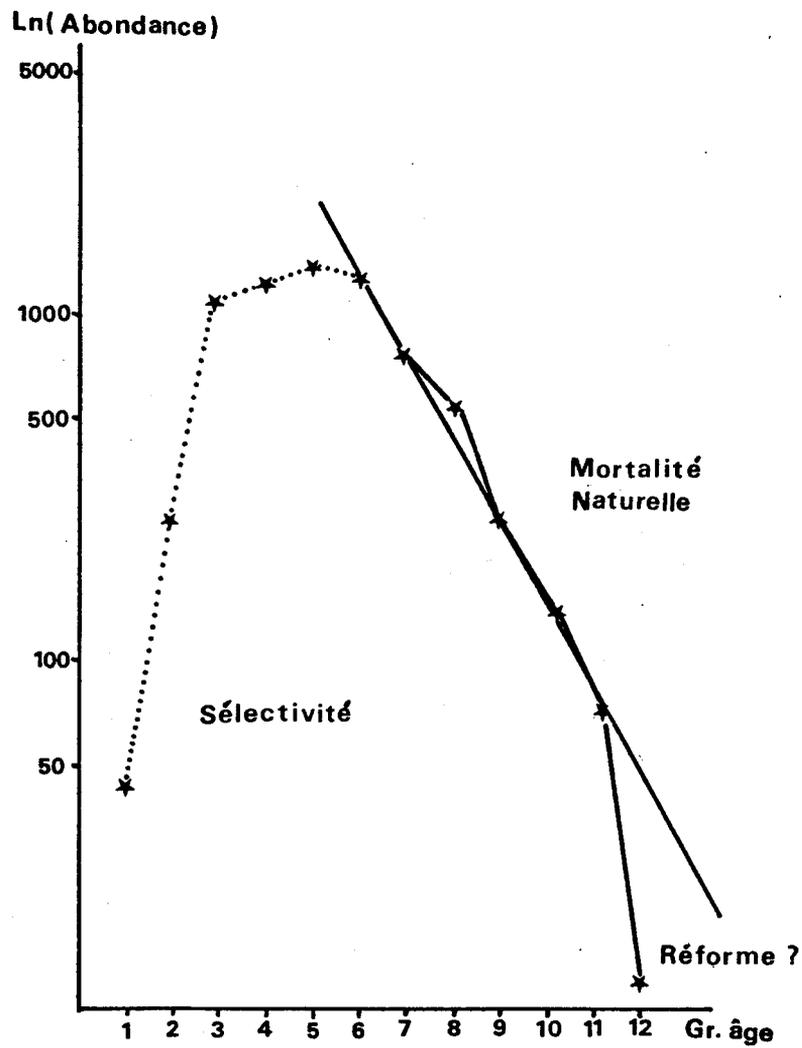


Fig. 91 : Résolution graphique du calcul de la mortalité naturelle (M) à partir des travaux de JÓNSSON (1966) en Islande

Rappelons que les abondances sont en réalité des densités (nombre moyen d'individus capturés par heure).

1.3.2 - Mortalité naturelle (M)

Ce paramètre est assez délicat à appréhender ; c'est pourquoi nous l'avons déterminé de deux façons : à l'aide d'observations faites sur un stock quasiment inexploité (Islande) et d'une formule intégrant la maturité sexuelle.

1.3.2.1 - Estimation à partir d'un stock vierge

A partir des résultats de JÓNSSON (1966) les logarithmes népériens des abondances des limandes du stock d'Islande ont été représentés en fonction de l'âge sur la figure 91 ; le stock étant presque vierge (F proche de zéro), la valeur de la pente de la droite sera donc voisine de la mortalité naturelle de la population si cette dernière est en équilibre (recrutement et mortalité naturelle constants).

On remarque que les abondances des individus de moins de 5 ans et de plus de 11 ans sont inférieures à celles que laisserait attendre l'équation des captures. Ce phénomène met en évidence la faible accessibilité des classes d'âges extrêmes face à l'engin (ici senne danoise) ; dans le cas des jeunes individus cela est essentiellement dû à l'échappement au travers des mailles du filet (sélectivité) alors que pour les individus plus âgés cela traduit une mortalité naturelle accrue (mort de vieillesse) ou peut être une désertion des lieux de pêche (réforme). La mortalité naturelle a donc été estimée à partir des abondances des groupes 6 à 11. Elle est égale à 0,72.

1.3.2.2 - Estimation à partir de la formule de RICHTER et EVANOV

L'âge moyen pour lequel la moitié des limandes se reproduisent pour la première fois est voisin de 2 ans (LEE, 1972), ce qui implique une valeur de M égale à :

$$M = \frac{1,521}{2 \times 0,720} - 0,155 = 0,77$$

1.3.2.3 - Conclusion

Les deux méthodes utilisées fournissent des valeurs convergentes, voisines de 0,7 ; c'est donc cette dernière valeur qui sera retenue dans les hypothèses.

D'autres formules auraient pu s'appliquer à notre étude, cependant la plupart d'entre elles reposent sur des paramètres d'ajustement dont la détermination est sujette à caution, en particulier en ce qui concerne les équations de croissance de von BERTALANFFY (partie I paragraphe 4.2.1 et partie II paragraphe 4).

2 - Détermination des paramètres d'exploitation de la population

2.1 - Taux de rejets aux âges

Les embarquements faits à bord de navires professionnels ont permis d'estimer globalement le pourcentage d'animaux rejetés aux différents âges. Les résultats sont présentés dans le tableau 13. Les individus retournés à la mer après capture sont considérés comme étant morts.

2.2 - Taux de rétention aux âges

Ce vecteur reflète la probabilité de capture d'une cohorte. Les résultats sont donnés dans le tableau 14. Ce tableau montre que si l'on travaille dans les zones de nourriceries (rappelons que le maillage employé est plus petit) on considérera que seule une partie du groupe 1 pourra s'échapper (environ 30 % des jeunes seront capturés), tous les autres groupes étant capturés. Par contre, si l'on travaille hors des nourriceries, les groupes 1 et 2 parviendront à s'échapper (taux de rétention respectivement égaux à 30 % et 60 %) ; les groupes 3 et plus étant tous capturés (taux de rétention égaux à 100 %).

2.3 - Mortalité par pêche

Elle se déduit de la mortalité totale ($Z = 1,25$) et de la mortalité naturelle ($M = 0,70$) ; elle est donc égale à 0,55.

3 - Hypothèses de simulations Elaboration des scénarios

Une fois les différents paramètres biologiques et d'exploitation de la population estimés, son comportement sous divers régimes d'exploitation peut être étudié ; deux scénarios, subdivisés en deux régimes d'exploitation distincts ont été retenus ; leurs paramètres sont décrits ci-après.

Rappelons que les hypothèses de travail ont été définies arbitrairement à partir des connaissances acquises sur la biologie du stock et sur son exploitation. Elles ne sont donc pas le reflet d'une réalité, mais des comportements du stock dans des situations limites. L'interprétation des phénomènes décrits n'aura donc de sens que dans la limite des hypothèses et des contraintes liées à ce type de simulations, en particulier à la condition d'équilibre.

3.1 - Scénario A : Mortalité naturelle = 0,4

Cette première hypothèse s'élabore en retenant une valeur de mortalité naturelle inférieure à celle calculée au paragraphe 1.3.2.3. Le comportement de la population a été envisagé sous deux régimes d'exploitation : travail hors des nourriceries et travail dans les zones de nourriceries.

Les valeurs des paramètres injectés sont données dans les tableaux 15 et 16.

GRUPE D'AGE	Taux de rejets	1 - rejets
1	0,8	0,2
2	0,4	0,6
3	0,1	0,9
4	0,0	1,0
5	0,0	1,0
6	0,0	1,0
7	0,0	1,0
8	0,0	1,0



Tableau 13 : Taux de rejets par groupe d'âge
(tous engins confondus)

GRUPE D'AGE	Travail sur les nourriceries	Pas de travail sur les nourriceries
	Taux rétention	Taux rétention
1	0,6	0,3
2	1,0	0,6
3	1,0	1,0
4	1,0	1,0
5	1,0	1,0
6	1,0	1,0
7	1,0	1,0
8	1,0	1,0

Tableau 14 : Taux de rétention par âge

GROUPE D'AGE	1	2	3	4	5	6	7	8
POIDS MOYEN	3	26	87	137	54	317	50	430
1 - REJETS	,2	,6	,9	1	1	1	1	1
MORTALITE NATURELLE	,4	,4	,4	,4	,4	,4	,4	,4
RETENTION	,3	,6	1	1	1	1	1	1
FECONDITE	,2	,5	,75	1	1	1	1	1

Tableau 15 : Paramètres injectés dans le modèle
 Scénario A : M = 0,4
 Pas de travail sur les zones de nourriceries



GROUPE D'AGE	1	2	3	4	5	6	7	8
POIDS MOYEN	3	26	87	137	54	317	50	430
1 - REJETS	,2	,6	,9	1	1	1	1	1
MORTALITE NATURELLE	,4	,4	,4	,4	,4	,4	,4	,4
RETENTION	,6	1	1	1	1	1	1	1
FECONDITE	,2	,5	,75	1	1	1	1	1

Tableau 16 : Paramètres injectés dans le modèle
 Scénario A : M = 0,4
 Travail sur les zones de nourriceries

GROUPE D'AGE	1	2	3	4	5	6	7	8
POIDS MOYEN	3	26	87	137	54	317	50	430
1 - REJETS	,2	,6	,9	1	1	1	1	1
MORTALITE NATURELLE	,7	,7	,7	,7	,7	,7	,7	,7
RETENTION	,3	,6	1	1	1	1	1	1
FECONDITE	,2	,5	,75	1	1	1	1	1

Tableau 17 : Paramètres injectés dans le modèle
Scénario B : M = 0,7
Pas de travail sur les zones de nourriceries



GROUPE D'AGE	1	2	3	4	5	6	7	8
POIDS MOYEN	3	26	87	137	54	317	50	430
1 - REJETS	,2	,6	1	1	1	1	1	1
MORTALITE NATURELLE	,7	,7	,7	,7	,7	,7	,7	,7
RETENTION	,6	1	1	1	1	1	1	1
FECONDITE	,2	,5	,75	1	1	1	1	1

Tableau 18 : Paramètres injectés dans le modèle
Scénario A : M = 0,7
Travail sur les zones de nourriceries

3.2 - Scénario B : Mortalité naturelle = 0,7

Une seconde hypothèse est retenue ; elle se base sur une valeur de M égale à 0,7 et reprend les deux régimes d'exploitation décrits dans le scénario A ; Les paramètres retenus sont présentés dans les tableaux 17 et 18.

4 - Résultats des simulations

Pour chaque scénario, les courbes obtenues dans les deux régimes d'exploitation sont présentées simultanément.

4.1 - Scénario A : Mortalité naturelle = 0,4

4.1.1 - Biomasse totale

Elle correspond au poids qu'atteindrait la cohorte s'il n'y avait pas d'exploitation (Fig. 92). Elle augmente tout d'abord, traduisant ainsi un gain de poids individuel l'emportant sur la mortalité puis, après un maximum à 5 ans, elle décroît, la mortalité naturelle l'emportant sur le gain en poids.

4.1.2 - Rendements par recue (Y/R)

Les variations du poids moyen individuel, lorsque l'on soumet la population à un effort de pêche croissant, sont présentées sur la figure 93. Les deux courbes ont la même allure : une croissance rapide jusqu'à un maximum pour un F voisin de 0,4, puis une décroissance plus ou moins rapide selon les hypothèses. Les valeurs observées dans le cas d'une exploitation des nourriceries sont toujours inférieures.

Dans ce scénario, la mortalité naturelle a été fixée à 0,4 ce qui situe le niveau actuel d'exploitation à un F de 0,85 ; les rendements par recue correspondants se situent dans la partie droite des courbes et donc dans leur phase descendante ; si l'effort de pêche augmente, le rendement diminuera rapidement.

4.1.3 - Biomasse féconde

Pour une mortalité par pêche égale à 0,85, la figure 94 montre que la biomasse féconde développée par la cohorte représentée entre 15,25 % et 8,20 % de la biomasse d'un stock vierge. Ces valeurs révèlent que, dans la limite des hypothèses de simulation, lorsque les zones de nourriceries sont exploitées la biomasse féconde de la population est diminuée de moitié.

4.1.4 - Captures par unité d'effort

La figure 95 reprend les prises par unité d'effort. Si l'on reporte sur le graphique la situation actuelle, on remarque que les captures sont comprises entre 20 dans le cas d'une pression exercée sur les nourriceries, et 30 lorsque seuls les adultes sont exploités ; une multiplication de cet effort de pêche par deux entraîne une chute des rendements de plus de deux tiers.

BIOMASSE

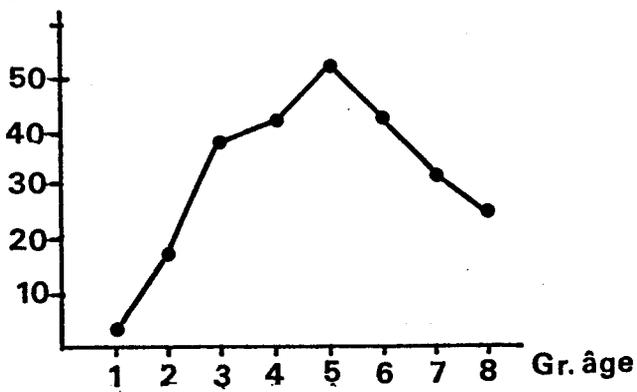


Fig. 92 : Evolution de la biomasse totale avec l'âge
Scénario A : $M = 0,4$

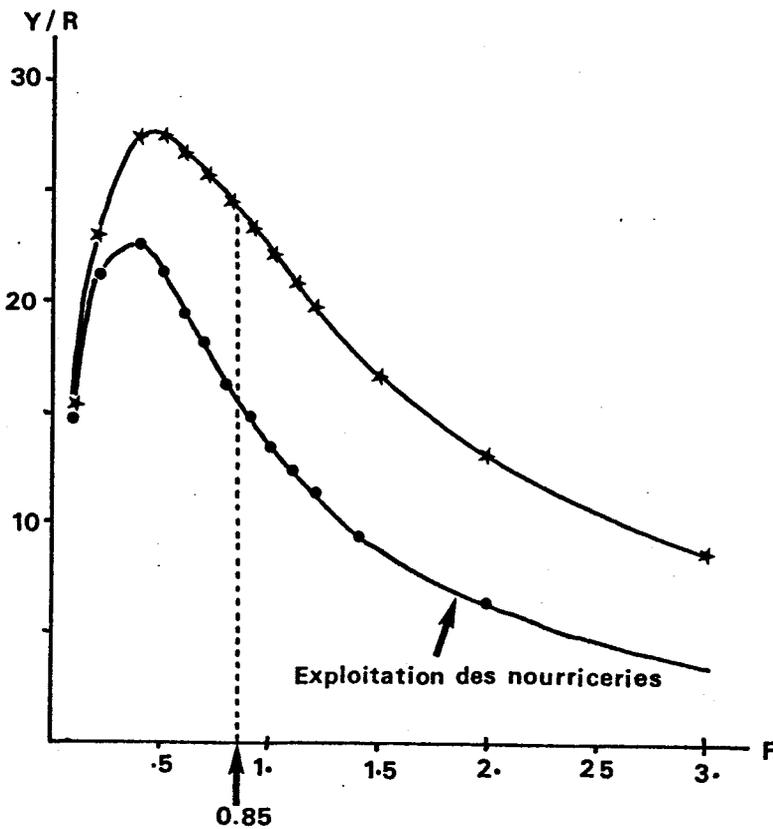


Fig. 93 : Evolution des rendements par recrues
Scénario A : $M = 0,4$

$F = 0,85$: niveau d'exploitation actuel

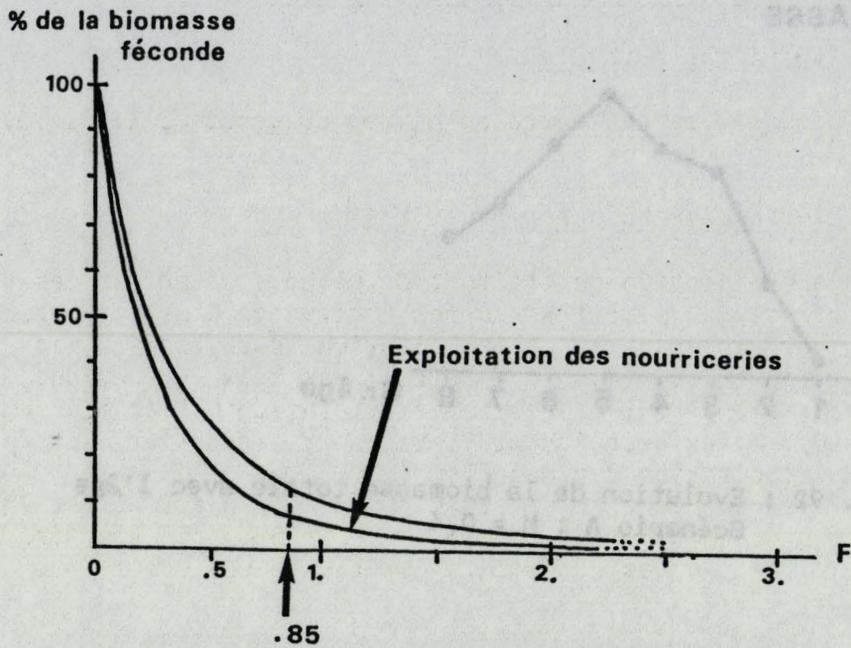


Fig. 94 : Evolution de la biomasse féconde
Scénario A : $M = 0,4$

$F = 0,85$: niveau d'exploitation actuel

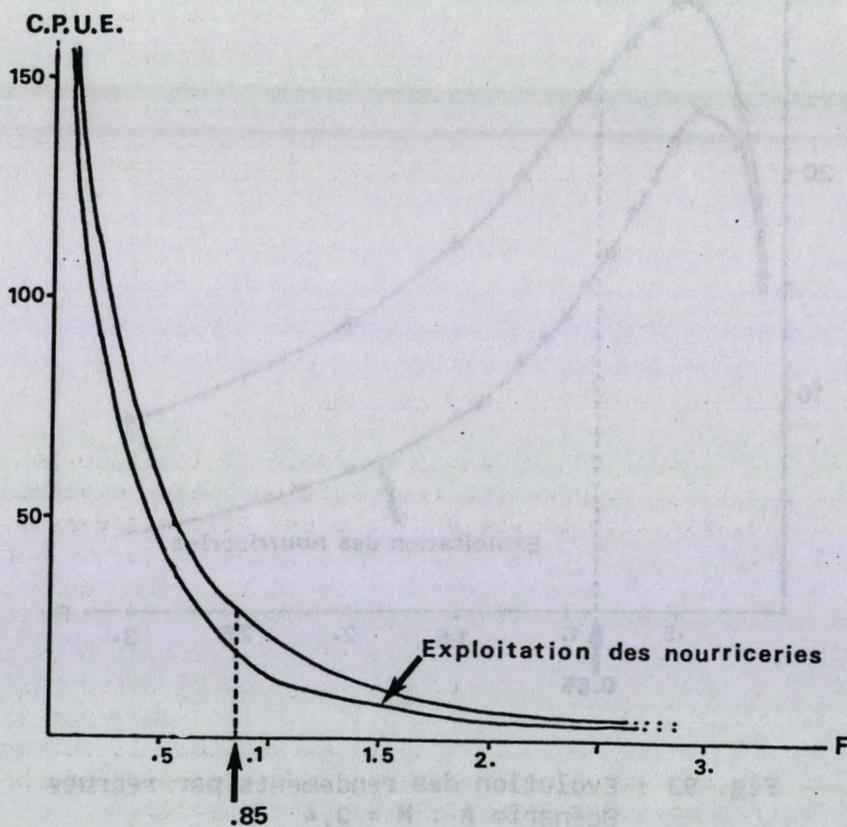


Fig. 95 : Evolution des captures par unité d'effort
Scénario A : $M = 0,4$

$F = 0,85$: niveau d'exploitation actuel

4.2 - Scénario B : Mortalité naturelle $\equiv 0,7$

4.2.1 - Biomasse totale

La maximum de biomasse se rencontre au niveau du groupe 3 (Fig. 96).

2.2.2 - Rendements par recrue (Y/R)

Leurs évolutions en fonction de l'effort de pêche sont présentées sur la figure 97. Tout comme pour les courbes observées dans le premier scénario, celle correspondant à l'exploitation sur les zones de nourriceries est toujours inférieure à l'autre. Les deux courbes ont une partie à croissance rapide, puis après avoir atteint un palier pour un F optimal voisin de 0,5 elles décroissent lentement ; le palier est plus étalé en cas de non exploitation des nourriceries.

La valeur du F correspondant au niveau d'exploitation actuel est égale à 0,55 et donc est proche du F optimal de ce scénario ; si l'effort de pêche est multiplié par deux, les rendements par recrue varieront peu.

4.2.3 - Biomasse féconde

Pour une mortalité par pêche égale à 0,55, la figure 98 révèle que les biomasses fécondes développées pour une cohorte sont égales, selon les hypothèses, à 36 % ou 24 % de la biomasse féconde d'un stock non exploité ; lorsque l'on travaille sur les nourriceries, les biomasses fécondes sont toujours inférieures à celles obtenues quand on n'exploite pas le stock.

4.2.4 - Captures par unité d'effort

Les captures par unité d'effort montrent que, dans la situation actuelle, si l'effort de pêche est multiplié par deux, elles sont divisées de moitié.

IV - DISCUSSION

1 - Taux de mortalité naturelle à retenir

Rappelons que l'âge de biomasse maximale de la cohorte est très souvent proche de l'âge de première reproduction de l'espèce. Dans le scénario A ($M = 0,4$), la biomasse maximale est atteinte vers 5 ans, or l'espérance de vie de l'espèce ne dépasse pas 7 ans en mer du Nord et la première reproduction se produit au cours de la troisième année. Il est donc probable que la mortalité naturelle attribuée à la population dans cette hypothèse soit largement sous-estimée et qu'elle soit plus proche de 0,7 (scénario B) ; en effet, dans ce cas l'âge de biomasse maximale est proche de 3 ans. De plus cette théorie se trouve confirmée par les faibles biomasses fécondes obtenues dans le scénario A. Lorsque la valeur de M est égale à 0,7, les pourcentages de biomasse féconde sont plus proches de ceux observés sur d'autres poissons plats (LAUREC, Com. pers.).

L'évaluation de l'état de la ressource se fera donc préférentiellement à partir des courbes fournies pour une mortalité naturelle de 0,7.

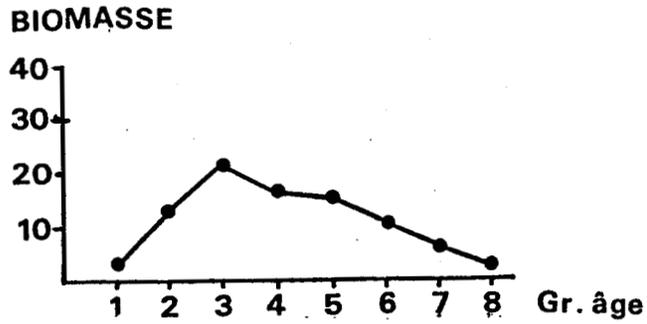


Fig. 96 : Evolution de la biomasse totale avec l'âge
Scénario B : $M = 0,7$

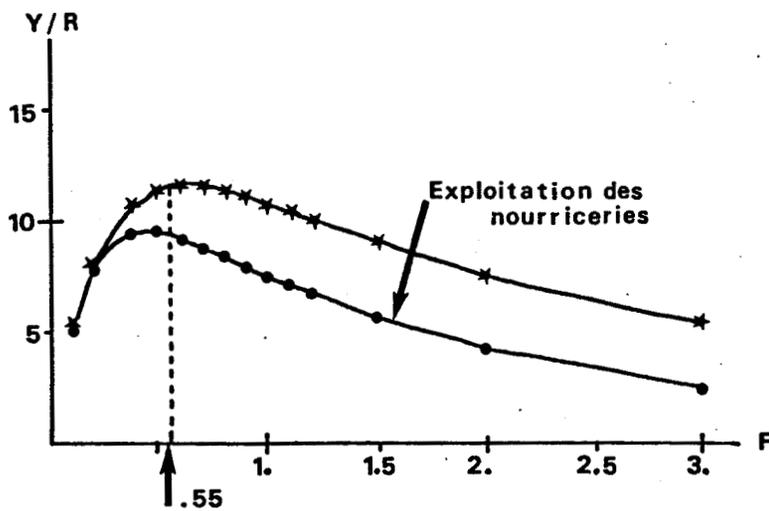


Fig. 97 : Evolution des rendements par recrues
Scénario B : $M = 0,7$

$F = 0,55$: niveau d'exploitation actuel

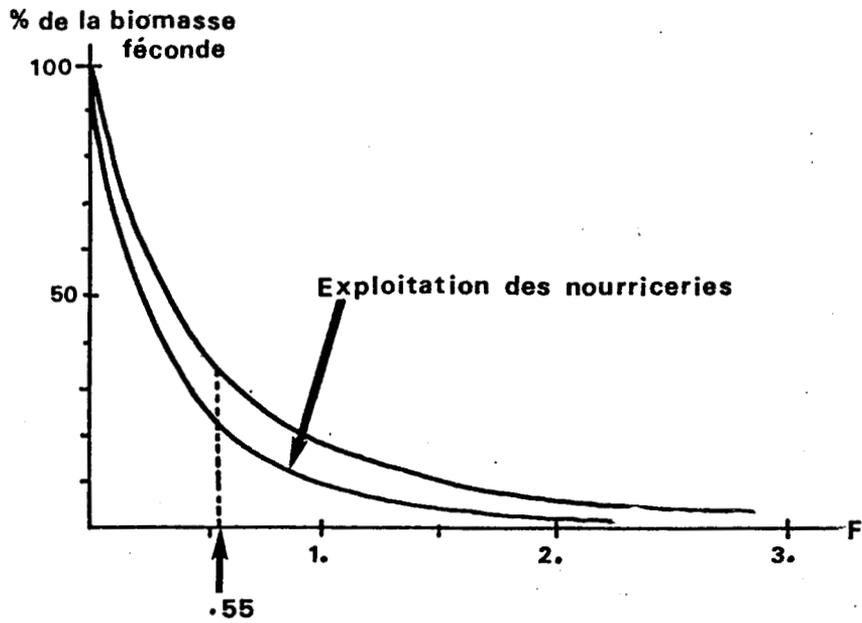


Fig. 98 : Evolution de la biomasse féconde
Scénario B : $M = 0,7$

$F = 0,55$: niveau d'exploitation actuel

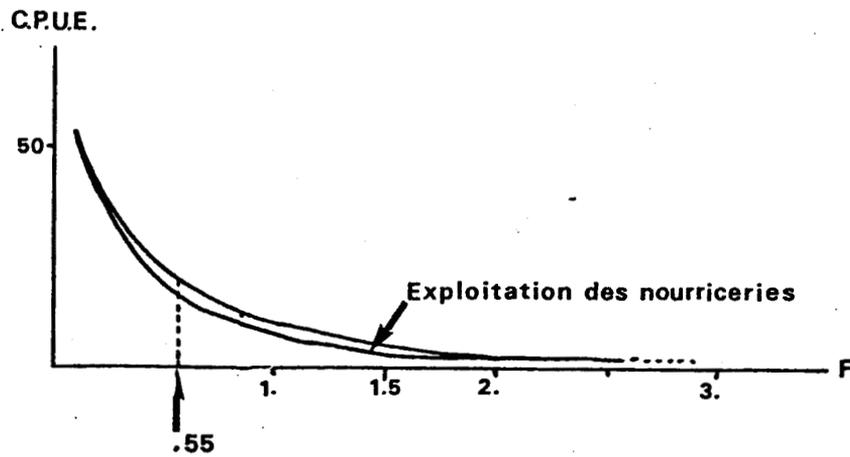


Fig. 99 : Evolution des captures par unité d'effort
Scénario B : $M = 0,7$

$F = 0,55$: niveau d'exploitation actuel

2 - Résultats de La modélisation

Sous l'hypothèse $M=0,7$, on remarque que la population se trouve déjà proche de son F optimal et que, si l'effort de pêche s'accroît cela n'augmentera pas les rendements.

Une exploitation des zones de nourriceries aura pour conséquence immédiate de faire chuter de 10 % la biomasse féconde du stock. Par contre, les rendements par recrues ainsi que les captures par unité d'effort resteront stables. Le stock "supportera" donc assez bien cette mortalité accrue des jeunes classes d'âges.

3 - Critiques

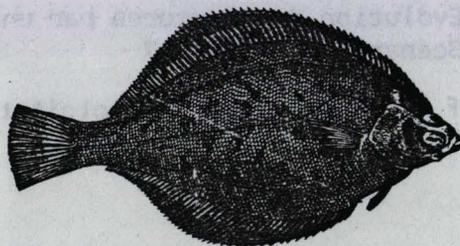
Pour parvenir à la réalisation de ce diagnostic nous avons dû effectuer de nombreuses extrapolations qui peuvent être sujettes à réserves. Tout d'abord, les paramètres biologiques injectés sont ceux du stock de Manche orientale, et la mortalité naturelle a été estimée à partir d'un travail assez ancien effectué sur le stock d'Islande. De plus, l'éventualité d'une cohabitation de deux populations n'a jamais pu être définitivement écartée. Néanmoins tous ces résultats permettent certainement d'approcher la réalité et d'évaluer globalement les potentialités de la ressource.

4 - Conclusion

Ainsi, bien que la Limande ne soit pas réellement une espèce recherchée activement par les professionnels, il semble qu'elle ait déjà atteint un niveau d'exploitation proche de son rendement maximal. En effet, elle se rencontre en forte concentration sur les bancs de mer du Nord, zone de prédilection des pêcheurs à la recherche de poissons plats, et figure donc en grande quantité parmi les captures accessoires ce qui au point de vue de la prédation subie par le stock est assimilable à une pêche ciblée.

Les conséquences d'exploitations sur les zones de nourriceries ne semblent pas être catastrophiques ; elles se traduisent par une baisse du rendement par recrue et par unité d'effort aisément supportables par la population.

Dans l'état actuel des connaissances sur le stock, on peut donc dire que ses spécificités biologiques en font une espèce pouvant supporter sans trop de dommages des pressions de pêche supérieures à celles subies maintenant mais qu'en tout état de cause une intensification de son exploitation ne serait pas rentable. Néanmoins il s'agit d'un stock halieutique "solide", d'une espèce accessoire type.



CONCLUSION

La Limande (Limanda limanda, L.) est une espèce très abondante en Manche orientale et mer du Nord qui pourrait constituer une réserve potentielle non négligeable qu'il convenait d'évaluer. De plus, le peu de connaissances sur l'état du stock justifiait une intervention.

L'étude de la biologie de l'espèce en Manche orientale et sa comparaison avec celle décrite dans d'autres régions a permis de mettre en évidence l'existence d'un gradient dépendant de la latitude et influant sur les taille et âge de première maturité, les périodes de reproduction ainsi que la croissance. Le suivi conjoint du rapport gonadosomatique et des stades sexuels des femelles a permis de révéler l'existence d'une atrésie ovocytaire, difficile à quantifier en l'absence de suivi histologique. Ce phénomène, déjà décrit en baie de Douarnenez par DENIEL (1981), mériterait d'être approfondi par une étude complémentaire.

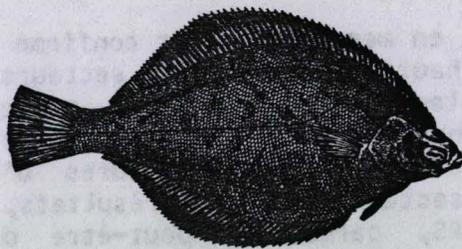
Contrairement à toute attente, l'élaboration de clés de correspondance entre les tailles et les âges a soulevé un certain nombre de problèmes ; ainsi, l'apparition de bimodes dans les distributions de tailles observées pour un âge donné a montré que tous les problèmes d'échantillonnage et d'interprétation des structures observées sur les otolithes étaient loin d'être résolus, même pour une espèce réputée simple comme la Limande.

Les répartitions spatiales en mer du Nord ont confirmé la présence de fortes concentrations sur les hauts fonds dans des secteurs jamais très éloignés des côtes et donc facilement accessibles aux professionnels. Il est dommage que la répartition en Manche orientale ne soit pas mieux connue ; l'IFREMER se propose dans les années futures d'organiser des campagnes de chalutage dans ce secteur, dont les résultats, complétés de ceux provenant des campagnes IYFS, permettront peut-être d'apporter une réponse quant à la présence d'un stock unique Manche orientale-mer du Nord. En effet, tout au long de ce travail de nombreux indices concourent à révéler la rencontre d'au moins deux stocks dans la zone centrale de la mer du Nord. Néanmoins, devant l'impossibilité actuelle de confirmer cette hypothèse, nous avons assimilé comme faisant partie de la même population les individus provenant de ces deux zones. De plus les courants semblent jouer un grand rôle dans la vie de l'espèce, rôle qu'il conviendrait de préciser notamment en exploitant les résultats des campagnes estivales anglaises (Ground Fish Surveys).

Bien sûr notre contribution est incomplète, les données dont nous disposons provenant de différentes origines. Cependant en groupant toutes les informations il a été possible d'évaluer les potentialités halieutiques de l'espèce. Bien que la Limande ne soit pas réellement une espèce recherchée activement par les professionnels, les courbes de rendements par recrue et de captures par unité d'effort indiquent qu'elle a déjà atteint un niveau d'exploitation voisin de son maximum et qu'une augmentation de l'effort de pêche n'entraînerait pas une augmentation significative des rendements. Les conséquences de l'exploitation sur les zones de nourrisseries ne semblent pas être catastrophiques : elles se traduisent par une baisse de la biomasse féconde aisément supportable par la population.

Au premier abord ce diagnostic peut sembler étonnant car ce stock avait toutes les caractéristiques d'un stock pratiquement vierge. Or cela peut facilement s'expliquer par la faible surface des zones chalutables et les fortes concentrations de l'espèce dans des secteurs de prédilection des pêcheurs à la recherche de plies et de soles. De ce fait l'espèce se trouve capturée en grande quantité parmi les prises accessoires ce qui au point de vue de la prédation subie par le stock équivaut à une pêche ciblée.

On peut donc dire, dans l'état actuel des connaissances sur le stock, que ses spécificités biologiques font de la Limande une espèce pouvant supporter sans trop de dommages des pressions de pêche supérieures à celles subies actuellement mais qu'en tout état de cause une intensification de son exploitation ne serait pas rentable. Néanmoins, sans en augmenter l'exploitation, mais en portant l'effort sur l'amélioration du produit fini (par exemple en le surgelant en mer ou en l'introduisant dans la préparation de plats cuisinés), il serait possible d'en développer la commercialisation, d'en tirer le meilleur rendement, et de contribuer ainsi à faire mieux connaître une espèce encore trop sous-estimée.



REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- A**
- ABRAMSON, N.J., 1971 - Computer programs for fish stock assesment
FAO Fish. Tech. Pap. 101 p.var
- Anon., 1962 - Mean monthly temperature and salinity of the surface layer of the North Sea and adjacent waters from 1905 to 1954
C.I.E.M/ Services hydrographiques : 153 p.
- Anon., 1970 - Carte sédimentologique de la mer du nord
International Quaternary Map of the Europe n° 6
- Anon., 1981 - Etude de surveillance écologique des ressources halieutiques Gravelines (Nord)
Rapport I.S.T.P.M. Contrat E.D.F. n° 1640 : 160 p.
- Anon., 1983 - Monographie des Affaires Maritimes. Quartier de Dieppe.
Rapport interne Affaires Maritimes : 60 p.
- Anon., 1983 - Monographie des Affaires Maritimes. Quartier de Boulogne-sur-Mer.
Rapport interne Affaires Maritimes : 70 p.
- Anon., 1983 - Etude halieutique de site - Penly (Seine-Maritime). Etude complémentaire de la nourricerie de poissons plats
Rapport I.S.T.P.M. : 210 p.
- Anon., 1984 - Bulletin Statistique des Pêches Maritimes (Année 1982)
- Anon., 1985 - Huitième rapport du Comité scientifique et technique de la pêche
Commission Communautaire Européenne, Sept 1984 : 1-72
- ARNTZ, W.E., 1971 - Die nahrung der Kliesche (Limanda limanda L.) in der Kieler Bucht
Ber. dt. Wiss. Komm. Meeresforsch., 22 : 129-183
- B**
- BADIA, J., DO-CHI, T., 1976 - Etude cinétique de la structure des populations de Squilla mantis (L.) (Crustacea, Stomatopoda) par l'analyse factorielle des correspondances
Marine Biology, 36 : 159-168
- BAGENAL, T.B., 1963 - Variations in plaice fecundity in the Clyde Area
J. mar. biol. Ass. U.K., 43 : 391-399
- BAGENAL, T.B., 1966 - The ecological and geographical aspects of the fecundity of the plaice
J. mar. biol. Ass. U.K., 46 : 161-186
- BARBAULT, R., 1981 - Ecologie des populations et des peuplements : des théories aux faits
Masson ed. : 22-24
- BAUCHOT, R., BAUCHOT, M.L., 1978 - Coefficient de condition et indice pondéral chez les Téléostéens
Cybiu 3ème série, 4 : 3-16

- BAUCHOT, M.L., PRAS, A., 1980 - Guide des poissons marin d'Europe
Delachaux et Nieslé ed., Lausanne-Paris : 427 p.
- BEALL, E., 1979 - Analyse scalimétrique d'une population de truites
en mer des îles Kerguelen : Structures d'âge, croissance,
reproduction
Thèse de 3ème cycle, Université de Toulouse : 183 p.
- BEILLOIS, P., DESAUNAY, Y., DOREL, D., LEMOINE, M., 1979 - Etude
des nurseries littorales de la Baie du Mont Saint Michel
CM 1979 /G :30
- BENZECRI, J.P. et Coll., 1973 a - L'Analyse des données
Tome 1 : La Taxinomie
Dunod ed., Paris : 615 p.
- BENZECRI, J.P. et Coll., 1973 b - L'Analyse des données
Tome 2 : L'Analyse des Correspondances
Dunod ed., Paris : 619 p.
- BERTALANFFY L. von, 1938 - A quantitative theory of organic growth
Human Biology, 10(2) : 115-135
- BERTIN, J., 1977 - La graphique et le traitement graphique de
l'information
Flammarion ed., Paris : 273 p.
- BEVERTON, R.J.H., HOLT, S.J. 1957 - On the dynamics of exploited
fish population
U.K. Min. Agric. Fish Food, Fishery investigation, série 2,
19 : 533 p.
- BLACKER, R.W., 1974 - Recents advances in otolith studies
in Sea Fisheries Research, Harden Jones Ed., Elek
Sc.Lond. : 67-90
- BLACKER, R.W., 1975 - Stereocan observations of a plaice otolith
J. Cons. int. Explor. Mer, 36(2) : 184-187
- BLANC, F., CHARDY, P., LAUREC, A., REYS, J.P., 1976 - Choix des
métriques qualitatives en Analyses d'inertie. Implications
en écologie marine benthique
Marine Biology, 35 : 49-67
- BLANC, F., LAUREC, A., 1976 - De l'heuristique au thaumaturgique
en traitement des données d'écologie marine
Cah. ORSTOM, ser. Océanogr., 14(2) : 101-107
- BOHL, H., 1957 - Die Biologie der Kliesche (Limanda limanda L) in
der Nordsee
Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch, 15(1) : 5 p.
- BOUGIS, P., 1952 - Recherches biométriques sur les rougets (Mullus
barbatus L. et Mullus surmuletus L.)
Arch. Zool. Exp. et Gen, 89(2) : 57-174

- BOYER, S.A., ADEGBITE, T., 1983 - La pêche artisanale boulonnaise
D.A.A. d'halieutique, ENSA de Rennes : 61 p.
- BRABER, L., GROOT, de S.J., 1973 - The food of five flatfish
species (Pleuronectiformes) in the southern north Sea
Netherlands Journal of Sea research, 6(1-2) : 163-172
- BROTHERS, E.B., 1981 - What can otolith microstructure tell us about
daily and subdaily events in the early life history of fish
Rapp. P.-v Cons. int. Explor. Mer, 178 : 393-394
- BUCKE, D., WATERMANN, B., FEIST, S., 1984 - Histological
variations of hepatosplenic organs from the north Sea dab
(Limanda limanda, L.)
Journal of Fish. Diseases, 7 : 255-268
- BULL, H.O., 1928 - The relation ship between state of maturity and
chemical composition of the whiting (Gadus merlangius L.,
J. mar. biol. Ass. U.K., 15 : 207-218
- C** CAILLEZ, F., PAGES, J.P., 1976 - Introduction à l'analyse des
données
SMASH ed. : 616 p.
- CAMPANA, S.E., 1982 - Daily growth increments in otoliths of Starry
Flounder (Platichthys stellarus) and the influence of some
environmental variables in their production
Can. J. Fish. Aquat. Sci., 39 : 937-942
- CAMPANA, S.E., 1984 a - Interactive effects of age and environmental
modifiers on the production of daily growth increments in
otoliths of plaifin midshipman
Fish. Bull., 82(1) : 165 - 176
- CAMPANA, S.E., 1984 b - Lunar cycles of otoliths growth in the
juvenile Starry flounder (Platichthys stellarus)
Marine Biology, 80 : 239-245
- CAMPANA, S.E., NEILSON, J.D., 1985 - Microstructure of fish otoliths
Can. J. Fish. Aquat. Sci., 42 : 1014 - 1032
- CHAINED, J., DUVERGIER, J., 1934 - Recherches sur les otolithes de
poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta
des Téléostéens
Act. Soc. Linn. Bordeaux, 87 : 1-242
- CHARDY, P., GLEMAREC, M., LAUREC, A., 1976 - Application of Inertia
Methods to Benthic Marine Ecology : Practical implications
of the basic options
Estuarine and Coastal Marine Science, 4 : 179-205
- CLERCK de, R., 1981 - Growth of 0-group sole, plaice and dab off
the Belgian coast in 1979
An. Biol. Cons. int. Explor. Mer, 36 : 175-176

CLOERN, J.E., NICHOLS, F.H., 1978 - A von Bertalanffy growth model with a seasonally varying coefficient
J. Fish. Res. Board Can., 35 : 1479-1482

C.L.O.F.N.A.M., 1973 - Catalogue des Poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée
Vol. I Ed/Red. Hureau J.C. & Monod T.H. Unesco Paris : 677 p.

CONAN, G., FRIHA, M., 1979 - Impact des pollutions par hydrocarbures de l'Amoco Cadiz sur la croissance des soles et des plies dans les abers du nord de la Bretagne
CM 1979/E : 54 : 22 p

CUNNINGHAM, J.T., 1887 - The eggs and larvae of Teleosteans
Trans. R. Soc. Edinb., 33 : 97-136

D
DAGET, J., 1972 - Lois de croissance linéaire et pondérale ; mortalités, structures démographiques
Doc. Sc. Centre de pointe Noire, ORSTOM, nlle série, 8 : 21-57

DAGET, J., LE GUEN, J.C., 1975 - Dynamique des populations exploitées de poissons
in Problèmes d'écologie : La démographie des populations de vertébrés, Masson ed. Paris : 395-443

DAJOZ, R., 1974 - Dynamique des populations
Masson ed. Paris : 301 p.

DANNEVIG, E.H., 1956 - Chemical composition of the zones in cod otoliths
J. Cons. int. Explor. Mer, 21 : 156-159

DEGENS, E.T., DREUSER, W.G., HAEDRICH, R.L., 1969 - Molecular structure and composition of fish otoliths
Mar. Biol., 2 : 105-113

DENIEL, C., 1981 - Les poissons plats en Baie de Douarnenez : Reproduction, croissance, migration
Thèse de Doct. d'Etat Univ. de Bretagne Occidentale : 476 p

DENIEL, C., 1984 - Relation entre l'activité reproductrice et la croissance chez les poissons plats de la Baie de Douarnenez
Cybium 3ème série, 8(1) : 83-93

DENIEL, C., TASSEL, M., 1986 - Reproduction de la Limande (Limanda limanda L. (1758) (Téléostéen, pleuronectidae) en Manche orientale et Baie de Douarnenez
Cybium 3ème série, 10(2) : 155-176

DESAUNAY, Y., BEILLOIS, P., 1976 - Les effets de l'exploitation des sables et graviers sur la pêche et la faune marine en Baie de Seine orientale
Contrat CNEXO/ISTPM nx 73/854

DESMARCHELIER, M., 1984 - Les nécroses des poissons du littoral nord-pas-de-calais
J. Rech. Océanogr., 9(1) : 35-37

- DESMARCHELIER, M. 1986 - Contribution à l'étude de la biologie des populations de Tacauds (Trisopterus luscus, L.) en Manche orientale et dans le sud de la mer du Nord
Thèse de 3ème cycle, UST Lille I : 172 P.
- DETHLEFSEN, V., 1980 - Observations on fish diseases in the German Bight and their possible relation to pollution
Rapp. et p-v Réun. Cons. int. Explor. Mer, 179 : 110-117
- DETHLEFSEN, V., WATERMANN, B., 1980 - Epidermal papilloma of north Sea dab (Limanda limanda) ; histology, epidemiology and relation to dumping of wastes from TiO₂ industry
Cons. int. Explor. Mer, Special Meeting on Diseases of Commercially Important Marine Fish and Shellfish, October 1980, Copenhagen, paper n° 8
- DO-CHI, T., 1977 - Détermination statistique de l'âge : quelques méthodes de décompositions d'un échantillon en composantes gaussiennes
Océanis, 3(10) : 503-529
- DUGAUQUIER, J-P., 1984 - Le chalutage à perche
Rapport Technique ISTPM, n° 10 : 66 p
- E EDWARDS, R.R., STEEL, J.H., 1958 - The ecology of 0-group plaice and common dabs at Lock Ewe. I population and food
J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 2 : 215-238
- EHRENBAUM, E. 1897 - Eier und Larven von Fischen der Deutschen Bucht
Wiss. Meeresuntersuch. Helgoland, N.F., 2 : 255-324
- EHRENBAUM, E., 1936 - Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefishes Nordeuropas
Handb. d. Seefish. Nordeuropas, II
- ENGER, P.S., 1964 - Ionic composition of the cranial and labyrinthine fluids and saccular D.C. potential in fish
Comp. Biochem. Physiol., 11 : 131-137
- F FREON, P., 1984 - La variabilité des tailles individuelles à l'intérieur des cohortes et des bancs de poissons 1 : Observations et interprétations
Oceanologica Acta, 7(4) : 457-468
- FREON, P., 1985 - La variabilité des tailles individuelles à l'intérieur des cohortes et des bancs de poissons 2 : Application à la biologie des pêches
Oceanologica Acta, 8(1) : 87-99
- FRIDRIKSSON, A., 1934 - On the calculation of age-distribution within a stock of cod by means of relatively few age determinations as key to measurements on a large scale
Rapp. P.-v Reun. Cons. int. Explor. Mer, 86 : 1-14

- FRONTIER, S., 1974 - L'analyse factorielle est elle heuristique en écologie du plancton ?
Cah. ORSTOM, Ser. Océanogr., 12(1) : 77-81
- FRONTIER, S., 1983 - Stratégie d'échantillonnage en écologie
Masson ed. et Les Presses de l'Université Laval, Québec : 494 p.
- G** GERKING, S.D., 1966 - Annual growth cycle, growth potential, and growth compensation in the bluegill sunfish in the northern Indiana Lakes
J. Fish. Res. Board Can., 23(12) : 1923-1956
- GILIS, Ch., 1966 - La Limanda (Limanda limanda L.) de la côte belge
CM 1966/C : 1-10
- GLEMAREC, M., 1973 - The benthic communities of the european north atlantic continental shelf
Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 11 : 263-289
- GLEMAREC, M., 1979 - Les fluctuations temporelles des peuplements benthiques liées aux fluctuations climatiques
Oceanologica Acta, 2(3) : 365-371
- GOMPERTZ, B., 1825 - On the nature of the fonctions expressives of the law of human mortality and on a new mode to determining the value of line contingencies
Phil. Trans, 115 : 513-585
- GORECKI, S., 1984 - Utilisation des otolithes pour la détermination des variations de température dans le cycle de vie des Téléostéens
Thèse 3ème cycle en Paléontologie, Université P. et M. CURIE : 134 p.
- GREER WALKER, M., HARDEN JONES, F.R., ARNOLD, G.P., 1978 - The movement of plaice (Pleuronectes platessa, L.) tracked in the open sea
J. Cons. Int. Explor. Mer, 38 : 58-86
- GROOT, de S.J., 1967 - Comparative morphology of the digestive system and the feeding behaviour of flat fish (Pleuronectiformes)
CM 1967/F : 12
- GROS, P., LAUREC, A., DUPOUY, H., 1987 - Estimation des paramètres de croissance. Apport des techniques de rééchantillonnage (Bootstrap, Jackknife) et des statistiques robustes (médianes et modes)
CM 1987/D : 10
- GULLAND, J., 1969 - Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : analyse des populations
Man. FAO Sci. Halieut., 4 : 160 p.

- H** HARDEN JONES, F.R., 1975 - Performances and behaviour in migration in Fisheries mathematics, J.H. Steele ed. Acad. Press. London : 145-170 p.
- HARDING, D. WOOLNER, L., DANN, J. 1986 - The english ground fish surveys in the north sea
CM 1986/G : 13
- HARKONEN, T., 1986 - Otoliths of the bony fishes of the northeast atlantic
Danbiu aps. Biological consultants : 256 p.
- HESSLE, C., 1923 - Undersökningar nörande sandskädden (Pleuronectes platessa) i mellersta Osterjörn
Medd. kungl. Lantbruksstyrelsen n° 243
- HILL, H.W., DICKSON, R.R., 1978 - Long term changes in north sea hydrography
Rapp. p-V Réun. Cons. int. Explor. Mer, 172 : 310-330
- HOLDEN, M.J., RAITT, D.F.S., 1974 - Manuel de sciences halieutiques. Deuxième partie. Méthodes de recherches sur les ressources et leur application
Doc. Tech. FAO Pêches, 115 : 1-223
- HOUGHTON, R.G., HARDING, D., 1976 - The plaice of the English Channel Spawning and migrations
J. Cons. int. Explor. Mer, 36 : 229-239
- HTUN HAN, M., 1978 a - The reproductive biology of the dab in the North Sea : seasonnal changes in the ovary
J. Fish. Biol., 13 : 351-359
- HTUN HAN, M., 1978 b - The reproductive biology of the dab in the North Sea : Gonosomatic index, hepatosomatic index and condition factor
J. Fish. Biol., 13 : 369-378
- HTUN HAN, M., 1978 c - The reproductive biology of the dab in the North Sea : seasonnal changes in the testis
J. Fish. Biol., 13 : 361-367
- I** IRIE, T., 1960 - The growth of the fish otolith
J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 3(1) : 303-321
- J** JENSEN, A.J.C., 1959 - Special Scientific Meeting on Measures for Improving the stock of Demersal Fish in the Baltic
Rapp. p-V Cons. int. Explor. Mer, 147 : 6-13
- JENSEN, A.J.C., 1965 - A standard terminology and notation for otolith age readers
I.C.N.A.F. Res. Bull., 2 : 5-7
- JONES, C., 1986 - Determining age of larval fish with otolith increment technique
Fish. Bull., 84(1) : 91-103

- JÓNSSON, G., 1966 - Contribution to the biology of the dab (Limanda limanda, L.) in Icelandic waters
Rit. Fiskideild, 4(3) : 1-36
- JOSSE E., LE GUEN J.-C., KEARNEY R. LEWIS A., SMITH A., MAREC L. et TOMLINSON P.-K., 1979 - Croissance des bonites à ventre rayé
Doc. occasionnel n°11, C.P.S., Nouméa, janv. 1979, 83 p.
- K**
- KANDLER, R., THUROW, F., 1959 - On the stock of Flat fish and Cod and the yields of the German Fishery in the Baltic
Rapp. p.-v Réun. Cons. int. Explor. Mer., 147 : 24-38
- KIMURA, D.K., 1977 - Statistical assesment of the âge lenght key
J. Fish. Res. Board Can., 34 : 317-324
- KIPLING, C., 1962 - The use of scales of the trout (Salmo trutta) for the back-calculation of growth
J. Cons. int. Explor. Mer., 27(3) : 304-315
- KNIGHT, W., 1968 - Asymptotic growth : an example of non sens disguised as mathematics
J. Fish. Res. Board. Can., 25(6) : 1303-1307
- KNIGHT, W., 1969 - A formulation of the von Bertalanffy Growth Curve when the Growth Rate is Roughly Constant
J. Fish. Res. Board. Can., 26 : 3069-3072
- KNUDSEN, H., 1973 - On mortality rates for dabs in the Belt sea and the western Baltic
CM 1973/F : 5
- KØIE, M., 1983 - Digenetic trematodes from Limanda limanda (L.) (osteichthyes, Pleuronectidae) from danish and adjacent waters, with special references to their life histories
Ophelia, 22(2) : 201-228
- L**
- LAEVASTU, T., 1963 - Surface water types of the north Sea and their characteristics
Sérial Atlas of the Mar. Environment, folio 4
- LAHAYE, J., 1972 - Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes
Rev. des Trav. inst. Pêches marit., 36(2) : 191-207
- LAHAYE, J., 1981 - Les cycles sexuels chez les poissons marins
Oceanis, 6(7) : 637-711
- LANDE, R., 1976 - Food and feeding habits of the dab (Limanda limanda L.) in Borgenfjorden, north Trondelag, Norway
Norw. J. Zool., 24 : 225-230
- LASSERRE, G., 1981 - La croissance individuelle des populations ichthyologiques et ses applications
Vie et Milieu, Ser. AB., 29 (4) : 549-567

- LAST, J.-M., 1978 - The food of four species of pleuronectiform larvae in eastern English Channel and Southern North Sea
Mar. Biol., 45(4) : 359-368
- LAUREC, A., LE GUEN, J.C., 1981 - Dynamique des populations marines exploitées. Tome I : Concepts et méthodes
Rapp. Scient. et Tech. CNEXO, n° 45 : 1187 p.
- LEAUTE, J.P., 1986 - Approche du régime alimentaire des juvéniles de bars et de limandes en Baie de Somme
Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 48(1-2) : 55-63
- LEBART, L., MORINEAU, A., FENELON, J.P. 1979 - Traitement des données statistiques. Méthodes et programmes
Dunod ed., Paris : 510 p.
- LEE, R.H., 1920 - A review of the methods of age and growth determination by means of scales
Fishery Invest., Lond, serie 2 : 4(2), 32
- LEE, A., 1970 - The currents and waters masses of the north Sea
Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 8 : 33-71
- LEE, C.K.C., 1972 - The biology and population dynamics of the common dab Limanda limanda L. in the North Sea
P. D. Th. Univ. of East Anglia : 105 p
- LEE, R.M., 1978 - An investigation into the methods of growth determination in fishes by means of scales
Publ. circ. Cons. Explor. Mer. n° 63 : 3-35
- LE GUEN, J.-C., 1973 - Croissance des albacores (Thunnus albacares)
Doc. Scient. Centre de Recherche d'Abidjan, 4(3) : 1-28
- LEGENBRE, L., LEGENBRE, P., 1984 a - Ecologie numérique. Tome 1 : Le traitement des données écologiques
Masson ed. et les Presses de l'Université Laval, Québec :260 p.
- LEGENBRE, L., LEGENBRE, P., 1984 b - Ecologie numérique. Tome 2 : La structure des données écologiques
Masson ed. et les Presses de l'Université Laval, Québec :335 p.
- LOCKWOOD, S.J., 1974 - The use of the von Bertalanffy growth equation to describe the seasonal growth of fish
J. Cons. int. Explor. Mer., 35 : 175-179
- LOUBENS, G., 1980 - Biologie de quelques espèces de poissons du lagon néo-calédonien
Cahiers de L'indopacifique, 2(2) : 101-153
- LOWESTEIN, O., 1957 - The sense organs:the acoustico latralis system in The physiology of fishes 2 : 155-186 Brown M.E. ed.
Acad. press., : 526 p
- LOWTHION, D., 1974 - The combined effects of high salinity and temperature on the survival of young Limanda limanda
Marine Biology, 25 : 169-175

- M** MAGGI, P., 1983 - Cas de signes visibles de maladies et de parasitoses de poissons
Rapport (I.S.T.P.M.) n° 7, mai 1983 (diffusion restreinte)
- MANOOCH, C.S., HUNTS MAN, G.R., 1977 - Age, growth and mortality of the red porgy Pagrus pagrus
Trans. amer. Fish. Soc., USA, 106(1) : 26-33
- MASTERMAN, A.T., 1909 - Report on the later stages of the pleuronectidae
Rapp. P.-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer, 11 : 3-82
- MESNIL, B., 1980 - L'approche structurale en analyse et aménagement des stocks. Projections à l'équilibre et simulations de production
Doc. int. ISTPM, Nov 1980 : 33 p. miméo
- MESNIL, B., 1983 - Indices d'abondance des juvéniles de poissons plats devant les côtes françaises de Manche et de Mer du Nord: Résultats des campagnes de chalutage DYFS 1977 à 1982
CM 1983/G : 35
- MILLER, S.J., STORCK, T., 1984 - Temporal spawning distribution of largemouth bass and young of year growth, determined from daily otoliths rings
Trans. Am. Fish. Soc., 113 : 571-578
- MIOSSEC, L., 1982 - Altération de l'ovogenèse des plies (Pleuronectes platessa) capturées dans les abers Wrac'h et Benoît, depuis la pollution de l'"Amoco-Cadiz"
Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 46(3) : 195-207
- MÖLLER, H., 1981 - Fish diseases in German and Danish costal waters in summer 1980
Meeresforsch., 29 : 1-16
- MUGIYA, Y., 1964 - Calcification in fish and shellfish. III Seasonal occurrence of a prealbumin fraction in the otolith fluid of some fish corresponding to the period of opaque zone formation in the otolith
Bull. Jap. Soc. Scient. Fish., 30 : 955-967
- N** NICHOLS, J.H., 1971 - Pleuronectidae
Fich. Ident. Zooplancton 4/6 : 18 pp.
- NIJSSSEN, H., GROOT, de S.J., 1980 - Zeewissen van de Nederlandse kust
Wetenschappelijke medelingen. K.N.N.V., 143 : 109 p.
- NORMAN, J.R., 1934 - A systematic monograph of the flatfishes (Heterosomata) Vol. I : Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae
British Museum Lond., 459 p.
- O** ORTEGA-SALAS, A.A., 1980 - Seasonal changes in the common dab, Limanda limanda (L.), in Isle of Man waters
J. Fish. Biol., 16 : 75-82

- P** PALOHEIMO, J.E., DICKIE, L.M., 1965 - Food and growth of fishes.
I. A growth curve derived from experimental data
J. Fish. Res. Board. Can., 22(2) : 521-542
- PANDIAN, T.J., 1970 - Intake and conversion of food in the fish
Limanda limanda to different temperatures
Marine Biology, 5 : 1-17
- PANELLA, G., 1971 - Fish otoliths : daily growth layers and
periodical patterns
Science, 173 : 1124-1127
- PANELLA, G., 1973 - Otolith growth patterns : an aid in age
determination in temperate and tropical fishes
in The ageing of fish - Bagenal T.B. Ed. Unwon : 28-39
- PENNEY, R.W., EVANS, G.T., 1985 - Growth histories of larval
redfish (Sebastes spp.) on an offshore atlantic fishing
bank determined by otolith increments analysis
Can. J. Fis. Aquat. Sci., 42 : 1452-1464
- PERONNET, I., TETARD, A., 1984 - Evolution pluriannuelle des
nourrisseries de poissons plats dans le secteur de la baie
de Somme
CM 1984/G : 22
- POINSART, F., LE GUEN, J.C., 1975 - Observations sur la définition
d'une unité d'effort de pêche applicable à la pêche de
Thon de l'Atlantique tropical africain
Rapp. P.-V. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 168 : 39-43
- POSTEL, E., 1973 - Théorie des pêches (dynamique des populations
exploitées)
cours donnés à l'Université de Rennes
- POSTUMA, K.H., ZIJLSTRA, J.J., 1958 - On the distinction between
Herring Races in the autumn and winter spawning of the
north sea and english Channel by means of the otoliths and
an application of this method in tracing the off spring of
the races along the continental coast of the north sea
Rapp. p.-V Réun. Cons. int. Exp. Mer, 143 : 130-133
- POSTUMA, K.H., 1974 - The nucleus of the herring otolith as a
racial character
J. Cons. int. Explor. Mer, 35(2) : 121-129
- POULSEN, E., 1933 - Biology of the dab in danish waters
Rep. Dan. Biol. Stn., 38 : 9-30
- Q** QUERO, J.C., 1984 - Les poissons de mer des pêches françaises
J. Grancher ed. Paris : 94 p.
- QUINIYOU, L., 1978 - Les poissons démersaux de la baie de
Douarnenez. Alimentation et écologie
Thèse de 3ème cycle. Université de Bretagne Occidentale : 203p.

- R** RADTKE, R.L., DEAN, J.M., 1982 - Increment formation in the otoliths of embryos, larvae and juveniles of the mummichog (Funulus heteroclitus)
Fish. Bull., 80(2) : 201-215
- RALSTON, S., MIYAMOTO, G.T., 1983 - Analysing the width of daily otolith increments to age the hawaiian snapper (Pristipomoides filamentosus)
Fish. Bull., 81(3) : 523-535
- REAY, P.J., 1972 - The seasonal pattern of otolith growth and its application to back calculation studies in Ammodytes lobianus L.
J. Cons. int. Explor. Mer : 34(3) : 485-504
- REED, W.J., WILSON, K.H., 1979 - Comment on "Bias in Age-Length Keys"
J. Fish. Res. Board Can., 35 : 184-189
- RICKER, W.E., 1945 - A method of estimating minimum size limit for obtaining maximum yields
Copeia, 2 : 84-94
- RICKER, W.E., 1958 - Handbook of computations for biological statistics of fish populations
Bull. Fish. Res. Board Can., : 191-392
- ROFF, D.A., 1980 - A motion for the retirement of the von Bertalanffy Function
J. Fish. Res. Board Can., 37 : 127-129
- ROFF, D.A., 1982 - Reproductive strategies in Flatfish : a first synthesis
J. Fish. Res. Board Can., 39 : 686-1698
- ROTSCHILD, B.J., 1977 - Fishing effort
in Fish population dynamics, Wiley et sons, New York ,
Gulland ed.: 372 p., : 96-115
- RUSSEL, F.R.S., 1976 - The eggs and planktonic stages of british marine fishes
Academic Press Lond. : 524 p.
- S** SAFRAN, P., 1984 - Contribution à la connaissance de la pêche accessoire dans la pêche artisanale de crevettes grises (Crangon crangon L.) en baie de Canche
D.E.A. de Biologie et Physiologie Animale de L'UST LILLE I
- SAINCLIVIER, M., 1983 - L'industrie alimentaire halieutique Tome I: Le poisson matière première
Bulletin Sc. et Tech. de L'ENSAR, : 30-31
- SHRIVASTAVA, K.P., FLOODGATE, G.D., 1966 - Studies on the intestinal microflora of the dab Limanda limanda L.
J. Mar. biol. Ass. India, 8(1-2) : 1-7

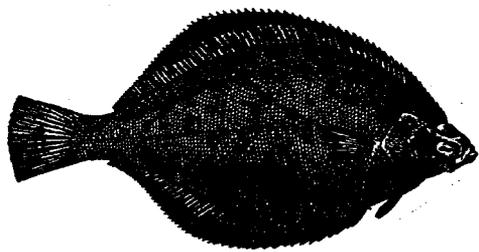
- SIMKISS, K., 1973 - Calcium metabolism of fish in relation to ageing
in The ageing of fish . Bagenal T.B. Ed. : 1-12
- SIMPSON, A.C., 1959 The spawning of plaice (Pleuronectes platessa, L.) in the north Sea
Fishery invest. Lond., 22 : 111 p.
- SMIGIELSKI, F., 1978 - Etude cytologique et ultrastructurale des nécroses de nodules de poissons en relation avec leurs teneurs en éléments métalliques (Littoral Mer du Nord)
Thèse de 3ème cycle, UST LILLE I : 55 p.
- STEFFENSEN, E., 1980 - Daily growth increments observed in otoliths from juvenile east Baltic cod
Dana 1 : 29-37
- T** TASSEL, M., 1984 - Biologie de la Limande (Limanda limanda L.) d'après l'étude des débarquements des pêcheurs artisans du port de Boulogne sur Mer
D.E.A. de Biologie et de Physiologie Animale, UST LILLE I
- TASSEL, M., DESMARCHELIER, M. & COPPIN, I., 1985 - Répartition et abondance d'une espèce de limande (Limanda limanda L.) et de trois espèces de tacauds (Trisopterus luscus L., Tr. minutus L., Tr. esmarkii N.) en Mer du Nord
CM 1985/G : 30
- TASSEL, M., 1986 - Biologie, Répartition et Pêche de Limanda limanda L. en Manche orientale et Mer du Nord
Rapport d'Activité IFREMER du 01-10-84 au 01-06-86
- TAYLOR, C.C., 1962 - Growth equations with metabolic parameters
J. Cons. int. Explor. Mer., 27 : 270-286
- TEMMING, A., 1983 - On the stock situation of common dab (L. limanda L.) in the Belt sea
C.M. 1983/G : 65
- V** VEEN de, J-F., 1978 - Changes in north sea stocks (Solea solea, L.)
Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. mer, 172 : 124-136
- VOLLE, M., 1985 - Analyse des données
Economica ed, 3ème édition, Paris : 323 p.
- VOLPIO, A.E., 1981 - The Baltic sea, Elsevier
Oceanography Series, 30 : 135-175
- W** WHEELER, J.F.G., 1924 - The growth of the Egg in the Dab (Pleuronectes limanda)
Quart. Journ. Micr. Sci., 68 : 641-660
- WHEELER, A., 1969 - The fishes of the British Isles and north-west Europe
Mac Millan ed., Lond., 529 pp.

WESTERNHAGEN, von H., DETHFELSEN, V., ROSENTHAL, H., 1980 -
Correlation between Cadmium concentration in the water and
tissues residue level in Dab, Limanda limanda L., and
Plaice, Pleuronectes platessa, L.
J. mar. biol. Ass. U.K., 60 : 45-58

WHESTRHEIM, S.J., RICKER, W.E., 1978 - Bias in using an age-length key
to estimate age-frequency distribution
J. Fish. Res. Board Can., 35 : 184-189

WILLIAMS, T., BEDFORD, B.C., 1973 - The use of otoliths for age
determination
in The ageing of fish . Bagenal T.B. Ed. Unwon : 114-123

Y YANG, J., 1982 - An estimate of the fish biomass in the North Sea
J. Cons. int. Explor. Mer., 40 : 161-172



ANNEXES

- ANNEXE A : Pêche en Manche orientale
- ANNEXE B : Détermination des paramètres des relations taille-poids
- ANNEXE C : AFC 1985 : Tableau de contingence
Aides aux interprétations
- ANNEXE D : AFC 1986 : Tableau de contingence
Aides aux interprétations
- ANNEXE E : ACP 1985 : Aides aux interprétations
- ANNEXE F : ACP 1986 : Aides aux interprétations
- ANNEXE G : AFC 1985-1986 : Tableau de contingence
Aides aux interprétations
- ANNEXE H : ACP 1985-1986 : Aides aux interprétations
- ANNEXE I : Rappels des équations fondamentales du modèle de RICKER (1945,
1958)
- ANNEXE J : Compléments bibliographiques sur l'espèce

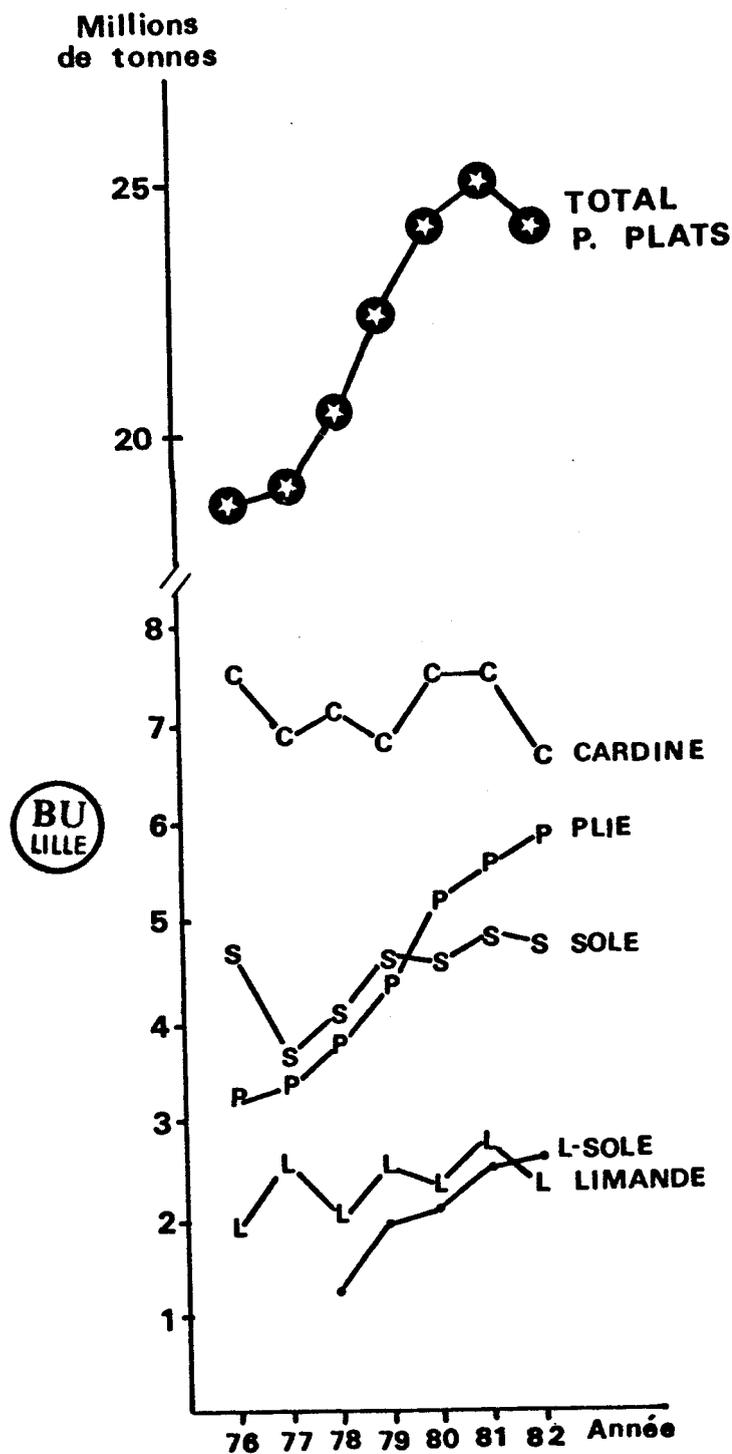


Fig. a : Débarquements des principaux poissons plats sur l'ensemble des ports français (d'après les Bulletins Statistiques des Pêches Maritimes de 1976 à 1983)

ANNEXE A

PECHE EN MANCHE ORIENTALE

Rappelons qu'en 1982 les captures totales de Limandes, tous pays et secteurs de pêche confondus, s'élevaient à plus de 17 000 tonnes, soit environ 5 % des captures totales de poissons plats.

Les bateaux français, qui travaillent essentiellement dans la Manche orientale, sont responsables de plus de 80 % des captures de Limandes de ce secteur (en 1982). C'est pourquoi, nous allons tenter de décrire plus précisément la pêcherie française.

A - DEBARQUEMENTS FRANCAIS DE LIMANDES

1 - Statistiques de débarquement sur l'ensemble des ports français Comparaison avec les autres poissons plats

Depuis 1976, les tonnages totaux de poissons plats débarqués en France augmentent régulièrement, passant progressivement de 18 000 tonnes en 1976 à 25 000 tonnes en 1981 (Fig. a).

Les prises de Limandes demeurent stables, oscillant entre 2 000 et 3 000 tonnes.

En cinq ans les captures de limandes-soles passent d'un niveau nul en 1977, à 2.539 tonnes en 1982 (année où elle atteint les tonnages débarqués de la Limande). Cela provient probablement d'un intérêt nouveau que portent les professionnels à cette espèce. En effet, la surexploitation des stocks de soles les poussent à rechercher de nouvelles espèces dont les prix de vente soient rentables. A titre indicatif, en 1985 à la criée de Boulogne, le prix moyen au kilo de Limande-sole était de 19,36 francs alors que celui de Limande était de 6,93 francs.

La production de plies augmente elle aussi rapidement et régulièrement : elle double en sept ans.

Enfin, après une chute inexplicquée dans sa production en 1977, les captures de soles demeurent stationnaires, autour de 4.500 tonnes.

Les débarquements de Cardine subissent quelques fluctuations mais l'évolution globale des productions de cette espèce est toujours voisine de 7 000 tonnes.

2 - Quartiers français de débarquements de limandes

Les Affaires Maritimes ont divisé les côtes françaises en subdivisions nationales dont le quartier est la structure de base. Il couvre en moyenne une centaine de kilomètres de côtes, il est subdivisé en stations maritimes (de 1 à 8 par quartier) et est dirigé par un Administrateur. Les quartiers sont armés par des contrôleurs ou des syndicats des gens de mer.

PÊCHE EN MANCHE ORIENTALE

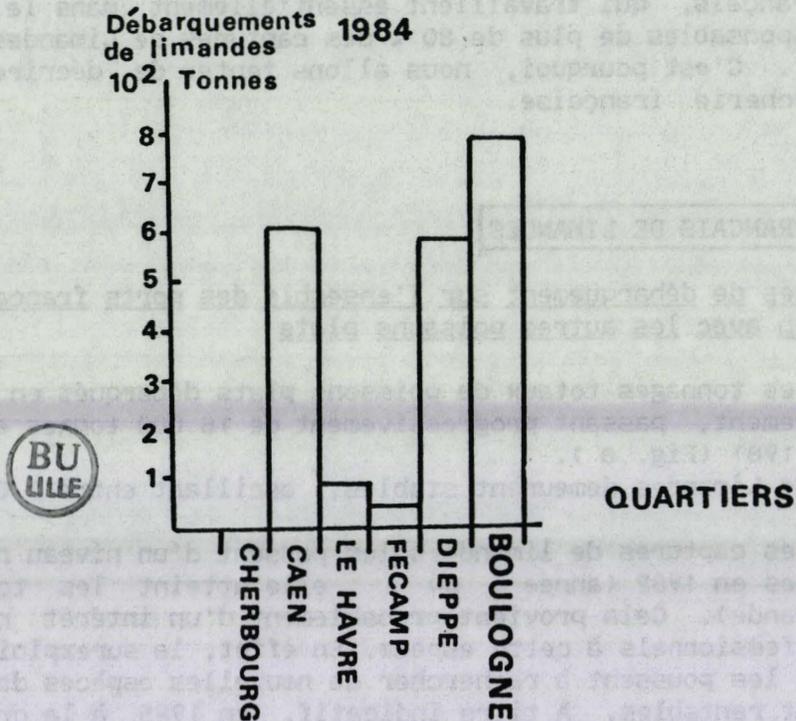


Fig. b : Tonnages de limandes débarquées en Manche orientale dans les quartiers de Cherbourg à Boulogne-sur-Mer (Année 1984)
(d'après les données Affaires Maritimes de Boulogne)

La Manche orientale regroupe 6 quartiers : Cherbourg, Caen, le Havre, Fécamp, Dieppe et Boulogne-sur-Mer.

En 1984, plus de 88 % des débarquements français de limandes se font essentiellement à Boulogne-sur-Mer, Caen et Dieppe (Fig. b).

B - LA PECHE A LA LIMANDE DANS LE QUARTIER DE BOULOGNE SUR MER

1 - Description de la pêche dans le quartier

1.1-Description du quartier

Outre le port de Boulogne, ce quartier regroupe quatre ports (Calais, Etaples, le Crotoy et Saint Valéry sur Somme) et quatre plages d'où partent de petites unités armées à la petite pêche, les "flobards", tirées puis remontées sur la plage par des tracteurs (Ambleteuse, Audresselles, Audinghem, Cap-Griz-Nez - Wissant).

D'après les monographies rédigées par les Affaires Maritimes, en 1984, dans ce quartier, 24 unités pratiquaient la pêche industrielle, 2 la pêche semi-industrielle et 208 la pêche artisanale (petite pêche et pêche côtière confondues).

On considère comme pratiquant la pêche industrielle des unités de 350 à 800 tonneaux armées à la pêche au large et effectuant des marées de 12 à 14 jours. Les unités pratiquant la pêche semi industrielle sont des navires jaugeant entre 150 et 300 tonneaux et dont les marées n'excèdent pas une semaine. Dans un type de pêche comme dans l'autre, les armateurs ne sont généralement pas embarqués. Dans le cas de la pêche artisanale le propriétaire du navire est embarqué.

En 1984, la majorité des limandes débarquées dans le quartier de Boulogne provenait de Manche orientale (58,6 %) (données des Affaires Maritimes).

Ce sont les unités artisanales, et plus particulièrement celles pratiquant la pêche côtière (sorties de plus de 24 heures et de moins de 96 heures), qui sont responsables de la majorité des captures de limandes (92,35 % en 1984).

1.2-Types de flotilles artisanales

Les principales prises de limandes sont essentiellement réalisées par les bateaux artisans de deux types :

- {- la flotille artisanale boulonnaise
- {- la flotille artisanale étaploise

1.2.1-La flotille artisanale boulonnaise

Elle est, en général, constituée de petites unités, pontées ou non, partant moins de 24 heures et pratiquant donc la petite pêche. Elle représente 152 marins répartis sur 52 navires (BOYER et ADEGBITE, 1983) et est composée de 34 unités utilisant le trémail, 10 unités le chalut et 8 unités polyvalentes pouvant se servir de l'un ou de l'autre de ces engins selon les besoins. Mais on remarque, depuis quelques années, une désaffection du chalut au profit du filet trémail, en particulier pendant la saison de la sole (hiver).

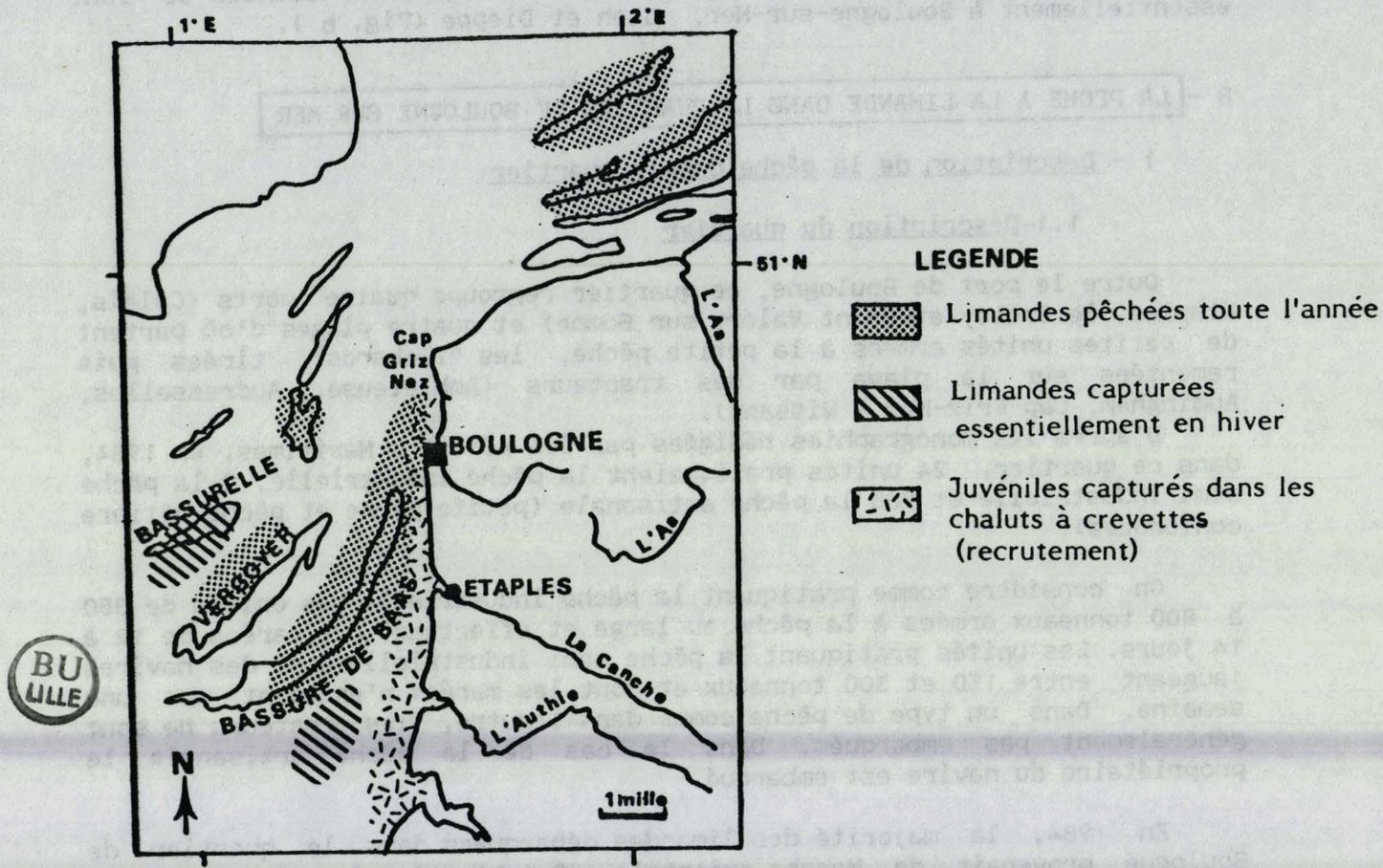


Fig. c : Lieux et périodes de pêche des artisans boulonnais et étaplois (d'après documents IFREMER et enquêtes)

1.2.2-la flotille artisanale étaploise

Les bateaux la composant pratiquent généralement la pêche côtière, c'est-à-dire qu'ils effectuent des marées de plus de 24 heures mais de moins de 96 heures. Les chaluts pélagiques, de fond et boeuf ainsi que la drague à coquilles sont les principaux engins employés par les 66 navires constituant cette flotille. Peu de ces unités sont armées au trémail.

1.3-Engins

La Limande est principalement capturée par les chaluts de fond, et exceptionnellement, après les grandes tempêtes d'automne, dans les chaluts pélagiques.

Les dimensions et formes du chalut de fond dépendent de la taille et de la puissance du bateau : par exemple, le "Patrice", d'une puissance de 110 chevaux, traîne un chalut de 14 mètres de bourrelet.

Ce sont les dimensions des mailles du cul qui conditionnent la taille des prises. Le maillage employé est de 40 mm (maille étirée) pour les bateaux professionnels. Celui utilisé par les bateaux de recherche sur lesquels nous avons embarqué est de 12 mm.

Le chalut à perche permet également de capturer des limandes. En France la pêche à l'aide de cet engin est strictement réglementée, mais de nombreux chalutiers hollandais et belges la pratiquent le long de nos côtes (DUGAUQUIER, 1984).

1.4-Lieux et périodes de capture

En attendant les données détaillées provenant de l'exploitation des renseignements fournis par le livre de bord européen, installé à bord des navires de plus de 17 mètres et rendu récemment obligatoire, nous avons dressé une carte des lieux de pêche fréquentés à partir d'enquêtes auprès des artisans boulonnais et étaplois (Fig. c).

Le caractère accessoire de l'espèce étudiée limite les conclusions que l'on peut tirer de telles cartes. En effet, les zones de pêche ainsi établies indiquent uniquement les secteurs où la proportion de limandes est importante par rapport au reste du contenu du chalut, et non le comportement de l'espèce au fil des saisons. Cependant, les enquêtes auprès des artisans, ainsi que l'examen des statistiques de pêche, donnent les mois de mars et avril comme étant ceux où les limandes sont les plus abondantes dans leurs récoltes.

On remarque que pendant le refroidissement des eaux (novembre-décembre) les prises se rapprochent de la côte : les limandes se trouvent alors entre les bancs de Bassurelle et du Vergoyer et sur la Bassure de Baas.

En juillet, les jeunes individus du groupe 0 sont capturés massivement par les crevettiers exploitant les zones côtières de la Canche à l'Aa.

Enfin il existe des zones où les limandes sont présentes toute l'année : Bassurelle et Battur.

Débarquements de limandes

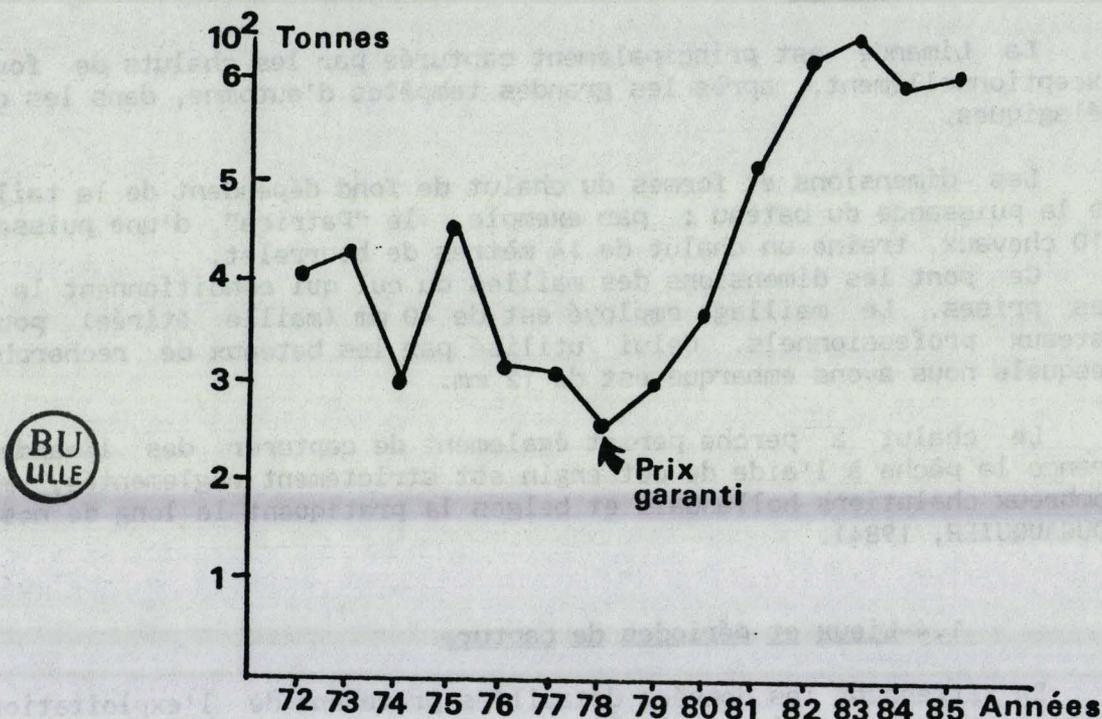


Fig. d : Débarquements annuels moyens de limandes de la flotille artisanale de Boulogne-sur-Mer (de 1972 à 1985)

2 - Suivi des débarquements des artisans boulonnais

2.1 Limite de validité des statistiques utilisées

Les données de production utilisées dans cette partie de l'étude proviennent de la Chambre de Commerce de Boulogne et sont établies d'après les ventes en criée et d'après les déclarations de pêcheurs. Or, des travaux antérieurs (REYNAL, Communication personnelle) ont mis en évidence à Boulogne l'existence d'un système de vente de gré à gré non répertorié en criée ; beaucoup d'artisans armés à la petite pêche ont recours à ce type de vente. Il s'agit :

- soit d'une vente directe à des intermédiaires (mareyeurs, poissonniers, restaurateurs, ...). C'est en général le patron qui fixe avec l'acheteur les prix à l'amiable, en se basant sur les cours de la criée ;
- soit d'une vente directe aux consommateurs, dans des stands conçus à cet effet sur les quais. C'est la femme du patron qui s'occupe de la vente ; dans ce cas, les prix sont fixés périodiquement par les vendeuses, sur la base des prix en criée, et après concertation avec les vendeuses voisines. Les prix peuvent ainsi changer plusieurs fois au cours d'une même journée en fonction du nombre de clients et des arrivages.

Ainsi, une partie de la production des pêcheurs artisans boulonnais ne figure pas dans les statistiques officielles sur lesquelles nous travaillons. L'erreur commise est difficile à évaluer, mais BOYER et ADEGBITE (1983) ont estimé qu'en période estivale elle correspondait à plus de la moitié de la production des artisans. Néanmoins, on admet que pour une espèce accessoire comme la Limande elle est beaucoup moins élevée.

2.2 Variations interannuelles

L'évolution des débarquements annuels des artisans boulonnais de 1972 à 1985 (Fig. d) révèle des fluctuations erratiques tendant à la baisse de 1972 à 1978, s'uniformisant à partir de 1978 puis croissant régulièrement, triplant presque la production en dix ans. Cette brusque cassure coïncide avec deux événements :

- l'instauration d'un prix garanti sur la Limande en 1978 par la Coopérative Maritime Etaploise (C.M.E.), principal acheteur du port. En effet, depuis février 1978, cet organisme définit pour la Limande un prix minimal de vente qui permet, dans la mesure où le produit est de bonne qualité, d'assurer un revenu minimum au pêcheur. La Limande, peu recherchée jusqu'alors, se trouve ainsi devenir un complément financier non négligeable d'où l'accroissement de ses débarquements.
- la modernisation de la flotille artisanale. Les artisans étaplois font construire des chalutiers pêche arrière de plus en plus performants leur permettant de capturer plus de poissons plats qu'ils ne le faisaient auparavant.

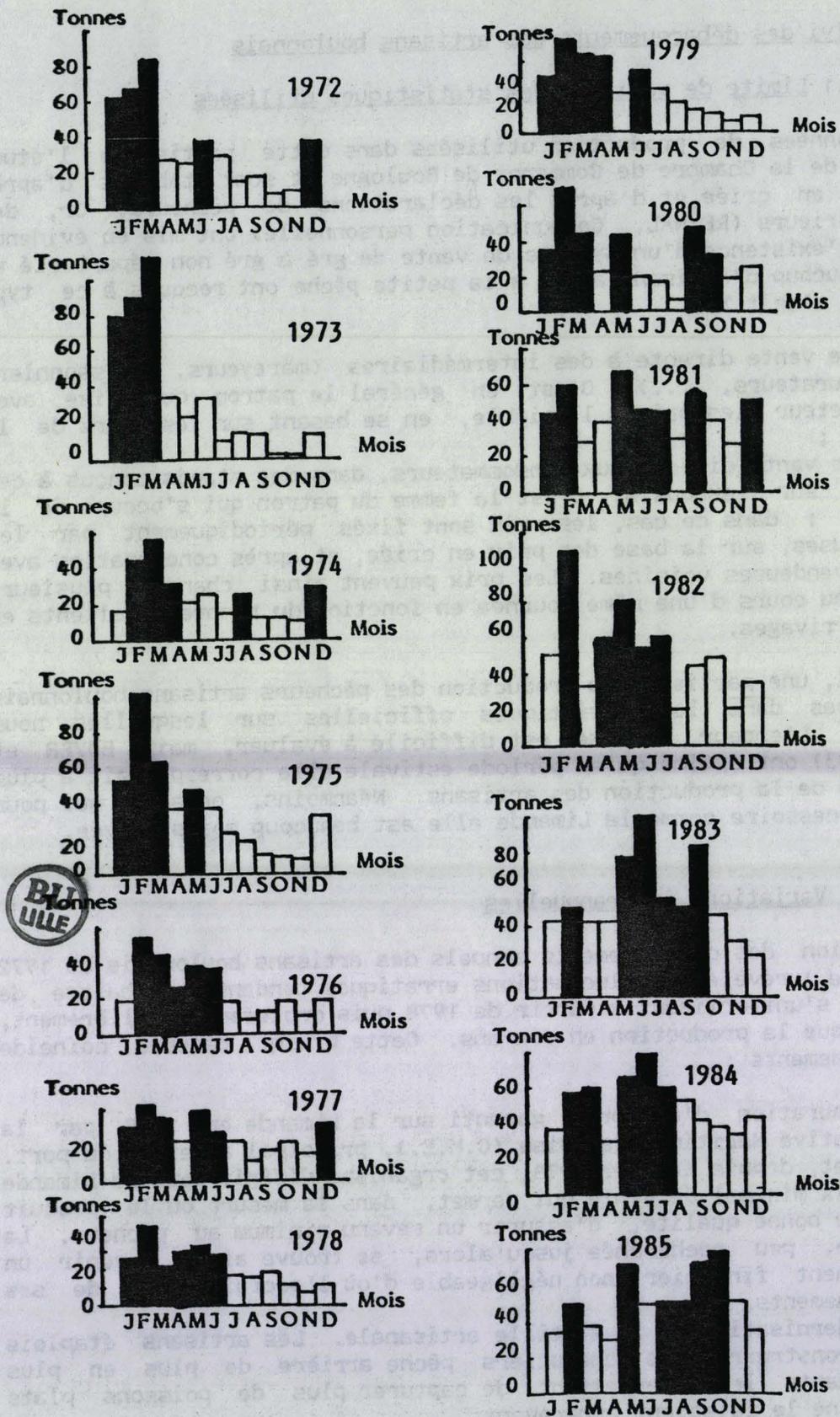


Fig. e : Débarquements mensuels de limandes des artisans bouloonnais (données Chambre de Commerce de Boulogne)

2.3 Variations saisonnières dans les captures

Le suivi des débarquements mensuels de Limandes, de 1972 à 1985, a permis d'établir un tableau dont les lignes figurent les années, et les colonnes les mois. L'intersection entre une ligne et une colonne indique alors le débarquement mensuel de limandes, pour un mois et pour une année.

Ce tableau a été traité de deux façons : la première en suivant l'évolution mensuelle des débarquements d'une année et la seconde en suivant l'évolution des colonnes, soit l'évolution des débarquements d'un mois donné au cours de quatorze ans.

En d'autres termes, il s'agit d'une comparaison des profils de lignes et des profils de colonnes du tableau.

2.3.1 Etude des profils de lignes Evolution des débarquements mensuels par année

Au cours d'une même année, les mois dont les débarquements dépassent la moyenne mensuelle de l'année sont pochés en noir (Fig. e). Cette méthode permet de mettre en évidence d'éventuels phénomènes périodiques saisonniers, indépendamment des fluctuations interannuelles précédemment décrites.

De 1972 à 1976 un seul mode est présent durant les premiers mois de l'année civile (de janvier à mars). Puis, à partir de 1977, les histogrammes tendent à s'aplanir et, bien que leur partie gauche soit toujours constituée de valeurs supérieures à la moyenne, la distribution dans l'année tend à devenir plus uniforme. La séparation des deux groupes d'histogrammes coïncide avec l'année 1977 où les captures sont alors à leur niveau le plus bas. Puis, un second mode s'individualise, à la fin du printemps ou au début de l'été (juin 1979 et mai 1980), initialement avec des valeurs inférieures à celles prises par les premiers modes en hiver, puis en 1981, 1983 et 1984 avec des valeurs plus élevées.

Le mois d'août est le mois de débarquement minimum.

2.3.2 Etude des profils de colonnes Evolution des débarquements d'un mois en fonction de l'année

Pour chacun des douze mois, la valeur des débarquements moyens est calculée sur quatorze ans ; les valeurs supérieures à cette moyenne sont pochées en noir sur la figure f. Cette figure permet alors de procéder à deux regroupements de "profils" d'histogrammes. Le premier constitué d'histogrammes dont le mode se situe à gauche (de janvier à mars) et le second dont le mode est à droite (d'avril à novembre). Le mois de décembre semble faire le lien entre ces deux groupements.

2.3.3 Discussion

Ce type d'analyse graphique permet de visualiser l'évolution progressive des histogrammes des captures mensuelles qui passent d'une structure unimodale très nette (mode de janvier à mars) à une structure bimodale plus étalée (un mode en janvier-mars et un autre en septembre-novembre).

BU
LILLE

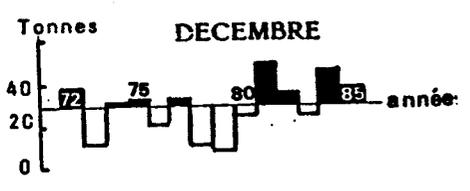
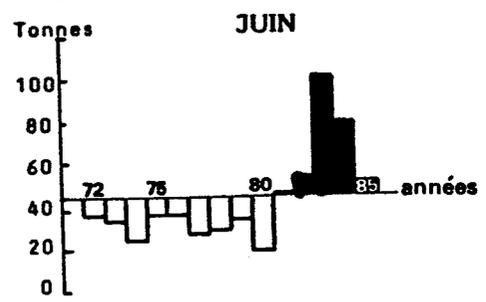
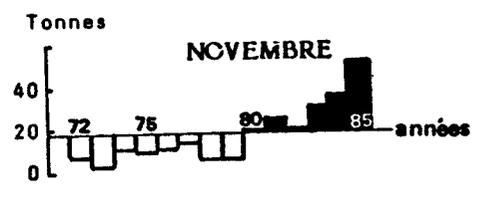
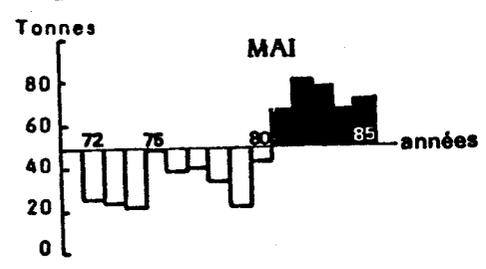
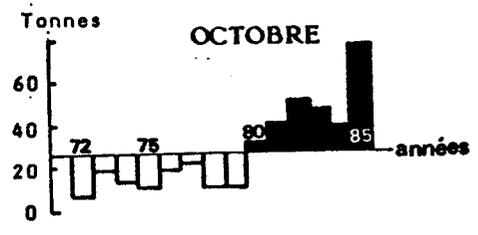
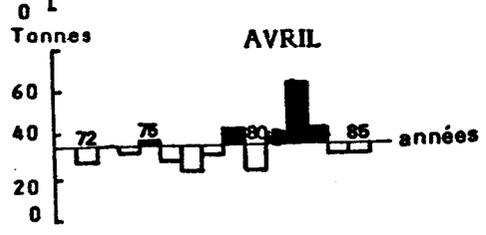
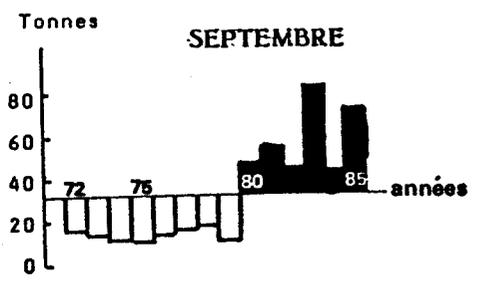
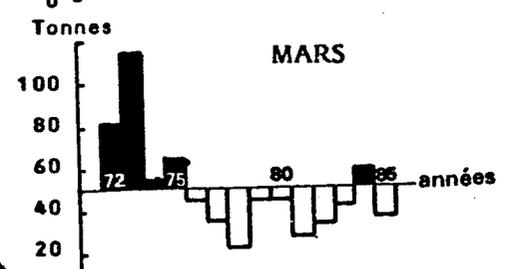
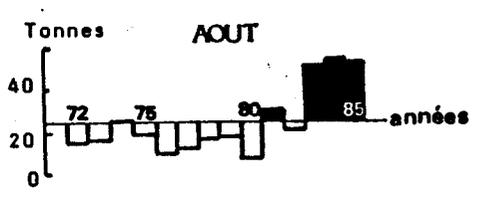
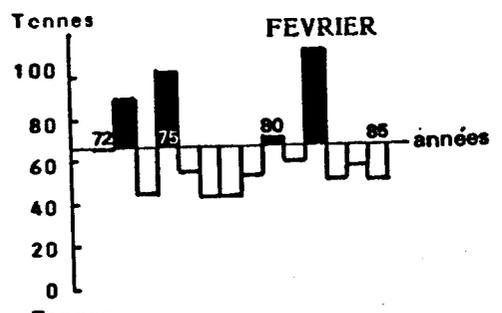
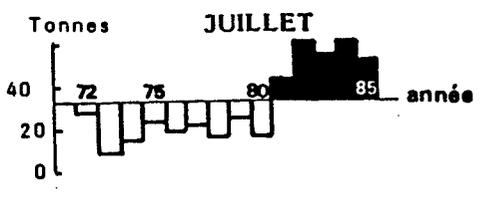
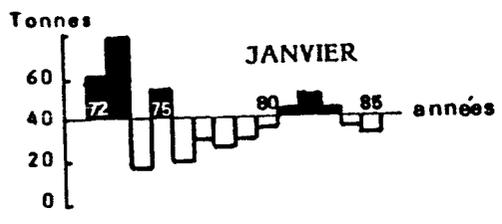


Fig. f : Evolution des débarquements mois par mois de 1972 à 1985 (données Chambre de Commerce de Boulogne)

Si l'on veut tenter d'expliquer ce phénomène, il est indispensable de le rapprocher de l'exploitation des pêcheries d'autres poissons. En effet, de par son caractère accessoire, les fluctuations dans les débarquements sont directement liées à celles des principales espèces cibles du port (Sole, Plie, Morue, poissons pélagiques...).

Le décalage progressif de la période de capture du début de l'année vers l'automne peut se mettre en relation avec l'apparition en 1980 d'un engin sélectif de la sole, le trémail, et la chute du cours du hareng, pêche traditionnelle en automne :

Depuis 1980, un nombre croissant d'unités artisanales utilisent le trémail pendant la saison de frai de la Sole (de février à avril), or la Limande n'est pas accessible à ce type d'engin d'où diminution de ses captures durant cette période.

De même de plus en plus les artisans délaissent la pêche au hareng en automne, peu rentable, au profit d'une diversification de leurs captures entraînant l'augmentation des captures de limandes en automne.

3 - Circuit commercial

3.1 Catégories commerciales

Les données servant de base à notre travail proviennent essentiellement de la Coopérative Maritime Etaploise, principal acheteur de limandes en criée (97 % des ventes en 1984) ainsi que des statistiques établies par la Chambre de Commerce de Boulogne. Elles sont fournies par catégories commerciales dont les dénominations dépendent de la taille, du port d'origine et de l'état de fraîcheur des captures.

3.1.1 "Critère dépendant de la taille"

Les marins étaplois trient les limandes en deux catégories d'usage local : les "limandes et moyennes", composées de gros et de moyens individus et les "Belles petites" constituées de petits.

Les artisans boulonnais regroupent toutes les classes de tailles en une seule catégorie.

Les statistiques officielles sont établies sur la base de trois catégories CEE :

- [catégorie 01 : animaux d'un poids individuel supérieur à 500 gr.
- [catégorie 02 : poids individuel de 250 à 500 gr.
- [catégorie 03 : poids individuel inférieur à 250 gr.

Une enquête auprès du service écorage de la CME, révèle que la catégorie CME dite "belle petite" correspond à la catégorie CEE 03, et que celle des "limandes et moyennes" aux catégories CEE 02 et 01.

3.1.2 "Critère dépendant de la fraîcheur"

Les catégories fondées sur ce critère sont employées uniquement lors de la vente en criée ; Les individus alors sont séparés en trois groupes de fraîcheur : "extra", "qualité A" et "saisie".

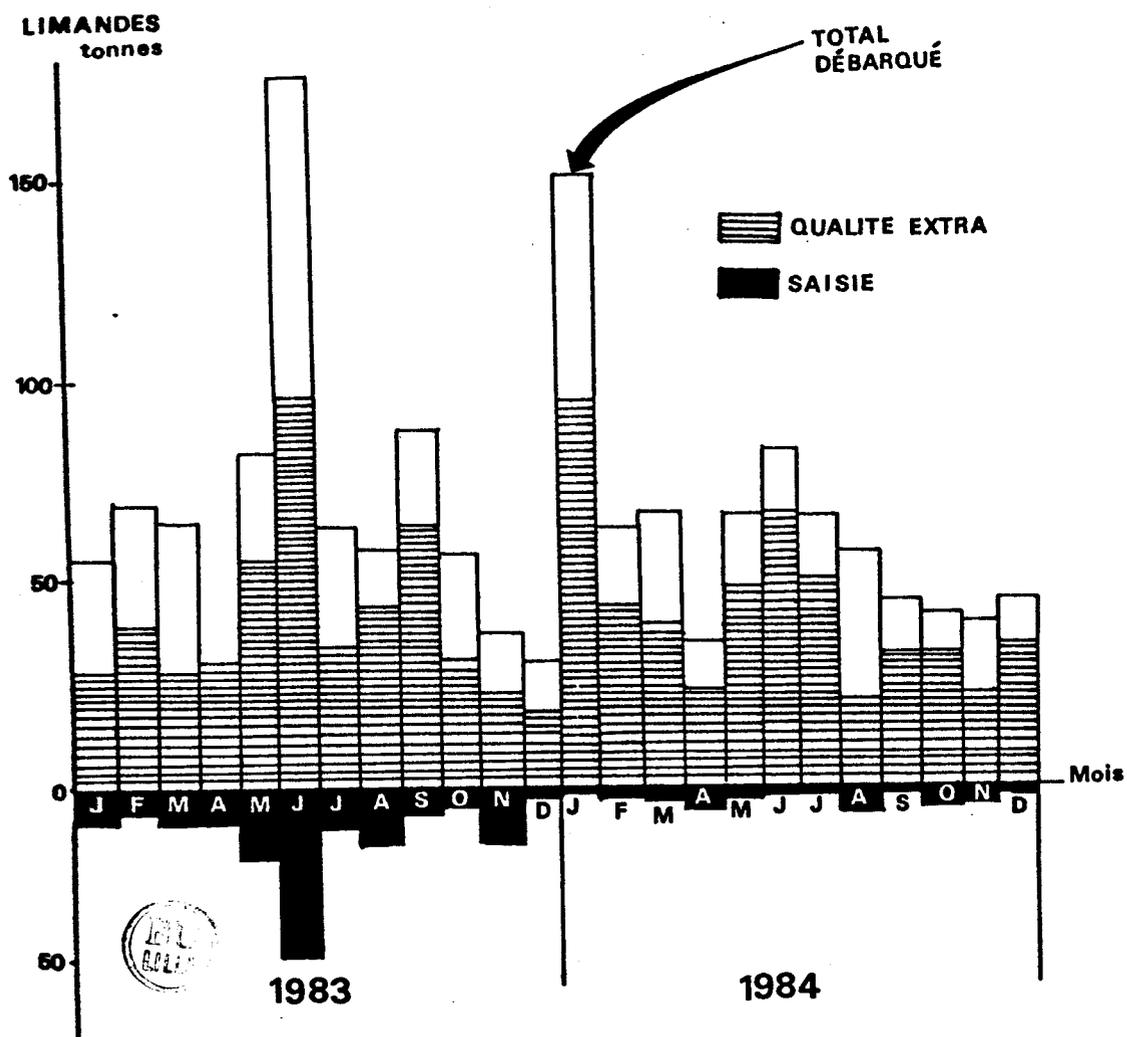


Fig. 9 : Proportions mensuelles des différentes qualités de limandes débarquées au cours de deux années (1983-1984) (données Chambre de Commerce de Boulogne)

**DESTINATION DES LIMANDES
DÉBARQUÉES À BOULOGNE EN 1984**

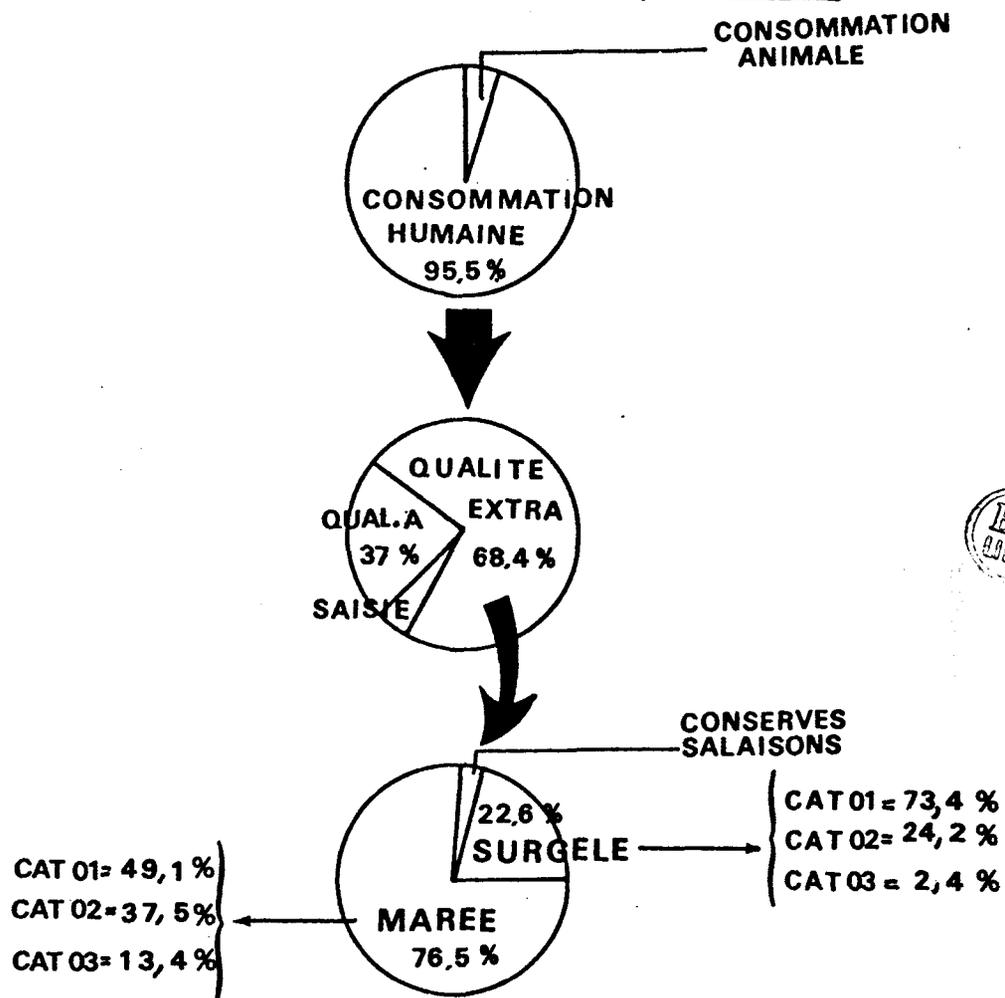


Fig. h : Destination des limandes débarquées à Boulogne sur Mer en 1984
(données Chambre de Commerce de Boulogne)

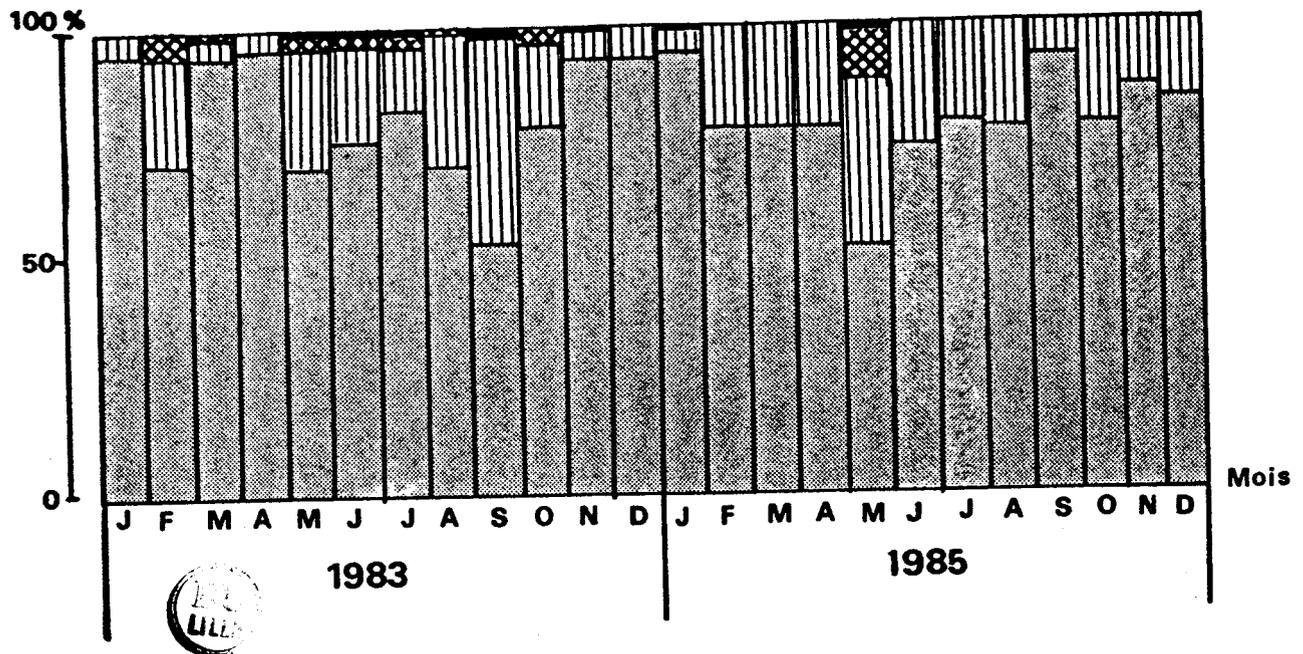


Fig. i : Evolution mensuelle du devenir des limandes de qualité extra (données Chambre de Commerce de Boulogne)

LEGENDE

-  MAREE
-  SURGELE
-  SALAISON/CONSERVE
-  FARINE

La majorité des limandes débarquées est de qualité "extra" (95 %). Néanmoins, une quantité non négligeable de limandes est saisie puis transformée en farine. Cela est probablement dû à la fragilité de cet animal : si lors de son stockage un soin tout particulier ne lui est pas apporté, notamment en évitant les coups, son aspect externe se détériore rapidement (la face nadirale se couvre d'hématomes). Cet aspect ne sera pas à négliger si l'on envisage d'exploiter plus systématiquement cette espèce.

3.2 Destination des limandes après la vente

En 1984, plus de 95 % des limandes débarquées à Boulogne sur mer ont été destinées à la consommation humaine, les 5 % restant envoyés à l'alimentation animale, essentiellement sous forme de farine (Fig. g). On remarque une diminution très nette des quantités saisies depuis 1983.

En 1984, parmi les 68 % de limandes de qualité "extra" allant à la consommation humaine, 76 % d'entre elles ont été commercialisées fraîches, les autres étant principalement surgelées. Le marché du surgelé absorbe essentiellement les individus de plus de 500 grammes (catégorie CEE 01), et celui des produits frais écoule essentiellement des animaux de 250 à 500 grammes (Fig. h).

Les destinations des limandes de qualité extra fluctuent selon les saisons et les débarquements (Fig. i). Il semble que les proportions des marchés du surgelé et des produits frais demeurent assez stables tout au long de l'année. Par contre, lorsque les apports sont supérieurs à 50 tonnes, une partie des poissons est envoyée à la farine, ce qui semble indiquer que le marché n'absorbe plus l'excédent.

Des enquêtes réalisées auprès de sociétés commercialisant la limande ont révélé que la plus grande partie des individus congelés était préalablement éviscérée et étêtée, et qu'une certaine quantité de filets de limandes était importée de Hollande. En ce qui concerne le secteur des salaisons et conserves (très réduit) la Limande est essentiellement utilisée dans les soupes de poissons et les plats pré-cuisinés.

4 - Discussion et conclusion

D'après cette étude, la Limande est une espèce peu recherchée mais qui néanmoins est débarquée toute l'année en quantités importantes. Capturée essentiellement par les chalutiers artisans boulonnais son prix de vente au kilo peu élevé en fait un élément de revenus complémentaire. Alors qu'il y a dix ans elle se capturait essentiellement pendant les premiers mois de l'année, depuis quelques années, l'apparition des filets trémail, conjuguée avec une chute du cours du Hareng, a concouru à la décaler vers l'automne.

Son circuit de distribution se fait essentiellement sous forme de produit frais, mais depuis quelque temps, on observe une organisation de la distribution sous forme surgelée. Il semble que le seuil des 50 tonnes soit la limite au delà de laquelle le marché n'absorbe plus les quantités débarquées.

ANNEXE B

DETERMINATION DES PARAMETRES DES RELATIONS TAILLE-POIDS

La relation liant la taille au poids est de type allométrique c'est à dire qu'elle rend compte de variables non proportionnelles entre elles. La relation est de la forme :

$$P = K L^b$$

où P est le poids plein en grammes
L est la taille en cm
b est le coefficient d'allométrie
K est l'indice pondéral

La détermination des paramètres K et b est faite à partir d'une transformation logarithmique. L'équation devient alors :

$$\ln P = b \ln L + K$$

équation d'une droite de pente b et d'ordonnée à l'origine K

Les équations de cette droite ont été calculées à partir de couples de données (taille, poids), tirés au hasard sur toutes les classes de tailles. Cinq couples maximum par classe de taille, par sexe et par mois.

A - EQUATION DES FEMELLES

Nb de couples = 1250

Equation de l'axe majeur réduit : $\ln P = 3,13 \ln L - 4,93$

r = 0,97

Equation de la relation taille-poids : $P = 7,23 \cdot 10^{-3} L^{3,13}$

B - EQUATION DES MALES

Nb de couples = 590

Equation de l'axe majeur réduit : $3,04 \ln L - 4,65$

r = 0,98

Equation de la relation taille-poids : $P = 9,53 \cdot 10^{-3} L^{3,04}$

ANNEXE C

AFC 1985 : TABLEAU DE CONTINGENCE
AIDES A L'INTERPRETATION

TABLEAU DE CONTINGENCE (1985)

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	A
31F2	0	15	62	89	117	103	42	30	4	11	12	0	0
32F1	1	17	10	10	5	6	4	0	0	2	0	0	0
32F2	1	7	43	59	39	39	19	13	14	4	2	2	0
33F1	0	7	11	9	7	4	2	0	1	0	0	0	0
33F2	2	26	58	78	73	65	52	27	6	17	6	2	0
33F3	0	10	59	67	22	34	7	3	7	2	1	1	0
33F4	0	2	20	29	42	50	27	17	4	1	1	1	0
34F1	1	6	4	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0
34F2	0	0	0	2	2	4	2	2	0	0	0	0	0
34F3	0	3	4	16	35	17	6	2	4	3	0	0	0
34F4	0	33	48	13	22	9	11	6	1	0	0	0	4
35F1	2	14	19	51	47	21	7	2	0	0	2	0	0
35F2	3	15	22	29	9	8	7	2	1	0	0	0	0
35F5	0	6	20	4	6	8	2	2	0	0	0	2	0
35F3	0	2	4	4	4	6	2	4	2	0	0	0	0
36F1	26	95	91	159	143	107	32	18	13	0	0	3	0
36F2	0	11	17	35	33	17	11	6	3	1	1	1	0
36F4	1	49	163	131	134	91	24	17	0	1	0	0	0
36F5	4	6	48	95	74	28	15	8	1	2	0	0	0
36F6	8	46	106	104	70	33	28	6	3	0	0	0	25
36F7	8	49	105	132	89	35	26	8	3	1	0	1	8
37F0	0	0	17	90	101	45	23	23	6	6	6	6	0
37F1	0	12	25	33	29	9	4	3	3	3	0	0	0
37F2	0	0	34	18	42	2	4	2	0	0	0	0	0
37F5	4	118	196	200	136	56	46	8	2	0	2	0	0
37F6	5	48	81	76	58	60	51	41	6	1	1	0	1
37F7	24	169	408	360	166	86	38	10	4	4	0	0	1
38F0	0	28	157	257	42	129	14	14	14	14	29	0	14
38F1	0	12	116	331	155	59	24	0	0	0	0	0	0
38F4	0	0	24	112	96	52	16	20	20	0	0	0	0
38F5	0	1	48	56	37	64	27	4	1	1	0	0	0
38F6	14	57	190	232	157	106	43	23	9	13	2	0	0
38F7	12	36	75	106	92	33	25	13	9	7	1	1	1
39E9	0	8	64	48	30	2	8	4	4	0	0	0	0
39F0	0	29	141	186	194	103	52	11	6	0	0	0	0
39F2	0	2	7	12	6	3	2	1	0	1	0	0	0
39F4	0	2	13	74	58	40	22	10	2	0	0	0	0
39F5	0	0	10	14	44	24	18	22	12	4	1	0	0
39F6	13	101	177	218	118	38	40	34	7	2	0	0	0
39F7	20	120	539	462	447	273	152	48	73	11	13	0	0
40E9	0	174	998	2122	1256	264	44	0	22	0	0	4	0
40F0	0	10	198	244	96	22	4	4	0	0	2	0	0

LEGENDE Variables

- A = < 10cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[
- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32 cm

TABLEAU DE CONTINGENCE (1985)

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
40F2	0	0	1	4	4	0	1	0	0	0	1	0
40F5	24	322	622	646	494	126	22	24	0	0	0	0
40F8	0	76	178	190	196	68	24	4	0	0	0	0
40F7	4	22	85	70	71	78	58	30	12	3	1	0
41E9	0	8	152	274	126	70	8	12	4	0	4	1
41F2	0	1	3	8	13	2	2	0	0	0	0	0
41F3	0	0	4	18	14	10	4	0	0	0	0	0
41F4	0	1	12	36	30	16	6	0	1	0	0	0
41F5	24	74	374	434	426	86	30	18	6	0	0	0
41F6	34	104	258	296	24	134	32	18	6	6	0	0
41F7	51	66	63	44	22	11	13	10	1	2	0	0
42E7	1	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
42E8	1	13	15	22	8	2	2	1	2	0	0	0
42E9	0	12	64	88	22	6	12	2	6	0	2	0
42F2	29	122	103	76	18	0	0	0	0	0	0	0
42F3	19	62	39	34	16	6	8	0	1	0	0	0
42F4	21	174	100	145	48	11	2	0	0	0	0	0
42F5	0	0	0	2	4	6	2	0	0	0	0	0
42F6	0	0	2	4	8	6	2	4	0	0	2	0
42F7	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
43E8		10	14	10	10	10	1	0	0	0	1	1
43E9	0	10	32	32	10	10	4	4	2	4	2	0
43F3	16	81	70	32	14	5	1	0	0	0	0	0
44E6	13	13	8	5	5	5	2	1	3	2	2	0
44E7	1	2	4	4	2	1	1	0	1	0	0	0
44E8	0	1	5	12	10	2	1	2	3	1	2	1
44E9	0	9	35	35	18	7	4	2	1	0	0	1
44F0	0	0	12	6	1	2	2	0	0	0	0	0
44F1	6	38	119	18	4	2	0	0	0	0	0	0
44F2	13	98	103	38	25	7	0	0	0	0	0	0
44F3	3	27	30	18	8	0	1	0	0	0	0	0
45E6	39	566	68	76	48	16	10	7	13	2	2	2
45E7	2	3	6	5		4	3	0	3	2	0	0
45E8	0	4	14	26	28	20	14	8	8	0	0	4
45E9	1	2	11	7	4	5	2	2	1	0	2	0
45F0	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	1	0
45F1	0	3	3	1	1	0	1	0	0	0	1	1
45F2	0	37	90	67	17	9	4	0	0	0	0	0
45F3	0	20	28	24	2	2	0	0	0	0	0	0
46E7	0	5	18	35	30	14	6	4	2	0	1	0
46E8	0	3	6	6	11	2	1	9	0	1	3	0
46E9	0	0	6	6	4	4	2	0	2	0	0	0
46F0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
47E7	0	0	4	7	2	0	3	2	0	0	0	0
47E8	0	1	12	16	26	30	20	17	8	6	7	9
47E9	0	1	6	1	0	0	0	2	0	0	0	0
48E7	0	0	0	2	10	11	10	8	6	5	8	3
48E8	0	0	0	0	8	14	4	2	2	4	2	22
49E8	0	0	0	2	8	4	2	0	2	0	2	2
50E9	0	1	1	2	3	5	1	1	1	1	0	0
35F4	1	38	96	114	75	46	16	7	1	1	0	0
48F1	0	0	0	0	2	4	2	0	0	0	0	0

BU
LILLE

VARIABLES (CLASSES DE TAILLES)

LEGENDE Variables.

- A = < 10cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[
- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32 cm

OBJETS (RECTANGLES STATISTIQUES)

VARIABLE SUPPLEMENTAIRE

VALEURS PROPRES

VAL. PROPRE	POURC	CUMUL	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE
0.19153596	41.766	41.766	*****
0.11398647	24.856	66.622	*****
0.03494478	7.620	74.242	*****
0.02949234	6.431	80.673	*****
0.02493873	5.438	86.111	*****

OBJETS (RECTANGLES STATISTIQUES)



J1	Q1T	POIDS	INERT	1#F	COR	CTR	2#F	COR	CTR	3#F	COR	CTR
B	998	14	96	1169	433	99	-234	47	18	-301	29	36
C	1000	105	305	1115	930	680	-213	34	42	58	3	10
D	991	222	56	70	43	6	165	236	53	-32	9	7
E	908	286	72	-133	156	27	257	577	166	105	95	89
F	825	198	53	-223	407	52	101	82	18	-36	11	8
G	956	93	70	-348	351	59	-345	346	98	-130	50	46
H	869	41	62	-333	159	24	-609	530	132	-335	161	131
I	958	20	69	-430	121	20	-941	576	159	-251	41	37
J	523	11	44	-390	86	9	-872	416	74	51	1	1
K	678	5	45	-551	69	7	-1436	465	84	574	74	44
L	906	4	69	-765	72	12	-1644	332	93	1774	385	351
M	951	2	59	-819	40	6	-2130	268	63	2301	312	240
	10563	1001	1000			1001			1000			1000

1#F : Coordonnée de la variable sur l'axe 1

COR : Corrélation de la variable avec l'axe

CTR : Contribution de la variable avec l'axe

VARIABLE (CLASSES DE TAILLES)

	J1	QTI	POIDS	INERT	18F	COR	CTR	28F	COR	CTR	38F	COR	CTR
1	31F2	895	15	20	-455	332	16	-530	450	37	-38	2	1
2	32F1	724	2	3	574	420	3	-359	165	2	23	1	0
3	32F2	787	7	8	-387	312	6	-471	461	14	-3	0	0
4	33F1	797	1	0	186	262	0	-9	1	0	-54	22	0
5	33F2	795	13	20	-338	155	8	-666	602	49	-38	2	1
6	33F3	648	6	3	-209	208	1	-63	19	0	71	24	1
7	33F4	944	6	13	-555	309	10	-670	451	23	-388	152	26
8	34F1	868	1	1	610	680	1	-282	125	0	-243	93	1
9	34F2	821	0	2	-693	194	1	-931	350	3	-697	196	5
10	34F3	692	3	5	-466	263	3	-380	175	3	-141	24	2
11	34F4	961	4	4	378	323	3	-205	96	2	-203	94	5
12	35F1	679	5	2	-140	135	1	9	1	0	36	9	0
13	35F2	543	3	1	226	365	1	-66	32	0	-106	82	1
14	35F5	569	2	3	-78	10	0	-56	5	0	333	184	7
15	35F3	727	1	3	-342	84	1	-755	410	4	-402	116	4
16	36F1	870	21	7	86	46	1	-220	301	9	-122	92	9
17	36F2	978	4	2	-237	297	1	-289	442	3	-3	0	0
18	36F4	613	19	4	-104	109	1	-1	0	0	-155	241	13
19	36F5	820	9	1	-90	161	0	25	12	0	-63	79	1
20	36F6	671	12	1	78	119	0	12	3	0	-132	346	6
21	36F7	478	14	1	34	63	0	32	56	0	-55	172	1
22	37F0	962	10	17	-579	436	17	-473	291	19	231	69	15
23	37F1	400	4	1	-97	58	0	-108	72	0	138	116	2
24	37F2	601	3	4	-275	145	1	274	143	2	-150	43	2
25	37F5	741	23	4	155	346	3	41	24	0	-41	26	1
26	37F6	896	13	15	-92	17	1	-499	476	29	-352	237	47
27	37F7	969	39	9	196	364	8	139	183	7	-13	2	0
28	38F0	975	21	32	-303	132	10	-238	82	11	435	272	115
29	38F1	890	21	13	-281	293	9	349	49	23	77	22	4
30	38F4	718	10	13	-502	428	14	-188	30	3	-138	33	6
31	38F5	916	8	8	-301	189	4	-251	131	4	-304	192	20
32	38F6	704	26	3	-125	272	2	-87	134	2	-71	89	4
33	38F7	690	12	3	-54	32	0	-173	314	3	-48	25	1
34	39E9	884	6	2	-162	177	1	70	33	0	-116	91	2
35	39F0	910	22	7	-273	507	9	6	0	0	-177	215	20
36	39F2	303	1	0	-196	180	0	-18	2	0	28	4	0
37	39F4	912	7	7	-476	495	8	-158	55	1	-235	121	11
38	39F5	911	5	19	-653	219	10	-958	471	37	-377	73	19
39	39F6	832	23	4	120	182	2	-31	13	0	-77	77	4
40	39F7	714	66	19	-188	276	12	-156	189	14	-125	122	30
41	40E9	993	149	75	-196	168	30	396	683	205	125	68	66
42	40F0	978	18	12	-162	87	2	438	627	30	132	57	9
43	40F2	485	0	2	-510	105	0	-176	13	0	816	267	6
44	40F5	880	69	14	172	322	11	209	475	27	24	6	1
45	40F8	647	22	4	-17	4	0	160	337	5	-48	32	2
46	40F7	963	13	15	-298	168	6	-505	482	30	-383	278	56
47	41E9	877	20	8	-287	448	9	242	316	10	115	71	8
48	41F2	678	1	1	-316	197	0	177	61	0	-113	25	0
49	41F3	930	2	2	-460	457	2	47	5	0	-151	50	1
50	41F4	979	3	2	-393	526	3	115	45	0	-90	28	1



VARIABLE (CLASSES DE TAILLES)

	J1	Q1	POIDS	INERT	1#F	COR	CTR	2#F	COR	CTR	3#F	COR	CTR
51	41F5	808	45	11	-103	93	3	243	506	23	-39	14	2
52	41F6	746	34	3	16	5	0	20	9	0	-91	186	8
53	41F7	989	9	44	910	356	37	-363	57	10	9320	44	25
54	42E7	954	0	1	1105	562	1	-91	4	0	-245	28	0
55	42E8	608	2	1	325	507	1	53	13	0	71	24	0
56	42E9	484	7	4	-103	41	0	180	125	2	138	73	4
57	42F2	997	11	29	1069	919	63	9	0	0	34	1	0
58	42F3	983	6	15	997	800	29	-185	28	2	-111	10	2
59	42F4	990	15	27	870	945	60	49	3	0	125	20	7
60	42F5	931	0	2	-640	209	1	-503	130	1	-535	145	3
61	42F6	693	1	5	-669	184	2	-866	309	6	218	19	1
62	42F7	457	0	0	-175	22	0	393	111	0	-185	25	0
63	43E8	735	2	2	212	105	0	-244	140	1	237	132	3
64	43E9	738	3	3	-87	20	0	-217	123	1	233	141	5
65	43F3	996	7	18	1089	949	41	-62	3	0	-14	0	0
66	44E6	975	2	16	844	179	7	-870	191	12	15	0	0
67	44E7	462	0	1	231	107	0	-138	39	0	-129	34	0
68	44E8	897	1	4	-477	148	1	-588	224	4	837	452	24
69	44E9	880	3	1	-42	15	0	130	141	1	93	73	1
70	44F0	925	1	1	-153	32	0	220	66	0	-171	40	1
71	44F1	982	6	16	656	325	13	214	35	2	-58	3	1
72	44F2	985	9	19	956	924	41	8	0	0	10	0	0
73	44F3	997	3	4	819	911	9	97	13	0	57	4	0
74	45E6	999	26	198	1719	844	399	-489	69	55	175	9	23
75	45E7	451	1	4	22	0	0	-754	283	5	-72	3	0
76	45E8	886	34	10	-468	178	4	-647	340	14	74	4	1
77	45E9	711	1	2	-176	35	0	-463	242	2	261	77	2
78	45F0	667	0	3	-586	48	0	-597	51	1	1589	357	13
79	45F1	872	0	6	265	9	0	-1123	165	4	1888	466	34
80	45F2	989	8	9	573	639	13	162	51	2	101	20	2
81	45F3	955	2	3	598	567	4	235	87	1	170	46	2
82	46E7	863	4	1	-266	625	1	-53	26	0	-47	20	0
83	46E8	856	1	6	-255	22	0	-937	288	10	319	33	4
84	46E9	440	1	1	-393	211	1	-174	42	0	-180	45	1
85	46F0	898	0	0	472	541	0	229	127	0	124	37	0
86	47E7	641	1	1	-215	43	0	-223	46	0	-361	121	2
87	47E8	971	5	41	-746	139	14	-1488	552	90	789	155	83
88	47E9	843	0	2	123	6	0	-251	23	0	-287	31	1
89	48E7	972	2	36	-973	110	10	-2251	589	85	1469	250	18
90	48E8	880	1	16	-904	132	5	-1824	538	34	925	138	28
91	49E8	930	1	12	-839	85	2	-1424	244	12	1695	345	55
92	50E9	677	0	2	-458	116	1	-893	439	3	-165	15	0
93	35F4	824	12	1	-41	55	0	72	164	1	-62	125	1
94	48F1	917	0	2	-716	145	1	-889	224	2	-848	204	5
		75672	1032	1002			996			997			899



1#F : Coordonnée de la variable sur l'axe 1

COR : Corrélation de la variable avec l'axe

CTR : Contribution de la variable avec l'axe

ANNEXE D

AFC 1986 : TABLEAU DE CONTINGENCE
AIDES A L'INTERPRETATION

TABLEAU DE CONTINGENCE (1986)

		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
1	3162	0.00	0.00	0.00	23.00	28.00	26.00	18.00	7.00	4.00	3.00	0.00	0.00	1.00
2	3261	2.00	6.00	3.00	7.00	2.00	5.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
3	3262	0.00	2.00	2.00	6.00	6.00	8.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	3362	0.00	1.00	1.00	4.00	2.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	3361	0.00	10.00	23.00	23.00	23.00	19.00	13.00	8.00	7.00	2.00	1.00	0.00	0.00
6	3363	6.00	21.00	32.00	38.00	29.00	21.00	18.00	5.00	3.00	1.00	1.00	1.00	0.00
7	3364	2.00	6.00	16.00	24.00	32.00	16.00	86.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
8	3461	0.00	3.00	1.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00	4.00	2.00
9	3462	0.00	4.00	10.00	8.00	20.00	12.00	12.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	16.00
10	3463	1.00	21.00	166.00	208.00	372.00	224.00	99.00	61.00	11.00	20.00	2.00	0.00	1.00
11	3464	5.00	23.00	89.00	113.00	11.00	11.00	27.00	25.00	3.00	3.00	1.00	4.00	0.00
12	3560	6.00	16.00	12.00	8.00	8.00	16.00	2.00	8.00	2.00	0.00	0.00	16.00	0.00
13	3561	32.00	113.00	378.00	722.00	488.00	274.00	156.00	54.00	22.00	22.00	0.00	32.00	0.00
14	3562	1.00	21.00	38.00	44.00	39.00	16.00	7.00	1.00	2.00	2.00	0.00	13.00	0.00
15	3563	2.00	12.00	64.00	66.00	85.00	30.00	9.00	9.00	5.00	4.00	0.00	7.00	0.00
16	3564	5.00	19.00	36.00	80.00	108.00	93.00	42.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17	3660	120.00	240.00	492.00	884.00	635.00	267.00	127.00	78.00	28.00	27.00	3.00	0.00	0.00
18	3661	28.00	128.00	182.00	379.00	360.00	172.00	64.00	30.00	24.00	6.00	0.00	18.00	0.00
19	3662	0.00	12.00	38.00	40.00	68.00	41.00	11.00	7.00	2.00	0.00	3.00	2.00	0.00
20	3663	54.00	144.00	402.00	486.00	328.00	156.00	17.00	34.00	16.00	12.00	2.00	12.00	0.00
21	3664	6.00	18.00	42.00	149.00	182.00	62.00	27.00	12.00	10.00	0.00	0.00	2.00	0.00
22	3665	6.00	37.00	98.00	243.00	180.00	145.00	23.00	20.00	12.00	2.00	11.00	0.00	0.00
23	3666	2.00	20.00	17.00	19.00	21.00	12.00	8.00	4.00	3.00	1.00	0.00	1.00	0.00
24	3760	21.00	91.00	241.00	266.00	219.00	65.00	34.00	18.00	9.00	6.00	7.00	1.00	0.00
25	3761	7.00	23.00	47.00	80.00	51.00	38.00	14.00	3.00	45.00	3.00	1.00	0.00	3.00
26	3762	0.00	6.00	10.00	28.00	18.00	10.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	3764	16.00	134.00	205.00	383.00	222.00	114.00	23.00	12.00	9.00	6.00	1.00	4.00	0.00
28	3765	10.00	34.00	55.00	197.00	162.00	70.00	36.00	17.00	10.00	1.00	0.00	0.00	0.00
29	3766	6.00	110.00	112.00	204.00	223.00	182.00	67.00	29.00	8.00	13.00	1.00	3.00	0.00
30	3767	33.00	104.00	80.00	113.00	154.00	96.00	42.00	11.00	8.00	3.00	0.00	5.00	0.00
31	3768	52.00	218.00	73.00	46.00	57.00	32.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	188.00	0.00
32	3859	4.00	17.00	63.00	63.00	31.00	17.00	9.00	3.00	3.00	0.00	0.00	1.00	0.00
33	3860	3.00	20.00	52.00	72.00	64.00	26.00	8.00	2.00	8.00	4.00	0.00	0.00	2.00
34	3861	4.00	7.00	36.00	42.00	43.00	25.00	11.00	8.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00
35	3862	20.00	30.00	60.00	74.00	59.00	30.00	16.00	6.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
36	3864	32.00	64.00	72.00	232.00	328.00	136.00	80.00	32.00	8.00	1.00	0.00	0.00	0.00
37	3865	5.00	12.00	26.00	73.00	104.00	54.00	22.00	8.00	5.00	0.00	2.00	0.00	0.00
38	3866	85.00	135.00	133.00	252.00	234.00	122.00	46.00	17.00	16.00	1.00	0.00	12.00	0.00
39	3867	20.00	22.00	7.00	11.00	8.00	9.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	124.00	0.00
40	3868	28.00	16.00	1.00	18.00	4.00	11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	654.00	0.00
41	3958	0.00	4.00	20.00	36.00	24.00	12.00	16.00	6.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
42	3959	2.00	22.00	91.00	108.00	28.00	5.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	2.00	2.00
43	3960	1.00	10.00	51.00	76.00	56.00	22.00	6.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00
44	3961	0.00	18.00	234.00	342.00	196.00	62.00	14.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00	2.00
45	3962	12.00	13.00	25.00	27.00	23.00	9.00	8.00	3.00	3.00	0.00	0.00	1.00	0.00
46	3963	32.00	127.00	310.00	821.00	616.00	407.00	129.00	51.00	25.00	8.00	0.00	0.00	0.00
47	3964	1.00	2.00	9.00	13.00	37.00	22.00	11.00	9.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00
48	3965	6.00	6.00	13.00	31.00	57.00	28.00	14.00	8.00	2.00	4.00	1.00	0.00	0.00
49	3966	157.00	220.00	200.00	306.00	205.00	125.00	47.00	15.00	9.00	2.00	1.00	49.00	0.00
50	3967	12.00	13.00	3.00	5.00	7.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.00	0.00
51	3968	5.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	69.00	0.00
52	4058	0.00	12.00	26.00	38.00	36.00	18.00	6.00	4.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00
53	4059	0.00	30.00	75.00	117.00	45.00	23.00	5.00	7.00	3.00	2.00	3.00	0.00	1.00
54	4060	0.00	0.00	250.00	234.00	76.00	32.00	16.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00
55	4062	0.00	0.00	6.00	28.00	18.00	18.00	16.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
56	4063	36.00	66.00	97.00	71.00	42.00	11.00	5.00	1.00	1.00	1.00	0.00	22.00	0.00
57	4064	49.00	51.00	69.00	46.00	43.00	21.00	13.00	2.00	1.00	0.00	1.00	25.00	1.00
58	4065	68.00	68.00	84.00	192.00	153.00	67.00	28.00	27.00	1.00	7.00	1.00	9.00	0.00
59	4066	57.00	62.00	31.00	30.00	25.00	16.00	8.00	4.00	2.00	0.00	0.00	20.00	0.00
60	4067	32.00	43.00	18.00	20.00	11.00	11.00	6.00	5.00	3.00	0.00	0.00	17.00	0.00



↑
OBJETS (RECTANGLES STATISTIQUES)

↑
VARIABLES SUPPLEMENTAIRES

TABLEAU DE CONTINGENCE (1986)

VARIABLES (CLASSES DE TAILLES)

		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	A	M
61	4157	11.00	32.00	56.00	109.00	57.00	47.00	27.00	15.00	7.00	3.00	6.00	5.00	2.00
62	4158	0.00	16.00	88.00	108.00	72.00	38.00	14.00	8.00	8.00	6.00	4.00	0.00	10.00
63	4159	0.00	22.00	94.00	172.00	110.00	36.00	26.00	8.00	8.00	8.00	0.00	0.00	0.00
64	4160	4.00	14.00	100.00	101.00	38.00	6.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
65	4162	0.00	16.00	144.00	480.00	240.00	48.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
66	4163	0.00	0.00	6.00	8.00	16.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
67	4164	43.00	112.00	213.00	188.00	73.00	25.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
68	4165	108.00	326.00	408.00	455.00	445.00	367.00	106.00	49.00	2.00	13.00	0.00	28.00	0.00
69	4166	64.00	88.00	87.00	110.00	111.00	71.00	28.00	15.00	5.00	6.00	3.00	21.00	0.00
70	4167	88.00	79.00	28.00	16.00	21.00	24.00	12.00	8.00	4.00	1.00	0.00	5.00	1.00
71	4257	15.00	11.00	5.00	1.00	3.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00
72	4258	3.00	6.00	17.00	37.00	32.00	22.00	16.00	16.00	20.00	11.00	4.00	0.00	0.00
73	4260	0.00	2.00	20.00	36.00	30.00	4.00	6.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
74	4261	0.00	0.00	4.00	6.00	2.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00
75	4262	73.00	168.00	273.00	130.00	25.00	4.00	0.00	3.00	3.00	2.00	0.00	20.00	0.00
76	4263	50.00	51.00	89.00	67.00	38.00	11.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	12.00	0.00
77	4264	36.00	66.00	230.00	220.00	97.00	42.00	29.00	3.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00
78	4265	3.00	7.00	7.00	17.00	46.00	36.00	14.00	7.00	2.00	3.00	0.00	11.00	0.00
79	4266	18.00	13.00	7.00	11.00	22.00	19.00	12.00	6.00	2.00	0.00	1.00	1.00	0.00
80	4267	2.00	4.00	3.00	8.00	5.00	12.00	7.00	5.00	4.00	4.00	0.00	1.00	0.00
81	4358	4.00	11.00	17.00	32.00	38.00	14.00	6.00	6.00	6.00	0.00	2.00	0.00	0.00
82	4359	18.00	117.00	270.00	484.00	432.00	225.00	144.00	108.00	126.00	18.00	9.00	0.00	0.00
83	4360	0.00	4.00	44.00	76.00	36.00	28.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
84	4361	0.00	4.00	20.00	26.00	40.00	12.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
85	4362	95.00	113.00	192.00	105.00	31.00	12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	162.00	0.00
86	4363	172.00	70.00	154.00	148.00	66.00	12.00	8.00	6.00	0.00	0.00	0.00	13.00	0.00
87	4364	34.00	31.00	92.00	102.00	41.00	24.00	8.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
88	4365	8.00	21.00	1.00	24.00	12.00	13.00	12.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89	4366	0.00	1.00	1.00	4.00	4.00	7.00	7.00	4.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00
90	4367	4.00	4.00	6.00	2.00	6.00	6.00	14.00	10.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00
91	4368	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
92	4456	1.00	7.00	5.00	22.00	9.00	17.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00
93	4457	3.00	0.00	3.00	6.00	3.00	3.00	3.00	0.00	9.00	3.00	0.00	0.00	0.00
94	4458	0.00	7.00	15.00	31.00	56.00	46.00	12.00	9.00	6.00	3.00	1.00	0.00	3.00
95	4459	0.00	2.00	24.00	21.00	8.00	5.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
96	4460	0.00	0.00	8.00	0.00	4.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
97	4461	0.00	3.00	36.00	64.00	34.00	14.00	7.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
98	4462	36.00	160.00	388.00	202.00	46.00	23.00	15.00	2.00	0.00	0.00	0.00	14.00	0.00
99	4463	113.00	66.00	138.00	154.00	58.00	31.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	39.00	0.00
100	4464	2.00	0.00	1.00	10.00	8.00	7.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
101	4557	15.00	17.00	15.00	21.00	16.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
102	4558	7.00	12.00	21.00	19.00	12.00	6.00	5.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.00	0.00
103	4559	0.00	1.00	6.00	4.00	4.00	4.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
104	4560	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	4561	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
106	4562	0.00	3.00	22.00	23.00	13.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
107	4563	3.00	4.00	45.00	36.00	7.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
108	4657	87.00	301.00	388.00	182.00	99.00	29.00	24.00	16.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00
109	4658	0.00	4.00	16.00	11.00	13.00	5.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.00	0.00
110	4659	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
111	4660	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112	4661	0.00	0.00	6.00	8.00	4.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
113	4662	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
114	4757	0.00	0.00	20.00	18.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	4758	0.00	2.00	18.00	64.00	45.00	30.00	25.00	8.00	10.00	4.00	4.00	0.00	4.00
116	4759	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00
117	4760	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
118	4761	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	1.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
119	4857	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	8.00	8.00	10.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00
120	4858	0.00	0.00	32.00	54.00	33.00	31.00	11.00	0.00	4.00	1.00	8.00	0.00	5.00
121	4859	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
122	4861	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
123	4958	0.00	8.00	22.00	52.00	29.00	16.00	12.00	7.00	3.00	6.00	5.00	0.00	0.00
124	4962	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	5058	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	4.00	2.00	0.00	2.00	2.00	4.00	0.00	0.00
126	5059	0.00	1.00	6.00	28.00	19.00	8.00	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00



↑
OBJETS (RECTANGLES STATISTIQUES)

↑
VARIABLES SUPPLEMENTAIRES

LEGENDE VARIABLES

- A = < 10 cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[

- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32 cm

***** ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES *****

VALEURS PROPRES ET VECTEURS PROPRES

1E LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)

2E LIGNE : CONTRIBUTION A L'INERTIE TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

0.1538	0.0737	0.0418	0.0279	0.0226
40.1 %	19.2 %	10.9 %	7.3 %	5.9 %

VECTEURS PROPRES (COEFFICIENT DES VARIABLES DANS L'EQUATION LINEAIRE DES AXES PRINCIPAUX)

B	2.7360	-1.9832	0.6420	-2.6139	1.1870
C	1.5500	-0.7512	-0.1880	1.6735	-1.3729
D	0.6641	1.1754	-0.7127	0.5234	0.6341
E	-0.2559	0.7972	0.1605	-0.6911	-0.0465
F	-0.7068	-0.1477	0.7124	-0.2239	-0.5849
G	-0.8165	-0.8345	0.6373	0.2743	-0.5264
H	-1.0907	-1.4994	0.1283	1.4112	2.8064
I	-1.1032	-1.6889	-0.6738	1.1241	1.2765
J	-1.6061	-2.2458	-6.5833	-2.3828	-2.7576
K	-1.5403	-1.3503	-3.1896	-0.0442	1.9927
L	-1.6559	-0.5752	-5.9496	-1.6853	4.0823



ETUDE DES COLONNES DU TABLEAU

POUR CHAQUE AXE :

1E COLONNE:COORDONNEE

2E COLONNE: COSINUS CARRES (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE: CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

COLONNES

AXES PRINCIPAUX

	AXE 1			AXE 2			AXE 3		
B **	1.073	0.684	35.0 *	-0.538	0.172	18.4 *	0.131	0.010	1.9 *
C **	0.608	0.674	23.9 *	-0.204	0.076	5.6 *	-0.038	0.003	0.4 *
D **	0.260	0.308	8.3 *	0.319	0.462	26.1 *	-0.146	0.096	9.6 *
E **	-0.100	0.117	1.7 *	0.216	0.545	16.9 *	0.033	0.013	0.7 *
F **	-0.277	0.604	10.0 *	-0.040	0.013	0.4 *	0.146	0.167	10.1 *
G **	-0.320	0.445	7.1 *	-0.227	0.223	7.4 *	0.130	0.074	4.3 *
H **	-0.428	0.265	5.6 *	-0.407	0.240	10.6 *	0.026	0.001	0.1 *
I **	-0.433	0.202	2.8 *	-0.459	0.227	6.5 *	-0.138	0.020	1.0 *
J **	-0.630	0.128	3.4 *	-0.610	0.120	6.7 *	-1.347	0.586	57.6 *
K **	-0.604	0.113	1.5 *	-0.367	0.041	1.1 *	-0.652	0.131	6.3 *
L **	-0.650	0.046	0.6 *	-0.156	0.003	0.1 *	-1.217	0.163	7.9 *

ETUDE DES LIGNES DU TABLEAU

POUR CHAQUE AXE

1E COLONNE:COORDONNEE

2E COLONNE: COSINUS CARRES (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE: CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

LIGNES

AXES PRINCIPAUX

			AXE 1		AXE 2		AXE 3				
1	3162	**	-0.783	0.6046	0.9 *	-0.544	0.2926	0.9 *	0.017	0.0003	0.0 *
2	3261	**	0.270	0.1967	0.0 *	-0.260	0.1829	0.1 *	0.119	0.0381	0.0 *
3	3262	**	-0.482	0.3536	0.1 *	-0.377	0.2165	0.1 *	0.257	0.1004	0.1 *
4	3362	**	-0.535	0.0849	0.1 *	-0.423	0.0531	0.1 *	-1.191	0.4208	1.0 *
5	3361	**	-0.356	0.3320	0.2 *	-0.259	0.1760	0.2 *	-0.374	0.3670	0.9 *
6	3363	**	-0.059	0.0355	0.0 *	-0.147	0.2199	0.1 *	-0.073	0.0539	0.0 *
7	3364	**	-0.632	0.1053	1.0 *	-0.682	0.1227	2.5 *	0.084	0.0019	0.1 *
8	3461	**	-0.395	0.1273	0.0 *	-0.706	0.4065	0.3 *	-0.178	0.0259	0.0 *
9	3462	**	-0.470	0.3642	0.2 *	-0.376	0.2330	0.3 *	0.014	0.0003	0.0 *
10	3463	**	-0.490	0.6514	3.9 *	-0.171	0.0796	1.0 *	0.121	0.0395	0.9 *
11	3464	**	-0.017	0.0006	0.0 *	0.201	0.0852	0.4 *	-0.258	0.1398	1.0 *
12	3560	**	0.182	0.0484	0.0 *	-0.500	0.3644	0.6 *	-0.113	0.0187	0.1 *
13	3561	**	-0.238	0.7181	1.8 *	0.074	0.0687	0.4 *	0.060	0.0462	0.4 *
14	3562	**	-0.037	0.0189	0.0 *	0.137	0.2551	0.1 *	-0.027	0.0101	0.0 *
15	3563	**	-0.241	0.3924	0.2 *	0.112	0.0845	0.1 *	-0.024	0.0039	0.0 *
16	3564	**	-0.437	0.4437	1.1 *	-0.283	0.1857	0.9 *	0.276	0.1764	1.6 *
17	3660	**	-0.063	0.2072	0.2 *	0.043	0.0974	0.2 *	0.042	0.0917	0.3 *
18	3661	**	-0.180	0.5425	0.6 *	-0.030	0.0150	0.0 *	0.074	0.0927	0.4 *
19	3662	**	-0.342	0.4189	0.4 *	-0.051	0.0092	0.0 *	0.078	0.0219	0.1 *
20	3663	**	0.031	0.0168	0.0 *	0.200	0.7081	1.9 *	-0.027	0.0126	0.1 *
21	3664	**	-0.401	0.5965	1.1 *	-0.038	0.0052	0.0 *	0.183	0.1245	0.9 *
22	3665	**	-0.330	0.4818	1.2 *	0.022	0.0022	0.0 *	0.033	0.0047	0.0 *
23	3666	**	-0.012	0.0008	0.0 *	-0.223	0.2841	0.2 *	-0.127	0.0919	0.1 *
24	3760	**	-0.010	0.0015	0.0 *	0.189	0.5442	1.0 *	-0.065	0.0632	0.2 *
25	3761	**	-0.394	0.0605	0.7 *	-0.386	0.0580	1.4 *	-1.216	0.5765	24.8 *
26	3762	**	-0.217	0.3104	0.0 *	0.160	0.1693	0.1 *	0.189	0.2346	0.1 *
27	3764	**	-0.021	0.0063	0.0 *	0.180	0.4459	1.0 *	0.037	0.0190	0.1 *
28	3765	**	-0.306	0.6553	0.8 *	-0.021	0.0031	0.0 *	0.129	0.1173	0.5 *
29	3766	**	-0.236	0.3725	0.7 *	-0.165	0.1817	0.7 *	0.093	0.0583	0.4 *
30	3767	**	0.020	0.0032	0.0 *	-0.258	0.5172	1.2 *	0.108	0.0905	0.4 *
31	3768	**	0.893	0.5308	5.4 *	-0.404	0.1087	2.3 *	0.018	0.0002	0.0 *
32	3859	**	0.044	0.0161	0.0 *	0.283	0.6645	0.5 *	-0.110	0.1003	0.1 *
33	3860	**	-0.159	0.2531	0.1 *	0.107	0.1146	0.1 *	-0.119	0.1433	0.2 *
34	3861	**	-0.224	0.4291	0.1 *	0.019	0.0032	0.0 *	0.089	0.0672	0.1 *
35	3862	**	0.111	0.3512	0.0 *	-0.001	0.0001	0.0 *	0.118	0.4002	0.2 *
36	3864	**	-0.309	0.4228	1.3 *	-0.200	0.1772	1.1 *	0.251	0.2793	3.1 *
37	3865	**	-0.421	0.6338	0.8 *	-0.159	0.0906	0.2 *	0.178	0.1130	0.5 *
38	3866	**	0.100	0.1427	0.1 *	-0.177	0.4431	0.9 *	0.101	0.1447	0.5 *
39	3867	**	0.880	0.5885	0.9 *	-0.680	0.3513	1.1 *	0.195	0.0287	0.2 *
40	3868	**	1.053	0.4590	1.2 *	-0.776	0.2493	1.4 *	0.355	0.0523	0.5 *
41	3958	**	-0.384	0.4952	0.2 *	-0.047	0.0073	0.0 *	-0.049	0.0082	0.0 *
42	3959	**	0.168	0.0648	0.1 *	0.608	0.8488	2.8 *	-0.122	0.0340	0.2 *
43	3960	**	-0.159	0.1734	0.1 *	0.315	0.6799	0.6 *	0.072	0.0350	0.1 *
44	3961	**	-0.134	0.0666	0.2 *	0.488	0.8762	5.9 *	0.053	0.0103	0.1 *
45	3962	**	0.181	0.3247	0.1 *	-0.141	0.1983	0.1 *	-0.056	0.0309	0.0 *
46	3963	**	-0.289	0.6481	2.9 *	0.038	0.0114	0.1 *	0.158	0.1928	3.2 *
47	3964	**	-0.582	0.5087	0.5 *	-0.410	0.2525	0.5 *	0.143	0.0307	0.1 *

		AXE 1			AXE 2			AXE 3			
48	3965	**	-0.423	0.4853	0.4 *	-0.313	0.2657	0.5 *	0.126	0.0431	0.1 *
49	3966	**	0.382	0.7074	2.6 *	-0.195	0.1855	1.4 *	0.090	0.0395	0.5 *
50	3967	**	0.986	0.5953	0.6 *	-0.709	0.3079	0.6 *	0.258	0.0406	0.2 *
51	3968	**	1.303	0.2786	0.2 *	-1.247	0.2550	0.4 *	0.442	0.0320	0.1 *
52	4058	**	-0.217	0.5939	0.1 *	0.059	0.0445	0.0 *	0.007	0.0006	0.0 *
53	4059	**	-0.033	0.0061	0.0 *	0.331	0.6122	1.0 *	-0.134	0.1009	0.3 *
54	4060	**	0.004	0.0000	0.0 *	0.677	0.8280	8.1 *	-0.134	0.0326	0.6 *
55	4062	**	-0.605	0.5392	0.5 *	-0.256	0.0964	0.2 *	0.116	0.0199	0.1 *
56	4063	**	0.600	0.9536	1.6 *	0.065	0.0111	0.0 *	-0.060	0.0096	0.1 *
57	4064	**	0.608	0.7974	1.5 *	-0.227	0.1114	0.4 *	0.040	0.0035	0.0 *
58	4065	**	0.087	0.0702	0.1 *	-0.162	0.2398	0.5 *	0.150	0.2051	0.8 *
59	4066	**	0.927	0.6858	2.8 *	-0.594	0.2813	2.4 *	0.089	0.0063	0.1 *
60	4067	**	0.855	0.6298	1.5 *	-0.628	0.3403	1.7 *	-0.031	0.0008	0.0 *
61	4157	**	-0.166	0.1832	0.1 *	-0.081	0.0431	0.1 *	-0.132	0.1155	0.3 *
62	4158	**	-0.219	0.3057	0.2 *	0.200	0.2552	0.4 *	-0.199	0.2537	0.7 *
63	4159	**	-0.242	0.4097	0.4 *	0.214	0.3208	0.6 *	-0.046	0.0151	0.1 *
64	4160	**	0.139	0.0458	0.1 *	0.609	0.8818	2.8 *	-0.095	0.0214	0.1 *
65	4162	**	-0.242	0.1303	0.8 *	0.467	0.4833	5.9 *	0.185	0.0763	1.6 *
66	4163	**	-0.447	0.3820	0.1 *	0.046	0.0040	0.0 *	0.302	0.1738	0.2 *
67	4164	**	0.459	0.6899	1.9 *	0.283	0.2618	1.5 *	-0.070	0.0159	0.2 *
68	4165	**	0.065	0.0540	0.1 *	-0.111	0.1567	0.8 *	0.117	0.1754	1.6 *
69	4166	**	0.230	0.3507	0.4 *	-0.284	0.5343	1.4 *	0.048	0.0151	0.1 *
70	4167	**	1.115	0.5805	4.8 *	-0.901	0.3788	6.5 *	0.075	0.0026	0.1 *
71	4257	**	1.208	0.5649	0.9 *	-0.925	0.3312	1.1 *	0.241	0.0225	0.1 *
72	4258	**	-0.609	0.2221	0.9 *	-0.528	0.1670	1.5 *	-0.912	0.4984	7.7 *
73	4260	**	-0.286	0.2971	0.1 *	0.273	0.2717	0.2 *	0.080	0.0230	0.0 *
74	4261	**	-0.024	0.0009	0.0 *	0.766	0.8822	0.2 *	-0.039	0.0022	0.0 *
75	4262	**	0.846	0.8369	6.7 *	0.194	0.0439	0.7 *	-0.244	0.0697	2.0 *
76	4263	**	0.700	0.9260	2.1 *	-0.002	0.0000	0.0 *	-0.002	0.0000	0.0 *
77	4264	**	0.215	0.2734	0.5 *	0.307	0.5537	2.0 *	-0.046	0.0126	0.1 *
78	4265	**	-0.517	0.4251	0.5 *	-0.476	0.3610	0.9 *	0.200	0.0637	0.3 *
79	4266	**	0.140	0.0297	0.0 *	-0.728	0.7962	1.7 *	0.109	0.0177	0.1 *
80	4267	**	-0.508	0.1499	0.2 *	-0.762	0.3367	0.9 *	-0.568	0.1872	0.9 *
81	4358	**	-0.216	0.2057	0.1 *	-0.161	0.1139	0.1 *	-0.241	0.2561	0.4 *
82	4359	**	-0.371	0.4227	3.7 *	-0.195	0.1169	2.1 *	-0.342	0.3596	11.6 *
83	4360	**	-0.191	0.1435	0.1 *	0.389	0.5930	0.8 *	0.125	0.0618	0.2 *
84	4361	**	-0.279	0.2677	0.1 *	0.182	0.1139	0.1 *	0.244	0.2037	0.3 *
85	4362	**	0.920	0.9645	6.4 *	0.039	0.0018	0.0 *	-0.092	0.0097	0.2 *
86	4363	**	0.899	0.6403	7.1 *	-0.215	0.0366	0.8 *	0.099	0.0078	0.3 *
87	4364	**	0.340	0.6191	0.5 *	0.160	0.1375	0.2 *	0.029	0.0044	0.0 *
88	4365	**	0.130	0.0306	0.0 *	-0.513	0.4741	0.7 *	0.211	0.0800	0.2 *
89	4366	**	-0.781	0.2837	0.3 *	-0.865	0.3476	0.7 *	-0.468	0.1016	0.3 *
90	4367	**	-0.285	0.0312	0.1 *	-0.886	0.3013	1.2 *	0.020	0.0001	0.0 *
91	4368	**	-0.871	0.2573	0.1 *	-0.827	0.2319	0.1 *	0.493	0.0823	0.1 *
92	4456	**	-0.272	0.1302	0.1 *	-0.152	0.0407	0.0 *	-0.000	0.0000	0.0 *
93	4457	**	-0.553	0.0465	0.1 *	-0.889	0.1203	0.7 *	-1.928	0.5656	6.2 *
94	4458	**	-0.555	0.6106	0.8 *	-0.327	0.2124	0.6 *	0.014	0.0004	0.0 *
95	4459	**	-0.023	0.0014	0.0 *	0.475	0.5915	0.4 *	-0.296	0.2293	0.3 *
96	4460	**	-0.085	0.0049	0.0 *	0.235	0.0379	0.0 *	-0.183	0.0228	0.0 *
97	4461	**	-0.204	0.1798	0.1 *	0.393	0.6674	0.7 *	0.094	0.0379	0.1 *
98	4462	**	0.553	0.4714	3.7 *	0.428	0.2825	4.6 *	-0.233	0.0835	2.4 *
99	4463	**	0.691	0.7188	3.7 *	-0.057	0.0049	0.1 *	0.085	0.0110	0.2 *
100	4464	**	-0.380	0.2635	0.1 *	-0.245	0.1096	0.1 *	0.402	0.2945	0.3 *

	AXE 1		AXE 2		AXE 3	
101	4557 **	0.607 0.7259	0.5 *	-0.202 0.0802	0.1 *	0.137 0.0367 0.1 *
102	4558 **	0.199 0.1384	0.0 *	-0.087 0.0262	0.0 *	-0.295 0.3038 0.4 *
103	4559 **	-0.260 0.0952	0.0 *	-0.044 0.0027	0.0 *	-0.014 0.0003 0.0 *
104	4560 **	-1.103 0.0285	0.0 *	-1.689 0.0668	0.2 *	-0.674 0.0106 0.0 *
105	4561 **	-0.228 0.0220	0.0 *	0.158 0.0106	0.0 *	-0.141 0.0085 0.0 *
106	4562 **	0.027 0.0021	0.0 *	0.586 0.9586	0.6 *	-0.022 0.0013 0.0 *
107	4563 **	0.244 0.0983	0.1 *	0.646 0.6873	1.2 *	-0.172 0.0484 0.2 *
108	4657 **	0.675 0.7389	7.1 *	0.073 0.0086	0.2 *	-0.193 0.0607 2.1 *
109	4658 **	-0.203 0.0330	0.0 *	0.117 0.0110	0.0 *	-0.460 0.1693 0.6 *
110	4659 **	-0.706 0.1463	0.0 *	-0.189 0.0105	0.0 *	-0.967 0.2746 0.2 *
111	4660 **	-0.166 0.0323	0.0 *	0.484 0.2738	0.0 *	0.061 0.0044 0.0 *
112	4661 **	-0.199 0.0880	0.0 *	0.388 0.3356	0.1 *	-0.027 0.0016 0.0 *
113	4662 **	-0.235 0.0346	0.0 *	0.318 0.0634	0.0 *	-0.066 0.0027 0.0 *
114	4757 **	-0.068 0.0059	0.0 *	0.571 0.4087	0.5 *	0.032 0.0013 0.0 *
115	4758 **	-0.581 0.6053	1.0 *	-0.191 0.0658	0.2 *	-0.264 0.1253 0.7 *
116	4759 **	-1.124 0.0309	0.2 *	-0.749 0.0137	0.2 *	-1.239 0.0375 0.9 *
117	4760 **	0.664 0.1029	0.0 *	1.175 0.3225	0.1 *	-0.713 0.1186 0.1 *
118	4761 **	-0.430 0.1570	0.0 *	0.094 0.0075	0.0 *	0.143 0.0174 0.0 *
119	4857 **	-1.081 0.2263	0.6 *	-1.316 0.3351	2.0 *	-1.055 0.2157 2.3 *
120	4858 **	-0.428 0.1677	0.4 *	0.106 0.0103	0.1 *	-0.268 0.0657 0.6 *
121	4859 **	-1.103 0.0285	0.0 *	-1.689 0.0668	0.2 *	-0.674 0.0106 0.0 *
122	4861 **	-0.680 0.0425	0.0 *	-0.446 0.0183	0.0 *	-0.257 0.0061 0.0 *
123	4958 **	-0.394 0.2304	0.3 *	-0.024 0.0009	0.0 *	-0.311 0.1438 0.8 *
124	4962 **	1.550 0.2650	0.1 *	-0.751 0.0622	0.1 *	-0.188 0.0039 0.0 *
125	5058 **	-0.873 0.0305	0.2 *	-0.618 0.0153	0.2 *	-2.411 0.2329 5.3 *
126	5059 **	-0.427 0.4333	0.2 *	0.165 0.0648	0.1 *	-0.003 0.0000 0.0 *



COLONNES SUPPLEMENTAIRES

POUR CHAQUE AXE :
 1E COLONNE : COORDONNEE
 2E COLONNE : CORRELATION A L ' AXE (AU CARRE)

COLONNES AXES PRINCIPAUX

	AXE 1	AXE 2	AXE 3
A **	2.068 0.048	* -1.847 0.038	* 0.900 0.009 *
Z **	-0.848 0.014	* -0.648 0.008	* -1.181 0.027 *

ANNEXE E

ACP 1985 : AIDES A L'INTERPRETATION

ACP SUR DONNEES CENTREES REDUITES (MATRICE de CORRELATIONS)

CORRELATIONS

	LNB	LNC	LND	LNE	LNF	LNG	LNH	LNI	LNJ	LNK	LNL	LNM	LNA
LNB	1.000												
LNC	0.745	1.000											
LND	0.539	0.840	1.000										
LNE	0.442	0.726	0.923	1.000									
LNF	0.345	0.591	0.787	0.898	1.000								
LNG	0.271	0.484	0.672	0.794	0.865	1.000							
LNH	0.287	0.445	0.636	0.754	0.836	0.892	1.000						
LNI	0.262	0.296	0.478	0.552	0.660	0.731	0.801	1.000					
LNJ	0.217	0.255	0.380	0.489	0.549	0.644	0.703	0.670	1.000				
LNK	0.197	0.154	0.191	0.246	0.292	0.472	0.496	0.587	0.586	1.000			
LNL	-0.087	-0.035	0.045	0.126	0.204	0.311	0.288	0.440	0.457	0.627	1.000		
LNM	-0.113	-0.100	-0.113	-0.045	0.128	0.195	0.168	0.163	0.339	0.256	0.336	1.000	
LNA	0.357	0.364	0.271	0.218	0.147	0.128	0.138	0.124	0.129	0.126	0.095	-0.053	1.000

DIAGONALISATION

1E LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)

2E LIGNE : CONTRIBUTION A LA VARIATION TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

6.3143	2.3580	1.1999	0.7927	0.6680
48.6 %	18.1 %	9.2 %	6.1 %	5.1 %

VECTEURS PROPRES (COEFFICIENT DES VARIABLES CENTREES REDUITES DANS L'EQUATION LINEAIRE DES AXES PRINCIPAUX)

LNB	-0.2013	-0.3293	-0.4033	-0.1144	0.5372
LNC	-0.2742	-0.3742	-0.1828	-0.1661	0.2122
LND	-0.3288	-0.2905	0.0765	-0.0169	-0.0190
LNE	-0.3531	-0.1917	0.1852	-0.0037	-0.1170
LNF	-0.3576	-0.0576	0.2607	-0.0893	-0.1567
LNG	-0.3589	0.0791	0.2101	-0.0084	-0.1178
LNH	-0.3582	0.0999	0.1879	0.0613	-0.0859
LNI	-0.3158	0.2092	0.0325	0.2419	0.0307
LNJ	-0.2879	0.2752	-0.0541	-0.0492	0.0641
LNK	-0.2175	0.3539	-0.3356	0.2666	0.3189
LNL	-0.1425	0.4398	-0.2900	0.1825	-0.0645
LNM	-0.0600	0.3791	-0.0496	-0.8832	0.0236
LNA	-0.1129	-0.1702	-0.6428	-0.0421	-0.7036

ETUDE DES VARIABLES

1E COLONNE : CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES ET LES AXES PRINCIPAUX
 2E COLONNE : CORRELATIONS AU CARRE

VARIABLES	COMPOSANTES PRINCIPALES					
	AXE 1		AXE 2		AXE 3	
LNB **	-0.5058	0.2558 *	-0.5057	0.2558 *	-0.4418	0.1952 *
LNC **	-0.6890	0.4747 *	-0.5745	0.3301 *	-0.2002	0.0401 *
LND **	-0.8261	0.6825 *	-0.4460	0.1989 *	0.0838	0.0070 *
LNE **	-0.8872	0.7871 *	-0.2944	0.0867 *	0.2029	0.0412 *
LNF **	-0.8987	0.8076 *	-0.0885	0.0078 *	0.2855	0.0815 *
LNG **	-0.9018	0.8133 *	0.1215	0.0148 *	0.2302	0.0530 *
LNH **	-0.9001	0.8102 *	0.1535	0.0235 *	0.2058	0.0424 *
LNI **	-0.7935	0.6297 *	0.3212	0.1032 *	0.0356	0.0013 *
LNJ **	-0.7234	0.5232 *	0.4226	0.1786 *	-0.0593	0.0035 *
LNK **	-0.5466	0.2988 *	0.5434	0.2953 *	-0.3676	0.1352 *
LNL **	-0.3580	0.1282 *	0.6754	0.4561 *	-0.3177	0.1009 *
LNM **	-0.1509	0.0228 *	0.5822	0.3390 *	-0.0544	0.0030 *
LNA **	-0.2836	0.0804 *	-0.2613	0.0683 *	-0.7041	0.4958 *

LEGENDE DES VARIABLES

- A = < 10cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[
- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32cm



ANNEXE F

ACP 1986 : AIDES A L'INTERPRETATION

ACP SUR DONNEES CENTREES REDUITES (MATRICE de CORRELATIONS)

CORRELATIONS

	LNB	LNC	LND	LNE	LNF	LN	LNH	LNI	LNJ	LNK	LNL	LNA	LNZ
LNB	1.000												
LNC	0.838	1.000											
LND	0.592	0.809	1.000										
LNE	0.537	0.776	0.915	1.000									
LNF	0.510	0.748	0.856	0.923	1.000								
LN	0.509	0.733	0.745	0.840	0.916	1.000							
LNH	0.415	0.591	0.626	0.726	0.819	0.881	1.000						
LNI	0.415	0.591	0.509	0.573	0.680	0.760	0.795	1.000					
LNJ	0.265	0.431	0.414	0.497	0.574	0.656	0.668	0.721	1.000				
LNK	0.176	0.369	0.432	0.492	0.565	0.599	0.606	0.660	0.693	1.000			
LNL	-0.006	0.146	0.301	0.316	0.330	0.382	0.353	0.362	0.471	0.465	1.000		
LNA	0.713	0.543	0.282	0.211	0.181	0.215	0.064	0.076	-0.074	-0.042	-0.167	1.000	
LNZ	-0.176	-0.050	0.036	0.055	0.078	0.102	0.104	0.055	0.230	0.184	0.346	-0.169	1.000



DIAGONALISATION

1E LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)

2E LIGNE : CONTRIBUTION A LA VARIATION TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

7.0297	2.2605	0.9352	0.8067	0.5854
54.1 %	17.4 %	7.2 %	6.2 %	4.5 %

VECTEURS PROPRES (COEFFICIENT DES VARIABLES CENTREES REDUITES DANS L'EQUATION LINEAIRE DES AXES PRINCIPAUX)

LNB	-0.2389	-0.4278	-0.1117	0.2890	0.0438
LNC	-0.3162	-0.2876	-0.1124	0.0429	-0.0012
LND	-0.3208	-0.1318	-0.1569	-0.3899	0.1386
LNE	-0.3377	-0.0652	-0.0701	-0.4049	0.0342
LNF	-0.3515	-0.0074	0.0161	-0.3012	-0.0751
LN	-0.3543	0.0321	0.0526	-0.0817	-0.1065
LNH	-0.3280	0.1172	0.1933	-0.0273	-0.2267
LNI	-0.3056	0.1333	0.2838	0.2985	-0.1350
LNJ	-0.2699	0.2832	0.1312	0.3547	-0.0833
LNK	-0.2552	0.2844	0.1482	0.2874	0.0891
LNL	-0.1604	0.3731	-0.3267	0.0920	0.7856
LNA	-0.1035	-0.5098	-0.2810	0.4342	0.0663
LNZ	-0.0387	0.3462	-0.7743	0.0773	-0.5047

ETUDE DES VARIABLES

1E COLONNE : CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES ET LES AXES PRINCIPAUX
 2E COLONNE : CORRELATIONS AU CARRE

VARIABLES	COMPOSANTES PRINCIPALES					
	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4	AXE 5	AXE 6
LNB **	-0.6334	0.4012 *	-0.6432	0.4137 *	-0.1091	0.0117 *
LNC **	-0.8383	0.7028 *	-0.4324	0.1870 *	-0.1097	0.0118 *
LND **	-0.8506	0.7236 *	-0.1982	0.0393 *	-0.1517	0.0230 *
LNE **	-0.8953	0.8015 *	-0.0980	0.0096 *	-0.0678	0.0046 *
LNF **	-0.9320	0.8687 *	-0.0111	0.0001 *	0.0156	0.0002 *
LN **	-0.9394	0.8825 *	0.0482	0.0023 *	0.0509	0.0026 *
LNH **	-0.8695	0.7561 *	0.1762	0.0310 *	0.1870	0.0350 *
LNI **	-0.8103	0.6566 *	0.2004	0.0402 *	0.2745	0.0753 *
LNJ **	-0.7157	0.5122 *	0.4258	0.1813 *	0.1269	0.0161 *
LNK **	-0.6766	0.4578 *	0.4276	0.1828 *	0.1433	0.0205 *
LNL **	-0.4254	0.1809 *	0.5610	0.3148 *	-0.3159	0.0998 *
LNA **	-0.2744	0.0753 *	-0.7664	0.5874 *	-0.2717	0.0738 *
LNZ **	-0.1025	0.0105 *	0.5206	0.2710 *	-0.7488	0.5607 *

LEGENDE DES VARIABLES

- A = < 10cm
- B = [10-12[
- C = [12-14[
- D = [14-16[
- E = [16-18[
- F = [18-20[
- G = [20-22[
- H = [22-24[
- I = [24-26[
- J = [26-28[
- K = [28-30[
- L = [30-32[
- M = > 32cm

ANNEXE G

AFC 1985-1986 : TABLEAU DE CONTINGENCE

AIDES A L'INTERPRETATION

	B85	C85	D85	E85	F85	G85	H85	I85	J85	K85	L85	M85	A85
3162	0.00	15.00	62.00	89.00	117.00	103.00	42.00	30.00	4.00	11.00	12.00	0.00	0.00
3261	1.00	17.00	10.00	10.00	5.00	6.00	4.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00
3262	1.00	7.00	43.00	59.00	39.00	19.00	13.00	14.00	4.00	2.00	2.00	0.00	0.00
3361	0.00	7.00	11.00	9.00	7.00	4.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3362	2.00	26.00	58.00	78.00	73.00	65.00	52.00	27.00	6.00	17.00	4.00	2.00	0.00
3363	0.00	10.00	59.00	67.00	22.00	34.00	7.00	3.00	7.00	2.00	1.00	1.00	0.00
3364	0.00	2.00	20.00	29.00	42.00	50.00	27.00	17.00	4.00	1.00	1.00	1.00	0.00
3461	1.00	6.00	4.00	2.00	4.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3462	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3463	0.00	3.00	4.00	16.00	35.00	17.00	6.00	2.00	4.00	3.00	0.00	0.00	0.00
3464	0.00	33.00	48.00	13.00	22.00	9.00	11.00	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	4.00
3561	2.00	14.00	19.00	51.00	47.00	21.00	7.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
3562	3.00	15.00	22.00	29.00	9.00	8.00	7.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3563	0.00	2.00	4.00	4.00	4.00	6.00	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3564	1.00	38.00	96.00	114.00	75.00	46.00	16.00	7.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3661	26.00	95.00	91.00	159.00	143.00	107.00	32.00	18.00	13.00	0.00	0.00	3.00	0.00
3662	0.00	11.00	17.00	35.00	33.00	17.00	11.00	6.00	3.00	1.00	1.00	1.00	0.00
3664	1.00	49.00	163.00	131.00	134.00	91.00	24.00	17.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3665	4.00	6.00	48.00	95.00	74.00	28.00	15.00	8.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
3666	0.00	46.00	106.00	104.00	70.00	33.00	28.00	6.00	3.00	0.00	0.00	0.00	25.00
3760	0.00	0.00	17.00	90.00	101.00	45.00	23.00	23.00	6.00	6.00	6.00	6.00	0.00
3761	0.00	12.00	25.00	33.00	29.00	9.00	4.00	3.00	3.00	3.00	0.00	0.00	0.00
3762	0.00	0.00	34.00	18.00	42.00	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3765	4.00	118.00	196.00	200.00	136.00	56.00	46.00	8.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00
3766	3.00	48.00	81.00	76.00	58.00	60.00	51.00	41.00	6.00	1.00	1.00	0.00	1.00
3767	24.00	169.00	408.00	360.00	166.00	86.00	38.00	10.00	4.00	4.00	0.00	0.00	1.00
3860	0.00	28.00	157.00	257.00	42.00	129.00	14.00	14.00	14.00	14.00	29.00	0.00	14.00
3861	0.00	12.00	116.00	331.00	155.00	59.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3864	0.00	0.00	24.00	112.00	96.00	52.00	16.00	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3865	0.00	1.00	48.00	56.00	37.00	64.00	27.00	4.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3866	14.00	57.00	190.00	232.00	157.00	106.00	43.00	23.00	9.00	13.00	2.00	0.00	0.00
3867	12.00	36.00	75.00	106.00	92.00	33.00	25.00	13.00	9.00	7.00	1.00	1.00	1.00
3959	0.00	8.00	64.00	48.00	30.00	2.00	8.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3960	0.00	29.00	141.00	186.00	194.00	103.00	52.00	11.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3962	0.00	2.00	7.00	12.00	6.00	3.00	2.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3964	0.00	2.00	13.00	74.00	58.00	40.00	22.00	10.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3965	0.00	0.00	10.00	14.00	44.00	24.00	18.00	22.00	12.00	4.00	1.00	0.00	0.00
3966	13.00	101.00	177.00	218.00	118.00	38.00	40.00	34.00	7.00	2.00	0.00	0.00	0.00
3967	20.00	120.00	539.00	462.00	447.00	273.00	152.00	48.00	73.00	11.00	13.00	0.00	0.00
4059	0.00	174.00	998.00	2122.00	1256.00	264.00	44.00	0.00	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4060	0.00	10.00	198.00	244.00	96.00	22.00	4.00	4.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
4062	0.00	0.00	1.00	4.00	4.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4065	24.00	322.00	622.00	646.00	494.00	126.00	22.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4067	4.00	22.00	85.00	70.00	71.00	78.00	58.00	30.00	12.00	3.00	1.00	0.00	0.00
4159	0.00	0.00	152.00	274.00	126.00	70.00	8.00	12.00	4.00	0.00	4.00	1.00	0.00
4162	0.00	1.00	3.00	8.00	13.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4163	0.00	0.00	4.00	18.00	14.00	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4164	0.00	1.00	12.00	36.00	30.00	16.00	6.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4165	24.00	74.00	374.00	434.00	426.00	86.00	30.00	18.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4166	34.00	104.00	258.00	296.00	24.00	134.00	32.00	18.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00
4167	51.00	66.00	63.00	44.00	22.00	11.00	13.00	10.00	1.00	2.00	0.00	0.00	3.00
4257	1.00	2.00	3.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4258	1.00	13.00	15.00	22.00	8.00	2.00	2.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4262	29.00	122.00	193.00	76.00	18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
4263	19.00	62.00	39.00	34.00	16.00	6.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4264	21.00	174.00	100.00	145.00	48.00	11.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
4265	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4266	0.00	0.00	2.00	4.00	8.00	6.00	2.00	4.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00
4267	0.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4358	0.00	10.00	14.00	10.00	10.00	10.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
4359	0.00	10.00	32.00	32.00	10.00	10.00	4.00	4.00	2.00	4.00	2.00	0.00	0.00
4456	13.00	13.00	8.00	5.00	5.00	5.00	2.00	1.00	3.00	2.00	2.00	0.00	1.00
4457	1.00	2.00	4.00	4.00	2.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4458	0.00	1.00	5.00	12.00	10.00	2.00	1.00	2.00	3.00	1.00	2.00	1.00	0.00
4459	0.00	9.00	35.00	35.00	18.00	7.00	4.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4460	0.00	0.00	12.00	6.00	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4461	6.00	38.00	119.00	18.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4462	13.00	78.00	103.00	38.00	25.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4463	3.00	27.00	30.00	18.00	8.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4558	0.00	4.00	14.00	26.00	28.00	20.00	14.00	8.00	8.00	0.00	0.00	4.00	0.00
4559	1.00	2.00	11.00	7.00	4.00	5.00	2.00	2.00	1.00	0.00	2.00	0.00	0.00
4560	0.00	0.00	1.00	2.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4561	0.00	3.00	3.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00
4562	0.00	37.00	90.00	67.00	17.00	9.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4563	0.00	20.00	28.00	24.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4657	0.00	5.00	18.00	35.00	30.00	14.00	6.00	4.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4658	0.00	3.00	6.00	6.00	11.00	2.00	1.00	9.00	0.00	1.00	2.00	0.00	0.00
4659	0.00	0.00	6.00	6.00	4.00	4.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4660	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4758	0.00	1.00	12.00	16.00	26.00	30.00	20.00	17.00	8.00	4.00	7.00	9.00	0.00
4759	0.00	1.00	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4857	0.00	0.00	0.00	2.00	10.00	11.00	10.00	8.00	6.00	5.00	8.00	3.00	0.00
4858	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	14.00	4.00	2.00	2.00	4.00	2.00	22.00	0.00
4861	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4958	0.00	0.00	0.00	2.00	8.00	4.00	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	2.00	0.00



	004	006	008	010	012	014	016	018	020	022	024	026	028
3162	0.00	0.00	0.00	0.00	23.00	28.00	26.00	18.00	7.00	4.00	3.00	0.00	1.00
3261	1.00	2.00	6.00	3.00	7.00	2.00	5.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3262	0.00	0.00	2.00	2.00	6.00	6.00	8.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3361	0.00	0.00	10.00	23.00	23.00	23.00	19.00	13.00	0.00	7.00	2.00	1.00	0.00
3362	0.00	0.00	1.00	1.00	4.00	2.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00
3363	1.00	6.00	21.00	32.00	38.00	29.00	21.00	18.00	5.00	3.00	1.00	1.00	0.00
3364	0.00	2.00	6.00	16.00	24.00	32.00	16.00	86.00	2.00	2.00	2.00	0.00	0.00
3461	4.00	0.00	3.00	1.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00	1.00	0.00	0.00	2.00
3462	0.00	0.00	4.00	10.00	8.00	20.00	12.00	12.00	4.00	2.00	0.00	0.00	10.00
3463	0.00	1.00	21.00	166.00	208.00	372.00	224.00	99.00	61.00	11.00	20.00	2.00	3.00
3464	4.00	5.00	23.00	89.00	113.00	11.00	11.00	27.00	25.00	3.00	3.00	1.00	0.00
3561	32.00	32.00	113.00	378.00	722.00	488.00	274.00	156.00	54.00	22.00	22.00	0.00	0.00
3562	13.00	1.00	21.00	38.00	44.00	39.00	16.00	7.00	1.00	2.00	2.00	0.00	0.00
3563	7.00	2.00	12.00	64.00	66.00	85.00	30.00	9.00	9.00	5.00	4.00	0.00	0.00
3564	0.00	5.00	19.00	36.00	80.00	108.00	93.00	42.00	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3661	18.00	28.00	128.00	182.00	379.00	360.00	172.00	64.00	30.00	24.00	6.00	0.00	2.00
3662	2.00	0.00	12.00	38.00	40.00	68.00	41.00	11.00	7.00	2.00	0.00	3.00	0.00
3664	2.00	6.00	18.00	42.00	149.00	182.00	62.00	27.00	12.00	10.00	0.00	0.00	1.00
3665	0.00	6.00	37.00	98.00	243.00	180.00	145.00	23.00	20.00	12.00	2.00	11.00	0.00
3666	1.00	2.00	20.00	17.00	19.00	21.00	12.00	8.00	4.00	3.00	1.00	0.00	0.00
3760	1.00	21.00	91.00	241.00	266.00	219.00	65.00	34.00	18.00	9.00	6.00	7.00	2.00
3761	0.00	7.00	23.00	47.00	80.00	51.00	38.00	14.00	3.00	65.00	3.00	1.00	7.00
3762	0.00	0.00	6.00	10.00	28.00	18.00	10.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3765	0.00	10.00	34.00	55.00	197.00	162.00	70.00	36.00	17.00	10.00	1.00	0.00	0.00
3766	3.00	6.00	110.00	112.00	204.00	223.00	162.00	67.00	29.00	8.00	13.00	1.00	0.00
3767	5.00	33.00	104.00	80.00	113.00	154.00	96.00	42.00	11.00	8.00	3.00	0.00	1.00
3860	0.00	3.00	20.00	52.00	72.00	64.00	26.00	8.00	2.00	8.00	4.00	0.00	1.00
3861	1.00	4.00	7.00	36.00	42.00	43.00	25.00	11.00	8.00	0.00	1.00	1.00	0.00
3864	0.00	32.00	64.00	72.00	232.00	328.00	136.00	80.00	32.00	8.00	1.00	0.00	1.00
3865	0.00	5.00	12.00	26.00	73.00	104.00	54.00	22.00	8.00	5.00	0.00	2.00	0.00
3866	12.00	85.00	135.00	133.00	252.00	234.00	122.00	46.00	17.00	16.00	1.00	0.00	1.00
3867	124.00	20.00	22.00	7.00	11.00	8.00	9.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3959	2.00	2.00	22.00	91.00	108.00	28.00	5.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	1.00
3960	0.00	1.00	10.00	51.00	76.00	56.00	2.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
3962	1.00	12.00	13.00	25.00	27.00	23.00	9.00	8.00	3.00	3.00	0.00	0.00	1.00
3964	0.00	1.00	2.00	9.00	13.00	37.00	22.00	11.00	9.00	2.00	1.00	0.00	1.00
3965	0.00	6.00	6.00	13.00	31.00	57.00	20.00	14.00	0.00	2.00	4.00	1.00	0.00
3966	49.00	157.00	220.00	200.00	306.00	205.00	125.00	47.00	15.00	9.00	2.00	1.00	0.00
3967	49.00	12.00	13.00	3.00	5.00	7.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4059	0.00	0.00	30.00	75.00	117.00	45.00	23.00	5.00	7.00	3.00	2.00	3.00	1.00
4060	0.00	0.00	0.00	250.00	234.00	76.00	32.00	16.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00
4062	0.00	0.00	0.00	6.00	28.00	18.00	18.00	16.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00
4065	9.00	68.00	68.00	84.00	192.00	153.00	67.00	28.00	27.00	1.00	7.00	1.00	0.00
4067	17.00	32.00	43.00	18.00	20.00	11.00	11.00	6.00	5.00	3.00	0.00	0.00	0.00
4159	0.00	0.00	22.00	94.00	172.00	110.00	36.00	26.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4162	0.00	0.00	16.00	144.00	480.00	240.00	48.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4163	0.00	0.00	0.00	6.00	8.00	16.00	4.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4164	25.00	43.00	112.00	213.00	188.00	73.00	25.00	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4165	24.00	108.00	326.00	408.00	455.00	445.00	367.00	106.00	49.00	2.00	13.00	0.00	0.00
4166	28.00	64.00	88.00	87.00	110.00	111.00	71.00	28.00	15.00	5.00	6.00	3.00	0.00
4167	21.00	88.00	79.00	28.00	16.00	21.00	24.00	12.00	8.00	4.00	1.00	0.00	0.00
4257	5.00	15.00	11.00	5.00	1.00	3.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4258	0.00	3.00	6.00	17.00	37.00	32.00	22.00	16.00	16.00	20.00	11.00	4.00	10.00
4262	18.00	73.00	168.00	273.00	138.00	25.00	4.00	0.00	3.00	3.00	2.00	0.00	0.00
4263	20.00	58.00	51.00	89.00	67.00	38.00	11.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4264	12.00	36.00	64.00	230.00	220.00	97.00	42.00	29.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00
4265	2.00	3.00	7.00	7.00	17.00	46.00	36.00	14.00	7.00	2.00	3.00	0.00	0.00
4266	11.00	18.00	13.00	7.00	11.00	22.00	19.00	12.00	6.00	2.00	0.00	1.00	0.00
4267	1.00	2.00	4.00	3.00	8.00	5.00	12.00	7.00	5.00	4.00	4.00	0.00	0.00
4358	0.00	4.00	11.00	17.00	32.00	30.00	14.00	6.00	6.00	6.00	0.00	2.00	2.00
4359	0.00	18.00	117.00	270.00	486.00	432.00	225.00	144.00	108.00	126.00	18.00	9.00	0.00
4456	0.00	1.00	7.00	5.00	22.00	9.00	17.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.00	0.00
4457	0.00	3.00	0.00	3.00	6.00	3.00	3.00	3.00	0.00	9.00	3.00	0.00	0.00
4458	0.00	0.00	7.00	15.00	31.00	56.00	46.00	12.00	9.00	6.00	3.00	1.00	4.00
4459	0.00	0.00	2.00	24.00	21.00	8.00	5.00	1.00	1.00	2.00	0.00	0.00	0.00
4460	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	4.00	2.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4461	0.00	0.00	3.00	36.00	64.00	34.00	14.00	7.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
4462	14.00	36.00	160.00	388.00	202.00	46.00	23.00	15.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4463	39.00	113.00	66.00	138.00	154.00	58.00	31.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4558	0.00	7.00	12.00	21.00	19.00	12.00	6.00	5.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
4559	0.00	0.00	1.00	6.00	4.00	4.00	4.00	1.00	3.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4560	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4561	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4562	2.00	0.00	3.00	22.00	23.00	13.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4563	0.00	3.00	4.00	45.00	36.00	7.00	4.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4657	0.00	87.00	301.00	388.00	182.00	99.00	29.00	24.00	16.00	8.00	0.00	0.00	0.00
4658	0.00	0.00	4.00	16.00	11.00	13.00	5.00	2.00	2.00	1.00	1.00	3.00	0.00
4659	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
4660	0.00	0.00	0.00	1.00	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4758	0.00	0.00	2.00	18.00	66.00	45.00	30.00	25.00	0.00	10.00	4.00	4.00	6.00
4759	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	0.00
4857	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	8.00	8.00	18.00	6.00	2.00	0.00	0.00
4858	0.00	0.00	0.00	32.00	54.00	33.00	31.00	11.00	0.00	4.00	1.00	8.00	18.00
4861	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	8.00	8.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4958	0.00	0.00	0.00	22.00	52.00	29.00	16.00	12.00	7.00	3.00	6.00	5.00	0.00

OBJETS (RECTANGLES STATISTIQUES)

VARIABLE SUPPLEMENTAIRE

CONTRIBUTIONS, CORRELATIONS ET COORDONNEES DES VARIABLES SUR LES AXES PRINCIPAUX

ETUDE DES COLONNES DU TABLEAU

POUR CHAQUE AXE :

1E COLONNE:COORDONNEE

2E COLONNE:COSINUS CARRES (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE:CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

COLONNES

AXES PRINCIPAUX

	AXE 1		AXE 2		AXE 3	
B85 **	0.075	0.002	0.0 *	1.000	0.290	4.6 * 0.627 0.114 2.9 *
C85 **	0.304	0.110	1.2 *	0.506	0.303	7.8 * 0.051 0.003 0.1 *
D85 **	0.597	0.751	12.0 *	0.115	0.028	1.1 * -0.092 0.018 1.1 *
E85 **	0.702	0.805	21.5 *	-0.031	0.002	0.1 * -0.254 0.105 10.8 *
F85 **	0.649	0.753	12.3 *	-0.140	0.035	1.4 * -0.094 0.016 1.0 *
G85 **	0.522	0.398	3.9 *	-0.296	0.128	3.0 * 0.380 0.211 7.8 *
H85 **	0.459	0.178	1.3 *	-0.280	0.066	1.1 * 0.731 0.450 12.5 *
I85 **	0.236	0.033	0.2 *	-0.382	0.088	1.1 * 0.900 0.488 9.8 *
J85 **	0.496	0.105	0.4 *	-0.401	0.068	0.6 * 0.877 0.328 4.8 *
K85 **	0.391	0.029	0.1 *	-0.583	0.066	0.6 * 1.429 0.394 5.5 *
L85 **	0.420	0.018	0.1 *	-0.899	0.085	1.2 * 1.321 0.183 4.0 *
M85 **	-0.421	0.005	0.1 *	-1.485	0.056	1.7 * 1.560 0.062 2.9 *
A85 **	0.623	0.014	0.1 *	0.365	0.005	0.1 * 0.492 0.009 0.3 *
A86 **	0.116	0.002	0.0 *	0.991	0.172	6.9 * 1.325 0.307 19.6 *
B86 **	-0.347	0.064	0.8 *	0.997	0.525	16.3 * 0.449 0.106 5.3 *
C86 **	-0.463	0.256	3.4 *	0.615	0.452	14.3 * 0.104 0.013 0.7 *
D86 **	-0.570	0.482	9.6 *	0.393	0.229	10.9 * -0.185 0.051 3.9 *
E86 **	-0.558	0.699	12.8 *	-0.054	0.006	0.3 * -0.173 0.067 4.7 *
F86 **	-0.539	0.604	9.5 *	-0.330	0.227	8.5 * -0.044 0.004 0.2 *
G86 **	-0.517	0.457	4.8 *	-0.372	0.236	5.9 * 0.062 0.006 0.3 *
H86 **	-0.550	0.303	2.6 *	-0.494	0.244	4.9 * 0.165 0.027 0.9 *
I86 **	-0.585	0.265	1.4 *	-0.527	0.215	2.6 * 0.128 0.013 0.3 *
J86 **	-0.753	0.122	1.4 *	-0.721	0.111	3.2 * 0.205 0.009 0.4 *
K86 **	-0.624	0.083	0.4 *	-0.681	0.099	1.2 * 0.180 0.007 0.1 *
L86 **	-0.624	0.051	0.2 *	-0.927	0.113	0.8 * 0.322 0.014 0.2 *



COLONNES SUPPLEMENTAIRES

POUR CHAQUE AXE :

1E COLONNE : COORDONNEE

2E COLONNE : CORRELATION A L' AXE (AU CARRE)

COLONNES

AXES PRINCIPAUX

	AXE 1	AXE 2	AXE 3	AXE 4	AXE 5
M86 **	-0.715 0.015	* -1.259 0.048	* 0.692 0.014	* -0.900 0.025	* 0.816 0.020

2E COLONNE: COSINUS CARRES (QUALITE DE LA REPRESENTATION)
 3E COLONNE: CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

LIGNES

AXES PRINCIPAUX

			AXE 1		AXE 2		AXE 3				
1	3162	**	0.628	0.2922	1.2 *	-0.526	0.2048	1.9 *	0.552	0.2260	3.4 *
2	3261	**	0.286	0.0739	0.0 *	0.316	0.0900	0.1 *	0.300	0.0813	0.1 *
3	3262	**	0.767	0.6301	0.7 *	-0.272	0.0792	0.2 *	0.247	0.0652	0.3 *
4	3361	**	-0.506	0.4292	0.2 *	-0.277	0.1287	0.2 *	-0.030	0.0015	0.0 *
5	3362	**	0.879	0.3290	1.6 *	-0.376	0.0601	0.7 *	0.795	0.2688	5.1 *
6	3363	**	0.143	0.1201	0.0 *	-0.106	0.0653	0.1 *	0.063	0.0232	0.0 *
7	3364	**	0.011	0.0001	0.0 *	-0.635	0.1941	1.8 *	0.524	0.1322	2.0 *
8	3461	**	0.018	0.0002	0.0 *	0.196	0.0256	0.0 *	0.632	0.2654	0.3 *
9	3462	**	-0.699	0.3771	0.2 *	-0.566	0.2467	0.3 *	0.166	0.0212	0.0 *
10	3463	**	-0.826	0.5527	4.3 *	-0.549	0.2441	4.5 *	-0.062	0.0031	0.1 *
11	3464	**	-0.364	0.1929	0.3 *	0.144	0.0302	0.1 *	-0.038	0.0021	0.0 *
12	3561	**	-0.813	0.8365	8.0 *	-0.182	0.0418	1.0 *	-0.125	0.0197	0.7 *
13	3562	**	-0.244	0.1998	0.1 *	0.187	0.1173	0.1 *	0.121	0.0488	0.1 *
14	3563	**	-0.782	0.7274	1.0 *	-0.176	0.0368	0.1 *	-0.020	0.0005	0.0 *
15	3564	**	0.027	0.0035	0.0 *	-0.277	0.3598	0.7 *	-0.042	0.0081	0.0 *
16	3661	**	-0.314	0.5714	1.0 *	-0.096	0.0537	0.2 *	0.035	0.0072	0.0 *
17	3662	**	-0.216	0.1687	0.1 *	-0.315	0.3607	0.4 *	0.071	0.0185	0.0 *
18	3664	**	0.122	0.0806	0.1 *	-0.247	0.3300	0.8 *	-0.034	0.0064	0.0 *
19	3665	**	-0.424	0.4183	0.9 *	-0.307	0.2192	1.2 *	-0.130	0.0394	0.3 *
20	3666	**	0.617	0.1382	1.0 *	0.097	0.0034	0.1 *	0.118	0.0050	0.1 *
21	3760	**	-0.471	0.5673	1.4 *	-0.095	0.0229	0.1 *	-0.029	0.0022	0.0 *
22	3761	**	-0.476	0.0943	0.5 *	-0.349	0.0507	0.6 *	0.024	0.0002	0.0 *
23	3762	**	0.221	0.1070	0.0 *	-0.162	0.0573	0.1 *	-0.229	0.1140	0.2 *
24	3765	**	0.148	0.1401	0.1 *	-0.093	0.0549	0.1 *	-0.089	0.0506	0.2 *
25	3766	**	-0.361	0.3923	0.9 *	-0.222	0.1477	0.8 *	0.152	0.0698	0.6 *
26	3767	**	0.357	0.4565	1.2 *	0.121	0.0520	0.3 *	-0.061	0.0134	0.1 *
27	3860	**	0.506	0.2185	1.2 *	-0.214	0.0391	0.5 *	0.182	0.0283	0.6 *
28	3861	**	0.708	0.6695	2.2 *	-0.156	0.0326	0.3 *	-0.298	0.1189	1.5 *
29	3864	**	-0.431	0.3675	1.2 *	-0.379	0.2843	2.2 *	0.021	0.0009	0.0 *
30	3865	**	-0.092	0.0214	0.0 *	-0.427	0.4616	1.2 *	0.120	0.0363	0.1 *
31	3866	**	-0.053	0.0393	0.0 *	0.032	0.0146	0.0 *	0.096	0.1295	0.3 *
32	3867	**	0.589	0.0785	1.1 *	0.624	0.0883	2.8 *	1.141	0.2949	15.1 *
33	3959	**	-0.169	0.0642	0.1 *	0.215	0.1033	0.2 *	-0.295	0.1945	0.7 *
34	3960	**	0.577	0.6474	1.6 *	-0.179	0.0626	0.4 *	-0.019	0.0007	0.0 *
35	3962	**	-0.499	0.5863	0.2 *	0.153	0.0555	0.0 *	0.031	0.0023	0.0 *
36	3964	**	0.398	0.2274	0.3 *	-0.483	0.3355	0.9 *	0.176	0.0447	0.2 *
37	3965	**	-0.075	0.0053	0.0 *	-0.567	0.3054	1.2 *	0.547	0.2849	1.8 *
38	3966	**	-0.200	0.1463	0.4 *	0.354	0.4572	3.1 *	0.154	0.0871	0.9 *
39	3967	**	0.956	0.7459	10.3 *	-0.046	0.0017	0.1 *	0.397	0.1287	6.8 *
40	4059	**	1.003	0.7980	25.8 *	-0.072	0.0041	0.3 *	-0.405	0.1299	16.0 *
41	4060	**	0.042	0.0039	0.0 *	0.076	0.0130	0.1 *	-0.450	0.4494	4.6 *
42	4062	**	-0.751	0.3641	0.3 *	-0.661	0.2821	0.5 *	-0.050	0.0016	0.0 *
43	4065	**	0.570	0.6594	4.8 *	0.135	0.0371	0.6 *	-0.165	0.0549	1.5 *
44	4067	**	0.484	0.2320	0.7 *	0.092	0.0085	0.1 *	0.710	0.5006	5.7 *
45	4159	**	0.226	0.2432	0.3 *	-0.180	0.1549	0.4 *	-0.243	0.2812	1.3 *
46	4162	**	-0.911	0.4834	4.0 *	-0.187	0.0203	0.4 *	-0.404	0.0952	3.0 *
47	4163	**	0.209	0.0842	0.0 *	-0.401	0.3116	0.2 *	-0.071	0.0098	0.0 *
48	4164	**	-0.633	0.4089	1.6 *	0.562	0.3220	2.9 *	-0.043	0.0019	0.0 *
49	4165	**	-0.142	0.1700	0.4 *	0.061	0.0314	0.2 *	-0.091	0.0703	0.6 *
50	4166	**	0.237	0.1788	0.4 *	0.216	0.1488	0.8 *	0.178	0.1010	0.9 *
51	4167	**	-0.013	0.0001	0.0 *	0.991	0.4084	6.8 *	0.683	0.1938	5.2 *
52	4257	**	-0.508	0.0569	0.1 *	1.318	0.3834	1.1 *	0.899	0.1783	0.8 *
53	4258	**	-0.484	0.1363	0.3 *	-0.481	0.1347	0.7 *	0.040	0.0009	0.0 *



54	4262	**	-0.312	0.0816	0.5 *	0.969	0.7881	11.5 *	-0.047	0.0018	0.0 *
55	4263	**	-0.240	0.0595	0.1 *	0.851	0.7451	4.4 *	0.242	0.0604	0.6 *
56	4264	**	-0.188	0.0690	0.2 *	0.459	0.4106	3.1 *	-0.163	0.0517	0.6 *
57	4265	**	-0.761	0.3841	0.5 *	-0.595	0.2352	0.7 *	0.169	0.0189	0.1 *
58	4266	**	-0.471	0.1404	0.2 *	0.119	0.0090	0.0 *	0.748	0.3545	1.6 *
59	4267	**	-0.817	0.2138	0.2 *	-0.539	0.0931	0.2 *	0.245	0.0192	0.1 *
60	4358	**	-0.376	0.3706	0.1 *	-0.182	0.0868	0.1 *	0.011	0.0003	0.0 *
61	4359	**	-0.878	0.6505	7.9 *	-0.396	0.1325	3.8 *	-0.067	0.0038	0.2 *
62	4456	**	-0.175	0.0134	0.0 *	0.126	0.0070	0.0 *	0.473	0.0976	0.5 *
63	4457	**	-0.393	0.0302	0.0 *	-0.399	0.0311	0.1 *	0.270	0.0142	0.1 *
64	4458	**	-0.621	0.3660	0.4 *	-0.632	0.3796	1.1 *	0.082	0.0064	0.0 *
65	4459	**	0.302	0.3083	0.1 *	0.026	0.0024	0.0 *	-0.210	0.1494	0.1 *
66	4460	**	0.230	0.0508	0.0 *	-0.005	0.0000	0.0 *	-0.157	0.0238	0.0 *
67	4461	**	0.063	0.0041	0.0 *	0.232	0.0552	0.2 *	-0.255	0.0667	0.4 *
68	4462	**	-0.492	0.2181	1.4 *	0.758	0.5179	7.9 *	-0.174	0.0272	0.7 *
69	4463	**	-0.601	0.2142	1.2 *	0.876	0.4546	6.3 *	0.266	0.0419	0.9 *
70	4558	**	0.161	0.0288	0.0 *	-0.193	0.0412	0.1 *	0.439	0.2133	0.8 *
71	4559	**	0.219	0.0513	0.0 *	-0.210	0.0471	0.0 *	0.297	0.0941	0.1 *
72	4560	**	0.535	0.0220	0.0 *	-0.796	0.0488	0.1 *	0.545	0.0229	0.0 *
73	4561	**	0.120	0.0023	0.0 *	-0.206	0.0068	0.0 *	0.559	0.0502	0.1 *
74	4562	**	0.575	0.3781	0.5 *	0.250	0.0716	0.2 *	-0.287	0.0940	0.5 *
75	4563	**	-0.135	0.0253	0.0 *	0.433	0.2600	0.4 *	-0.382	0.2021	0.5 *
76	4657	**	-0.735	0.3269	3.3 *	0.732	0.3237	7.9 *	-0.068	0.0028	0.1 *
77	4658	**	-0.205	0.0248	0.0 *	-0.287	0.0486	0.1 *	0.277	0.0451	0.1 *
78	4659	**	0.697	0.2846	0.1 *	-0.384	0.0866	0.1 *	0.245	0.0351	0.0 *
79	4660	**	0.011	0.0002	0.0 *	0.124	0.0215	0.0 *	-0.370	0.1911	0.0 *
80	4758	**	-0.237	0.0357	0.1 *	-0.756	0.3646	2.5 *	0.637	0.2586	2.8 *
81	4759	**	-0.154	0.0010	0.0 *	-0.702	0.0216	0.1 *	0.292	0.0037	0.0 *
82	4857	**	0.064	0.0005	0.0 *	-1.254	0.2055	1.9 *	1.652	0.3565	5.3 *
83	4858	**	-0.669	0.0434	0.5 *	-0.868	0.0731	2.1 *	0.659	0.0421	1.9 *
84	4861	**	0.195	0.0060	0.0 *	-0.715	0.0804	0.1 *	0.429	0.0290	0.0 *
85	4958	**	-0.760	0.3539	0.5 *	-0.505	0.1564	0.5 *	0.056	0.0019	0.0 *



LEGENDE DES VARIABLES

A85 ou A86 < 10cm
 B85 ou B86 = [10-12[
 C85 ou C86 = [12-14[
 D85 ou D86 = [14-16[
 E85 ou E86 = [16-18[
 F85 ou F86 = [18-20[
 G85 ou G86 = [20-22[
 H85 ou H86 = [22-24[
 I85 ou I86 = [24-26[
 J85 ou J86 = [26-28[
 K85 ou K86 = [28-30[
 L85 ou L86 = [30-32[
 M85 ou M86 > 32cm

ANNEXE H

ACP 1985-1986 : AIDES A L'INTERPRETATION

ACP SUR DONNEES CENTREES REDUITES (MATRICE de CORRELATIONS)

DIAGONALISATION

1E LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)

2E LIGNE : CONTRIBUTION A LA VARIATION TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

10.2594	3.7232	3.2688	1.4537	1.1704
39.5 %	14.3 %	12.6 %	5.6 %	4.5 %

VECTEURS PROPRES (COEFFICIENT DES VARIABLES CENTREES REDUITES DANS L'EQUATION LINEAIRE DES AXES PRINCIPAUX)

B85	-0.1609	0.2914	0.0930	-0.3374	0.1505
C85	-0.2006	0.2653	0.1277	-0.0145	0.1764
D85	-0.2294	0.1923	0.1859	0.2170	0.0638
E85	-0.2574	0.1040	0.1662	0.2773	0.0259
F85	-0.2622	0.0028	0.1755	0.2794	0.0153
G85	-0.2463	-0.0904	0.2367	0.1922	-0.0681
H85	-0.2333	-0.0792	0.2788	0.1325	-0.0937
I85	-0.2112	-0.1444	0.2469	-0.0779	-0.2044
J85	-0.1784	-0.1841	0.2776	-0.0816	0.0439
K85	-0.1183	-0.2116	0.2934	-0.3186	0.0121
L85	-0.0467	-0.2697	0.2687	-0.2036	-0.0807
A85	-0.0555	0.1239	0.0967	-0.2550	-0.0499
A86	-0.1367	0.2979	0.0412	-0.3395	0.1675
B86	-0.2015	0.2354	-0.0886	-0.2872	0.0839
C86	-0.2504	0.1767	-0.1498	-0.1322	0.0871
D86	-0.2282	0.1067	-0.2573	0.1306	0.2072
E86	-0.2504	0.0308	-0.2340	0.1632	0.1115
F86	-0.2614	-0.0465	-0.2278	0.1235	-0.0526
G86	-0.2628	-0.0803	-0.2136	0.0227	-0.0999
H86	-0.2354	-0.1328	-0.2280	-0.0007	-0.2061
I86	-0.2120	-0.1354	-0.1982	-0.0972	-0.2993
J86	-0.1742	-0.2495	-0.1722	-0.2403	-0.0867
K86	-0.1515	-0.1831	-0.1890	-0.2326	-0.1562
L86	-0.0817	-0.2971	-0.1447	0.0664	0.3408
M86	-0.0238	-0.2847	-0.0935	-0.0913	0.4003
M85	-0.0189	-0.3121	0.0768	-0.0010	0.5691



ETUDE DES VARIABLES

1E COLONNE : CORRELATIONS ENTRE LES VARIABLES ET LES AXES PRINCIPAUX
 2E COLONNE : CORRELATIONS AU CARRE

VARIABLES	COMPOSANTES PRINCIPALES					
	AXE 1		AXE 2		AXE 3	
B85 **	-0.5155	0.2657 *	0.5624	0.3163 *	0.1682	0.0283 *
C85 **	-0.6425	0.4129 *	0.5118	0.2620 *	0.2308	0.0533 *
D85 **	-0.7348	0.5399 *	0.3710	0.1376 *	0.3361	0.1130 *
E85 **	-0.8243	0.6795 *	0.2008	0.0403 *	0.3005	0.0903 *
F85 **	-0.8399	0.7053 *	0.0054	0.0000 *	0.3173	0.1007 *
G85 **	-0.7888	0.6222 *	-0.1743	0.0304 *	0.4280	0.1832 *
H85 **	-0.7473	0.5585 *	-0.1529	0.0234 *	0.5041	0.2541 *
I85 **	-0.6765	0.4576 *	-0.2787	0.0777 *	0.4463	0.1992 *
J85 **	-0.5714	0.3266 *	-0.3553	0.1262 *	0.5019	0.2519 *
K85 **	-0.3790	0.1436 *	-0.4082	0.1667 *	0.5305	0.2814 *
L85 **	-0.1494	0.0223 *	-0.5204	0.2708 *	0.4858	0.2360 *
A85 **	-0.1779	0.0316 *	0.2391	0.0572 *	0.1749	0.0306 *
A86 **	-0.4379	0.1917 *	0.5748	0.3303 *	0.0745	0.0056 *
B86 **	-0.6456	0.4167 *	0.4542	0.2063 *	-0.1603	0.0257 *
C86 **	-0.8021	0.6434 *	0.3410	0.1163 *	-0.2708	0.0734 *
D86 **	-0.7309	0.5342 *	0.2060	0.0424 *	-0.4651	0.2164 *
E86 **	-0.8020	0.6432 *	0.0594	0.0035 *	-0.4231	0.1790 *
F86 **	-0.8373	0.7011 *	-0.0897	0.0080 *	-0.4119	0.1697 *
G86 **	-0.8419	0.7087 *	-0.1549	0.0240 *	-0.3863	0.1492 *
H86 **	-0.7541	0.5687 *	-0.2562	0.0657 *	-0.4122	0.1699 *
I86 **	-0.6791	0.4612 *	-0.2613	0.0683 *	-0.3583	0.1284 *
J86 **	-0.5579	0.3113 *	-0.4815	0.2318 *	-0.3113	0.0969 *
K86 **	-0.4852	0.2354 *	-0.3533	0.1248 *	-0.3417	0.1167 *
L86 **	-0.2617	0.0685 *	-0.5733	0.3287 *	-0.2615	0.0684 *
M86 **	-0.0762	0.0058 *	-0.5493	0.3018 *	-0.1690	0.0286 *
M85 **	-0.0606	0.0037 *	-0.6023	0.3627 *	0.1388	0.0193 *



LEGENDE DES VARIABLES

A85 ou A86 < 10cm
 B85 ou B86 = [10-12[
 C85 ou C86 = [12-14[
 D85 ou D86 = [14-16[
 E85 ou E86 = [16-18[
 F85 ou F86 = [18-20[
 G85 ou G86 = [20-22[
 H85 ou H86 = [22-24[
 I85 ou I86 = [24-26[
 J85 ou J86 = [26-28[
 K85 ou K86 = [28-30[
 L85 ou L86 = [30-32[
 M85 ou M86 > 32cm

VALEURS PROPRES ET VECTEURS PROPRES

1E LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)
 2E LIGNE : CONTRIBUTION A L'INERTIE TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

0.3210	0.1346	0.0841	0.0514	0.0440
36.6 %	15.4 %	9.6 %	5.9 %	5.0 %

VECTEURS PROPRES (COEFFICIENT DES VARIABLES DANS L'EQUATION LINEAIRE DES AXES PRINCIPAUX)

B85	0.1319	2.7255	2.1622	1.8477	3.3032
C85	0.5370	1.3788	0.1763	0.5363	2.3368
D85	1.0543	0.3123	-0.3172	0.1353	0.7152
E85	1.2389	-0.0835	-0.8762	0.0268	-0.3529
F85	1.1462	-0.3811	-0.3232	0.0210	-0.8400
G85	0.9218	-0.8061	1.3115	-0.5511	0.0019
H85	0.8107	-0.7630	2.5210	-0.6305	-0.0395
I85	0.4157	-1.0404	3.1039	-0.9426	0.0470
J85	0.8759	-1.0919	3.0256	-1.2432	-0.5720
K85	0.6896	-1.5893	4.9295	-3.4245	0.9419
L85	0.7418	-2.4514	4.5564	-5.5515	2.2628
M85	-0.7430	-4.0468	5.3812	-18.2591	-0.7360
A85	1.0994	0.9956	1.6962	-1.2004	9.8570
A86	0.2052	2.7019	4.5705	3.1886	-5.3749
B86	-0.6133	2.7182	1.5485	0.7614	-0.1374
C86	-0.8176	1.6774	0.3589	-0.3852	0.1498
D86	-1.0055	1.0703	-0.6397	-1.3309	-0.2240
E86	-0.9840	-0.1458	-0.5951	-0.3228	-0.4436
F86	-0.9520	-0.9004	-0.1509	0.7388	-0.2382
G86	-0.9131	-1.0132	0.2126	1.0596	0.1105
H86	-0.9715	-1.3467	0.5706	0.8151	0.4849
I86	-1.0329	-1.4354	0.4422	1.2689	1.1342
J86	-1.3294	-1.9638	0.7053	0.7650	3.7251
K86	-1.1005	-1.8560	0.6220	1.1491	2.5128
L86	-1.1008	-2.5252	1.1113	-4.9307	0.4859

ANNEXE I

RAPPEL DES EQUATIONS FONDAMENTALES DU MODELE DE RICKER (1945, 1958)

Le stock est considéré comme un système clos dont la biomasse (masse cumulée des individus qui le composent) évolue sous l'effet de quatre facteurs primaires (MESNIL, 1980) :

- la croissance et le recrutement qui concourent à augmenter la biomasse ;
- les mortalités (naturelle et par pêche) qui tendent à la diminuer ;

Ces facteurs combinés entre eux permettent de traduire en équations les principaux phénomènes intervenant dans la vie d'une cohorte (dans les eaux tempérées, individus nés la même année d'une même saison de ponte). Les équations sont résumées ci dessous.

1 - Equation de survie

La diminution des effectifs d'une cohorte au cours d'un intervalle de temps i se traduit par l'équation suivant :

$$N_{t+i} = N_t e^{-(Z_i \times i)}$$

où N_{t+i} = nombre de survivants de la cohorte à l'instant $t + i$
 N_t = nombre de survivants de la cohorte à l'instant t
 Z_i = taux de mortalité totale égal à la somme des mortalités naturelles (M_i) et par pêche (F_i) dans l'intervalle i

2 - Equation des captures

La capture en nombre (C_i) sur un intervalle i est égale à :

$$C_i = \frac{F_i}{Z_i} \times (N_t - N_{t+i})$$

où $\frac{F_i}{Z_i}$ est le taux d'exploitation sur l'intervalle i ;
il détermine la part des décès dûs à la pêche.

ce qui entraîne :

$$C_i = \frac{F_i}{Z_i} \times N_t (1 - e^{-Z_i \times i})$$

3 - Biomasses

3.1 - Biomasse totale de la cohorte

En gardant les mêmes notations que précédemment, la biomasse de la cohorte, c'est à dire le poids moyen total développé par la cohorte à un instant t , est égale à :

$$B_t = N_t \times W_t$$

où N_t est l'effectif de la cohorte à l'instant t

W_t est le poids moyen individuel dans la cohorte à l'instant t

La valeur de W_t se détermine à partir des poids moyens aux âges (paragraphe 4.2.3), et à partir de l'équation de survie.

Si l'on représente l'évolution de la biomasse développée par une cohorte tout au long de son existence, elle croît pendant les premières années (mortalité naturelle inférieure à la croissance), atteint un maximum (voisin de l'âge de première reproduction de l'animal) puis décroît (mortalité naturelle supérieure à la croissance).

3.2 - Biomasse féconde

Une autre biomasse est couramment calculée : la biomasse féconde (BF); elle correspond au poids total de femelles sexuellement mûres au moment de la ponte ce qui équivaut à un instant t à pondérer par un coefficient de maturité la biomasse totale de la cohorte (LAUREC et LEGUEN, 1981). Dans notre étude, ce coefficient sera égal au pourcentage de femelles sexuellement mûres aux différents âges (voir les ogives de maturité du paragraphe 3.5) :

$$BF_t = B_t \times O_t \times \frac{1}{100}$$

où B_t est la biomasse de femelles à l'instant t

O_t est le pourcentage de femelles sexuellement mûres à l'instant t

Dans un but simplificateur, le recrutement (R) est supposé constant. On appelle recrutement le processus par lequel la fraction la plus jeune de la population s'intègre pour la première fois à l'ensemble des poissons accessibles. La croissance et la mortalité seront supposées indépendantes de la taille du stock et la maturité non affectée par la densité.

3.3 - Fécondité relative

C'est le rapport de la biomasse féconde d'une cohorte exploitée (F différent de 0) par rapport à celle d'un stock vierge (F égal à 0).

Le suivi de l'évolution de ce pourcentage renseigne sur le seuil d'exploitation au delà duquel le stock fécond risque de poser des problèmes de renouvellement (aux environs de 25 % d'après LAUREC (comm. pers.)).

4 - Rendement par recrue total

Ce paramètre correspond au poids moyen individuel d'un individu capturé.

A partir de l'équation des captures et de la croissance en poids, la capture en poids d'une cohorte au cours du ième intervalle est égale à :

$$Y_i = \frac{F_i \times N_i \times W_i}{(G_i - Z_i)} (B_{i+1} - B_i)$$

- où F_i est le taux de mortalité par pêche dans l'intervalle i
 G_i est le taux relatif de croissance pondérale relative dans l'intervalle i
 N_i est le nombre d'individus dans l'intervalle i
 W_i est le poids moyen individuel dans l'intervalle i
 B_{i+1} est la biomasse de la cohorte au temps $i+1$
 B_i est la biomasse de la cohorte au temps i

Ainsi, dans l'intervalle de temps i , le rendement en poids par individu sera égal à Y_i / N_i .

5 - Prises par unités d'effort

En l'absence de données précises quantifiant l'effort de pêche, ROTSCILD (1977) et LAUREC, LEGUEN (1981) conseillent de le rapprocher de la valeur de F ; ce qui implique que sur un intervalle de temps i , les prises par unité d'effort (U_i) seront égales à :

$$U_i = \frac{Y_i}{F_i C_i}$$

- où Y_i est le poids de la cohorte i
 F_i est la mortalité par pêche sur i
 C_i est le nombre d'individus capturés sur i

Le suivi de l'évolution de cet indice permet de chiffrer le coût global d'une modification du diagramme d'exploitation.

2.3 - Fécondité relative

C'est le rapport de la biomasse récoltée d'une cohorte exploitée (Y) différent de 0) par rapport à celle d'un stock vierge (E égal à 0). Le suivi de l'évolution de ce pourcentage renseigne sur le seul d'exploitation au cours duquel le stock récolté risque de poser des problèmes de renouvellement (aux environs de 25 % d'après LAUREL (com. pers.)).

4 - Rendement par pêcheur (R)

Le rendement correspond au poids moyen individuel d'un individu capturé.

A partir de l'équation des captures et de la croissance en poids, la capture en poids d'une cohorte au cours de l'intervalle est égale à :

$$Y = \frac{E \times M \times M}{(E - R)}$$

- 0) est le taux de mortalité par pêche dans l'intervalle Δt
- 1) est le taux relatif de croissance ombocentrique dans l'intervalle Δt
- 2) est le poids individuel dans l'intervalle Δt
- 3) est le poids moyen individuel dans l'intervalle Δt
- 4) est la biomasse de la cohorte au temps t_1
- 5) est la biomasse de la cohorte au temps t_2

Ainsi, dans l'intervalle de temps Δt , le rendement en poids par individu sera égal à $Y \times M$.

5 - Effort par unité d'effort

On dispose de données précises quantifiant l'effort de pêche (nombre de bateaux, heures de pêche) et le rendement de la pêche (la valeur de Y qui indique dans un intervalle de temps Δt , les prises par unité d'effort (U)) selon l'équation :

$$Y = \frac{P}{E}$$

- 0) Y est le poids de la cohorte
- 1) est la mortalité par pêche sur Δt
- 2) est le nombre d'individus capturés sur Δt

Le suivi de l'évolution de cet indice permet de chiffrer le coût global d'une modification du diagramme d'exploitation.

ANNEXE J

COMPLEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES SUR L'ESPECE

A - REGIME ALIMENTAIRE

L'alimentation de la Limande a été étudiée sur la plus grande partie de son aire de répartition, de la baie de Douarnenez aux fjords norvégiens.

D'après LAST (1978), la larve possède encore son sac vitellin lorsqu'elle commence à se nourrir. Son régime alimentaire est alors essentiellement composé de Dinoflagellés, Tintinides et Nauplii de Copépodes. Sa recherche alimentaire, active du lever du soleil à son coucher, stoppe dès la tombée de la nuit.

En mer du Nord et en Manche, les individus adultes se nourrissent principalement de Mollusques, de Polychètes et parfois d'Ascidies (ARNTZ, 1971 ; BRABER, 1973 ; LEAUTE, 1986) ; en baie de Douarnenez les Echinodermes viennent compléter leur régime alimentaire (QUINIOU, 1978). Néanmoins, il semble que leur alimentation varie selon les saisons (LANDE, 1976) : en automne et en hiver les limandes se nourrissent essentiellement de Polychètes et de quelques Ascidies, alors qu'au printemps elles se nourrissent principalement de Mollusques. Très peu de poissons sont consommés par les limandes, par contre leurs oeufs se rencontrent fréquemment dans les contenus stomacaux.

La composition spécifique des estomacs examinés, suggère une technique d'alimentation se rapprochant plutôt de la cueillette que de la chasse active laissant ainsi penser que les limandes doivent fouiller la surface du sédiment et aspirer leurs proies (DESAUNAY et BEILLOIS, 1976). Cette remarque se trouve confirmée par l'étude de l'anatomie comparée du système digestif des poissons plats qui indique que la Limande repère ses proies aussi bien l'aide de son système olfactif que visuel (de GROOT, 1967).

D'autres travaux plus ponctuels ont été entrepris sur le taux d'alimentation (PANDIAN, 1970), sur la microflore intestinale (SHRIVASTAVA, 1966) ou bien sur les Trématodes infestant le tube digestif de Limanda limanda (KØIE, 1983).

B - MALADIES ET NECROSES

Depuis une dizaine d'années, de nombreux scientifiques s'interrogent quant aux relations liant les maladies et nécroses observées sur les poissons et les rejets de polluants en mer.

En mer du Nord et en Baltique, la Limande, par son abondance dans les zones peu profondes (moins de 20 mètres) et ses liens étroits avec le sédiment, est l'une des principales espèces contaminées. C'est pourquoi chez cette espèce, l'apparition de maladies et de parasitoses diverses est suivie de très près (DETHLEFSEN, 1980 ; DETHLEFSEN et WATERMANN, 1980).

Ce sont d'après SMIGIELSKI (1978), MÖLLER (1981), MAGGI (1983) et DESMARCHELIER (1984) :

- (1) des malformations de la colonne vertébrale
- (2) des ulcérations du tégument entraînant la formation de nécroses
- (3) des érosions des nageoires dues à une bactérie du genre *Aeromonas* qui provoque la formation d'une plaie ouverte qui est alors attaquée par d'autres microorganismes. De nombreux cas d'érosions de nageoires ont été observés sur les côtes bretonnes après la catastrophe de l'"Amoco Cadiz"
- (4) des nodules sous formes de concrétions blanchâtres, s'attaquant au tube digestif, provoqués par une infection de microsporidies.

Certains auteurs mettent en relation les modifications histologiques du foie et de la rate avec la présence en quantité importante d'ions Fe^{+++} dans les macrophages (BUCKE, 1984). D'autres, comme WESTERHAGEN (1980) ont étudié les modifications intervenant lorsque l'on soumet les limandes à des doses de Calcium de plus en plus élevées. Enfin, il semble qu'une pollution par hydrocarbures entraîne de graves perturbations au niveau de la vitellogenèse (MIOSSEC, 1982).

LISTE DES FIGURES

	n° page
Fig. 1 : Critères d'identification de <u>Limanda limanda</u> L. 1758 (d'après NIJSSEN et de GROOT (1980)	12
Fig. 2 : Distribution géographique de <u>Limanda limanda</u> L. (d'après DENIEL, 1981)	12
Fig. 3 : Secteurs de travail des chalutiers artisans boulonnais et étaplois (Seuls les principaux bancs de sable sont notés)	14
Fig. 4 : Secteurs C.I.E.M. en Mer du Nord Carte bathymétrique simplifiée établie à partir de documents IFREMER	14
Fig. 5 : Plan d'échantillonnage d'un trait de chalut à bord au cours d'un chalutage expérimental	20
Fig. 6 : Détermination de la maturité sexuelle d'une Limande femelle par observation en transparence de ses ovaires (d'après HOLDEN, 1974)	26
Fig. 7 : Détermination graphique de la taille et de l'âge de la première reproduction à partir d'une ogive de maturité	26
Fig. 8 : Labyrinthe de l'oreille interne de Morue (<u>Gadus morhua</u>) Relation entre les canaux semi-circulaires et les chambres de l'otolithe (d'après BLACKER, 1974)	29
Fig. 9 : Formes de quelques sagitta de pleuronectiformes	30
Fig. 10 : Morphologie externe d'un otolithe de Morue (<u>Gadus morhua</u>) (BLACKER, 1974)	30
Fig. 11 : Position anatomique des sagitta de <u>Limanda limanda</u> Vue frontale : otolithes présents dans les capsules otiques après section du neurocrâne selon l'axe A-B ...	33
Fig. 12 : Suivi des dépôts sur les otolithes de <u>Limanda limanda</u> Vérification de la simultanéité d'apparition des dépôts et des saisons	34
Fig. 13 : Relation taille-poids	40
Fig. 14 : Méthode graphique de calcul de la courbe de croissance en poids à partir de la courbe de croissance en taille et de la relation taille-poids	41

Fig. 15 : Désignation des rectangles statistiques en mer du Nord (numérotés de E7 à F8 et de 31 à 51) Secteurs de chalutage des différents pays participant à la campagne I.Y.F.S.	42
Fig. 16 : Larves de <u>Limanda limanda</u> L. venant de Mer du Nord (origine : mer du Nord-Fiches d'identification C.I.E.M. NICHOLS, 1971)	52
Fig. 17 : Post-larves de <u>Limanda limanda</u> L. venant de la Mer du Nord (origine : mer du Nord-Fiches d'identification C.I.E.M. NICHOLS, 1971)	52
Fig. 18 : Evolution mensuelle moyenne des stades sexuels des femelles en fonction de l'âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)	58
Fig. 19 : Comparaison entre les évolutions mensuelles moyennes des stades sexuels des femelles matures et des femelles immatures (moyenne sur trois cycles de reproduction)	59
Fig. 20 : Tailles de première reproduction des limandes femelles de Manche orientale	60
Fig. 21 : Ages de première reproduction des limandes femelles de Manche orientale	60
Fig. 22 : Evolution mensuelle du RGS des femelles par groupe d'âge (de septembre 1983 à septembre 1986)	62
Fig. 23 : Evolution mensuelle moyenne du RGS des femelles par groupe d'âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)	62
Fig. 24a : Evolution du RGS moyen par stade sexuel des femelles matures (de plus de 2 ans)	63
Fig. 24b : Suivi des évolutions des poids des gonades et des poids vides pour les individus aux stades III et IV (mois de Février, Mars et Avril)	63
Fig. 25 : Evolution du RGS moyen des femelles au cours d'une année en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)	64
Fig. 26 : Evolution mensuelle du RHS des femelles par groupe d'âge (de septembre 1983 à septembre 1986)	67
Fig. 27 : Evolution mensuelle moyenne du RHS des femelles en fonction de leur âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)	67
Fig. 28 : Comparaison de l'évolution mensuelle moyenne du RHS des femelles matures et des modifications d'aspects externe du foie	67

Fig. 29 : Evolution du RHS moyen des femelles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et Manche orientale (cette étude)	68
Fig. 30 : Evolution mensuelle du coefficient de condition des femelles matures (moyenne sur trois cycles de reproduction)	68
Fig. 31 : Evolution du coefficient de condition moyen des femelles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)	68
Fig. 32 : Evolutions comparatives des indices, rapports et observations macroscopiques des limandes femelles matures (de plus de 2 ans)	70
Fig. 33 : Evolution mensuelle moyenne des stades sexuels des mâles matures (de 2 ans et plus) (moyenne sur trois cycles)	74
Fig. 34 : Taille de première reproduction des limandes mâles en Manche orientale	74
Fig. 35 : Age de première reproduction des limandes mâles en Manche orientale	75
Fig. 36 : Evolution mensuelle du RGS des mâles en fonction de leur âge (de septembre 1983 à septembre 1986)	75
Fig. 37 : Evolution mensuelle moyenne du RGS des mâles en fonction de leur âge (moyenne sur trois cycles de reproduction)	76
Fig. 38 : Evolution du RGS moyen des mâles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)	76
Fig. 39 : Evolution mensuelle moyenne du RHS des mâles	78
Fig. 40 : Evolution mensuelle moyenne du coefficient de condition des mâles matures (2 ans et plus)	78
Fig. 41 : Evolution du coefficient de condition des mâles en baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), en mer du Nord (HTUN HAN, 1978) et en Manche orientale (cette étude)	78
Fig. 42 : Evolutions comparatives des indices, rapports et observations macroscopiques des limandes mâles	79
Fig. 43 : Aires et périodes de ponte de la Limande (d'après DENIEL, 1981 ; LEE, 1972 ; ORTEGA-SALAS, 1980 ; JONSSON, 1966)	80
Fig. 44 : Croissance en longueur des Limandes femelles en Manche orientale (calculs réalisés à partir des clés pondérées par les captures)	85

Fig. 45 : Croissance en longueur des Limandes mâles en Manche orientale (calculs réalisés à partir des clés pondérées par les captures)	85
Fig. 46 : Comparaison des courbes de croissance des limandes femelles baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), Manche orientale (cette étude) mer du Nord (LEE, 1972)	86
Fig. 47 : Comparaison des courbes de croissance des limandes mâles baie de Douarnenez (DENIEL, 1981), Manche orientale (cette étude) mer du Nord (LEE, 1972)	86
Fig. 48 : Relation taille-poids des limandes femelles de Manche orientale	88
Fig. 49 : Relation taille poids des limandes mâles de Manche orientale	88
Fig. 50 : Répartition des abondances moyennes des limandes de Mer du Nord au cours du premier trimestre (moyenne sur trois années 1984-1985-1986)	94
Fig. 51 : Abondance des limandes du groupe 1 (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	94
Fig. 52 : Abondance des limandes du groupe 2 (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	96
Fig. 53 : Abondance des limandes du groupe 3 (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	96
Fig. 54 : Abondance des limandes du groupe 4 (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	97
Fig. 55 : Abondance des limandes du groupe 5+ (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	97
Fig. 56 : Pourcentages de Limandes capturées à différentes profondeurs au cours des campagnes IYFS en mer du Nord (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	98
Fig. 57 : Pourcentages des groupes d'âges de Limandes capturées à différentes profondeurs au cours des campagnes IYFS en mer du Nord (moyenne sur trois années : 1984-1985-1986)	98
Fig. 58 : Densités de Limandes capturées à différentes profondeurs en mer du Nord et Baltique (POULSEN, 1933)	100
Fig. 59 : AFC (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-2	104
Fig. 60 : AFC (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-2	105
Fig. 61 : AFC (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-3	106

Fig. 62 : AFC (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-3	107
Fig. 63 : AFC (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 2-3	108
Fig. 64 : AFC (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 2-3	109
Fig. 65 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1-2 (AFC 1985)	110
Fig. 66 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1-2 (AFC 1986)	110
Fig. 67 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1 - 3 (AFC 1985)	111
Fig. 68 : Groupements des variables et des objets dans le plan défini par les axes 1 - 3 (AFC 1985)	111
Fig. 69 : Groupements des variables et des objets dans l'espace défini par les axes 1 , 2 et 3 (AFC 1985)	112
Fig. 70 : Groupements des variables et des objets dans l'espace défini par les axes 1 , 2 et 3 (AFC 1986)	112
Fig. 71 : ACP (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-2.....	114
Fig. 72 : ACP (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-2.....	114
Fig. 73 : ACP (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 1-3.....	115
Fig. 74 : ACP (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 1-3.....	115
Fig. 75 : ACP (1985) (variables B à M). Projection sur le plan 2-3.....	116
Fig. 76 : ACP (1986) (variables B à L). Projection sur le plan 2-3.....	116
Fig. 77 : AFC (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-2 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	118
Fig. 78 : AFC (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-3 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	119
Fig. 79 : AFC (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 2-3 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	120
Fig. 80 : ACP (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-2 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	121
Fig. 81 : ACP (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 1-3 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	122
Fig. 82 : ACP (1985 et 1986 cumulés) Projection sur le plan 2-3 (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	123

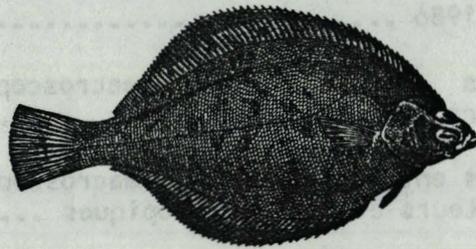
Fig. 83 : Histogrammes de distribution des tailles moyennes dans les groupements définis par l'analyse factorielle (année 1985) Plan défini par les axes 1-2 de l'analyse	127
Fig. 84 : Histogrammes de distribution des tailles moyennes dans les groupements définis par l'analyse factorielle (année 1986) Plan défini par les axes 1-2 de l'analyse	127
Fig. 85 : Cartographie des rectangles statistiques en fonction des regroupements définis par l'analyse factorielle sur l'année 1985	128
Fig. 86 : Cartographie des rectangles statistiques en fonction des regroupements définis par l'analyse factorielle sur l'année 1986	129
Fig. 87 : Courants de fond et flux en mer du Nord (débit en km ³ /an) (d'après HILL & DICKSON, 1978)	130
Fig. 88 : Représentation des variables sur le plan 1-2 de l'AFC (1985 et 1986 cumulées) et des flux (km ³) (variables de A85 à L85 et de A86 à L86)	130
Fig. 89 : Comparaison des tailles moyennes aux âges calculées par rétrocalcul sur les otolithes et par les clés taille-âge Limandes de mer du Nord	144
Fig. 90 : Résolution graphique du calcul de la mortalité totale (Z) des limandes de mer du Nord (données IYFS 1986)	145
Fig. 91 : Résolution graphique du calcul de la mortalité naturelle (M) à partir des travaux de JONSSON (1966) en Islande	146
Fig. 92 : Evolution de la biomasse totale avec l'âge Scénario A : M = 0,4	153
Fig. 93 : Evolution des rendements par recrues Scénario A : M = 0,4	153
Fig. 94 : Evolution de la biomasse féconde Scénario A : M = 0,4	154
Fig. 95 : Evolution des captures par unité d'effort Scénario A : M = 0,4	154
Fig. 96 : Evolution de la biomasse totale avec l'âge Scénario B : M = 0,7	156
Fig. 97 : Evolution des rendements par recrues Scénario B : M = 0,7	156
Fig. 98 : Evolution de la biomasse féconde Scénario B : M = 0,7	157
Fig. 99 : Evolution des captures par unité d'effort Scénario B : M = 0,7	157

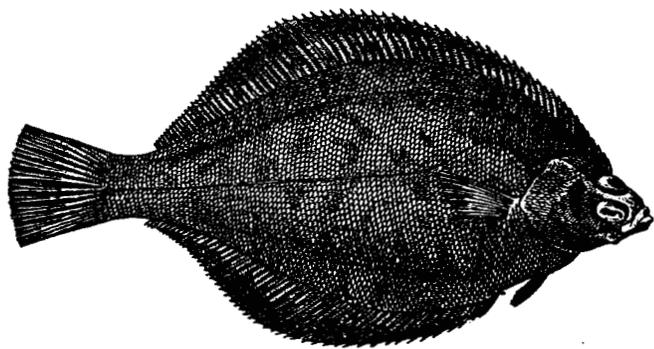
LISTE DES TABLEAUX

	n° page
Tableau 1 : Calendrier d'échantillonnage	18
Tableau 2 : Comparaison des abondances de limandes capturées par deux pays sur leur zone de prospection commune au cours de la campagne IYFS 1985	44
Tableau 3 : Comparaison des abondances de limandes capturées par deux pays sur leur zone de prospection commune au cours de la campagne IYFS 1986	44
Tableau 4 : Correspondances entre les stades macroscopiques des ovaires et leurs états microscopiques	56
Tableau 5 : Correspondances entre les stades macroscopiques des testicules et leurs états microscopiques	73
Tableau 6 : Clé taille-âge des femelles en Manche orientale (sans pondérations par les captures)	84
Tableau 7 : Clé taille-âge des mâles en Manche orientale (sans pondérations par les captures)	84
Tableau 8 : Poids moyens des Limandes de Manche orientale et baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) calculés à partir des relations taille-poids	88
Tableau 9 : Poids moyens des Limandes de Manche orientale, baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et mer du Nord (LEE, 1972)	89
Tableau 10 : Composition en âge des populations de limandes provenant d'échantillons recueillis de part et d'autre d'une ligne joignant l'écosse au sud de la Norvège	138
Tableau 11 : Vecteur poids aux âges injecté dans le modèle	144
Tableau 12 : Vecteur taux de maturité sexuelle aux âges	145
Tableau 13 : Taux de rejets par groupe d'âge (tous engins confondus)	149
Tableau 14 : Taux de rétention par âge	149
Tableau 15 : Paramètres injectés dans le modèle Scénario A : $M = 0,4$ Pas de travail sur les zones de nourriceries	150
Tableau 16 : Paramètres injectés dans le modèle Scénario A : $M = 0,4$ Travail sur les zones de nourriceries	150

Tableau 17 : Paramètres injectés dans le modèle
 Scénario B : M = 0,7
 Pas de travail sur les zones de nourriceries 151

Tableau 18 : Paramètres injectés dans le modèle
 Scénario A : M = 0,7
 Travail sur les zones de nourriceries 151





RESUME

Les connaissances antérieures acquises sur la Limande semblaient indiquer que cette espèce représente en mer du Nord une potentialité halieutique non négligeable, pouvant alléger les pressions sur les stocks de Plies et de Soles.

La reproduction et la croissance de l'espèce ont été décrites en Manche orientale et mer du Nord. La comparaison avec la bibliographie révèle l'existence d'un gradient en latitude touchant le taux de croissance et l'âge de première maturité sexuelle. Une atrésie ovocytaire semble toucher tous les ovaires après la ponte.

L'étude des répartitions de densité en mer du Nord (campagnes internationales IYFS) a révélé de fortes concentrations de l'espèce au niveau des bancs de sable, ainsi qu'une ségrégation spatiale en fonction de l'âge. Ce dernier phénomène a été confirmé par des analyses multivariées réalisées sur les distributions de tailles qui ont permis de pressentir la cohabitation de deux populations distinctes et l'existence d'une relation entre les flux de courants et la taille des individus, évoquant une migration au long de la croissance.

Ces informations introduites dans le modèle de Ricker montrent que, dans l'état actuel des connaissances sur le stock, l'espèce peut supporter sans trop de dommages des pressions de pêche supérieures à celles subies actuellement, mais qu'en tout état de cause, une intensification de son exploitation n'accroîtrait pas le rendement ; l'effort devrait plutôt porter sur l'amélioration du produit fini en vue d'une meilleure commercialisation.

MOTS CLE

Limanda limanda L., 1758
Biologie halieutique
Mer du Nord
Manche orientale
Analyses Multivariées
Distributions de tailles
Evaluation semi-quantitative
Potentialités halieutiques