

**DONNEES SUR LA BIOLOGIE
DE LA PLIE AMERICAINE
HIPPOGLOSSOIDES PLATESSOIDES
DES BANCS MERIDIONAUX DE TERRE-NEUVE
ET DU PLATEAU DU CAP BRETON**

par Jean-Pierre MINET

* *Le travail publié ci-après a fait l'objet d'une thèse présentée devant l'Université de Montpellier II, le 19 octobre 1974, pour l'obtention d'un Doctorat en Biologie animale.*

Rev. Trav. Inst. Pêches marit., **38** (4), p. 343-434.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	347
CHAPITRE I. — POSITION SYSTEMATIQUE ET ETUDE MORPHOLOGIQUE	353
I. - Systématique des hétérosomes, aperçu historique et place d'<i>Hippoglossoides platessoides</i> dans la classification	353
II. - Etude morphologique	356
1° <i>Caractères métriques</i>	358
2° <i>Caractères méristiques</i>	361
3° <i>Discussion et conclusions</i>	363
CHAPITRE II. — DISTRIBUTION, HABITAT ET MOUVEMENTS SAISONNIERS ...	365
I. - Distribution géographique	365
1° <i>Distribution générale et principaux secteurs de concentration</i>	365
2° <i>Distribution régionale</i>	368
II. - Rapports écologiques : facteurs influençant la distribution	371
1° <i>Le substrat</i>	371
2° <i>La profondeur, variations locales et saisonnières</i>	374
3° <i>La température, mouvements saisonniers</i>	376
III. - Discussion et conclusions	382
CHAPITRE III. — ALIMENTATION ET COMPORTEMENT NUTRITIONNEL	387
I. - Matériel et méthodes	387
II. - Alimentation : composition du contenu stomacal	389
III. - Le régime alimentaire	390
1° <i>Variations géographiques. Comparaison de l'alimentation sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et sur le plateau du Cap Breton</i>	390
2° <i>Variations liées à la taille et au sexe</i>	391
3° <i>Variations saisonnières</i>	392
4° <i>Variations en fonction de la température du fond</i>	393

IV. - Activité nutritionnelle. Rythmes alimentaires	394
1° <i>Rythmes saisonniers</i>	394
2° <i>Modifications périodiques au cours de la journée</i>	395
V. - Discussion et conclusions	396
CHAPITRE IV. — AGE ET CROISSANCE	399
I. - Matériel et méthodes	399
1° <i>Méthode de détermination de l'âge</i>	400
2° <i>Traitement des données. Détermination des paramètres exprimant la croissance</i>	402
II. - Distribution des tailles et des classes d'âge	402
III. - Croissance linéaire	403
IV. - Relation taille-poids	409
V. - Croissance pondérale	409
VI. - Discussion et conclusions	410
CHAPITRE V. — MATURETE SEXUELLE ET REPRODUCTION	415
I. - Maturité sexuelle	415
1° <i>Matériel et méthodes</i>	415
2° <i>Distribution des tailles des individus matures et immatures</i>	417
3° <i>Distribution des stades sexuels</i>	417
4° <i>Détermination de la taille à première maturité sexuelle</i>	418
II. - Reproduction	421
1° <i>Matériel et méthodes</i>	421
2° <i>Aires de reproduction</i>	422
3° <i>Périodes de reproduction</i>	425
4° <i>Influence de l'environnement sur la distribution des œufs</i>	425
III. - Discussion et conclusions	425
CONCLUSION GENERALE	428
BIBLIOGRAPHIE	429

INTRODUCTION

Les bancs de Terre-Neuve sont exploités depuis que les Basques, poursuivant la baleine au large des « terres neuves », découvrirent, plus d'un siècle et demi avant le premier voyage de Christophe Colomb vers l'Amérique, l'extraordinaire richesse de cette région. La nouvelle des pêches abondantes de morue qu'ils faisaient au xv^e siècle dans les parages de « l'isle de bacaleos » se répandit si vite en Europe, qu'au début du siècle suivant les armements anglais, portugais, mais aussi basques, normands et bretons envoyaient leurs navires « en la côte des morues, dite le Grand Banc, vers le Cap Breton » (1).

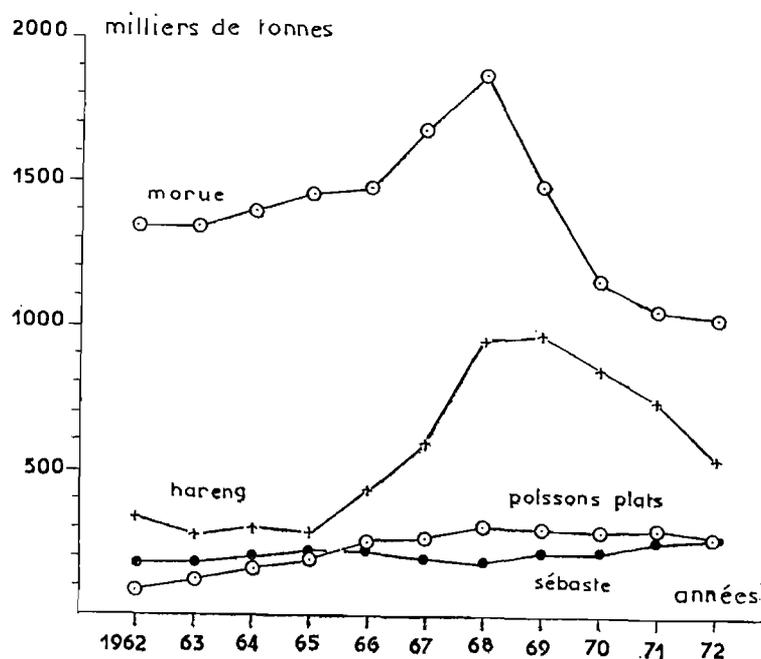


FIG. 1. — Evolution des principales captures dans l'Atlantique NO (d'après le Bulletin statistique 1974 de l'ICNAF).

La morue, seule espèce de ces eaux à être exploitée depuis longtemps, représente encore 42 % des captures actuelles totales dans les régions du Labrador, de Terre-Neuve et de Nouvelle-Ecosse. Cependant, l'appauvrissement des stocks de ce gade et les besoins du marché ont entraîné de la part des différentes nations fréquentant les bancs, et plus récemment de la part de la France, une diversification de la pêche. Ainsi, comme le montrent les statistiques publiées par la Commission internationale des Pêches de l'Atlantique nord-ouest (ICNAF, 1964-1974), l'effort de pêche a surtout porté, ces dernières années, sur la morue, le hareng, le sébaste et l'ensemble des poissons plats (fig. 1).

(1) Voir l'historique de la pêche à Terre-Neuve en bibliographie.

Les poissons plats, avec environ 300 000 tonnes pêchées par an depuis 1968, constituent une part importante de l'ensemble des apports provenant de l'Atlantique du nord-ouest. Sous le terme « poissons plats », les statistiques englobent en fait une dizaine d'espèces qui tiennent une place plus ou moins grande dans les pêches.

La plus importante de ces dix espèces est la plie américaine, *Hippoglossoides platessoides* (FABRICIUS, 1780), avec 99 038 tonnes en 1972. Viennent ensuite la limande ferrugineuse, *Limanda ferruginea* (STORER, 1839), avec 71 000 tonnes, puis la plie cynoglosse, *Glyptocephalus cynoglossus* (LINNE, 1758), avec 48 000 tonnes, le flétan noir, *Reinhardtius hippoglossoides* (WALBAUM, 1792), avec 35 000 tonnes, la plie rouge, *Pseudopleuronectes americanus* (WALBAUM, 1792), avec 14 000 tonnes, le flétan atlantique, *Hippoglossus hippoglossus* (LINNE, 1758), avec un peu plus de 2 000 tonnes, le cardeau à quatre ocelles, *Paralichthys oblongus* (MITCHILL, 1815), le turbot de sable, *Scophthalmus*

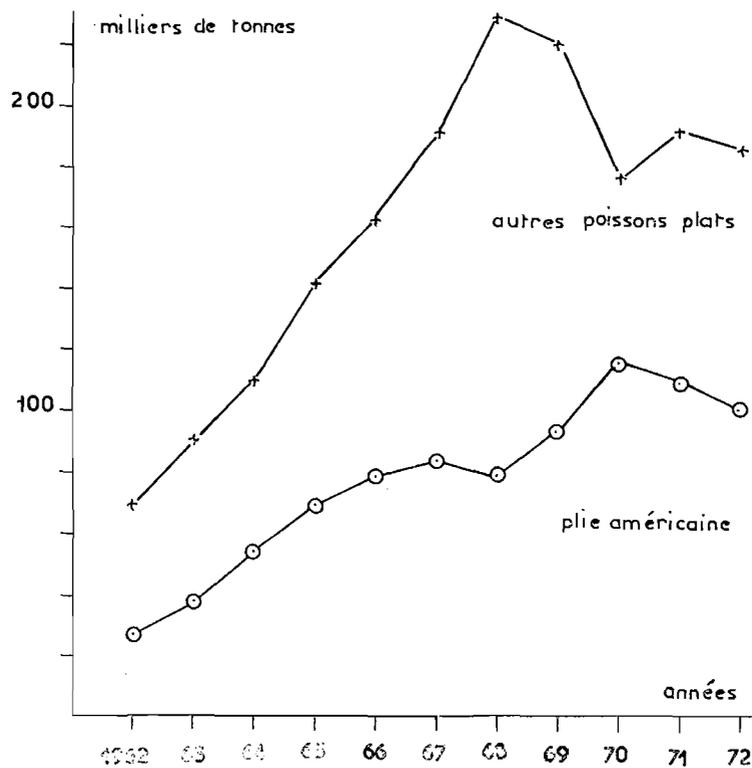


Fig. 2. — Evolution comparative des captures de plie américaine et des autres poissons plats dans l'Atlantique NO (d'après les Bulletins statistiques 1964-1974 de l'ICNAF).

aquosus (MITCHILL, 1815), la plie lisse, *Liopsetta putnami* (GILL, 1864), avec, pour ces trois espèces, 2 500 tonnes environ, et enfin le cardeau d'été, *Paralichthys dentatus* (LINNE, 1766), avec près de 600 tonnes.

Dans la région de Terre-Neuve, l'exploitation de la plie américaine, qui débuta en 1948 avec un millier de tonnes débarquées dans l'île, resta essentiellement canadienne jusqu'en 1960, année où les apports totaux approchèrent déjà les 30 000 tonnes (TEMPLEMAN, 1966). Par la suite, les captures n'ont cessé d'augmenter jusqu'en 1970 où elles ont atteint leur maximum avec 115 000 tonnes. L'établissement de quota par l'ICNAF, réduisant l'effort de pêche, les ramena au voisinage de 100 000 tonnes annuelles, ce qui représente actuellement 35 % des apports totaux en poissons plats (fig. 2).

A l'heure actuelle, les principaux pays exploitants sont le Canada, qui produit environ 70 % du total débarqué, et l'Union Soviétique qui en fournit 25 %. Pour ce qui est du Canada, il faut distinguer

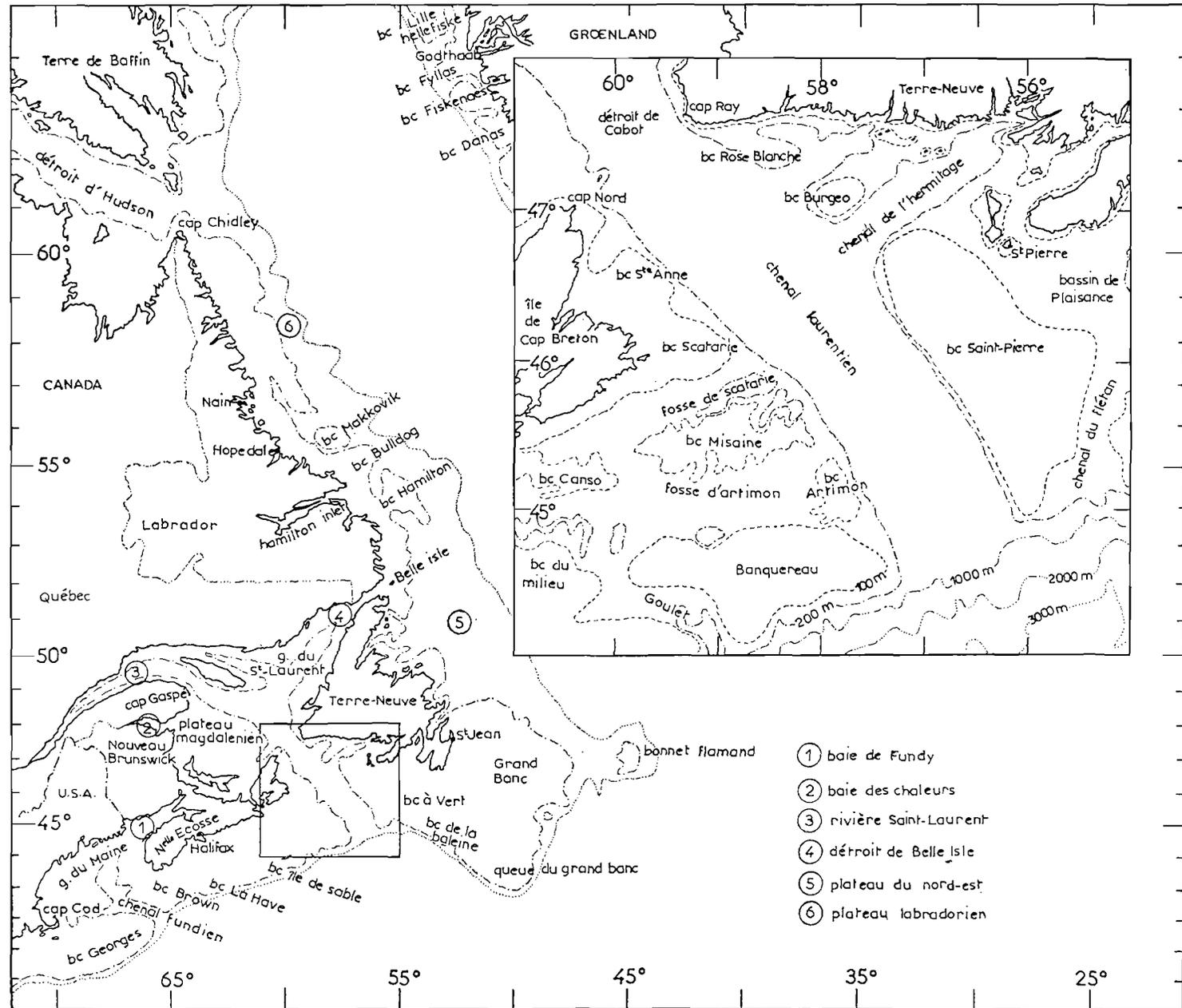


FIG. 3. — Carte générale : situation de la région étudiée par rapport aux principaux lieux de pêche du NO Atlantique (en cartouche, carte détaillée).

les captures de la province de Terre-Neuve, qui demeurent les plus importantes avec une moyenne de 50 000 tonnes par an et qui proviennent en grande partie du Grand Banc et du banc Saint-Pierre, de celles des provinces maritimes (Nouvelle-Écosse, Nouveau-Brunswick et Québec) qui se situent autour de 20 000 tonnes par an ; ces dernières proviennent des bancs de Nouvelle-Écosse, du plateau du Cap Breton, du plateau magdalénien, du Grand Banc et du banc Saint-Pierre (fig. 3). Quant aux pêcheries soviétiques, qui rapportent en moyenne 25 000 tonnes par an, elles s'effectuent principalement sur le Grand Banc et, à un degré moindre, sur les bancs du Labrador et de Nouvelle-Écosse.

Pour ce qui est de la France, la seule exploitation est celle des chalutiers de Saint-Pierre et Miquelon, qui débarquent à l'heure actuelle, de 800 à 1 200 tonnes par an. Depuis quelques années, la pêche saint-pierraise s'est surtout faite sur le banc Saint-Pierre, avec toutefois quelques incursions sur le Grand Banc et sur le plateau de Nouvelle-Écosse. Le poisson pêché, fileté et congelé dans le Territoire, alimente le marché américain et le marché français, comme l'ont noté MINET et POULARD en 1972.

L'importance économique de la pêche dans le secteur de Terre-Neuve a incité les différents pays intéressés à y mener des recherches océanographiques. Celles-ci avaient pour objectif essentiel de préciser la biologie des principales espèces commerciales.

Du côté français, ces recherches furent menées, dès 1922, par l'Office scientifique et technique des Pêches maritimes, en collaboration avec les armements à la Grande Pêche et la Marine Nationale. Commencées par LE DANOIS à bord de la « Cassiopée » et du « Regulus » en 1922, puis sur la « Ville d'Ys » en 1923, ces observations océanographiques furent poursuivies à bord de la « Ville d'Ys », puis du navire-hôpital « Sainte-Jehanne-d'Arc », par R. RALLIER DU BATY en 1925 et en 1926, puis par le Commandant L. BEAUGÉ de 1927 à 1933.

Par la suite, les études faites dès 1934 à bord du navire océanographique « Président-Théodore-Tissier » et, à partir de 1962, sur la « Thalassa », complétées grâce à la création en 1968 du laboratoire de l'I.S.T.P.M. à Saint-Pierre et Miquelon auquel fut affecté, en 1970, le « Cryos », ont permis de développer, d'une manière considérable, la recherche halieutique française dans l'Atlantique nord-ouest.

Du fait de l'importance commerciale de ce poisson, l'un des thèmes de recherches du laboratoire de Saint-Pierre fut l'étude biologique de la plie américaine qui nous a été confiée en 1969. Les données nécessaires à ce travail furent d'abord recueillies au cours de deux campagnes sur la « Thalassa », l'une réalisée en avril-mai 1970 sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et le plateau de Cap Breton, l'autre menée en juillet-août de la même année sur les bancs du Groënland occidental. La récolte de ces données fut poursuivie à bord du « Cryos » en décembre 1970 sur la côte méridionale de Terre-Neuve, en mai 1971 sur le plateau de Cap Breton, au cours des quatre campagnes saisonnières de juillet et novembre 1971, février et mai 1972 sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et le plateau de Cap Breton, en janvier-février 1973 sur les bancs occidentaux de Terre-Neuve et en septembre-octobre 1973 sur le banc Georges.

Pendant ces dix campagnes, faites du Groënland aux côtes des États-Unis, l'accent a été mis sur l'étude de la région des bancs méridionaux de Terre-Neuve et du plateau de Cap Breton, et notamment sur les bancs Saint-Pierre, Burgeo, Scatarie et Sainte-Anne (fig. 3). Cette région est partagée en deux par le chenal laurentien : à l'est, le groupe des bancs méridionaux de Terre-Neuve, à l'ouest, celui des bancs de Cap Breton et de Nouvelle-Écosse (Misaine, Artimon et Banquereau). Ces bancs sont eux-mêmes isolés entre eux par des chenaux ou des fosses plus ou moins profonds.

L'histoire géologique des bancs a été longtemps sujette à controverses, puisque RALLIER DU BATY citait déjà, en 1926, les hypothèses contradictoires de THOULET, MURRAY et de DAWSON. Cependant, les récents travaux de sismique-réflexion effectués par le Service Hydrographique du Canada permettent de mieux comprendre leur origine (Mc LEAN et KING, 1971).

Au cours de l'ère primaire, et plus spécialement au Carbonifère, les déformations du géosynclinal appalachien entraînèrent des phénomènes de volcanisme ainsi que la formation de nombreux plissements et failles. Au Secondaire, à la sédimentation du Crétacé supérieur succéda une érosion importante qui est probablement la cause de l'existence de nombreuses vallées en V et à l'origine des bancs isolés et du creusement du chenal laurentien. La sédimentation du Tertiaire, représentée par des sables et des grès, recouvrit celle du Crétacé supérieur. C'est au Quaternaire que se modela la configuration actuelle de la région, sous l'influence des glaciations successives.

Le chenal laurentien, déjà formé au Crétacé et que l'on peut donc considérer comme une vallée préglaciaire, subit alors une érosion importante qui le surcreusa. Il fut recouvert de matériaux remaniés par l'érosion que provoqua l'immersion des bancs, au moment de la transgression holocène. C'est ainsi que l'on rencontre actuellement des dépôts grossiers de moraines pléistocènes ou « laurentian drift », formant des monticules sur les rebords du chenal, comme d'ailleurs dans certaines fosses, notamment celle de Scatarie, et dans le golfe du Saint-Laurent. Le fond du chenal, qui se situe à une profondeur moyenne de 400 m, est recouvert d'une vase sombre ou « laurentian silt », parfois épaisse de 15 m et de nature très différente de celle des dépôts rencontrés sur le plateau continental.

Les bancs, délimités par l'isobathe des 100 m, sont recouverts de galets, de graviers et de sables

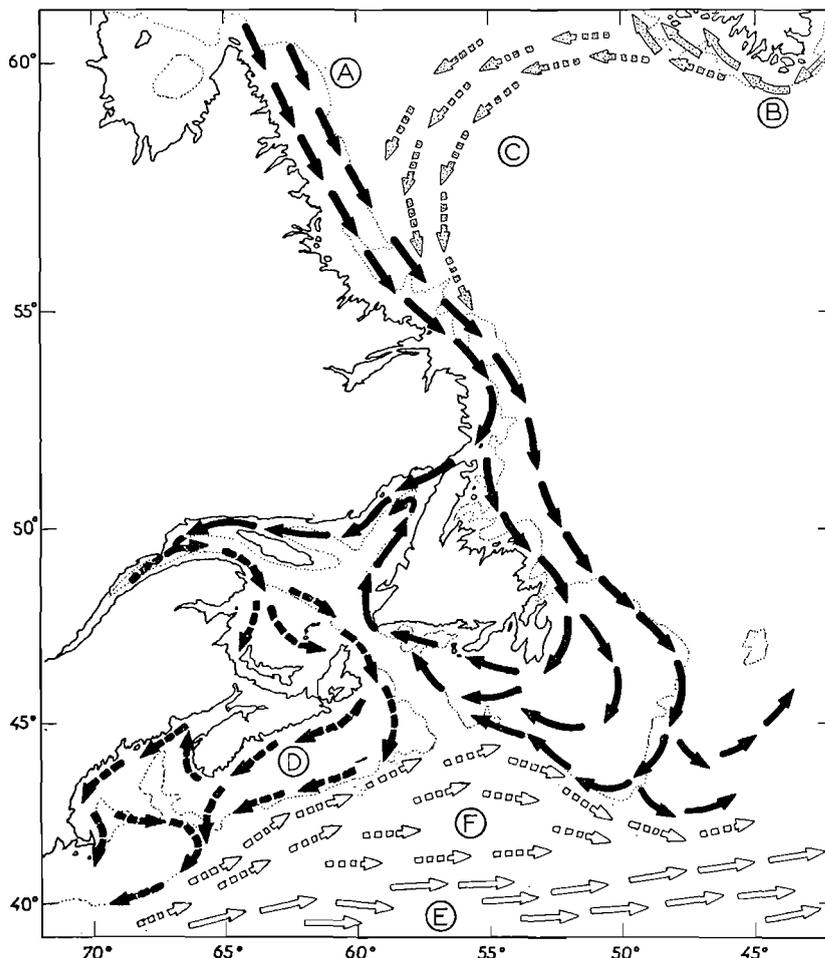


FIG. 4. — Circulation générale des eaux de surface dans l'Atlantique NO. A) courant du Labrador, B) courant du Groënland occidental, C) influences du courant du Groënland occidental, D) courant des Maritimes, E) dérive nord-atlantique, F) courant de pente.

provenant d'une part des matériaux de l'érosion littorale transportés par les glaces côtières, et d'autre part du remaniement de dépôts pléistocènes du plateau continental, comme l'indiquait AUFFRET en 1968 pour les sédiments collectés par la « Thalassa » en 1966 sur les bancs orientaux de Terre-Neuve.

Les bancs Sainte-Anne et Scatarie, dont la profondeur dépasse toujours 50 m, sont ceinturés d'une bande de sable contenant moins de 10 % de graviers qui les sépare de la fosse de Scatarie dont la profondeur moyenne est de 180 m et à laquelle s'ajoutent les monticules de moraines situés en bor-

dure du chenal laurentien. Les bancs Saint-Pierre et Burgeo présentent des hauts-fonds plafonnant entre 35 et 40 m ; ils sont séparés l'un de l'autre par le chenal ou fjord de l'Hermitage, d'une profondeur moyenne de 320 m, en bordure duquel on retrouve des dépôts morainiques.

Du point de vue hydrologique, cette région peut être également divisée en deux parties suivant l'axe du chenal laurentien, comme le montrent très schématiquement les travaux de DUNBAR (1951), HACHEY, HERMANN et BAILEY (1954) et HACHEY (1961), ainsi que nos propres observations.

Ainsi qu'il apparaît dans la figure 4, le courant du Labrador (A) est formé par la réunion des courants froids de Baffin et de la baie d'Hudson, à laquelle s'ajoute la dérivation (C) plus tempérée du courant du Groënland occidental (B). Il longe la côte du Labrador, d'où il tire son nom, et, au niveau du nord de Terre-Neuve, se scinde en trois branches principales : l'une pénètre dans le golfe du Saint-Laurent par le détroit de Belle-Isle, la seconde suit approximativement les contours du Grand Banc et la troisième longe la côte orientale de Terre-Neuve.

La première de ces fractions pénétrant dans le golfe du Saint-Laurent, longe la côte nord du Québec, se mélange aux eaux du Saint-Laurent, recouvre le plateau magdalénien, puis sort par le sud du détroit de Cabot, provoquant ainsi un mouvement cyclonique dans le golfe. Dévié par la force de coriolis, ce courant (D), issu du courant de Gaspé et nommé courant des Maritimes, baigne les bancs Scatarie et Sainte-Anne, puis l'ensemble du plateau de la Nouvelle-Ecosse. La troisième fraction, également déviée par la force de coriolis, s'oriente vers l'ouest-nord-ouest, au niveau du cap Race, recouvre les bancs Saint-Pierre, Burgeo, Rose Blanche et pénètre dans le golfe du Saint-Laurent par le nord du détroit de Cabot. Au sud, au niveau approximatif du 40^e parallèle, la dérive nord-atlantique (E) contribue au réchauffement des eaux de pente (F). Celles-ci remontent le long des accores des bancs de Nouvelle-Ecosse et pénètrent périodiquement dans le chenal laurentien en s'accumulant sur la pente du banc Saint-Pierre, comme l'ont montré L'HERROU et MINET en 1971 et LENZ en 1973.

Ainsi, la zone des bancs méridionaux de Terre-Neuve est parcourue par des eaux d'origine labradorienne circulant vers l'ouest-nord-ouest, tandis que la région du plateau de Cap Breton est baignée par des eaux de mélange composées d'eaux du courant du Labrador et d'eaux du Saint-Laurent, dont la direction est le sud-sud-est. La barrière bathymétrique constituée par le chenal laurentien sépare aussi la région étudiée en deux zones hydrologiquement distinctes, suivant l'axe du chenal.

C'est pour cette raison qu'en exposant nos travaux sur la biologie de la plie américaine nous séparerons les observations faites sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve de celles réalisées sur le plateau de Cap Breton, tout en nous efforçant de comparer les résultats obtenus dans chacun des deux secteurs.

CHAPITRE I

POSITION SYSTEMATIQUE ET ETUDE MORPHOLOGIQUE

Avant d'entreprendre l'étude biologique de la plie américaine, il convient de préciser la place qu'elle tient dans la classification des poissons plats. Il est aussi nécessaire de connaître sa morphologie et les variations qui pourraient affecter ses caractères, étant donné l'isolement des zones qu'elle peuple dans cette région. C'est ce que nous proposons de faire dans ce chapitre.

I. - Systématique des hétérosomes, aperçu historique et place d'*Hippoglossoides platessoides* dans la classification.

Les poissons plats ont été longtemps jugés comme « anormaux » à cause des modifications anatomiques et physiologiques entraînées par la compression latérale de leur corps. Intrigués par le fait que leurs caractères taxonomiques les rapprochent cependant d'autres groupes de poissons, les naturalistes ont toujours cherché à déterminer leur origine afin d'en établir la classification. Celle-ci, maintes fois remaniée, n'a peut-être pas encore acquis sa forme définitive, mais nous permet de mieux situer la position de cette espèce.

Dans son *Systema Naturae* édité en 1758, LINNÉ groupe tous les poissons osseux dont les deux yeux sont placés sur le même côté de la tête, dans le genre unique *Pleuronectes*. Ce genre ne comprend alors que seize espèces de poissons au corps fortement comprimé dont seule la face portant les yeux (appelée par la suite zénithale) est pigmentée, et qui vivent couchés sur leur face aveugle généralement incolore (nadirale). Constamment enrichi d'espèces nouvelles, le genre ne tarde pas à éclater ; avec CUVIER en 1817, il devient une famille, celle des Pleuronectidés ; puis un ordre, celui des Hétérosomes, avec COPE en 1871. En 1898, JORDAN et EVERMAN divisent cet ordre en deux familles, les Pleuronectidés et les Soléidés.

Deux ans plus tard, KYLE scinde les Pleuronectidés en quatre sous-familles et les Soléidés en trois sous-familles. Toutefois, il faut attendre REGAN, en 1910, pour avoir une classification nouvelle du groupe basée sur une étude anatomique plus complète des différents genres. Cet auteur divise l'ordre en deux sous-ordres, celui des Psettotoïdes qui ne comprend que la famille des Psettodidés et celui des Pleuronectoïdes répartis en deux grandes divisions : les Pleuronectiformes et les Soléiformes.

Cet ichthyologiste étaye ainsi la théorie monophylétiste qui prône l'origine unique des poissons plats ; pour lui, ces poissons ne dérivent pas des Gadidés ou des Zéidés comme l'avaient supposé certains auteurs, mais des Percoides, dont les Psettodidés possèdent les caractères.

Quelques années plus tard, NORMAN en 1934, après comparaison des squelettes de poissons appartenant à ces différents groupes, confirme le fait que les Hétérosomes forment un groupe homogène dérivant d'un seul ancêtre percoïde du genre *Epinephelus*. Cependant, en 1936, CHABANAUD, à partir

des divergences constatées dans la morphologie des neurocrânes de ces « téléostéens dissymétriques », retient l'hypothèse émise par KYLE en 1921 en la généralisant. A son avis, les Hétérosomes ne dérivent pas d'un ancêtre unique « ...archétype imaginaire, mais plutôt d'un phylum en voie d'évolution vers les Percoides actuels... ». En 1949 le même CHABANAUD oppose un diagramme phylogénétique qui place les différentes familles d'Hétérosomes de part et d'autre d'une lignée évolutive allant de pro-Perciformes hypothétiques aux Perciformes actuels.

Ainsi, à la deuxième moitié du XX^e siècle, si tout le monde admet une parenté entre les poissons plats et les Percoides actuels, on se trouve en présence de deux classifications, celle de NORMAN et celle de CHABANAUD qui, bien que toutes deux basées sur celle de REGAN, sont sensiblement différentes.

NORMAN supprime les deux sous-ordres Psettoides et Pleuronectoïdes, de même que les deux grandes divisions des Pleuronectiformes et des Soléiformes de REGAN ; il divise l'ordre des Hétérosomes en cinq familles : Psettodidés, Bothidés, Pleuronectidés, Soléidés et Cynoglossidés. Par contre, CHABANAUD maintient les arrangements de REGAN et place dans la division des Pleuronectiformes, les familles des Scopthalmidés (équivalant aux Bothidés de NORMAN) et des Pleuronectidés, puis, dans celle des Soléiformes, les Soléidés et les Cynoglossidés auxquelles il adjoint celle des Achiridés. Cette classification comporte donc six familles qui, pour son auteur, sont parallèles ou divergentes mais dont aucune d'entre elles ne dérive directement des autres.

La classification proposée par CHABANAUD a le mérite de bien distinguer la famille des Psettodidés représentée par le seul genre *Psettodes* de tous les autres poissons plats avec lesquels elle diffère par de nombreux caractères. Elle permet aussi de bien mettre en évidence les deux lignées évolutives parallèles : Soléiforme et Pleuronectiforme. Toutefois, elle devient trop complexe quand son auteur introduit une troisième famille, les Achiridés, dans les Soléiformes originels de REGAN. En effet, les poissons de cette famille ont tous une mandibule proéminente, ce qui est un des caractères distinctifs des Pleuronectiformes. C'est pourquoi, NORMAN répartissait les genres qui la compose dans la famille des Pleuronectidés.

La classification générale qui tient le mieux compte de ces observations est celle récemment proposée par BERTIN et ARAMBOURG (1958). En effet, ces auteurs reconnaissent la place particulière que tient la famille des Psettodidés en maintenant comme CHABANAUD le sous-ordre des Psettoides. Ils distinguent aussi, comme lui, les deux lignées évolutives en créant un sous-ordre Pleuronectoïdes et un sous-ordre Soléoides. Cependant, comme NORMAN, ils ne reconnaissent pas une famille Achiridés, ne voyant dans l'ordre que cinq familles.

Ordre des Pleuronectiformes (Hétérosomes).

- | | | |
|-------------------------------------|---|------------------------|
| 1. — sous-ordre Psettoides | 1 | famille Psettodidés |
| 2. — sous-ordre Pleuronectoïdes .. | 2 | famille Bothidés |
| | 3 | famille Pleuronectidés |
| 3. — sous-ordre Soléoides | 4 | famille Soléidés |
| | 5 | famille Cynoglossidés |

Nous nous référons donc à cette classification générale tout en utilisant pour l'organisation des familles, des sous-familles et des genres, celle plus précise de NORMAN (1934).

Dans le sous-ordre des Soléoides, les Soléidés ont les yeux sur la face droite et sont donc des formes dextres, tandis que les Cynoglossidés sont des formes sénestres.

Dans le sous-ordre des Pleuronectoïdes, les Bothidés sont spécifiquement sénestres car, même en cas d'inversion, le nerf de l'œil droit spécifiquement migrateur, est toujours dorsal par l'établissement d'un chiasma double (PARKER, 1903 et MAYHOFF, 1912) ; ces poissons pondent des œufs ne comportant qu'un seul globule huileux dans leur vitellus. Les Pleuronectidés, en revanche, sont spécifiquement dextres et pondent des œufs sans globule huileux.

La famille des Pleuronectidés se divise elle-même en cinq sous-familles dont la première et la plus importante, celle des Pleuronectinés possède toutes les particularités de la famille avec les principaux caractères distinctifs suivants :

nageoires pelviennes à base courte, généralement symétriques,
présence de ptérygophores à la nageoire pectorale,
origine de la nageoire dorsale au-dessus des yeux, derrière l'organe nasal de la face nadirale,
ligne latérale bien développée sur les deux faces du corps,
lamelles olfactives parallèles et sans rachis central, sauf chez le genre *Atheresthes*.

C'est à cette sous-famille des Pleuronectinés qu'appartient le genre *Hippoglossoides* GOTTSCHKE, 1835. Leur grande bouche, leurs mâchoires et leur denture presque également développées sur les deux faces, leurs dents pointues placent les représentants de ce genre à côté du groupe des flétans qui appartiennent aux genres *Atheresthes*, *Reinhardtius* et *Hippoglossus*. C'est d'ailleurs à ces liens de parenté que le genre doit son nom puisque *Hippoglossoides* veut dire « en forme de flétan ». Il s'en différencie toutefois par un nombre vertébral inférieur, par ses nageoires dorsale et anale à rayons moins nombreux, par ses yeux entièrement latéraux et par son corps moins allongé avec un pédoncule caudal épais et une nageoire caudale à extrémité convexe.

Le genre *Hippoglossoides* est divisé pour la première fois par JORDAN et EVERMAN (1898) en quatre espèces, dont trois vivent dans l'océan Pacifique (*H. elassodon*, *H. robustus* et *H. hamiltoni*) et une dans l'océan Atlantique : *H. platessoides* (FABRICIUS, 1780). Cette espèce avait en effet été découverte et décrite sous le nom de *Pleuronectes platessoides* par FABRICIUS en 1780 dans sa *Fauna Groenlandica*. Par la suite, elle devait être redécrite par plusieurs auteurs sous différents noms (1) jusqu'en 1864, date à laquelle GILL la décrivait pour la première fois sous le nom de *Hippoglossoides platessoides* que JORDAN et EVERMAN (1898) reprurent, mettant ainsi en synonymie toutes les appellations antérieures et postérieures.

En 1934, NORMAN reprend la classification du genre *Hippoglossoides*. Pour le Pacifique, il regroupe *H. robustus* et *H. hamiltoni* en une seule espèce *H. robustus* qui se distribue de la Mer de Béring à la Mer d'Okhotsk, et ajoute une nouvelle espèce, *H. dubius*, découverte par SCHMIDT en 1904 et dont la répartition s'étend de la Mer du Japon à la Corée du Nord. Pour l'Atlantique, il scinde *H. platessoides* en deux sous-espèces, *H. pl. limandoides* (BLOCH, 1787) pour l'Atlantique nord-est et *H. pl. platessoides* (FABRICIUS, 1780) pour l'Atlantique nord-ouest. Déjà, JORDAN et EVERMAN (1898) avaient envisagé l'existence d'une variété européenne *limandoides* et d'une variété américaine *platessoides*. Cependant, cette classification n'est acceptée que par certains auteurs européens, puisque ANDRIYATCHEV (1954) cite la présence de *H. pl. limandoides* dans les eaux soviétiques, alors que DEMEL et RUTKOWICZ (1958) nomme le poisson de ce genre vivant en Mer de Barentz *Hippoglossoides (Drepanopsetta) platessoides*.

Les auteurs nord-américains, BIGELOW et SCHROEDER (1953), MAC ALLISTER (1960), LEIM et SCOTT (1966) vont plus loin que NORMAN puisqu'ils entérinent la décision de l'American Fisheries Society (1948, 1960) qui considère la plie américaine comme une espèce, *Hippoglossoides platessoides* (FABRICIUS, 1780), fréquentant l'Atlantique nord-ouest. Ceci sous-entend que la forme des côtes européennes appartient à une espèce distincte, *H. limandoides*. De plus, la Commission internationale pour les Pêcheries de l'Atlantique NO (I.C.N.A.F.), se référant aussi aux travaux de cette Société (1970), cite l'espèce *H. platessoides* dans les eaux dépendant de sa juridiction (L.R. DAY, Secrétaire Exécutif de l'I.C.N.A.F., 6 octobre 1972, correspondance personnelle).

Qu'il s'agisse d'une espèce ou seulement d'une sous-espèce, l'existence d'une forme européenne et d'une forme américaine ne peut être niée. Il y a en effet des différences d'ordre physiologique, la forme européenne ayant, d'après BAGENAL (1955), une longévité et un taux de croissance inférieurs, et d'ordre morphologique puisqu'elles portent sur les proportions relatives du corps, le nombre de rangée d'écaillés entre la ligne latérale et la base de la nageoire dorsale...

Quoi qu'il en soit, c'est l'étude de la forme américaine qui fait l'objet de ce mémoire, puisque tous nos travaux ont été menés dans l'Atlantique NO ; c'est pour cette raison que nous avons adopté pour ce poisson, qui est représenté à la figure 5, la nomenclature recommandée par l'American Fisheries Society à l'I.C.N.A.F. : *Hippoglossoides platessoides* (FABRICIUS, 1780).

Comme pour la plupart des poissons, cette espèce possède de nombreux noms vernaculaires. Les Canadiens anglophones et les Américains l'ont nommée « long rough dab » (BIGELOW et SCHROE-

(1) NORMAN, 1934.

DER, 1953), par analogie à la forme européenne ; c'est, en effet, le nom officiel utilisé dans les statistiques du Conseil international pour l'Exploration de la Mer. Elle est également appelée « sand dab » (NORMAN, 1934), « canadian plaice » (HUNTSMAN, 1918) ou encore « american plaice ». C'est ce nom qui a été officialisé par l'American Fisheries Society (1948) en tant que nom commun et qui est généralement utilisé par les auteurs anglophones. Pour les Canadiens francophones, il s'agit de la « plie canadienne » (LEIM et SCOTT, 1966), tandis que pour les Français des îles Saint-Pierre et Miquelon et pour les équipages métropolitains embarqués sur les chalutiers fréquentant les bancs de Terre-Neuve, c'est le « balai » par analogie avec la forme européenne.

Le dictionnaire multilingue des poissons et produits de la pêche publié par l'O.C.D.E. en 1968, ne donne aucune appellation officielle pour ce poisson. Toutefois, afin de bien faire la distinction entre les deux formes européenne et américaine, et de se rapprocher de l'appellation en anglais de l'American Fisheries Society, il a été proposé d'utiliser le nom vernaculaire de « plie américaine » ; c'est ce que nous faisons ici.

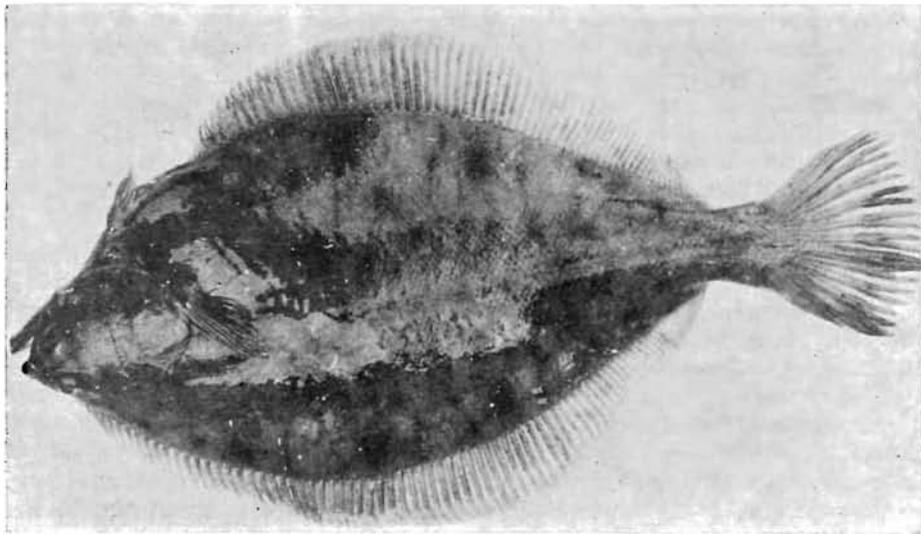


FIG. 5. — *La plie américaine, Hippoglossoides platessoides* (FABRICIUS, 1780).

II. - Etude morphologique.

La contribution que nous apportons ici à l'étude morphologique de la plie américaine répond à deux préoccupations principales.

Tout d'abord, après avoir situé cette espèce dans la classification, il est nécessaire d'en préciser la description morphologique. Celle-ci sera faite à partir des données recueillies dans l'ensemble de la région étudiée. Il faudra alors la rapprocher de celle que propose NORMAN pour la forme américaine d'*Hippoglossoides platessoides*.

Nous savons, en outre, que la région étudiée est divisée en deux grands secteurs par la présence du chenal laurentien qui constitue une barrière bathymétrique infranchissable pour la plie américaine peuplant les bancs qui le bordent. Il a paru intéressant de voir si, à la lumière d'une étude biométrique, il existe des différences significatives entre la morphologie des individus occupant les bancs Saint-Pierre et Burgeo d'une part et celle des plies vivant sur le plateau du Cap Breton, bancs Saint-Anne et Scatarie d'autre part. On sait, en effet, que l'on peut à l'intérieur d'une même espèce, mettre en évidence des dissemblances morphologiques légères qui sont liées à la répartition géographique et écologique des individus qui la composent. Ces groupements intraspécifiques se distinguent des groupements qui présentent entre eux des différences plus marquées que l'on peut considérer comme génétiques et qui constituent alors des variétés ou des sous-espèces.

Pour ne pas préjuger des résultats de nos travaux, nous donnons ici, dans un premier temps, le nom de « groupe » aux poissons occupant les deux zones géographiques séparées par le chenal laurentien, sans donner à ce terme un caractère différentiel précis. Ainsi, nous distinguons d'une part le groupe de plies vivant, à l'est du chenal laurentien, sur les bancs Saint-Pierre et Burgeo que nous appelons groupe 3 Ps en nous référant au découpage statistique de l'I.C.N.A.F., et d'autre part celui occupant le plateau du Cap Breton à l'ouest du même chenal, que nous appelons groupe 4 Vn.

La bibliographie concernant la morphologie de la plie américaine est peu abondante. Les principaux ouvrages ayant trait à ce sujet sont ceux de NORMAN (1934), de PITT (1963) et de POWLES (1965). Le premier donne quelques détails à partir de l'examen fait par son auteur de 8 spécimens provenant des côtes de Nouvelle-Ecosse ou du Massachusetts. Celui de PITT fait état d'une variation du nombre des vertèbres chez les exemplaires de plie américaine pêchés au Labrador, dans le golfe du Saint-Laurent, sur le Grand Banc et les bancs méridionaux de Terre-Neuve. Le troisième,

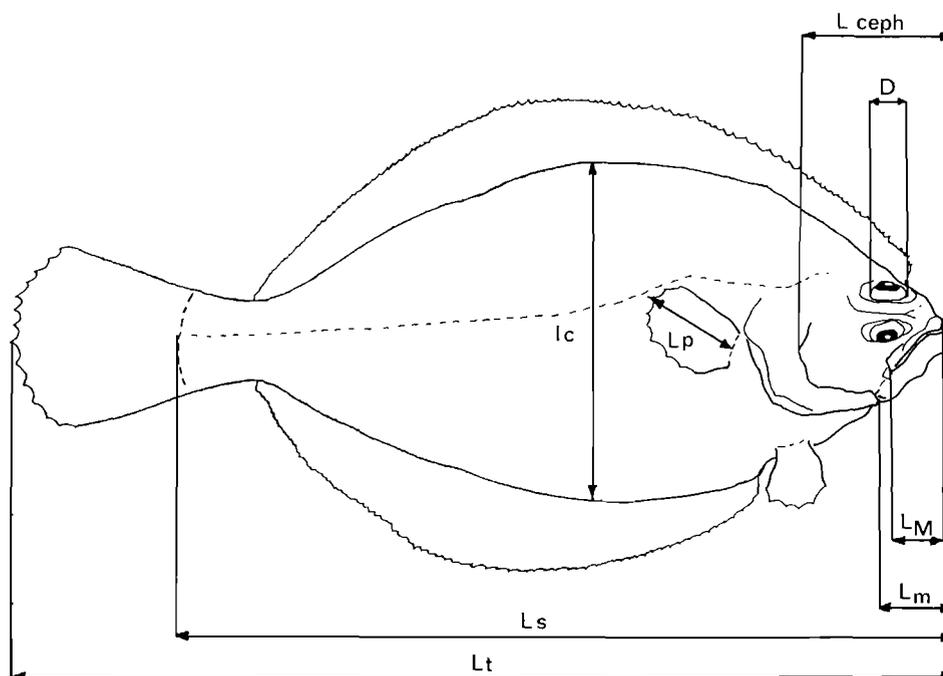


FIG. 6. — Mesurations effectuées pour exprimer les proportions du corps. Lt : longueur totale, Ls : longueur standard, lc : largeur du corps, Lceph : longueur céphalique, D : diamètre de l'œil, LM : longueur du maxillaire, Lm : longueur de la mandibule, Lp : longueur de la nageoire pectorale.

consacré à la plie américaine du plateau magdalénien, contient une étude du nombre des rayons de la nageoire anale.

Notre travail a été réalisé à partir d'un échantillon composé de 70 individus, dont 35 proviennent du banc Saint-Pierre et 35 du plateau du Cap Breton. Ces poissons furent récoltés au cours de deux campagnes faites à bord du navire océanographique « Cryos », du 7 au 14 décembre 1973 et du 25 au 30 janvier 1974. L'échantillon ainsi prélevé, bien que supérieur à 30 individus et donc statistiquement suffisant, est relativement faible pour la réalisation d'une étude exhaustive de la morphologie. C'est pourquoi le travail présenté ici ne peut être considéré que comme une première contribution à cette étude.

Au laboratoire, après détermination du sexe des individus, l'examen morphologique a porté sur les dimensions du corps ou caractères métriques et sur la numération de certaines pièces anatomiques ou caractères méristiques.

1° *Caractères métriques.*

Les mensurations ont été faites au millimètre le plus proche sur huit caractères (fig. 6) qui sont : la longueur totale (Lt), la longueur standard (Ls), la largeur du corps (lc), la longueur céphalique (Lceph), le diamètre de l'œil (D), la longueur du maxillaire (LM), la longueur de la mandibule (Lm), la longueur de la nageoire pectorale (Lp).

La longueur totale, qui est la distance allant de l'extrémité de la mâchoire inférieure, bouche fermée, au bord postérieur des rayons les plus longs de la nageoire caudale, le poisson étant couché sur sa face nadirale, fut mesurée sur une planche graduée munie d'une butée. La longueur standard et la largeur du corps furent, quant à elles, mesurées à l'aide d'une règle graduée en plexiglass, directement posée sur la face nadirale, plus plate, du poisson, la lecture se faisant par transparence, alors que les autres mensurations ont été faites avec un compas à pointes sèches.

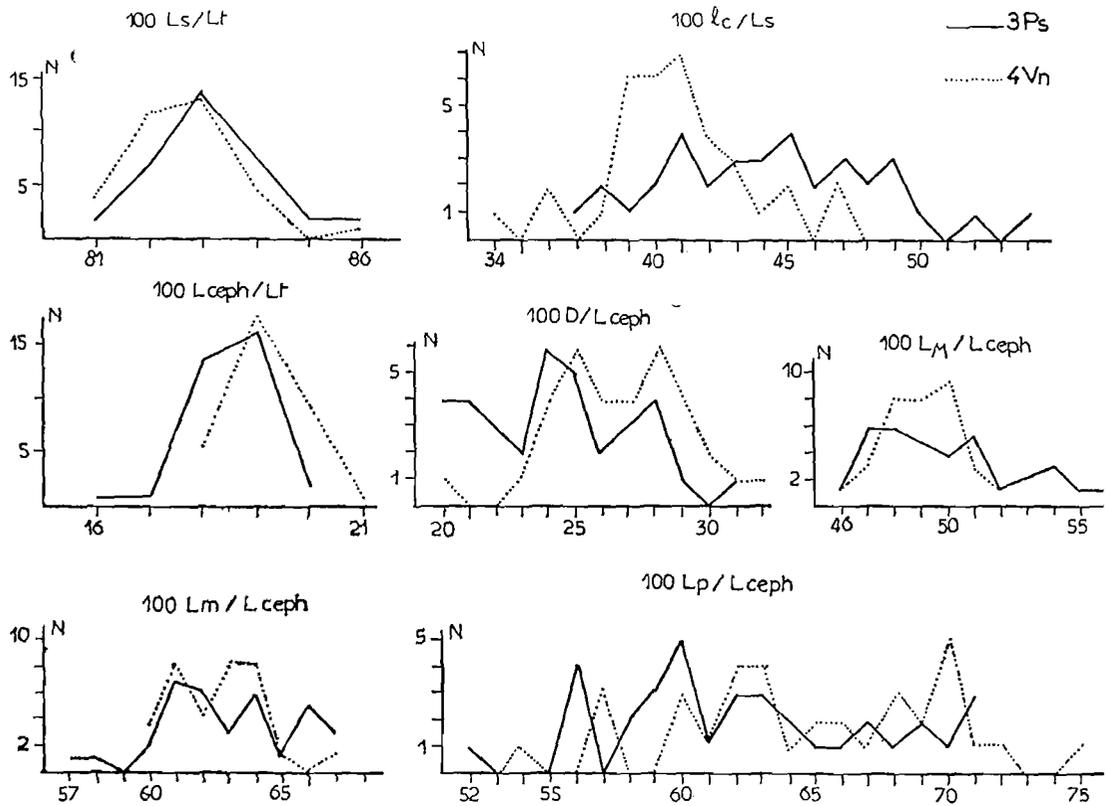


FIG. 7. — Comparaison morphologique entre le groupe de plie américaine des bancs méridionaux de Terre-Neuve (3 Ps) et celui du plateau du Cap Breton (4 Vn) à l'aide des indices exprimant les proportions du corps (pour les symboles, voir figure 6).

Certaines de ces mensurations, comparées à la longueur totale, à la longueur standard ou à la longueur de la tête, permettent d'exprimer les proportions du corps sous forme de sept indices (fig. 7).

Cette étude confirme le fait couramment observé que les mâles de plie américaine n'atteignent jamais la taille (Lt) des femelles. On ne peut cependant pas parler de dimorphisme sexuel, car nous n'avons pas trouvé de différence significative en comparant les autres caractères métriques et donc les proportions du corps des deux sexes, PITT (1963) et POWLES (1965) ont fait la même remarque pour certains caractères métriques, comme le nombre de vertèbres et le nombre de rayons à la nageoire anale. C'est pourquoi nous présentons nos résultats en regroupant les données re-

cueillies pour les deux sexes. Nous reviendrons d'ailleurs sur la différence de taille des mâles et des femelles à propos de la croissance.

1. — Comparaison entre les deux groupes 3 Ps et 4 Vn.

Longueur standard (Ls).

Il s'agit de la distance allant de l'extrémité de la mâchoire inférieure, bouche fermée, à l'intersection de la ligne latérale avec la base de la nageoire caudale. La longueur standard comparée à la longueur totale est exprimée par l'indice 100 Ls/Lt. La valeur de cet indice varie, dans les deux groupes, de 81 à 86 avec un mode commun à 83, c'est-à-dire que la longueur standard représente de 81 à 86 % de la longueur totale. La comparaison entre les deux groupes 3 Ps et 4 Vn ne montre donc guère de différence dans les valeurs de cet indice, les moyennes étant par ailleurs très voisines : 83,20 pour 3 Ps et 82,66 pour 4 Vn.

Comme pour les autres indices, nous avons effectué la comparaison des moyennes obtenues dans les deux groupes par la méthode statistique, afin de déterminer à quel degré les différences observées sont significatives. Pour cela, nous avons établi le rapport entre la différence des deux moyennes et son erreur-standard (LAMOTTE, 1962), généralement appelé t

$$t = \frac{|\bar{x}_A - \bar{x}_B|}{Sd}$$

Comme il s'agit ici d'un échantillonnage statistiquement grand puisque le nombre d'individus examinés est supérieur à 30 (35 pour 3 Ps, comme pour 4 Vn), l'erreur standard est donnée par la formule :

$$Sd = \sqrt{S_{x_A}^2 + S_{x_B}^2}$$

c'est-à-dire la racine carrée de la somme des variances des deux moyennes obtenues.

Le rapport t nous permet d'entrer dans la table de distribution normale (FISHER et YATES, 1963) afin de déterminer la probabilité P pour que la différence observée soit significative.

Comme on le fait généralement en biologie, nous avons choisi le seuil de 5 % d'erreur ($P = 0,05$).

Si la probabilité P trouvée dans la table est supérieure ou égale à 0,05 ($t \leq 2$), on peut dire qu'au risque de 5 % d'erreur, la différence observée entre les deux moyennes n'est pas significative. Si, au contraire, P est inférieure à 0,05 ($t > 2$), il y a 95 chances sur 100 pour que la différence observée soit significative.

Dans le cas présent, $t = 1,996$ et P est égale à 0,05. Il n'y a donc pas, au risque de 5 % d'erreur, de différence significative entre la valeur des moyennes de l'indice 100 Ls/Lt.

Largeur du corps (Ic).

C'est la distance maximum entre la base de la nageoire dorsale et celle de la nageoire anale. Exprimée par rapport à la longueur standard, elle donne l'indice 100 Ic/Ls.

Dans ce cas, les valeurs de cet indice varient de 37 à 54 pour le groupe 3 Ps ; le mode n'apparaît pas clairement et la moyenne est de 44,37. Pour le groupe 4 Vn, les chiffres obtenus vont de 34 à 47, le mode étant assez bien établi à 41 et la moyenne égale à 40,86.

La comparaison de ces moyennes aboutit à une valeur de t égale à 4,138 et une probabilité P de 0,00001. La différence observée ici est donc, au risque de 5 % d'erreur, hautement significative.

Longueur céphalique (Lceph).

Il s'agit de la longueur de la tête, mesurée de l'extrémité de la mâchoire inférieure, bouche fermée, au bord postérieur du préopercule osseux. Comme la précédente, cette longueur a été évaluée par rapport à la longueur standard pour exprimer l'indice 100 Lceph/Ls.

Les valeurs de l'indice se distribuent de 16 à 20 dans le groupe 3 Ps et de 18 à 21 dans celui 4 Vn. Dans les deux cas, le mode est à 19 mais la moyenne est de 18,51 en 3 Ps et de 19,17 en 4 Vn.

La comparaison des moyennes met en évidence une différence significative au risque de 5 % d'erreur ($t = 3,570$ et $P = 0,01$).

Diamètre de l'œil (D).

C'est la longueur du globe oculaire (et non celle de l'orbite) de l'œil migrateur. Cette longueur, comparée à celle de la tête, permet l'établissement de l'indice 100 D/Lceph.

Ces valeurs varient de 20 à 31 en 3 Ps et de 20 à 32 en 4 Vn, mais ne présentent pas de modes distincts dans les deux groupes. Les moyennes sont de 24,29 pour le groupe 3 Ps et de 26,60 pour le groupe 4 Vn. Leur comparaison met en évidence, ici encore, une différence significative ($t = 3,484$ et $P = 0,01$).

Longueur du maxillaire (LM).

Mesurée sur la face zénithale, cette longueur est aussi évaluée par rapport à la longueur de la tête sous la forme de l'indice 100 LM/Lceph. Les valeurs de cet indice oscillent de 46 à 56 en 3 Ps et de 46 à 53 en 4 Vn, avec des modes respectifs de 47 et de 50. Il a pour valeur moyenne 49,91 en 3 Ps et de 49,26 en 4 Vn.

La comparaison de ces valeurs montre qu'il n'y a pas, au risque de 5 % d'erreur, de différence significative entre les deux groupes de plies ($t = 1,241$ et $P = 0,21$).

Longueur de la mandibule (Lm).

Aussi mesurée sur la face zénithale, la longueur de la mandibule est encore évaluée par rapport à la longueur de la tête sous la forme de l'indice 100 Lm/Lceph. Ses valeurs vont de 57 à 67 en 3 Ps et de 60 à 67 en 4 Vn, avec des modes de 61 et de 63-64. La moyenne du groupe 3 Ps est de 62,94, alors que celle du groupe 4 Vn est de 62,60.

En les comparant on note, ici encore, qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes, au risque de 5 % d'erreur ($t = 0,669$ et $P = 0,50$).

Longueur de la nageoire pectorale (Lp).

Il s'agit de la distance comprise entre la base et l'extrémité du rayon le plus long de la nageoire pectorale, sur la face zénithale. Évaluée par rapport à la longueur céphalique, cette longueur peut s'exprimer par l'indice 100 Lp/Lceph.

Les valeurs de cet indice varient de 52 à 71 en 3 Ps et de 54 à 75 en 4 Vn, sans modes apparents. La moyenne du groupe 3 Ps est de 62,49 et celle du groupe 4 Vn de 64,83.

La comparaison de ces valeurs montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes de plies ($t = 1,947$ et $P = 0,05$).

2. — Evolution des indices en fonction de la taille (Lt).

Ainsi, trois des indices étudiés sur sept montrent des différences significatives entre les deux groupes de plies américaines. Puisque ces différences portent sur les proportions de la tête par rapport au corps, de la largeur par rapport à la longueur et de la taille de l'œil par rapport à celle de la tête, nous avons été amené à nous demander si les trois indices n'étaient pas statistiquement différents à cause d'une évolution allométrique de ces proportions.

En effet, les échantillons prélevés dans le groupe 3 Ps ont une taille nettement supérieure (Lt s'échelonnant de 196 à 635 mm) à celle des individus prélevés dans le groupe 4 Vn (Lt comprises entre 160 et 454 mm).

En nous rapportant à trois classes de taille : inférieure à 250 mm, comprise entre 250 et 450 mm et supérieure à 450 mm, la répartition des individus examinés est la suivante :

classes de taille	3 Ps	4 Vn	total
<250 mm	6	9	15
250-450 mm	16	25	41
>450 mm	13	1	14
total	35	35	70

En cumulant les données des deux groupes pour avoir un nombre d'échantillons suffisant, nous avons alors étudié l'évolution des trois indices significativement différents en fonction de la longueur totale.

Indice 100 lc/Ls.

Chez les individus de taille (Lt) inférieure à 250 mm, les valeurs de l'indice varient de 34 à 41 avec une moyenne de 38,33, alors que chez les plies comprises entre 250 et 450 mm, elles vont de 39 à 49 avec une moyenne de 42,29 et que chez celles de taille supérieure à 450 mm elles se distribuent de 45 à 54 avec une moyenne de 48,14.

Ainsi, quand la taille du poisson augmente, la largeur du corps (lc) présente par rapport à la longueur standard une *allométrie majorante* et l'indice 100 lc/Ls augmente.

Indice Lceph/Ls.

Chez les individus de taille inférieure à 450 mm, les valeurs de cet indice se répartissent de 17 à 21 avec une moyenne à 18,89 alors que chez les plies dépassant cette taille, ces valeurs vont de 16 à 20 avec une moyenne à 18,64.

Quand la taille augmente, la longueur céphalique présente donc, par rapport à la longueur standard, une *allométrie minorante* et l'indice 100 Lceph/Ls décroît.

Indice 100 D/Lceph.

Les individus de taille inférieure à 250 mm ont un indice variant de 25 à 32 avec une moyenne de 28,60 ; ceux compris entre 250 et 450 mm présentent un indice se répartissant de 23 à 30 avec une moyenne à 25,66 ; ceux de taille supérieure à 450 mm ont un indice allant de 20 à 24 avec une moyenne de 21,43.

Ainsi, quand la taille de la plie augmente, le diamètre de l'œil présente, par rapport à la longueur de la tête, une *allométrie minorante* et l'indice 100 D/Lceph décroît.

De la sorte, les différences significatives observées entre les deux groupes de plies pour ces trois indices s'expliquent facilement. En effet, les individus échantillonnés dans le groupe 3 Ps ayant des tailles (Lt) supérieures, il est normal que ce groupe présente par rapport au groupe 4 Vn un indice 100 lc/Ls supérieur, un indice 100 Lceph/Ls inférieur et un indice 100 D/Lceph également inférieur.

2° *Caractères méristiques.*

Dans cette étude, sept caractères, basés sur le comptage de sept groupes de pièces anatomiques, furent examinés à l'œil nu, à l'aide d'une aiguille montée : le nombre de rayons branchiostèges (n), le nombre de branchicténies (Nb), comptées sur la partie inférieure de l'arc branchial antérieur du côté zénithal, le nombre de rayons des nageoires dorsale (Nd), anale (Na), pectorale (Np) sur la face zénithale et caudale (Nc), le nombre de vertèbres (Nv) comptées entre l'os basi-occipital et l'urostyle (non comprise).

Cependant, seuls cinq de ces caractères ont été définitivement retenus, car le nombre de rayons branchiostèges et celui des rayons de la nageoire caudale ne présentent aucune variation dans l'ensemble de la région, étant respectivement toujours égaux à 8 et à 18.

Ces cinq caractères, indépendants de la taille (Lt) des poissons, permettent de compléter l'étude des deux groupes (fig. 8).

Nombre de branchicténies (Nb).

La plie du groupe 3 Ps possède de 9 à 13 branchicténies, le mode étant de 10 et la moyenne de 10,86. Celle du groupe 4 Vn en possède également de 9 à 13, mais présente un mode à 11 et une valeur moyenne de 10,83.

La comparaison statistique de ces deux moyennes montre que cette légère différence entre les deux groupes n'est pas, au risque de 5 % d'erreur, significative ($t = 0,129$ et $P = 0,90$).

Nombre de rayons à la nageoire dorsale (ND).

Il varie de 81 à 93 chez le groupe 3 Ps avec une valeur moyenne de 87,94, alors qu'il oscille de 80 à 94 chez le groupe 4 Vn avec une moyenne de 87,09.

Cette différence entre les moyennes n'est cependant pas significative au risque de 5 % d'erreur puisque $t = 1,039$ et $P = 0,30$.

Nombre de rayons à la nageoire anale (Na).

En 3 Ps, il varie de 65 à 73 avec une valeur moyenne de 68,97 et en 4 Vn de 63 à 74 avec une moyenne de 68,60.

La comparaison de ces moyennes montre qu'au risque de 5 % d'erreur, cette différence n'est pas significative ($t = 0,580$ et $P = 0,56$).

Nombre de rayons à la nageoire pectorale (Np).

Ce nombre varie de 11 à 14 en 3 Ps autour d'un mode à 12 et d'une moyenne de 11,91,

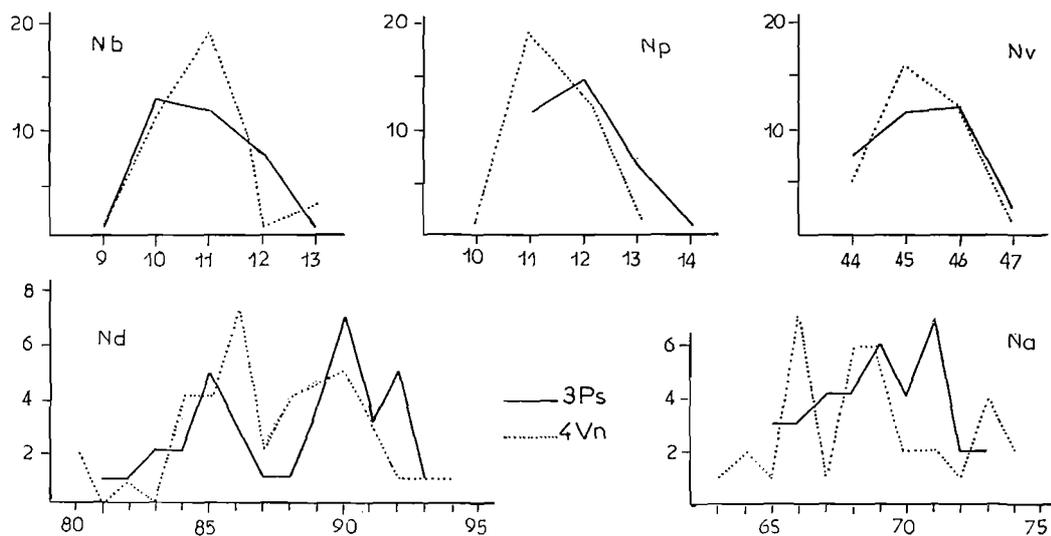


FIG. 8. — Comparaison morphologique entre les deux groupes de plie américaine à l'aide des caractères méristiques. Nb : nombre de branchicténies, Np : nombre de rayons à la nageoire pectorale, Nv : nombre de vertèbres, Nd : nombre de rayons à la nageoire dorsale, Na : nombre de rayons à la nageoire anale.

et de 10 à 13 en 4 Vn autour d'un mode à 11 et d'une moyenne de 11,46.

Cette différence est cette fois significative au niveau de 5 % puisque $t = 2,510$ et $P = 0,01$.

Nombre de vertèbres (Nv).

Variant dans les deux groupes de 44 à 47, le mode se situe à 45 et la moyenne à 45,29 en 3 Ps et à 45,31 en 4 Vn.

La comparaison de ces deux moyennes montre que cette faible différence n'est pas significative ($t = 0,133$ et $P = 0,89$).

Ainsi, seules les moyennes obtenues pour les nombres de rayons de la pectorale sont significativement différents au seuil de 5 % ($P = 0,01$), le groupe de plie du 3 Ps ayant une moyenne légèrement supérieure ($11,914 \pm 0,280$) à celle du groupe 4 Vn ($11,457 \pm 0,226$).

3° Discussion et conclusions.

a — Dans un premier temps, l'ensemble des données morphologiques recueillies dans la région nous a permis de faire une description précise de la plie américaine. Bien que l'absence de valeur statistique ne permette pas une réelle comparaison avec celle proposée par NORMAN (1934), il faut noter qu'elle en est très proche.

En ce qui concerne les indices issus des caractères métriques, les données de cet auteur, comparées aux nôtres, se présentent ainsi :

100 Lc/Ls	: 37 à 47	contre 34 à 54	pour nous
100 Lceph/Ls	: 16 à 22	contre 16 à 21	
100 D/Lceph	: 19 à 31	contre 20 à 32	
100 LM/Lceph	: 49 à 54	contre 46 à 56	
100 Lm/Lceph	: 66 à 71	contre 57 à 67	
100 Lp/Lceph	: 63 à 82	contre 52 à 75	

Pour ce qui est des caractères méristiques, les chiffres sont les suivants :

nombre de rayons branchiostèges	.....	8	dans les deux cas
branchicténies	.....	9 à 12	contre 9 à 13 pour nous
rayons de la dorsale	.....	80 à 94	dans les deux cas
rayons de l'anale	.....	64 à 75	contre 63 à 74
rayons de la pectorale	.....	9 à 12	contre 10 à 14
rayons de la caudale	.....	18-19	contre 18
vertèbres	.....	42 à 45	contre 44 à 47

Il est probable que les faibles différences observées proviennent surtout du très petit échantillon étudié par cet auteur (8 exemplaires), puisque nos valeurs extrêmes ont une plus grande dispersion. De plus, le fait que l'échantillon de NORMAN provienne d'une région plus méridionale que la nôtre peut expliquer certaines de ces différences, comme celles qui apparaissent dans les proportions de la mandibule et de la nageoire pectorale par rapport à la tête ou dans le nombre des vertèbres.

b — L'étude comparative des caractères métriques dans les deux groupes de plie américaine a ensuite démontré qu'il n'y a pas, au risque de 5 % d'erreur, de différence significative entre les proportions de leur corps. On a, en effet, montré comment les moyennes des trois indices 100 Lc/Ls, 100 Lceph/Ls et 100 D/Lceph, qui semblaient significativement différentes, variaient en fait avec la taille (Lt) du poisson. On doit donc imputer ces différences au fait que l'échantillon prélevé dans le groupe du banc Saint-Pierre comprenait des classes de taille nettement supérieure.

c — La comparaison des caractères méristiques dans ces deux groupes a corroboré les résultats précédents puisque quatre des cinq caractères pris en considération (branchicténies, rayons des nageoires dorsale et anale et vertèbres) ne présentent pas de différence significative de leurs moyennes. Seule la différence observée entre les moyennes des rayons de la nageoire pectorale est significative au niveau de 5 % ($P = 0,01$). Nous verrons par la suite quelle explication l'on peut donner à cette différence, mais d'ores et déjà il ne faut pas écarter l'hypothèse d'une imprécision dans l'évaluation de ce caractère, due à la petitesse de notre échantillon.

En ce qui concerne plus précisément les moyennes vertébrales, nos résultats ($45,286 \pm 0,318$ pour le groupe 3 Ps et $45,314 \pm 0,274$ pour le groupe 4 Vn) ne présentent pas de différence significative avec ceux fournis par PITT (1963). Cet auteur trouvait, en effet, une moyenne vertébrale de $45,593 \pm 0,041$ sur le banc Saint-Pierre ($P = 0,07$) et de $45,464 \pm 0,087$ sur le banc Saint-Anne ($P = 0,36$). De plus, il notait, comme nous, qu'il n'y a pas de différence significative entre les moyennes des deux groupes : $P = 0,89$.

Pour ce qui est du nombre de rayons à la nageoire anale et malgré l'impossibilité d'une réelle comparaison statistique, nous pouvons tout de même rapprocher nos résultats de ceux que POWLES obtenait en 1965 sur le plateau magdalénien. Il donnait en effet des moyennes variant de 68,1 à 68,7 dans cette région, alors que nous trouvons celle de $68,600 \pm 1,022$ pour le plateau oriental de l'île du Cap Breton.

d — D'une manière générale, on peut donc dire que la plie américaine ne présente pas de grande variabilité dans ses caractères morphologiques d'un secteur à l'autre.

Ce phénomène avait déjà été remarqué par les deux auteurs cités. En 1963, PITT montrait que les moyennes vertébrales variaient très peu du plateau labradorien aux bancs de Nouvelle-Écosse : valeurs extrêmes de $45,463 \pm 0,044$ à $45,718 \pm 0,026$. Pour le Grand Banc de Terre-Neuve, cet auteur n'arrivait pas à démontrer l'existence de « populations » séparées à partir des moyennes vertébrales. De même, les faibles moyennes rencontrées en plusieurs endroits dans le golfe du Saint-Laurent l'incitaient à croire que dans cette vaste région il n'y avait qu'une « unique et grande population » de plie américaine.

POWLES, toujours en 1965, confirme les données de PITT en montrant que la plie du plateau magdalénien est biologiquement homogène (« discrète » en anglais), ne pouvant pas non plus distinguer plusieurs « groupes » sur ce plateau à partir des caractères méristiques.

Ce n'est que par les marquages que POWLES montre l'existence de deux groupes sur le plateau et que PITT (1969) montrera la présence de plusieurs « populations » sur le Grand Banc.

e — Cette grande stabilité dans les caractères méristiques, comme dans les proportions du corps de la plie américaine peut s'expliquer par une fixité relative de l'espèce due à son niveau élevé d'évolution qui n'atteint cependant pas celles d'autres espèces aux caractères très fixés comme les Perciformes par exemple. On sait que les caractères morphologiques de poissons moins évolués varient sous l'influence de l'environnement, et en particulier du facteur thermique, pendant la période d'incubation de l'œuf et au début de la vie larvaire, comme l'ont montré SCHMIDT (1921), VLADIKOV (1934), TANING (1944), LINDSEY (1954), FAGE (1958) et BARLOW (1961), c'est-à-dire à un moment où l'individu est particulièrement sensible à son action.

Or, les conditions hydrologiques générales sont, comme nous l'avons aperçu, sensiblement différentes dans les deux secteurs considérés et en particulier au moment de la ponte et du développement embryonnaire. Les bancs méridionaux de Terre-Neuve sont recouverts par des eaux d'origine labradorienne avec cependant une légère influence des eaux de pente, tout au moins dans le sud, alors que le plateau de Cap Breton est baigné par des eaux plus froides et fortement dessalées puisque provenant en partie du fleuve Saint-Laurent.

Ainsi, la faible salinité des eaux recouvrant les bancs de Cap Breton permet d'expliquer la faible moyenne observée pour les nombres de rayons à la nageoire pectorale chez la plie américaine du groupe 4 Vn.

Ceci apporte aussi une explication aux très faibles dissemblances rencontrées dans la mesure où, comme nous le verrons, les deux groupes de plies ont des lieux de ponte bien distincts et des périodes de reproduction légèrement décalées dans le temps. De plus, les œufs, pondus sur le fond, devenant progressivement pélagiques au cours de leur développement, traversent des couches d'eau à température variable.

En conclusion, cette nette similitude dans les caractères morphologiques des deux groupes ne permet pas de mettre en évidence l'existence de deux populations distinctes de chaque côté du chenal laurentien. En effet, si nous admettons, avec FAGE (1958), que les caractères morphologiques sont un des critères qui permettent de distinguer des populations différentes, nous devons conclure, à l'issue de cette étude, qu'une seule et même population de plie américaine occupe le banc Saint-Pierre et le plateau de Cap Breton.

CHAPITRE II

DISTRIBUTION, HABITAT ET MOUVEMENTS SAISONNIERS

La connaissance de la distribution de l'espèce et celle des facteurs qui déterminent ses variations est essentielle car elle constitue un premier pas vers la compréhension de sa biologie et permet de relier les principaux phénomènes biologiques entre eux. Notre propos est donc, grâce à l'étude des variations dans l'espace et dans le temps de sa distribution, de situer la plie américaine dans son milieu.

I. - Distribution géographique.

La plie américaine est une espèce arctico-boréale de l'océan Atlantique. Dans l'Atlantique nord-est, la variété européenne se répartit des Mers de Kara et de Barentz aux côtes de l'île François-Joseph, du Spitzberg au Groënland oriental, de l'Islande en Mer de Norvège, de la Mer Baltique à la Mer du Nord, cette dernière marquant sa limite sud de distribution. Dans l'Atlantique nord-ouest, les publications américaines et canadiennes indiquent que l'aire de répartition d'*Hippoglossoides platessoides* s'étend du Groënland au cap Cod dans le Massachusetts. Les résultats obtenus par les chalutages de la « Thalassa » en 1962, 1966, 1967 et 1969, ainsi que nos observations sur ce navire en 1970 et à bord du « Cryos » de 1970 à 1974, nous ont permis de préciser la distribution générale de l'espèce dans l'Atlantique du nord-ouest et de connaître avec précision les secteurs où la concentration est la plus grande (MINET et POULARD, 1972).

1° Distribution générale et principaux secteurs de concentration (fig. 9).

1. — Le Groënland.

Les Canadiens LEIM et SCOTT, en 1966, et les chercheurs des Etats-Unis signalent la présence de la plie américaine sur les bancs du Groënland occidental jusqu'à Upernavick, par 72° 30' de latitude nord. La campagne réalisée par la « Thalassa » en juillet-août 1970 a permis de montrer, qu'en fait, la limite septentrionale de distribution de l'espèce dans cette région semble plutôt se situer à la latitude d'Egedesminde, c'est-à-dire par 68° 50' N ; en effet, aucun des traicts de chalut effectués au nord de cette latitude (division 1 A de l'I.C.N.A.F.) n'a rapporté de plie américaine. Au sud de cette limite, les meilleurs rendements (126 kg en 34 minutes et 170 kg en 62 minutes de pêche) furent obtenus dans la fosse d'Holsteinborg, entre 270 et 320 m de fond. Plus au sud encore, les meilleures captures furent réalisées sur le banc Fyllas, entre 140 et 170 m de profondeur avec 239 kg en 69 minutes de traict (ALLAIN et coll., 1970). A l'intérieur de ces limites, cette

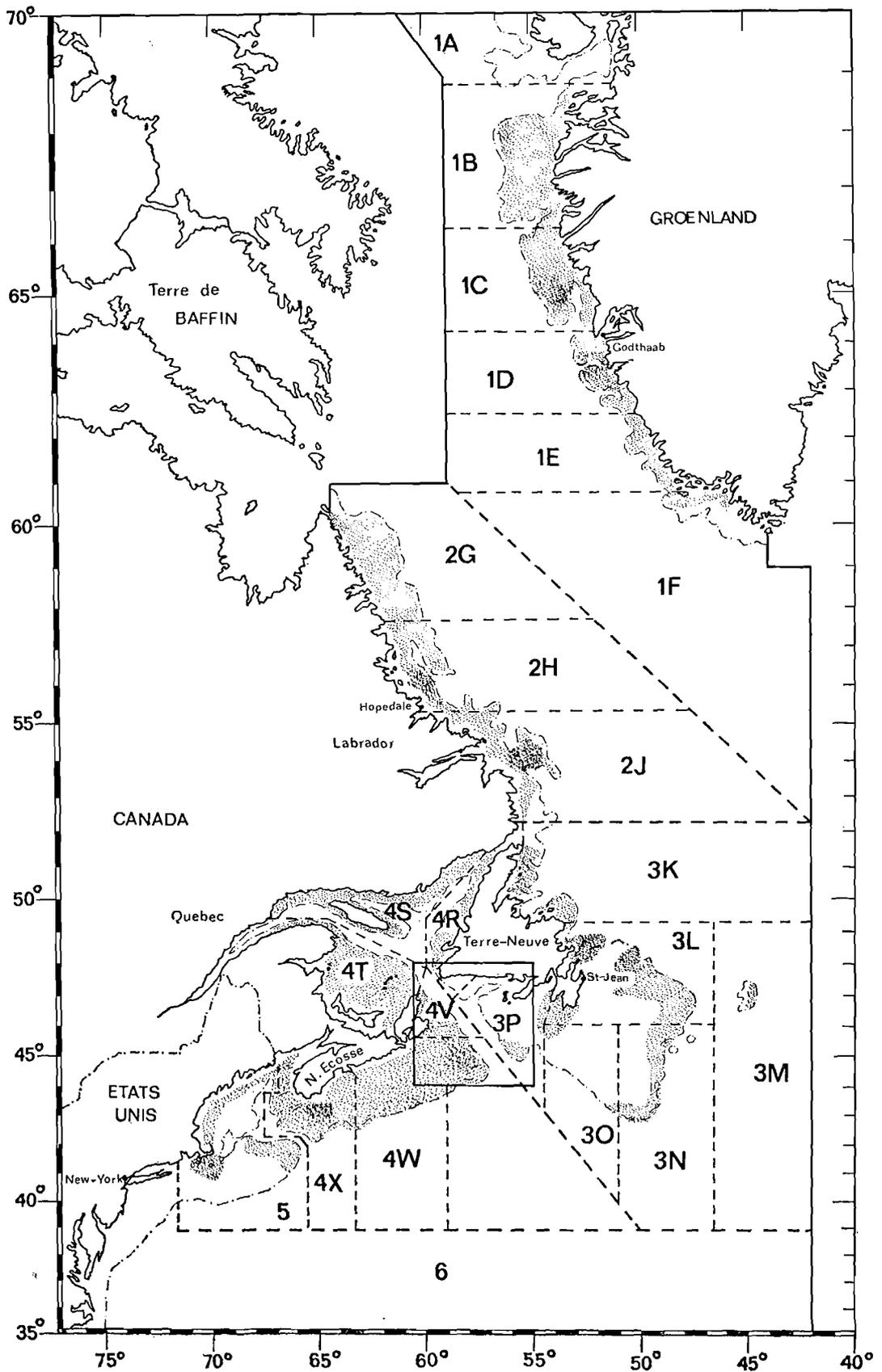


FIG. 9. — Distribution générale de la plie américaine et situation de la région étudiée dans les secteurs délimités par l'ICNAF.

espèce était présente dans les chalutages, mais en faible quantité, le rendement moyen étant de 28 kg/h entre 68° 50 N et 66° 15 N (division 1 B), de 51 kg/h entre 66° 15 N et la latitude de Godthaab (division 1 C) et de 45 kg/h au sud de Godthaab (division 1 D).

2. — *Le Labrador.*

Les publications canadiennes de FROST (1939) et de BACKUS (1957) montrent que la plie américaine existe tout le long des côtes du Labrador, mais qu'elle présente des concentrations plus importantes au large de Hamilton Inlet et sur le banc Hamilton. Comme le relatent LETACONNOUX, ALLAIN, MORICE et NEDELEC en 1967, la campagne de la « Thalassa » d'août-septembre 1966 a confirmé cette répartition. En effet, les meilleurs rendements ont été obtenus sur la partie nord-ouest du banc Hamilton avec 372 kg/h par 160 m de fond et 243 kg/h entre 175 et 200 m. Le fait s'est trouvé confirmé par les statistiques de l'I.C.N.A.F. pour l'année 1972 qui indiquent que 4 800 tonnes sur les 5 000 capturées sur le plateau labradorien proviennent de ce banc.

C'est ensuite sur le banc Bulldog par 205 à 210 m de fond avec 291 kg/h de pêche et, plus au nord, sur le banc Makkovik, entre 195 et 220 m avec 100 kg/h que les rendements se sont révélés être les meilleurs ; sur le reste du plateau labradorien, ils n'ont pas dépassé 30 à 40 kg/h de traict.

3. — *Terre-Neuve.*

C'est le long des côtes de Terre-Neuve et sur les bancs voisins que l'on rencontre les plus grosses concentrations de plie. D'après LEIM et SCOTT (1966) les zones de plus grande abondance près de la côte sont la baie de la Trinité à l'est de Terre-Neuve, la baie Sainte-Marie au sud de l'île, ainsi que les baies Saint-Georges et Bonne Baie à l'ouest. De fait, les chalutages effectués par la « Thalassa » en 1966 dans l'est de Belle Isle par 205 m de profondeur, dans la baie de Notre-Dame et dans les parages de l'île Fogo entre 225 et 250 m n'avaient pas rapporté plus de 6 à 9 kg/h, tandis que ceux faits par le « Cryos » dans la baie Saint-Georges en janvier et novembre 1973 autour de 100 m de fond ont produit jusqu'à 630 kg/h.

Sur le Grand Banc, les parties septentrionale et orientale sont les plus riches d'après TEMPLEMAN, 1966) et PITT (1967 b et 1969). Les captures dans ces deux régions (division 3 L et 3 N) atteignent en effet, avec 50 717 tonnes en 1972, 60 % des apports totaux de plie américaine dans l'Atlantique nord-ouest.

Cette espèce se rencontre aussi sur le Bonnet Flamand, mais en bien moins grande quantité, puisque la « Thalassa » n'en a pris que 47 kg/h par 150 m de fond.

4. — *Le golfe du Saint-Laurent.*

On trouve la plie américaine dans tout le golfe, en particulier dans l'estuaire du Saint-Laurent, sur le plateau magdalénien. Cette dernière région (division 4 T) fournit à elle seule 80 % des captures effectuées dans le golfe, avec 8 300 tonnes en 1972.

5. — *La Nouvelle-Ecosse et les Etats-Unis.*

Déjà, la campagne faite par la « Thalassa » en avril-mai 1970 sur les bancs de Nouvelle-Ecosse avait permis de mettre en évidence l'abondance de plie américaine sur le plateau du Cap Breton. Des concentrations de cette espèce sont également rencontrées sur les bancs Misaine, Artimon, Banquereau (4 Vs) et, en moins grande quantité, sur les bancs de l'île de Sable, Emerald, Sambro, la Have et Browns (4 W).

Dans le golfe du Maine, BIGELOW et SCHROEDER signalent en 1953 la présence de plie entre 50 et 100 m sur le banc Stellwagen. Toutefois, les fonds explorés par la « Thalassa » en juillet-août 1962 (ANCELLIN, 1962) et en mai-juin 1969 (MORICE et FONTAINE, 1970) se sont révélés pauvres en cette espèce, puisque les rendements n'ont pas dépassé 10 kg/h sur les accores nord-est du banc Stellwagen ainsi qu'à 30 milles dans l'est-nord-est du cap Ann.

Sur le banc Georges, où cette espèce est également largement répandue, les auteurs américains signalent surtout sa présence sur la bordure septentrionale du banc. Mais les pêches de la « Thalassa » en 1962 et 1969, ainsi que celles du « Cryos » en 1971 et 1973, furent médiocres aux accores

nord et nord-est du banc avec de 6 à 32 kg/h. En revanche, de meilleurs rendements (50 à 120 kg/h) furent obtenus sur les accores ouest et nord-ouest, alors que les pentes sud et sud-ouest y sont assez pauvres (20 kg/h).

Les publications américaines ne signalent que des captures peu importantes au large du cap Cod ; les pêches de la « Thalassa » en 1962 donnèrent des résultats modestes ou médiocres : 60 kg/h entre 180 et 200 m à l'est de ce cap et 25 kg/h entre 78 et 133 m dans le nord-nord-ouest du même lieu.

Cette raréfaction progressive de la plie fait que l'on considère généralement le cap Cod, qui se

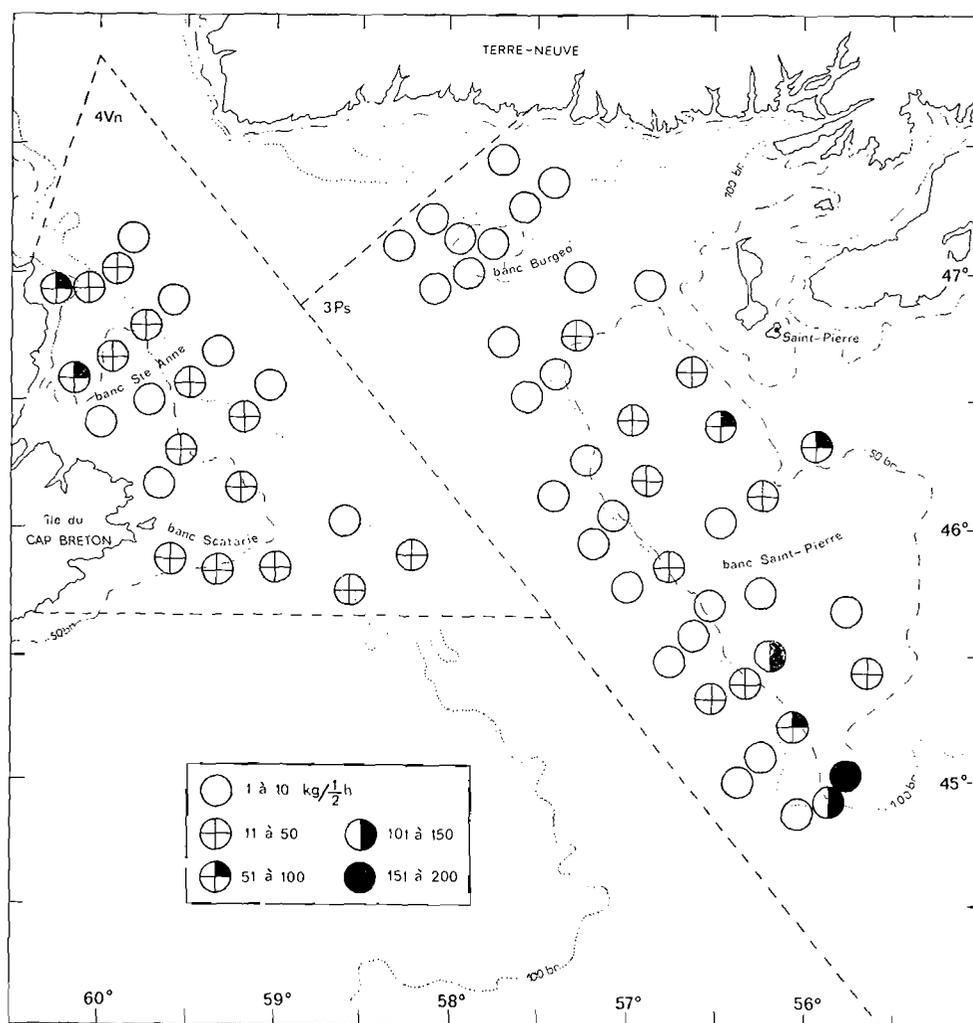


FIG. 10. — Distribution régionale de la plie américaine. Moyennes des captures (en kg) obtenues au cours des quatre campagnes saisonnières du « Cryos » en 1971 et 1972, par trait standard d'une demi-heure (247 stations).

situe aux environs du 41° parallèle nord, comme la limite méridionale de distribution de cette espèce sur les côtes de l'Atlantique occidental.

2° Distribution régionale.

La plie américaine a une large distribution dans la région étudiée. Sur les bancs Saint-Pierre

et Burgeo, c'est-à-dire dans la sous-division 3 Ps de l'I.C.N.A.F., les captures commerciales annuelles oscillent, ces dernières années, entre 6 000 et 12 000 tonnes, alors que sur le plateau du Cap Breton, sous-division 4 Vn, elles ont varié de 1 600 à 2 400 tonnes. Nos observations faites à bord du « Cryos » contribuent à la connaissance de cette distribution régionale.

1. — *Matériel et méthodes.*

Les résultats exposés ici ont été recueillis lors des chalutages effectués par le « Cryos » sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et le plateau de Cap Breton au cours de quatre campagnes saisonnières réalisées du 11 au 27 juillet 1971, du 9 au 29 novembre 1971, du 3 au 22 février 1972 et du 3 au 24 mai de la même année.

Durant la campagne de février 1972, l'extension de la banquise sur le plateau du Cap Breton empêcha tout chalutage ce qui malheureusement nous a privé de données hivernales dans cette zone.

Pour ces quatre campagnes, dont le but essentiel était l'étude de la distribution des principaux poissons de fonds, nous avons établi un schéma de répartition des stations le long de onze radiales sur les bancs Saint-Pierre et Burgeo et de six radiales sur le plateau du Cap Breton, le nombre moyen de stations par radiale étant de quatre (fig. 10). Les radiales orientées suivant une direction perpendiculaire à l'axe du chenal laurentien étaient distantes de 18 milles les unes des autres. Sur chacune d'entre elles, les chalutages ont été, autant que possible, effectués à des positions standard, de manière à obtenir un échantillonnage équivalent à chaque niveau bathymétrique. Au total, cette étude se base donc sur 247 traicts de chalut, dont 167 effectués dans la zone 3 Ps et 80 dans la zone 4 Vn.

A ces stations de chalutage étaient adjointes des mesures hydrologiques et des prélèvements de sédiments dont les résultats seront donnés plus loin.

A la standardisation des positions et des profondeurs, s'ajoutent celle de la durée des traicts sur le fond qui fut fixée à 30 minutes pour l'ensemble des stations, et celle de l'engin de pêche employé. Celui-ci, un chalut de fond du type Lofoten mis au point par le laboratoire de l'Institut des Pêches de Boulogne-sur-Mer, avait les spécifications suivantes : corde de dos de 31,20 m montée sur 30,80 m, bourrelet de 17,70 m gréé d'une ligne de sphères de 17,25 m, mailles étirées de 140 mm dans les ailes et dans le corps et de 50 mm dans la poche, celle-ci étant pourvue d'un doublage plus résistant en 140 mm (fig. 11).

Les plies capturées furent toutes pesées à bord ce qui a permis d'établir à chaque station le rendement par demi-heure de traict. Cette évaluation des captures par traict standard constitue un « indice d'abondance » que l'on peut considérer avec GROSSLEIN (1971) comme une mesure relative de l'abondance absolue de l'espèce dans cette région. Cet indice peut en effet constituer une estimation valable de l'abondance absolue réelle s'il lui est lié par une proportionnalité constante que GROSSLEIN appelle coefficient de prise (« catchability coefficient »). Or, la standardisation de l'implantation des stations et de la durée des traicts ainsi que celle du chalut utilisé permet justement à ce coefficient de tendre vers une constante.

Il faut remarquer que les indices exprimés, tout en étant indicatifs pour la pêche, sont nettement inférieurs aux résultats obtenus par les navires commerciaux qui, recherchant systématiquement les concentrations les plus importantes, chalutent plus longtemps avec un engin spécialement gréé pour la capture de poissons plats, grâce à la présence d'un bourrelet particulier ou de chaînes destinés à alourdir le filet et à gratter davantage le fond.

Nous avons regroupé, pour chaque station, les indices obtenus aux quatre saisons, de manière à exprimer les rendements semi-horaires moyens par station standard.

2. — *Résultats.*

En examinant la figure 10 on remarque, tout d'abord, que la plie américaine a une large distribution dans la région étudiée puisqu'elle est capturée à toutes les stations de chalutage. On peut toutefois distinguer certaines aires de plus grande densité.

C'est ainsi que dans la sous-division 3 Ps, la partie méridionale du banc Saint-Pierre est la

zone principale de concentration. À l'extrême sud du banc, les rendements semi-horaires moyens sont élevés (140 et 176 kg) du fait d'importantes captures réalisées en automne sur la pente, alors que sur les petits fonds, les bonnes prises sont surtout obtenues au printemps avec 170 kg/demi-heure. D'autre part, dans la partie nord-est du banc, en bordure du bassin de Plaisance, on trouve une petite zone où l'abondance moyenne est légèrement plus grande : 63 à 70 kg/demi-heure. Ailleurs, sur toute l'étendue du plateau, les rendements moyens se situent entre 1 et 50 kg/demi-heure. Dans le chenal de l'Hermitage et sur le banc Burgeo, la plie est très peu abondante puisqu'aucune capture ne dépasse en moyenne 10 kg par demi-heure.

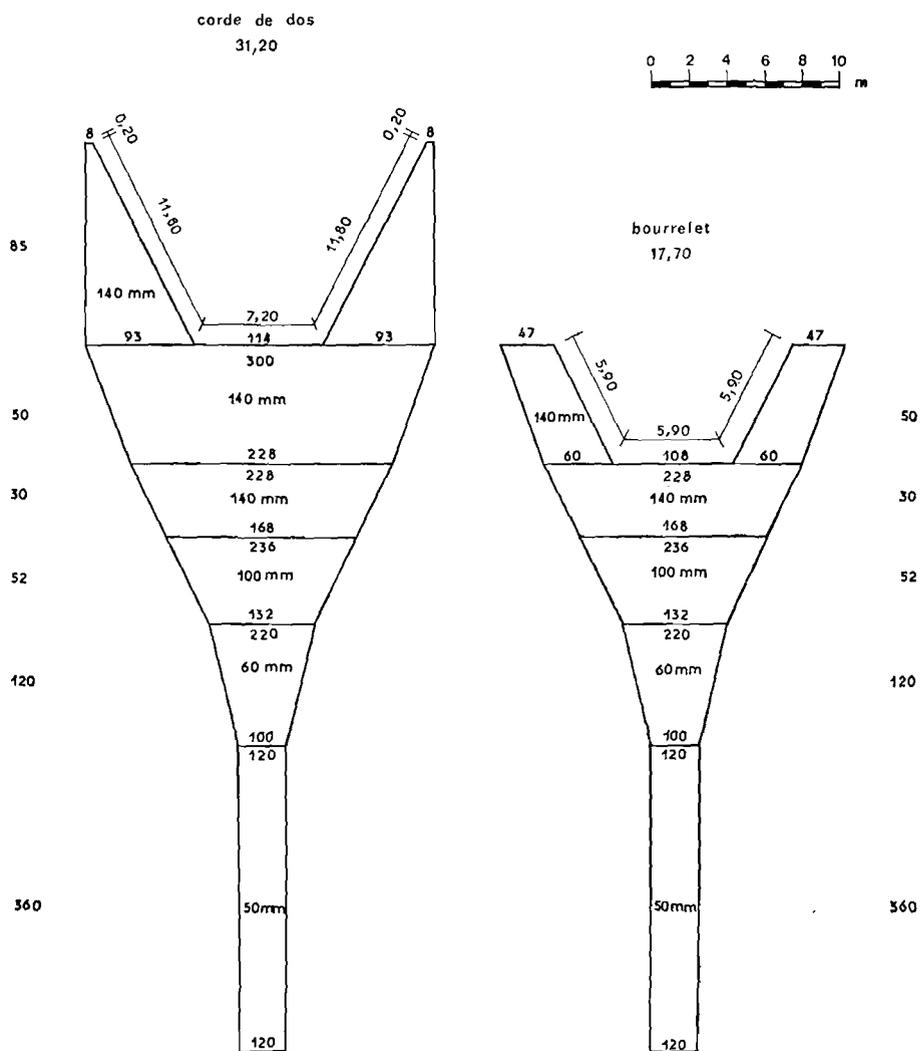


FIG. 11. — Plan du chalut Lofoten utilisé à bord du « Cryos ».

Dans la sous-division 4 Vn, la zone de plus grande abondance moyenne (81 et 78 kg/demi-heure) se situe près de la côte de l'île de Cap Breton entre le cap Nord et la baie de Sydney, alors que sur le plateau situé au large de cette zone côtière, les rendements moyens varient de 15 à 40 kg par demi-heure. Peu abondante sur le banc Sainte-Anne où ces pêches sont le plus souvent inférieures à 10 kg/demi-heure, l'espèce est mieux représentée sur le banc Scatarie et dans la fosse qui le limite : 15 à 26 kg/demi-heure.

En outre, il ne faut pas oublier que l'effort de pêche intensif auquel a été soumise la plie amé-

ricaine au cours de ces dernières années a probablement modifié sa distribution dans la région. C'est ainsi que l'aire de concentration qui existait au nord du banc Saint-Pierre il y a vingt ans et qui, d'après TEMPLEMAN (1966), a longtemps supporté une pêcherie assez importante, n'apparaît plus dans la carte de distribution actuelle. Ceci constitue, sans doute, un des nombreux exemples de l'influence de l'activité humaine sur la distribution et l'abondance des ressources marines.

Mais les facteurs naturels exercent également sur la distribution une action que nous proposons d'examiner maintenant.

II. - Rapports écologiques, facteurs influençant la distribution.

D'après KUHNLELT, en 1969, la distribution géographique des animaux est influencée par une série de facteurs dont les effets attractifs ou répulsifs peuvent être favorables, en opposition ou indépendants les uns des autres. Ces attractions ou répulsions sont déclenchées par des réactions directionnelles, ou taxies, des organismes aux stimuli qu'ils perçoivent. La nature des facteurs qui interviennent peut être physique, comme c'est le cas pour la température, la lumière, la texture du substrat, chimique comme pour la salinité, l'oxygène dissous..., ou biologique comme pour la nourriture. Son influence dépend de la réception sensorielle de l'animal mais aussi, pour une grande part, de son état physio-



FIG. 12. — Granulométrie du substrat: le collecteur de sédiments fixé au train de pêche.

logique du moment ; c'est le cas notamment pendant la période de maturation des gonades ou pendant l'activité nutritionnelle. L'étude des principaux facteurs influençant la distribution géographique peut donc constituer, dans bien des cas, une première approche dans la compréhension des principaux phénomènes biologiques.

Plusieurs auteurs américains, canadiens, soviétiques, ont fait part de leurs observations sur les rapports qui existent entre la plie américaine et le milieu ambiant. Ces travaux ont contribué à définir les limites d'influence de certains facteurs importants comme le substrat, la profondeur, la température et la salinité. Par contre, les travaux montrant l'action de ces facteurs sur la distribution et l'abondance de la plie américaine sont encore peu nombreux. Dans la région étudiée, notre effort a donc principalement montré l'action du substrat, de la profondeur et de la température sur le comportement de la plie pour essayer de comprendre les variations de distribution observées plus haut.

1° Le substrat.

Comme tous les poissons benthiques, et en particulier les Hétérosomes, la plie américaine est très étroitement liée aux fonds sur lesquels elle vit. Aucun travail précédent ne l'ayant clairement mis en

évidence, nous avons cherché à établir dans quelle mesure ces liens pouvaient avoir une influence sur sa distribution dans la région et expliquer ainsi la présence sur les bancs de certaines aires de faible densité à côté de zones de plus grande abondance.

1. — *Matériel et méthodes.*

Des échantillons de substrat ont été récoltés à l'aide d'un collecteur de sédiment pendant les quatre campagnes du « Cryos » dans la région. Ce collecteur, fixé à la branche inférieure du guindéau du chalut Lofoten, se compose d'un tube d'acier d'environ 30 cm de long et 10 cm de diamètre (fig. 12). Le fond de ce tube est percé de deux petits trous qui, en permettant l'écoulement de l'eau interstitielle et le tassement du sédiment, empêche le lavage de l'échantillon lors de la remontée. L'avantage de cette méthode est d'obtenir simultanément un échantillon dans le chalut et dans le collecteur. En plus du gain de temps dans les opérations en mer, on est en effet sûr que les sédiments récoltés reflètent exactement la granulométrie, sinon la nature, du substrat sur lequel s'est effectuée la pêche.

Au total, 220 échantillons de sédiments ont été pris en considération pour cette étude. Le contenu du collecteur fut examiné à bord, immédiatement après la remontée du chalut, et les sédiments classés suivant leur granulométrie en cinq catégories (WIGLEY, 1961), en utilisant une échelle inspirée de celle de BOURCART (1941). Ces catégories sont les suivantes :

pour la fraction fine.

- 1 - pelites (vases et argiles) : largeur $< 0,05$ mm

pour la fraction grossière.

- 2 - sables fins et vasards : $0,05 < 1 < 0,5$ mm
- 3 - sables grossiers : $0,5 < 1 < 2$ mm
- 4 - graviers, gravillons et débris coquilliers : $2 < 1 < 20$ mm
- 5 - cailloux et galets : $20 < 1 < 100$ mm

2. — *Résultats.*

Pour établir les corrélations entre la distribution et le substrat, les rendements semi-horaires sont groupés en fonction de la granulométrie du substrat sur lequel ils ont été obtenus. Le nombre moyen de plies américaines capturées par demi-heure de pêche, exprimé pour chaque catégorie de l'échelle granulométrique, permet en outre de connaître le poids moyen des individus se trouvant sur chaque type de substrat.

Sur 162 traicts de chalut faits dans la région méridionale de Terre-Neuve (secteur 3 Ps), 61 l'ont été sur des fonds de vase et argile, 41 sur des sables fins et vasards, 20 sur des sables grossiers, 24 sur des graviers et débris coquilliers et 16 sur des cailloux et galets. Dans cette région, les rendements moyens atteignent 56,2 kg par demi-heure sur les sables fins (228 individus capturés en moyenne), 46,8 kg sur les sables grossiers (71 individus), 24,9 kg sur les graviers et débris coquilliers (14 individus), 3,8 kg sur cailloux et galets (2 individus) et 2,9 kg seulement sur les vases et argiles (9 individus).

Dans le secteur du Cap Breton (4 Vn), sur 58 traicts, 17 ont été faits sur des vases et argiles, 27 sur les sables fins vasards, 3 sur les sables grossiers, 9 sur les graviers et débris coquilliers et 2 sur les cailloux et galets. Dans ce cas, le rendement maximal en poids est obtenu sur les sables grossiers (92,7 kg par demi-heure) avec, ici encore, un nombre moyen d'individus inférieur (107) à celui capturé sur les sables fins (232) où le rendement moyen n'atteint que 41,5 kg. Sur les graviers et débris coquilliers, le rendement est de 8,2 kg, le nombre d'individus étant de 6 ; sur les cailloux et galets, un seul poisson a été pris, en moyenne par demi-heure, le rendement étant de 2 kg ; enfin, sur les vases et argile, le rendement est de 9,6 kg, le nombre d'individus étant relativement élevé (34).

Les différences enregistrées entre le rendement et le nombre d'individus traduit, bien entendu, une différence de poids pour chaque individu. C'est ainsi que sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve le poids moyen par individu est de 250 g sur les sables fins, de 320 g sur les vases et argile, de 660 g sur les sables grossiers, de 1 780 g sur les graviers et débris coquilliers, de 1 900 g sur les cailloux et galets ; pour le plateau du Cap Breton, bien que les poids moyens soient un peu différents,

le classement reste le même : sables fins, 180 g ; vases et argile : 280 g ; sables grossiers : 870 g, graviers et débris coquilliers : 1 370 g ; cailloux et galets : 2 000 g (fig. 13).

Ces observations correspondent assez bien avec celles données par BIGELOW et SCHROEDER en 1953 dans le golfe du Maine, puisque ces auteurs signalent que la plie américaine évite « les fonds rocheux ou durs, préférant les mélanges fins, collants mais graveleux de sable et de vase ». De même,

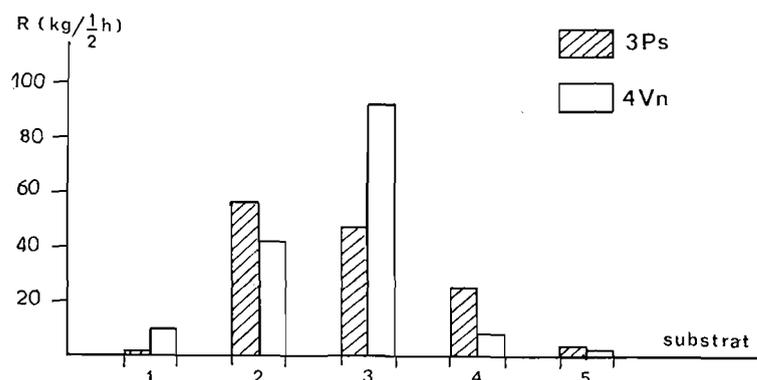


FIG. 13. — Influence de la granulométrie du substrat sur la distribution de la plie américaine sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve (3 Ps) et sur le plateau du Cap Breton (4 Vn), 1. vases et argiles, 2. sables fins et vasards, 3. sables grossiers, 4. graviers, gravillons et débris coquilliers, 5. cailloux et galets.

POWLES signale, en 1965, l'abondance de la plie américaine sur les fonds de sable et de sable vasard du plateau magdalénien et note que les zones à fonds rocheux autour de l'île du Prince-Edouard étaient improductives « bien que quelques individus y soient occasionnellement pêchés à la ligne de fond ».

Nos observations font également apparaître, à propos du poids moyen des individus capturés en fonction du substrat (fig. 14), une évolution intéressante. Dans les deux zones étudiées, l'augmentation du poids moyen est proportionnelle à l'augmentation de la taille des particules du sédiment. Les plies rencontrées sur fonds grossiers et durs sont donc en majorité des adultes de grande taille, alors que sur substrats mous et fins, les jeunes individus sont plus fréquents.

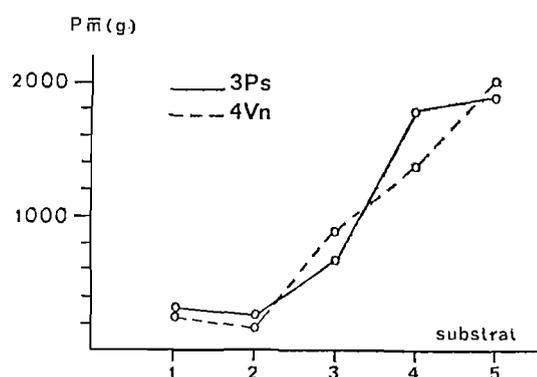


FIG. 14. — Relations entre la granulométrie du substrat et le poids moyen des individus capturés sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve (3 Ps) et sur le plateau du Cap Breton (4 Vn) (pour les symboles, voir figure 13).

Comme pour tous les poissons plats, les liens écologiques qui unissent la plie américaine au substrat sont essentiellement trophiques. En effet, les organismes benthiques constituant, comme nous l'exposerons plus loin, la grande majorité des aliments ingérés par cette espèce, il existe des relations entre le régime alimentaire et le substrat où se trouvent ces proies. Parmi celles-ci, les mollusques et les échinodermes occupent une place prépondérante qui est à rapprocher de la plus

grande abondance de plie américaine sur les fonds de sables fins ou grossiers. De la sorte, l'importance des ophiures dans le régime alimentaire de la plie du Cap Breton est à relier aux concentrations de ce poisson sur les fonds de sable grossier dans cette zone, alors que le régime plus équilibré en échinodermes et bivalves de la plie du secteur 3 Ps pourrait expliquer sa distribution plus homogène sur les substrats de sables fins, de sables grossiers et, dans une moindre mesure, de débris coquilliers.

De même, l'abondance des jeunes individus sur les substrats meubles ou fins s'explique du fait que dans les deux zones, les plies de petite taille (inférieure à 25 cm Lt) se nourrissent principalement d'annélides polychètes, d'amphipodes et de petites ophiures, comme nous le verrons dans le chapitre consacré à l'alimentation.

On doit donc retenir que le substrat, par sa texture, joue un rôle important dans la distribution de la plie américaine. En effet, la granulométrie, par son action sur le biotope, est en grande partie responsable des biocoenoses d'invertébrés benthiques peuplant les bancs. La présence de ces communautés déclenche des taxies positives chez la plie à la recherche de nourriture.

2° *La profondeur, variations locales et saisonnières.*

La plie américaine a une large distribution bathymétrique. On la trouve depuis les fonds de 30 à 40 m jusqu'à des profondeurs excédant 500 m, comme l'indiquent BIGELOW et SCHROEDER (1953), ANDRIYATCHEV (1954), LEIM et SCOTT (1966). Dans la région étudiée, nous l'avons capturée entre 35 et 415 m au cours de la campagne de la « Thalassa » en 1970 comme pendant les missions saisonnières du « Cryos » en 1971 et 1972. On note cependant des concentrations maximum de plies à des niveaux qui varient dans l'espace et le temps.

1. — *Matériel et méthodes.*

Pour mettre en évidence ces variations d'abondance, nous avons divisé les zones de pêche en fonction de différents niveaux bathymétriques : 50, 100, 200 et 350 m. Ces limites bathymétriques, proposées par l'ICNAF pour la division 3 Ps, comme le note PINHORN en 1972, ont été adoptées parce qu'elles permettent de présenter, d'une manière homogène, la distribution des principales espèces de poissons de fond pendant les campagnes saisonnières.

Entre ces isobathes, se trouve délimitée une surface à l'intérieur de laquelle il est plus facile d'étudier les variations d'abondance avec un échantillonnage standard (GROSSLEIN, 1971). Nous avons pris en considération cinq niveaux : profondeur inférieure à 50 m, fond de 50 à 100 m, de 100 à 200 m, de 300 à 350 m et profondeur supérieure à 350 m, le niveau inférieur à 50 m n'apparaissant pas sur le plateau du Cap Breton.

Dans un premier temps, on a regroupé à l'intérieur de chacune de ces catégories l'ensemble des rendements semi-horaires obtenus par le « Cryos » au cours des quatre campagnes saisonnières, de manière à pouvoir comparer entre elles les distributions bathymétriques observées dans chacune des deux zones qui composent cette région.

Dans un deuxième temps, afin de mettre en évidence d'éventuelles variations saisonnières, les rendements semi-horaires sont exprimés pour chaque niveau, saison par saison.

2. — *Résultats.*

En examinant la figure 15, on remarque que la plie est présente à tous les niveaux étudiés, avec un maximum d'abondance entre 50 et 200 m.

Sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve, la plus grande abondance, soit 48 kg/demi-heure, est obtenue entre 50 et 100 m ; elle décroît progressivement avec la profondeur, les rendements se situant à 29 kg entre 100 et 200 m, 6 kg entre 200 et 350 m et à 3 kg au-delà de 350 m. Aux profondeurs inférieures à 50 m, les captures ne dépassent pas 8 kg par demi-heure.

La situation observée sur le plateau du Cap Breton est décalée par rapport à celle des bancs de Terre-Neuve. L'espèce, peu abondante entre 50 et 100 m (25 kg/demi-heure), se concentre entre 100 et 200 m (43 kg/demi-heure), puis devient plus rare au fur et à mesure que la profondeur augmente ; on a alors 20 kg entre 200 et 350 m et 5 kg au-delà de 350 m.

Ces résultats sont très proches de ceux obtenus par POWLES en 1965, qui montraient que les plies sont surtout abondantes entre 40 et 200 m sur le plateau magdalénien. Cependant, les variations locales mises en évidence entre la zone 3 Ps et la zone 4 Vn sont difficiles à interpréter. Peut-être sont-elles dues à des différences granulométriques, le substrat le plus fréquenté par la plie étant, on l'a vu, le sable fin dans 3 Ps et le sable grossier dans 4 Vn. Les résultats présentés pour chaque saison (fig. 16) mettent en évidence de très nettes variations saisonnières.

Au printemps, les plus fortes pêches se font entre 50 et 100 m dans 3 Ps et dans 4 Vn avec, respectivement, 53 et 14 kg par demi-heure ; la plie est présente sur les fonds inférieurs à 50 m du banc Saint-Pierre (16 kg/demi-heure), tandis qu'elle y est très rare aux profondeurs supérieures à 100 m.

En été, la plus grande abondance est observée entre 50 et 200 m. En effet, la plie, toujours présente entre 50 et 100 m, a tendance à rechercher, surtout près du Cap Breton, des profondeurs plus grandes sans toutefois dépasser 200 m ; les rendements sont effectivement, par demi-heure, de 18 à 43 kg entre 50 et 100 m, de 54 kg entre 100 et 200 m ; ils tombent entre 0,5 et 6 kg au-delà de 200 m.

En automne, on obtient les rendements les plus importants. L'espèce est encore concentrée entre 50 et 200 m comme en été, mais elle s'enfonce au-delà de 200 m surtout dans la région du Cap Breton. Les rendements sont, par demi-heure, compris entre 13 et 113 kg à des profondeurs de 50 à 100 m ; 80 et 68 kg entre 100 et 200 m ; 6 à 39 kg entre 200 et 350 m ; 4 à 15 kg au-delà de 350 m.

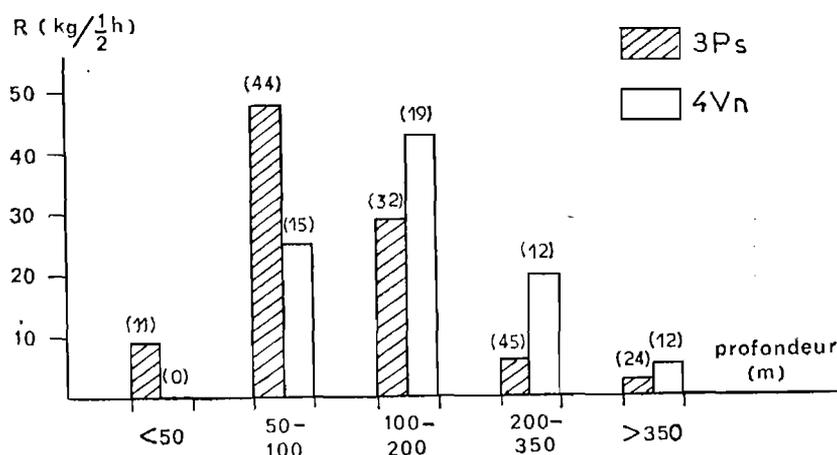


FIG. 15. — Distribution de la plie américaine sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve (3 Ps) et sur le plateau du Cap Breton (4 Vn) en fonction de la profondeur. Le nombre de traits de chalut dans chaque niveau est indiqué entre parenthèses.

En hiver, le manque de données rend plus difficile l'interprétation des faits. On remarque cependant que la plie a pratiquement disparu des fonds inférieurs à 100 m. Elle se rencontre entre 100 et 200 m et au-delà. En effet, les rendements se situent autour de 2 kg au-dessus de 50 m, de 7 kg entre 50 et 100 m, de 29 kg entre 100 et 200 m, de 8 kg entre 200 et 350 m et de 5 kg au-delà de 350 m.

La profondeur recherchée par la plie américaine varie donc avec la saison. L'espèce a tendance à se concentrer à des profondeurs inférieures à 100 m au printemps, à se répartir entre les faibles profondeurs en été et à rester abondante à ce même niveau en automne, tout en commençant à s'enfoncer jusqu'à 350 m et plus et, enfin, à abandonner les petits fonds en hiver pour se concentrer en profondeur.

L'explication de ces variations saisonnières dans la distribution bathymétrique sera facilitée en étudiant l'influence de la température sur la distribution de la plie américaine et en particulier sur ses mouvements saisonniers.

3° *La température, mouvements saisonniers.*

La plie américaine est une espèce d'eau froide qui occupe la zone arctico-boréale. Elle est cependant fortement eurytherme puisque, d'après BIGELOW et SCHROEDER (1953) et LEIM et SCOTT (1966), elle peut vivre dans des eaux dont la température est comprise entre $-1,6^{\circ}$ et $12,3^{\circ}\text{C}$ dans l'Atlantique du nord-ouest. Pour sa part, ANDRIYATCHEV, en 1954, signale que la variété européenne vit, en Mer de Barentz, dans des eaux dont les températures oscillent entre -1 et $+7^{\circ}\text{C}$. BACKUS (1957)

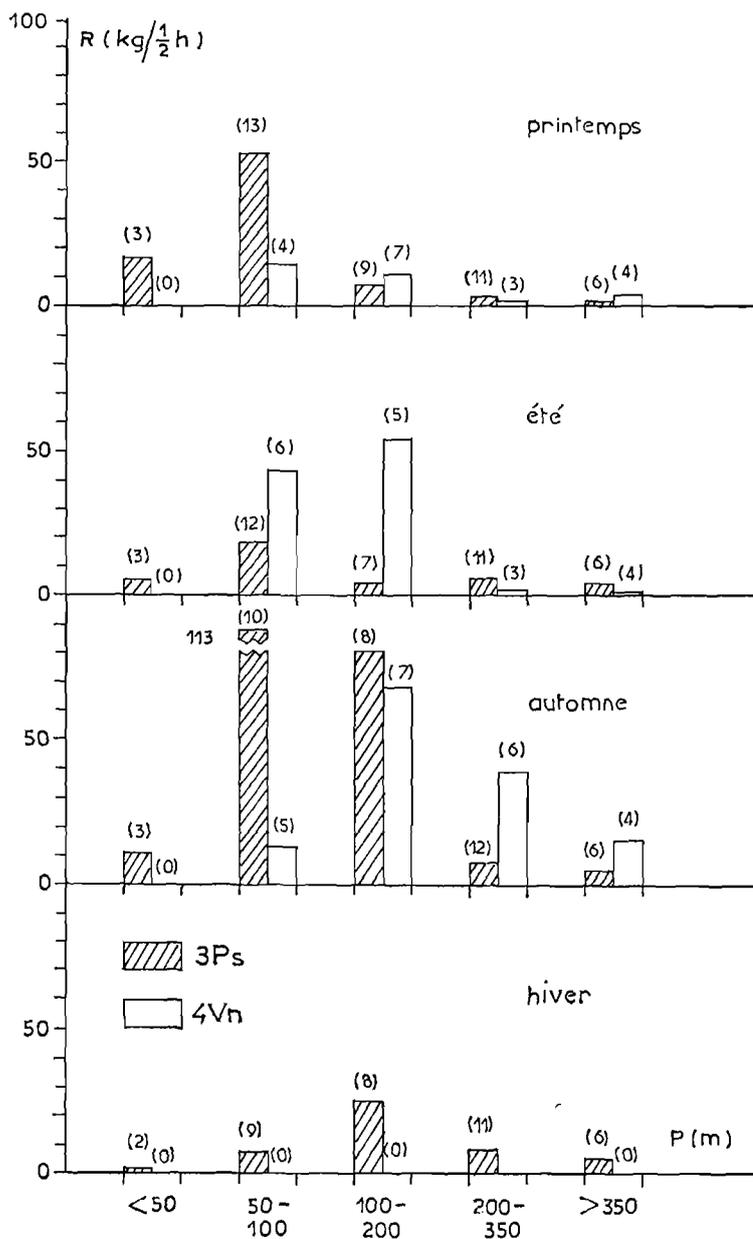


FIG. 16. — Variations saisonnières de la distribution bathymétrique sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve (3 Ps) et sur le plateau du Cap Breton (4 Vn). Le nombre de traits de chalut à chaque niveau est indiqué entre parenthèses.

tique du nord-ouest. Pour sa part, ANDRIYATCHEV, en 1954, signale que la variété européenne vit, en Mer de Barentz, dans des eaux dont les températures oscillent entre -1 et $+7^{\circ}\text{C}$. BACKUS (1957)

pense, de son côté, que la limite inférieure de tolérance de l'espèce serait voisine de $-1,4$ °C d'après les captures effectuées lors de l'expédition du « Blue-Dolphin » au Labrador en 1951.

Dans la région de notre étude, nous avons rencontré la plie dans des eaux dont la température variait de -1 à $+8$ °C. Toutefois, à l'intérieur de ces limites, l'espèce recherche des conditions optimales en fonction des différentes périodes de son cycle biologique.

1. — *Matériel et méthodes.*

Les observations sur l'hydrologie de la région furent effectuées principalement au cours de la campagne de la « Thalassa » en 1970 et des quatre campagnes saisonnières du « Cryos » en 1971 et 1972. En 1970, 28 stations hydrologiques réparties en cinq sections furent faites dans la région. A chaque station, les bouteilles à renversement du type Nansen furent immergées aux profondeurs standard : 258 mesures de température furent faites à l'aide de thermomètres à renversement Richter et Wiese protégés et non protégés. Les corrections furent effectuées à la règle de Culberston. Pour l'étude des salinités, 258 échantillons d'eau de mer, collectés en double, furent analysés au laboratoire à l'aide d'un salinomètre à induction. De plus, 105 profils thermiques furent faits au bathythermographe Richard après chaque station de chalutage.

A bord du « Cryos » en 1971 et 1972, des prises de température ont été faites au voisinage du fond, sur la position de chaque chalutage, à l'aide de thermomètres à renversement Yoshino, protégés et non protégés. Ainsi, plus de 200 relevés thermiques aux quatre saisons sont venus s'ajouter à nos précédentes observations, permettant de dresser des cartes de distribution saisonnière de la température à proximité du fond.

A l'aide des données de 1970 et en se référant aux méthodes décrites par SVERDRUP, JOHNSON et FLEMING (1942), nous avons établi les diagrammes température/salinité (MINET, données non publiées), destinés à préciser les caractéristiques et l'origine des différentes masses d'eau qui se trouvent dans cette région. La nature de ces eaux est définie à partir de l'abondante bibliographie qui traite du Grand Banc (1) et du travail fait en 1973 par LENZ dans le milieu du chenal laurentien.

Ces structures définies, et pour étudier leur influence sur les variations de distribution de la plie américaine, nous avons établi la moyenne des rendements semi-horaires obtenus aux mêmes niveaux bathymétriques et à des températures semblables pour chaque campagne saisonnière. Cinq tranches de températures sont ainsi considérées : -1 à 0 °C, $0,1$ à 2° , $2,1$ à 4° , $4,1$ à 6° et $6,1$ à 8° .

2. — *Résultats.*

On a vu que l'hydrologie de cette région est déterminée par le jeu des deux grands types d'eaux : les premières sont des eaux froides issues du Canada arctique et du Labrador, les secondes des eaux chaudes de la dérive nord atlantique. Les variations périodiques ou irrégulières de ces deux types d'eaux donnent lieu à des phénomènes hydrologiques très complexes, qui permettent cependant de distinguer quatre couches : la couche de surface, la couche intermédiaire, la couche tempérée et la couche de fond.

a) *La couche de surface.*

Cette couche présente une amplitude de températures très grande puisqu'elle est fortement sujette aux variations atmosphériques saisonnières. Pour ce qui est de ces espèces démersales, elle n'a d'influence que sur celles qui, comme la plie américaine, ont des œufs pélagiques.

b) *La couche d'eaux intermédiaires.*

Elle a pour origine les eaux du courant du Labrador et du Canada arctique, mais peut être égale-

(1) Les premières observations sur l'hydrologie de Terre-Neuve furent faites par le professeur THOULET en 1886. Les suivantes furent réalisées au cours des expéditions de l'« Albatross » en 1887 et du Service canadien des Pêches en 1914-1915 ; vinrent ensuite les travaux de l'International Ice Patrol Service dès 1912, après la catastrophe du « Titanic », de LE DANOIS en 1922, de l'OSTPM jusqu'à la deuxième guerre mondiale avec RALLIER DU BATY et BEAUGE ; des expéditions du « Marion » et du « Général Greene » avec SMITH, SOULE et MOSBY de l'Office des Pêches du Canada ; avec HUNTSMAN, HACHEY, BAILEY, MAC LELLAN, LAUZIER, DUNBAR, TEMPLEMAN, ...jusqu'aux nombreuses campagnes océanographiques actuelles organisées par plusieurs pays.

ment issue des eaux froides d'origine continentale et notamment celles du Saint-Laurent. Sa température est le plus souvent négative et son épaisseur très variable d'une année à l'autre.

Deux dérivations de cette masse d'eaux affectent le banc Saint-Pierre, l'une au sud du banc ($-0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) et l'autre au nord-est ainsi que dans le bassin de Plaisance au printemps (fig. 17 et 18). Seul le lobe méridional ($0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$) persiste quelquefois sur le fond en été (fig. 19). En automne (fig. 20), les deux avancées se retrouvent à nouveau dans les deux parties du banc ($-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ au NE et $-0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ au S), alors qu'en hiver cette couche d'eau recouvre entièrement le banc Saint-Pierre (fig. 21).

Les remontées de cette masse d'eau vers le nord-ouest affectent aussi le banc Burgeo qui est

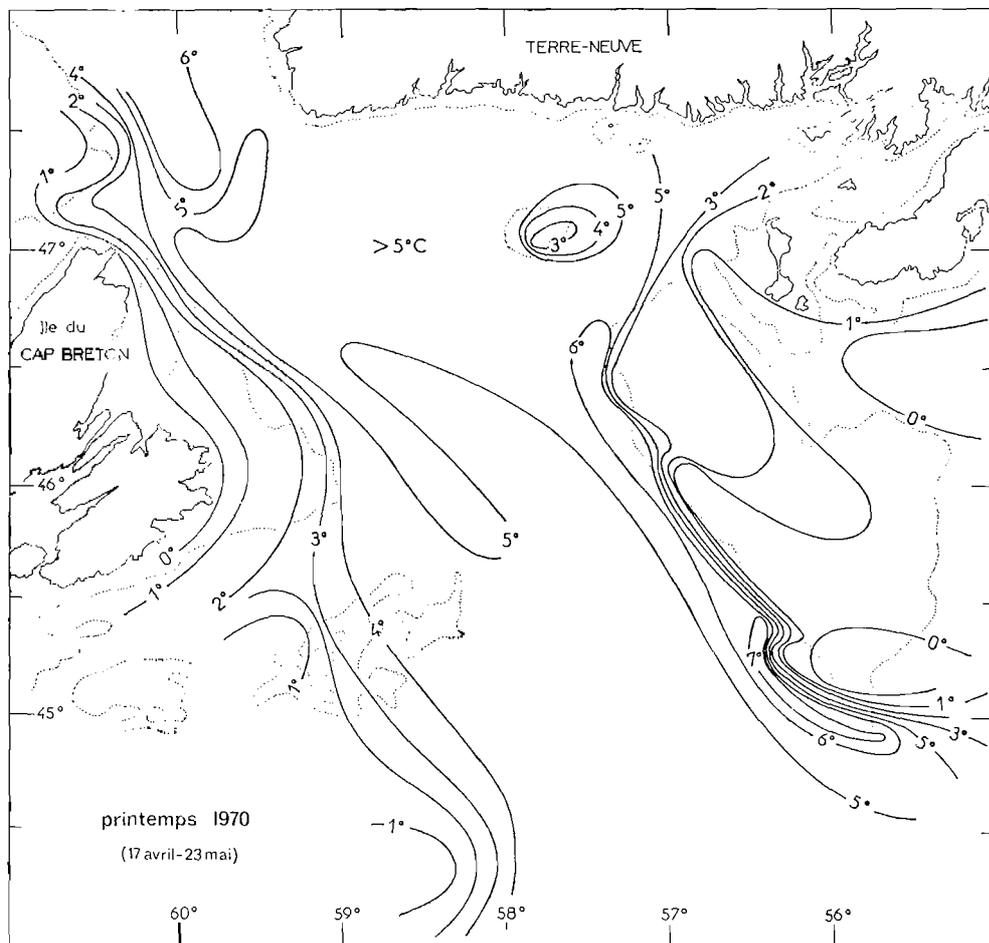


FIG. 17. -- Distribution des températures au voisinage du fond au printemps 1970.

le plus souvent recouvert par des eaux dont les températures se situent entre 1 et 2° au maximum et inférieures à 0° durant l'hiver (fig. 21).

Sur le plateau du Cap Breton, ces eaux mélangées à celles du Saint-Laurent progressent au printemps le long de la côte de l'île, où les températures sont négatives (fig. 17 et 18). En été et en automne, leur effet est bien moindre, alors qu'en hiver (malgré le manque de données précises) il doit être maximum à en juger par la banquise qui occupe cette zone. À cette saison, les températures sont de l'ordre de $-1,5^{\circ}$ en surface et les températures négatives peuvent atteindre le niveau de 100 m.

c) La couche tempérée.

Elle occupe les accores des bancs ; ces eaux, dites « de pente », pénètrent par le sud du chenal laurentien car elles baignent le talus entre 150 et 300 m. Leurs effets se font uniquement ressentir sur la pente méridionale et occidentale du banc Saint-Pierre (L'HERROU et MINET, 1971). Au printemps, ces eaux qui ont une température de 6 à 8° (fig. 17 et 18) forment des lentilles aux abords sud et nord-ouest du banc, provoquant de forts gradients thermiques le long de la pente. En été et en automne, elles marquent également de leur influence la partie sud du banc, alors qu'en hiver (fig. 21) elles envoient des digitations au sud et au nord-ouest ; leur température, qui se situe alors entre 6 et 7°, contraste avec celle des eaux du platier qui, elles, avoisinent 0°.

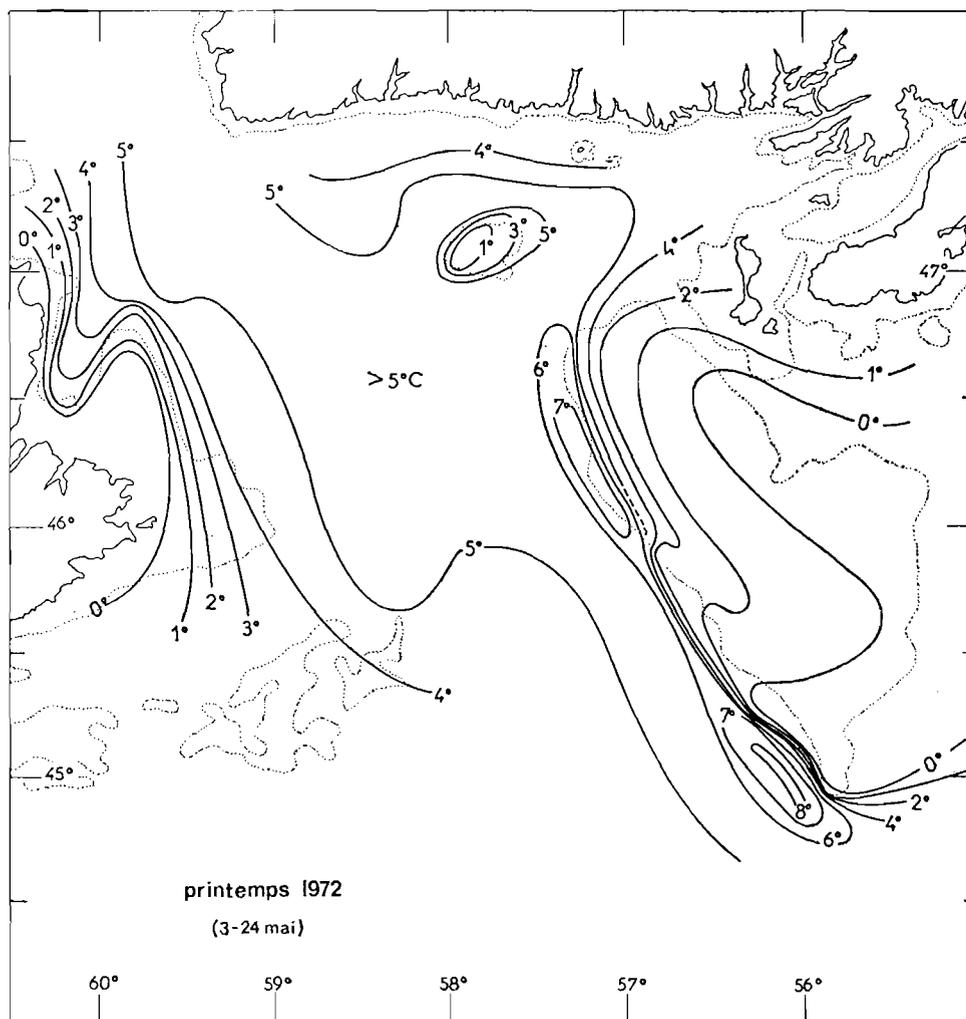


FIG. 18. — Distribution des températures au voisinage du fond au printemps 1972.

d) La couche de fond.

Elle se situe au-dessous du niveau de 400 m et est caractérisée par une température voisine de 5°, stable tout au long de l'année. Les eaux qui la constituent baignent le fond du chenal laurentien en toutes saisons.

En observant la figure 22, on remarque qu'au printemps les concentrations de plie américaine à des profondeurs inférieures à 100 m se situent dans les eaux froides influencées par la couche

intermédiaire (— 1 à 4 °C) qui recouvrent les bancs des deux zones. En été, l'étalement de la plie américaine entre les sondes inférieures à 50 m et 200 m correspond à des eaux toujours influencées par cette couche intermédiaire, mais avec des rendements maximum entre 2 et 4 °C, surtout dans le secteur 4 Vn.

En automne, si une partie des individus reste à ces niveaux froids, certains commencent à s'enfoncer dans les eaux influencées par la couche tempérée; c'est ainsi que, sur le banc Saint-Pierre, de bons rendements sont obtenus entre 6 et 8 °C à des profondeurs comprises entre 100 et 200 m; même sur le plateau du Cap Breton, où l'influence de ces eaux de pente est bien moins grande, les meilleures captures sont faites de 200 à 350 m, c'est-à-dire dans des eaux dont

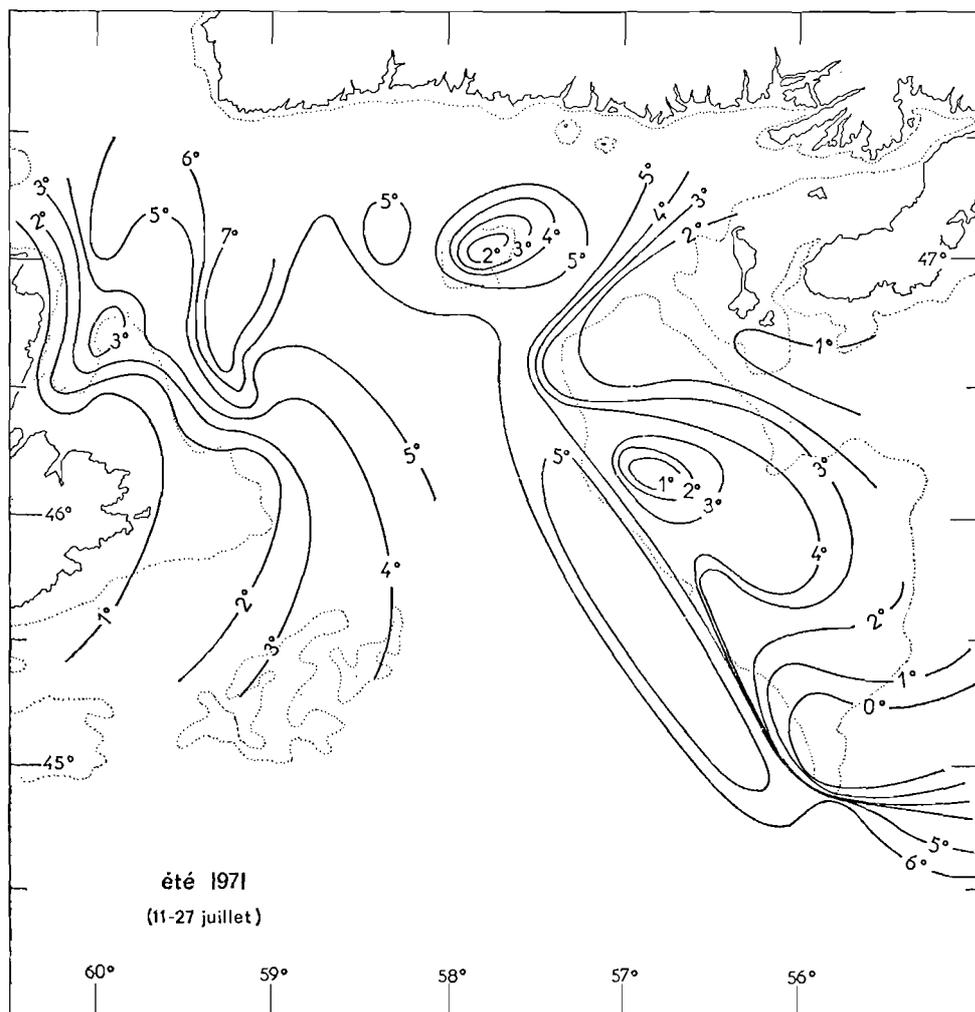


FIG. 19. — Distribution des températures au voisinage du fond en été 1971.

la température est comprise entre 4 et 6°. Il faut noter qu'à cette saison, la plie américaine du banc Saint-Pierre n'a pas toujours besoin de s'enfoncer en profondeur (fig. 22), car la couche tempérée envoie, au nord du lobe froid qui influence la partie méridionale du banc, une digitation à température supérieure à 7° (fig. 21). En outre, il faut noter que sur ce banc, l'espèce demeure très abondante sur les fonds de 50 à 100 m, recouverts par des eaux influencées par la couche intermédiaire, c'est-à-dire de température se situant entre — 1 et + 2 °C.

En hiver, si l'espèce est présente à tous les niveaux et à toutes les températures, les concentra-

tions maximum sont observées, entre 100 et 200 m, dans les eaux de la couche tempérée dont la température est de 6 à 8 °C.

Pour le golfe du Saint-Laurent, où la situation hydrologique est semblable, POWLES (1965) avait également mis en évidence cette influence de la température sur les variations saisonnières de la distribution en profondeur de la plie américaine. Comme nous, il montrait comment cette espèce, concentrée sur les petits fonds à températures froides au printemps et en été, tendait à se déplacer dès l'automne vers des eaux plus chaudes situées en profondeur pour y séjourner pendant l'hiver alors que les bancs étaient recouverts par des eaux à température négative.

D'après les données sur la maturité sexuelle que nous exposerons plus loin, il est possible

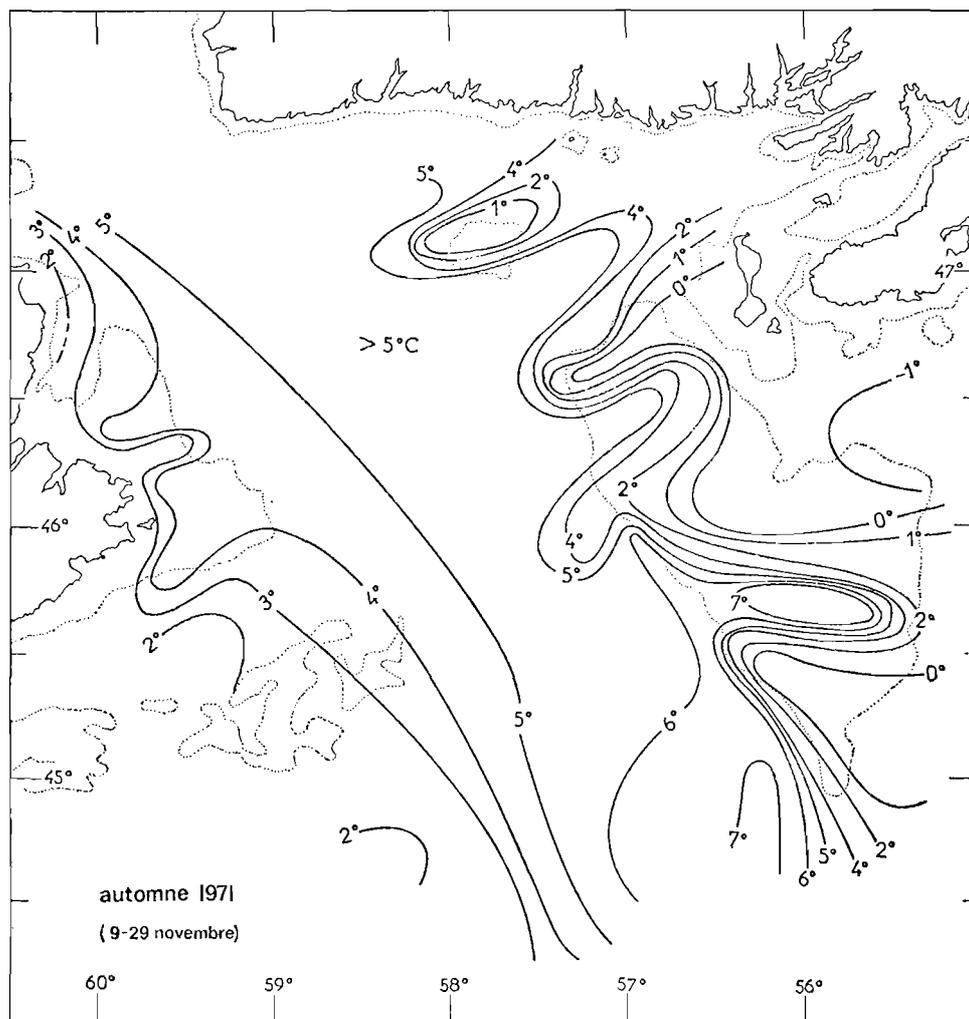


FIG. 20. — Distribution des températures au voisinage du fond en automne 1971.

d'interpréter ces mouvements comme une réaction aux conditions hydrologiques hivernales. En effet, la maturation des gonades commence dès l'automne et se poursuit tout l'hiver jusqu'à la ponte, au printemps. La plie, pour trouver des eaux tempérées favorables à l'élaboration de ses produits sexuels, doit donc quitter les niveaux peu profonds recouverts dès la fin de l'automne par les eaux froides ($T^{\circ} < 0$) de la couche intermédiaire et se maintenir durant l'hiver en profondeur où se manifeste le plus l'influence des eaux de pente à 6-8 °C.

III. - Discussion et conclusions.

1. — La plie américaine se distribue dans l'Atlantique du nord-ouest du Groënland au cap Cod. Les concentrations les plus importantes se trouvent dans la région des bancs de Terre-Neuve, en particulier sur les parties septentrionale et orientale du Grand Banc, dans la zone de contact des eaux froides du courant du Labrador et des eaux tempérées de la pente continentale qui lui fournit les meilleures conditions de vie.

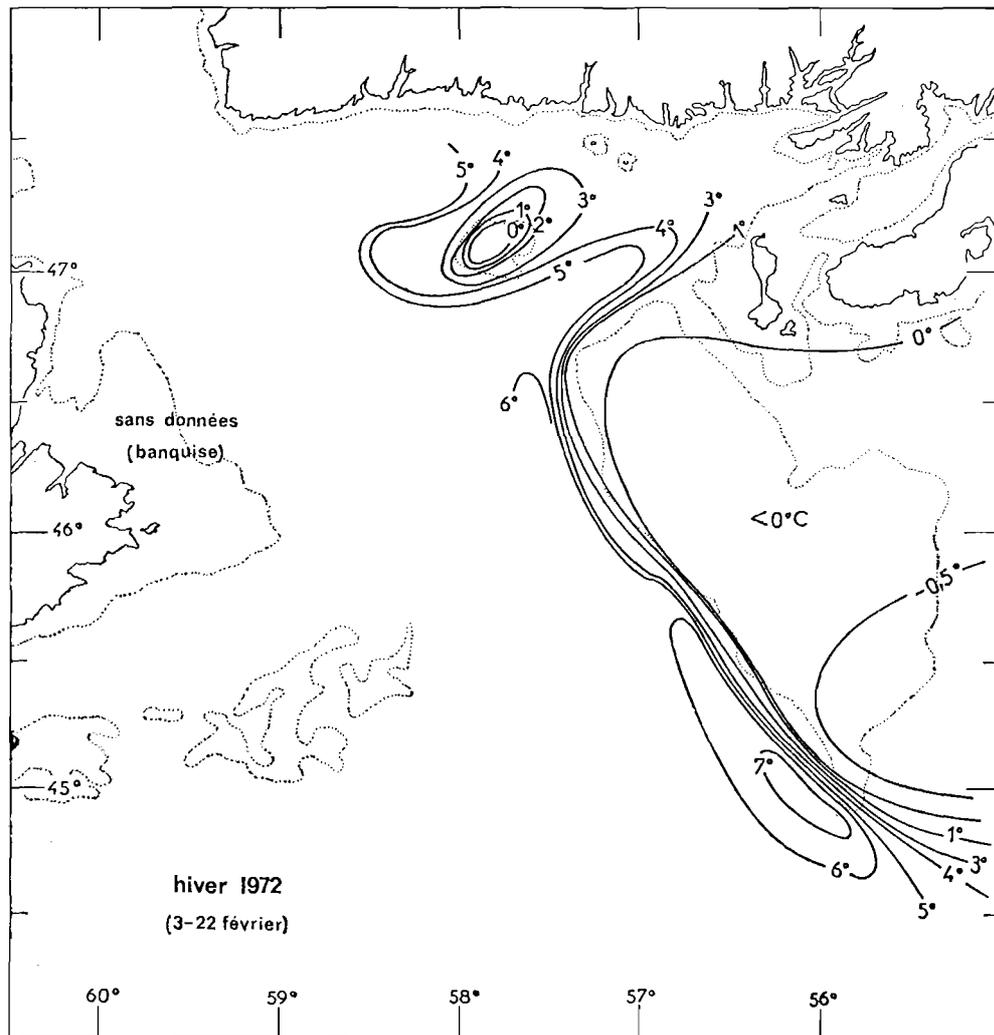


FIG. 21. — Distribution des températures au voisinage du fond en hiver 1972.

2. — Les études systématiques menées à bord du « Cryos » en 1971 et en 1972 montrent que la plie américaine se répartit largement sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et sur le plateau du Cap Breton. On rencontre cependant trois aires de concentrations principales : la plus importante dans la partie méridionale du banc Saint-Pierre, la seconde dans la partie nord-est de ce banc et la troisième le long de la côte de l'île de Cap Breton entre le cap Nord et la baie de Sydney.

3. — Parmi les facteurs qui influencent la distribution, trois ont été mis en évidence.

L'étude de la *granulométrie du substrat* en relation avec les rendements a montré que la plie

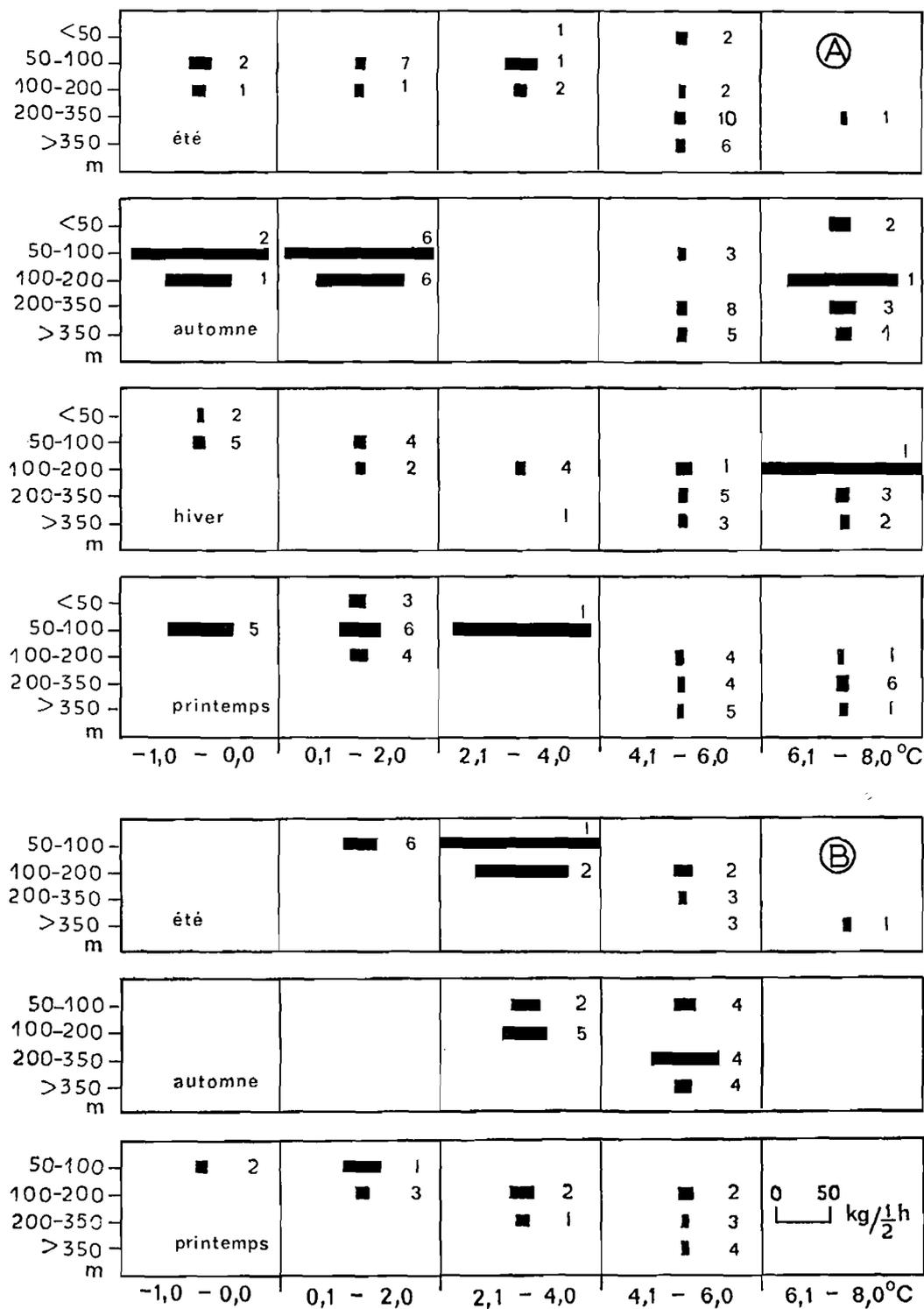


FIG. 22. — Influence de la température au voisinage du fond sur la distribution bathymétrique saisonnière de la plie américaine ; A) bancs méridionaux de Terre-Neuve, B) plateau du Cap Breton. Le nombre de traits de chalut est indiqué à côté de chaque rendement semi-horaire.

américaine recherche principalement les fonds de sables fins et de sables grossiers. La granulométrie recherchée varie localement et avec la taille des individus ; les poids moyens augmentent avec la taille des particules du sédiment. On a montré comment ces variations de distribution sur un substrat à granulométrie donnée sont liées à l'activité nutritionnelle.

L'étude du *facteur bathymétrique* a révélé que les profondeurs recherchées par cette espèce étaient principalement comprises entre 50 et 200 m. Les profondeurs favorables varient cependant localement et saisonnièrement, la plie américaine de la région étudiée se concentrant sur les fonds inférieurs à 100 m au printemps et en été et s'enfonçant jusqu'à 350 m vers les plus grandes profondeurs en automne pour s'y maintenir en hiver.

L'étude du *facteur thermique* a permis de compléter celle du facteur bathymétrique. Bien qu'elle puisse généralement vivre entre -1 et $+8$ °C, la plie américaine recherche périodiquement certaines conditions thermiques qui l'amènent à se déplacer. Les mouvements observés en automne et en hiver vers les plus grandes profondeurs s'expliquent par la recherche d'eaux de la couche tempérée de température comprise entre 6 et 8°, favorables à la maturation des gonades.

4. — Il est probable que d'autres facteurs, que nous n'avons malheureusement pas pu étudier, interviennent également dans la distribution de la plie. Ainsi, bien que l'espèce soit très euryhaline puisque ses limites extrêmes de tolérance se situent entre 22 et 34 pour mille, les salinités plus faibles qu'elle rencontre sur les fonds inférieurs à 100 m au moment de la ponte au printemps, et qui varient en cette saison de 31,0 à 32,5 pour mille (L'HERROU et MINET, 1971), doivent aussi jouer un rôle dans les concentrations de ponte. En effet, pour survivre, les œufs devront être pondus sur des fonds où la salinité est très voisine de celle des eaux proches de la surface.

5. — Tous les facteurs ainsi isolés pour en préciser les effets ont, en fait, une influence interdépendante. Ce qui rend complexe ce genre d'étude c'est que, le plus souvent, certaines conditions sont déterminées par une réaction qui se fait par l'intermédiaire d'un autre facteur. Par exemple, la recherche de nourriture joue un rôle important par le détour de la granulométrie du substrat. De même, la profondeur recherchée dépend de la température qui y règne, la température optimale dépendant elle-même des conditions physiologiques du moment comme par exemple les exigences imposées à l'animal par la maturation de ses gonades.

Il s'agit en fait d'un phénomène essentiel en biologie marine : l'importance plus ou moins grande de tel ou tel facteur dans le comportement du sujet est fonction de ses exigences physiologiques. On retrouve bien là la notion de compétition entre facteurs décrite par FURNESTIN et MAURIN (1966), puis par MAURIN en 1973.

Nous pouvons, à l'aide de ces observations, résumer les modifications périodiques qui surviennent dans la distribution de la plie américaine.

Au printemps, pour pondre, la plus grande partie des individus gagne les petits fonds sur les bancs où règnent de basses températures. Les aires de concentration maximum de la région sont en effet les secteurs marqués à cette saison par l'influence des eaux intermédiaires à températures négatives ; les parties sud et nord-est du banc où ces eaux émettent 2 digitations et le long de la côte de l'île de Cap Breton où elles s'étendent depuis le golfe du Saint-Laurent. On peut, d'ores et déjà, considérer ces trois secteurs comme des aires de concentrations d'adultes prêts à pondre.

Après la ponte, à la fin du printemps et en été, la plie se répartit sur les bancs mais, semble-t-il, d'une manière non fortuite. Le substrat intervient car l'espèce entre dans une période active de nutrition et recherche les fonds où la texture du sol est favorable à la présence d'une nourriture abondante.

À la fin de l'automne, les eaux baignant les platiers commencent à se refroidir et la plie, pour favoriser la maturation de ses gonades, se déplace en profondeur vers les eaux de la couche tempérée. À ce niveau, les fonds de vase dominant et, comme nous le verrons plus loin, l'activité nutritionnelle se ralentit.

En hiver, la plie se maintient dans la couche d'eaux de pente pour achever le développement de ses glandes génitales. Sur ces fonds de vase où l'eau atteint une température plus élevée, la rareté des proies conduira à une réduction très importante de l'activité nutritionnelle. Cette période correspond à l'« overwintering » ou hivernage que décrit NIKOLSKY en 1963.

Au début du printemps, les gonades sont mûres et la plie regagne les petits fonds où les températures sont très basses mais où elle trouvera, après la ponte, une nourriture très abondante.

6. — Nos résultats contredisent ceux de HUNTSMAN (1918) qui écrit : « la plie américaine se déplace peut-être légèrement vers la côte durant les périodes froides de l'année et vers le large pendant l'été, mais les mouvements ne semblent pas très distincts ». Cette contradiction vient sans doute du fait que cet auteur n'a pas pu recueillir de données en hiver.

En revanche, ils confirment totalement ceux de POWLES (1965) qui montre comment la nutrition et la reproduction peuvent être reliées aux mouvements saisonniers et aux conditions de profondeur et de température pour la plie américaine du plateau magdalénien. Cet ichthyologiste met en évidence l'abondance de l'espèce dans les eaux froides entre 40 et 120 m en été où elle demeure pour se nourrir jusqu'en automne. Elle tend alors à s'enfoncer en profondeur quand les gonades commencent à mûrir. En hiver, la plupart des poissons se trouvent dans les eaux profondes chaudes où ils arrêtent de se nourrir, bien que les gonades continuent à mûrir. Au début du printemps, la plie commence à se déplacer vers la côte, juste avant la ponte, puis recommence à s'alimenter.

De même PITT, en 1966, prouve que la plie américaine du Grand Banc de Terre-Neuve pond dans des secteurs à faible profondeur qui servent probablement de nurserie à la population et que les poissons quittent en s'enfonçant en profondeur dès qu'ils atteignent de grandes tailles.

Des phénomènes comparables ont également été observés en Mer de Barentz pour la variété européenne d'*Hippoglossoides platessoides* par MELINSKY (in NIKOLSKY, 1954) qui remarque chez ce poisson des mouvements saisonniers dirigés d'est en ouest, c'est-à-dire vers les petits fonds, au moment de la ponte.

Ces déplacements saisonniers, liés à la ponte et à la nutrition, sont relativement fréquents chez les poissons plats. C'est ainsi que de nombreuses recherches ont mis en évidence des mouvements périodiques chez la limande-sole du Pacifique, *Microstomus pacificus* par HAGERMAN (1952), chez le carrelet étoilé *Platichthys stellatus* par ORCUTT (1950) et chez la plie rouge *Pseudopleuronectes americanus* par MAC CRACKEN (1963).

Ces mouvements saisonniers sont cependant trop peu importants pour être considérés comme de réelles migrations. PITT (1969), après les expériences de marquage de plie sur le Grand Banc, montre qu'elle se déplace très peu. Il écrit : « la plupart des recaptures, même 7 ans après le marquage, furent faites à moins de 30 milles de l'endroit de remise à l'eau ». Dans ce même travail, PITT expose les raisons qui, selon lui, font que l'espèce n'effectue pas de grands déplacements. Il pense que le poisson peut disposer d'une gamme très large de températures et de conditions de nourriture sur la pente du Grand Banc et, qu'en conséquence, peu de déplacements lui sont nécessaires.

Ces déplacements ne sont pas de même nature que ceux que l'on observe chez d'autres poissons plats, comme la limande ferrugineuse *Limanda ferruginea* qui, au large de la Nouvelle-Angleterre, est capable, selon ROYCE et coll. (1959), d'effectuer des migrations saisonnières dépassant 200 milles.

CHAPITRE III

ALIMENTATION ET COMPORTEMENT NUTRITIONNEL

Chez les Hétérosomes, le régime alimentaire est extrêmement variable. D'une manière générale, on peut séparer, avec DE GROOT (1967), les poissons plats en deux principaux groupes. Il y a tout d'abord un groupe composé de ceux qui se nourrissent surtout de poissons ou d'autres organismes à déplacement rapide, comme les crevettes ; c'est le cas des Bothidés. Vient ensuite un autre groupe dans lequel la principale nourriture consiste en annélides polychètes et en mollusques ; il en est ainsi des Soléidés. Cependant, les Pleuronectidés occupent une position intermédiaire en ce sens que leur alimentation est diversifiée selon les espèces. Certains, comme le flétan *Hippoglossus hippoglossus*, sont de vrais prédateurs de poissons puisqu'ils peuvent quitter le fond pour « chasser ». D'autres, comme la limande ferrugineuse *Limanda ferruginea*, s'alimentent surtout de crustacés et principalement d'amphipodes (travaux de EFANOV et VINOGRADOV, 1973). D'autres, enfin, se nourrissent essentiellement de polychètes et de mollusques comme la limande-sole *Microstomus kitt*. Quant à la plie américaine, elle occupe une place à part parmi les Pleuronectidés car sa nourriture est extrêmement variée.

Jusqu'à ces dernières années, aucune étude détaillée sur la nutrition de cette espèce n'avait été menée dans la région de Terre-Neuve et de Nouvelle-Ecosse. On se référerait bien souvent aux travaux de HUNTSMAN (1918) dans le golfe du Saint-Laurent, à ceux de KOMAROVA (1939, in ANDRIYATCHEV, 1954) dans la Mer de Barentz, où encore aux quelques éléments fournis par YANULOV en 1962 sur la nourriture de la plie du Grand Banc de Terre-Neuve. Cependant, les recherches récentes de POWLES (1965) sur la plie du plateau magdalénien ont fourni d'intéressants résultats sur les organismes consommés, sur l'intensité nutritionnelle en relation avec la taille et la saison, ainsi que sur la compétition alimentaire se produisant entre cette espèce et la morue. En 1973, nous avons nous-même apporté quelques éléments nouveaux à ce sujet (MINET, 1973 a), alors qu'était publié simultanément un travail très complet sur l'alimentation de l'espèce sur le Grand Banc de Terre-Neuve par PITT (1973).

Notre propos est donc de donner ici des informations complémentaires sur les effets que le lieu de pêche, la taille, le sexe, la température du fond, la saison et la période de la journée peuvent avoir sur l'alimentation et le comportement nutritionnel de la plie américaine dans cette région.

I. - Matériel et méthodes.

Le matériel utilisé dans cette étude fut récolté en 1971 et 1972 au cours des quatre campagnes saisonnières du « Cryos » sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et le plateau du Cap Breton. Les dates d'échantillonnage se répartissent comme suit :

a) dans 3 Ps, du 11 au 23 juillet 1971 (été), du 9 au 14 novembre 1971 (automne), du 7 au 22 février 1972 (hiver) et du 4 au 12 mai 1972 (printemps),

b) dans 4 Vn, du 24 au 27 juillet 1971, du 25 au 28 novembre 1971 et du 18 au 24 mai 1972 puisque l'extension de la banquise n'a pas permis de récolter l'échantillonnage hivernal.

A bord, après certains traicts de chalut, dont la position est indiquée sur la figure 23, les estomacs ont été immédiatement prélevés sur un sous-échantillon de mâles et un sous-échantillon de femelles, comprenant tous les groupes de taille. À chaque station, la position, la date, l'heure moyenne de la capture, la profondeur, la nature des sédiments et la température au fond ont été notées ainsi que le sexe, la longueur totale et le poids de chaque poisson échantillonné. Les estomacs collectés sur ces échantillons ont été alors stockés en bocaux contenant une solution de formol à 8 %.

Au laboratoire, chaque estomac fut égoutté et disséqué ; les organismes qu'il contenait ont été séparés par espèce ou par genre ou famille lorsqu'il était impossible d'identifier les espèces ; les quantités de débris minéraux, végétaux et animaux ont été également déterminées.

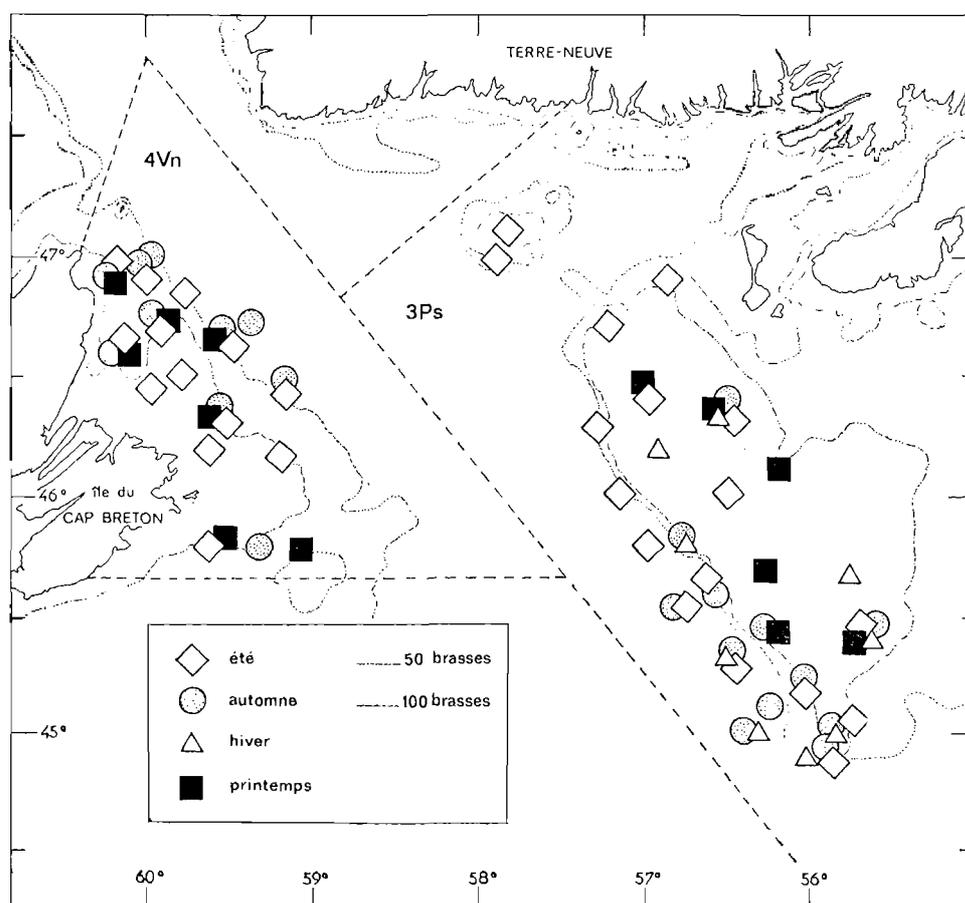


FIG. 23. — Position des échantillonnages d'estomacs au cours des quatre campagnes saisonnières du « Cryos » en 1971 et 1972.

Le poids de chaque catégorie ainsi séparée fut mesuré au centième de gramme. L'état de réplétion de chaque estomac a été précisé selon l'échelle suivante : 0 pour les estomacs vides, 1 pour les estomacs au quart pleins, 2 pour ceux à moitié pleins, 3 pour ceux aux trois quarts pleins, 4 pour ceux complètement pleins.

Pour chaque espèce ou groupe, l'état de digestion est noté suivant quatre catégories ; la première concerne les organismes les plus récemment ingérés (stade A), les trois autres regroupent ceux ayant

atteint un degré plus ou moins élevé de digestion (stades B, C et D). Dans cette étude, seules les données concernant les aliments fraîchement ingérés sont retenues (1).

En outre, une collection de références des organismes en bonne condition fut établie, de manière à faciliter la détermination des aliments trop digérés. Pour chaque estomac numéroté, une fiche individuelle fut dressée pour reporter toutes les observations faites à bord et au laboratoire et qui viennent d'être décrites.

Sur les 932 estomacs prélevés et examinés pour cette étude, 564 proviennent de plies pêchées sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve aux quatre saisons et 368 de plie du plateau de Cap Breton à trois saisons.

II. - Alimentation : composition du contenu stomacal.

Le but de cette étude est de connaître les principaux groupes d'organismes utilisés comme aliments par la plie américaine dans les deux secteurs considérés. Les résultats, basés sur les pourcentages de présence de ces organismes dans les estomacs, mettent en évidence les divers composants de l'alimentation, permettant ainsi de comprendre le mécanisme de cette dernière.

Les échinodermes constituent le groupe le plus fréquemment rencontré puisque des représentants de cet embranchement ont été trouvés dans 728 estomacs, soit 81 % des estomacs examinés. Dans ce groupe, les holothuries sont peu nombreuses (3 estomacs), les seules espèces trouvées appartenant aux genres *Cucumaria* et *Thyone*. Pour les étoiles de mer, la seule espèce rencontrée à 4 reprises est *Ctenodiscus crispatus*. En revanche, les ophiures sont très fréquentes, puisque trouvées dans 476 estomacs, soit 49 % des estomacs examinés, en particulier *Ophiura sarsi*, *O. rubasta* et *Ophiopholis aculeata*. Quant aux oursins (*Strongylocentrotus droehbachiensis*, *Echinarachnius parma* et 1 seul exemplaire de *Schizaster fragilis* en 3 Ps), ils entrent pour une grande part dans la composition du régime alimentaire : 245 estomacs en contiennent, soit 35 %.

Les mollusques viennent au second rang, puisque rencontrés dans 328 estomacs, soit 35 % des estomacs examinés. Ce sont surtout les pélécytopodes et notamment *Yoldia myalis* et *Y. thraciaeformis* qui sont les plus fréquents (163 estomacs, soit 17 %), puis viennent, dans les protobranches, *Y. sapotilla* et *Nuculana tenuisulcata*. Toujours dans cette classe, mais cette fois parmi les filibranches, c'est le pétoncle *Chlamys islandicus* qui est le plus fréquent (39 estomacs, soit 5 %). Quant aux eulamellibranches, (95 estomacs, soit 11 %), on note la présence de *Clinocardium ciliatum* et de *Serripes groenlandicus* et, avec une fréquence moins grande, *Siliqua costata*, *Cyrtodaria siliqua* et des représentants des genres *Astarte*, *Tellina*, *Macoma* et *Spisula*. Les gastéropodes sont très rares (27 estomacs, soit 3 %) et de petite taille ; *Margarites cinerea*, *M. helicina* et *M. groenlandica* représentent les deux tiers des mollusques appartenant à cette classe, le reste comprenant *Turbonilla interrupta*, *Velutina laevigata*, *Natica clausa* et *Polinices groenlandica*. Un seul représentant des polyplacophores *Lepidochiton marmorea* fut rencontré dans deux échantillons provenant du banc Saint-Pierre.

Les crustacés constituent le troisième groupe d'aliments avec 321 estomacs, soit 36 % des estomacs examinés. Il s'agit principalement des nombreux amphipodes (*Anonyx nugax*, *Euthemistho sp.*, *Caprella sp.*, *Stegocephalus sp.*, *Ampelisca sp.*, *Talorchestia sp.* ...), rencontrés dans 136 estomacs, soit 15 % ; des euphausiacés (*Meganyctiphanes norvegica*) dans 56 estomacs, soit 6 % ; des mysidacés (*Mysis mixta*) dans 10 estomacs, soit 1 % ; des cumacés (*Diastylis polita*) dans 26 estomacs, soit 3 % ; des isopodes (*Idotea phosphorea*) dans 27 estomacs, soit 3 %. Parmi les décapodes, on note les macroures (*Pandalus borealis*, *Sabinea sarsi*, *Spirontocaris sp.*) rencontrés dans 22 estomacs, soit 2 % et les brachyours (*Hyas coarctatus* et *H. araneus*) dans 28 estomacs, soit 3 %.

(1) Pour le stade A, les critères définis pour chaque groupe d'aliments sont les suivants :

Pour les annélides : animal entier avec tous ses segments et appendices et ne présentant pas de signes de l'attaque digestive.

Pour les mollusques : animal entier, adhérant fermement à la coquille.

Pour les crustacés : animal entier, sans changement de coloration et à consistance ferme.

Pour les étoiles de mer et ophiures : animal entier, avec les bras entiers et les plaques solidement soudées.

Pour les oursins : animal entier et plein avec le test non cassé et toutes ses épines.

Pour les poissons : animal entier et frais, avec toutes ses écailles, sa peau et sa coloration ne montrant pas de signe de l'action digestive.

Les annélides sont trouvés dans 153 estomacs ce qui avoisine 18 % des estomacs examinés. Ils sont représentés par les polychètes sédentaires *Pectinaria granulata*, *Amphitrite* sp. et surtout *Potamilla* sp. (120 estomacs, soit 13 %), puis par les polychètes errantes *Aphrodite aculeata*, *Nereis* sp., *Nephtys* sp. et plus fréquemment *Onuphis conchylega*. *Phascolosoma* sp. présent dans 9 estomacs, soit 1 %, représente l'ordre des sipunculien.

Les poissons téléostéens sont aussi consommés par la plie puisqu'ils furent trouvés dans les contenus de 41 estomacs, soit 5 % du total examiné. Les plus fréquents sont le lançon (*Ammodytes dubius*) présent dans 14 estomacs, les jeunes sébastes (*Sebastes mentella*) dans 3 estomacs, les jeunes plies cynoglosses (*Glyptocephalus cynoglossus*), dans 4 estomacs, ainsi que les poissons plus rares comme *Antimora rostrata* et des myctophydés, paralepididés et zoarcidés non identifiés dans 13 estomacs.

Les cnidaires sont aussi présents dans 51 estomacs, soit 5 % ; il s'agit d'*Antennularia* sp., de *Pennatula borealis*, de *Renilla reniformis* et spécialement de *Bolocera tuediae*. On trouve également les lophophoriens (*Membranipora monostachys* et *Hemithyris psittacea*) dans 4 estomacs.

Quant aux ascidies, on rencontre des espèces appartenant à la famille des Styellidés.

III. - Le régime alimentaire.

Le régime alimentaire est sujet à variations. Notre but est d'étudier ici les principaux facteurs qui déterminent ces variations, à savoir le secteur géographique, la taille du poisson, la saison et la température des eaux au voisinage du fond.

1° Variations géographiques. Comparaison de l'alimentation sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et sur le plateau du Cap Breton.

Le régime alimentaire de la plie américaine est directement lié à la composition des communautés d'invertébrés benthiques peuplant les bancs sur lesquels elle vit. L'examen de la figure 24 met clairement en évidence ce type de relation.

Sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve (3 Ps), les ascidies forment un des composants du régime (4,6 %) alors qu'elles sont absentes dans les estomacs des poissons provenant du plateau du Cap Breton (4 Vn). La plie de 3 Ps consomme plus de poissons, en particulier des lançons : 3,6 contre 0,8 % du poids des aliments ; plus de mollusques, en particulier des pétoncles : 24,4 contre 8,9 % du poids ; plus de crustacés, surtout euphausiacés et amphipodes : 14,6 contre 5,7 %. En revanche, elle consomme moins de coelentérés : 0,7 contre 1,3 % (essentiellement l'actinie *Bolocera*) ; moins d'annélides, surtout polychètes sédentaires : 6,1 contre 12,7 % ; enfin, considérablement moins d'échinodermes : 41,7 contre 65,0 %.

En ce qui concerne les échinodermes, il faut remarquer que la consommation d'oursins est pratiquement identique dans les deux secteurs (17 % du poids des aliments dans 3 Ps, contre 19 % dans 4 Vn). La grande différence observée provient de l'importance des ophiures dans le régime alimentaire de la plie du Cap Breton ; à elles seules, elles représentent 45,5 % du poids des aliments, alors que dans 3 Ps, elles n'entrent que pour 24,6 % dans l'alimentation.

Il faut aussi noter que l'on trouve beaucoup plus de petits cailloux de 1 à 2 mm de diamètre dans les estomacs de la plie du Cap Breton. Ceci est peut-être lié à l'importance des ophiures dans le régime alimentaire et au fait que, dans ce secteur, l'espèce est plus abondante sur substrat de sable grossier.

Les variations du régime alimentaire avec le secteur géographique peuvent donc être relativement importantes. La plie américaine des bancs méridionaux de Terre-Neuve a un régime beaucoup plus varié et équilibré qui se compose essentiellement d'échinodermes, mollusques et crustacés (81 %), alors que celle du plateau de Cap Breton, se nourrit essentiellement d'échinodermes (surtout ophiures) et de polychètes sédentaires (78 %).

Ces résultats sont très proches de ceux de HUNTSMAN (1918) et de POWLES (1965) qui montrent que dans le golfe du Saint-Laurent, la plie américaine adulte se nourrit principalement d'échinodermes, de crustacés et de mollusques. BIGELOW et SCHROEDER notent, en 1953, la même composition pour la plie du golfe du Maine. En 1962, YANULOV ajoute cependant les polychètes à ces principaux constituants pour la plie du nord du Grand Banc.

Les données de tous ces auteurs montrent, avec les nôtres, que, s'il y a des variations de régime alimentaire d'une région à l'autre, c'est uniquement ou principalement entre les proportions d'invertébrés benthiques consommés, les poissons ne constituant qu'une faible part de l'alimentation. Cependant, en 1939, KOMAROVA indique que, même si les formes benthiques constituent une part importante de l'alimentation de la variété européenne en Mer de Barentz, le poisson et surtout le capelan, la morue et l'églefin, occupe également une grande place.

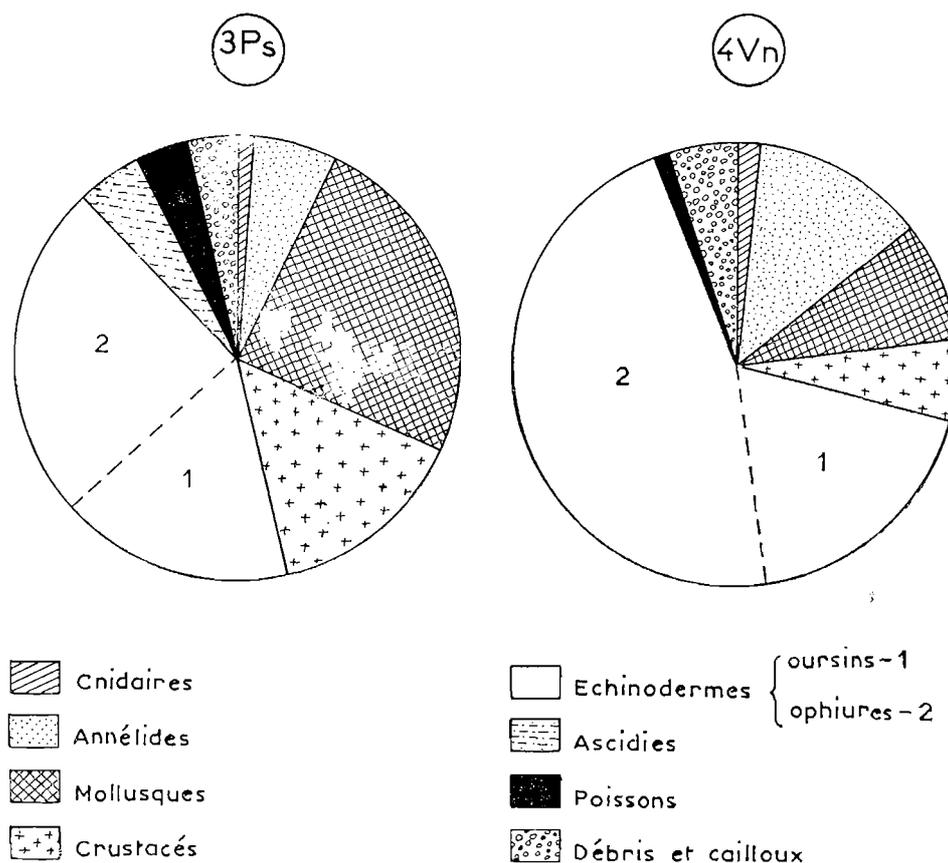


FIG. 24. — Variations géographiques du régime alimentaire de la plie américaine. Proportions des différents groupes d'aliments en 3 Ps et 4 Vn, en pourcentage du poids total.

Le récent travail de PITT (1973) sur le Grand Banc prouve l'importance du poisson comme aliment dans cette région, puisque le capelan, *Mallotus villosus*, peut représenter jusqu'à 83 % du poids total de nourriture et qu'il est souvent accompagné dans les estomacs par le lançon *Ammodytes dubius*.

2° Variations liées à la taille et au sexe.

Le régime alimentaire de la plie américaine varie aussi suivant sa taille. Cette variation a un retentissement sur les régimes des deux sexes, puisque les femelles atteignent de plus grandes tailles

que les mâles. Les différences observées sont sensiblement les mêmes dans les deux secteurs étudiés.

D'une manière générale, les ophiures sont consommées en quantité égale par les petites et les grandes plies. *Ophiura robusta* et les petites *Ophiopholis aculeata* trouvées dans les estomacs des petits individus de 20 à 35 cm sont remplacées en majorité par *Ophiura sarsi* et *O. aculeata* de grande taille chez les plus grands individus. En outre, au fur et à mesure que la taille de la plie augmente, on rencontre un pourcentage de poids en oursins de plus en plus élevé.

Les pourcentages de crustacés ingérés (isopodes, amphipodes, euphausiacés et décapodes macrocraques) deviennent de moins en moins élevés au fur et à mesure que la taille augmente. Il est clair que ces petits organismes constituent une nourriture de choix pour les jeunes plies de 20 à 35 cm. D'un autre côté, les crabes sont consommés en plus grande quantité par les grands poissons de 46 à 70 cm.

Les poids les plus élevés de poissons sont rencontrés dans les estomacs des grandes plies. Cependant, on remarque que les petits individus du banc Saint-Pierre consomment des larves et de très jeunes poissons non identifiés, comme l'indique le pourcentage relativement grand pour ces derniers dans les estomacs de plie inférieure à 25 cm.

La consommation de polychètes, errantes ou sédentaires, est d'autant plus réduite que la taille de la plie s'accroît. Par contre, les poids d'ascidies trouvés dans les estomacs de la plie des bancs méridionaux de Terre-Neuve augmentent progressivement avec la taille.

Les variations du régime alimentaire décrites ici ont pour origine les capacités différentes d'ingestion des aliments par les plies de tailles inégales. Elles entraînent donc une composition alimentaire différente dans ses proportions pour les femelles qui sont en moyenne plus grandes que les mâles. De la sorte, celles-ci consomment de moins grandes quantités de crustacés, surtout isopodes, amphipodes et euphausiacés, et de polychètes, mais davantage d'échinodermes, grandes ophiures et oursins, ainsi que de mollusques protobranches.

De telles variations du régime alimentaire avec la taille ont déjà été mises en évidence par POWLES (1965) sur le plateau magdalénien puisqu'il indique que les petites plies consomment principalement des mysidacés, des amphipodes, de petites ophiures (*Ophiura robusta* et *O. sarsi*) et de petits vers polychètes, les cumacés et autres organismes étant moins importants. Il note de même que les grands individus se nourrissent essentiellement d'échinodermes (ophiure *Ophiopholis aculeata* et oursins), de pélécytopodes (*Yoldia myalis*) d'eulamellibranches et de poissons. De la même façon, PITT (1973) montre que les jeunes plies du Grand Banc inférieures à 30 cm ingèrent surtout de petites ophiures, des annélides polychètes, des amphipodes, des cumacés et des euphausiacés. Ses travaux mettent notamment en évidence le fait que les grands individus de taille supérieure à 50 cm consomment des oursins, des crustacés décapodes et principalement du poisson, lançon et capelan, qui représentent jusqu'à 89,6 % du poids total dans les estomacs de plie dont la taille est comprise entre 50 et 59 cm, au sud-est du Grand Banc.

3° Variations saisonnières.

Le régime alimentaire peut subir, saisonnièrement, des modifications, la composition et l'abondance des aliments disponibles étant elles-mêmes sujettes à des variations saisonnières. De manière à mettre ce phénomène en évidence, nous avons noté la quantité relative de chaque groupe d'aliments en pourcentage du poids total trouvé dans les estomacs non vides à chaque saison. Voici le résultat de nos observations à ce sujet.

a) Sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve, les mollusques sont surtout consommés en été et en automne. On doit cependant noter l'importance des protobranches dans les estomacs prélevés en été (27,5 %) et surtout en automne (32,6 %), tandis qu'au printemps, la presque totalité des mollusques ingérés se compose d'eulamellibranches.

En ce qui concerne les crustacés, ils sont plus abondants dans la nourriture d'automne à cause de la grande consommation d'euphausiacés à cette saison (20,7 %). Les amphipodes les remplacent (12,3 %) en hiver et les crabes au printemps (7,6 %).

Les échinodermes fournissent la plus grande part de la nourriture de printemps (61,8 %) avec une part à peu près égale d'ophiures et d'oursins. Par contre, les ophiures sont plus abondantes aux trois autres saisons et en particulier en hiver (33,3 %).

Parmi les poissons ingérés, le lançon est relativement abondant au printemps (4,1 %) alors qu'en automne il ne représente que 0,9 % ; les juvéniles de sébaste et de plie cynoglosse sont alors plus nombreux (1,2 %).

b) *Sur le plateau de Cap Breton*, les mollusques protobranches sont, comme dans 3 Ps, principalement trouvés en automne (6,3 %) ; au printemps, ce sont les eulamellibranches qui sont les plus abondants (5,7 %). Dans ce secteur, les amphipodes et les euphausiacés sont principalement consommés en été (respectivement 2,5 et 2,6 %).

Ici encore, les échinodermes sont plus nombreux dans la nourriture de printemps (71,3 %), mais il s'agit cette fois surtout d'ophiures (52,0 %) alors que les oursins ont une importance à peu près égale aux trois saisons étudiées, soit environ 20,0 %.

Les polychètes sédentaires sont surtout ingérés en été (13,3 %) tandis que les lançons représentent, aussi dans cette région, la consommation printanière en poisson.

De grandes quantités d'échinodermes dans la nourriture de printemps ont aussi été trouvées au sud du Grand Banc par PIRT (1973), qui indique que ce groupe est essentiellement consommé pendant la période d'avril à juin. Cet auteur montre aussi l'augmentation des quantités de crustacés ingérés entre juin et novembre, confirmant le pic que nous avons observé en novembre sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve. En revanche, il arrive à déterminer très nettement que, si le capelan *Mallotus villosus* est principalement consommé au printemps sur le Grand Banc, le lançon l'est surtout en automne au moment de ses concentrations de ponte. Nos résultats sont un peu différents ; s'ils indiquent la présence de lançon dans la nourriture d'automne, ils montrent que le maximum se situe au printemps. Ces différences sont peut-être dues à la situation géographique de notre région, puisque SCOTT (1968) explique que le lançon est une proie fréquente pour la plie américaine des bancs de Nouvelle-Ecosse, surtout au printemps et en été.

4° *Variations en fonction de la température du fond.*

Nous avons vu comment, pendant les campagnes saisonnières, la température fut relevée au voisinage du fond à chaque station d'échantillonnage de manière à obtenir des informations sur l'environnement thermique de la plie américaine. A part quelques détails, les variations du régime alimentaire en fonction de la température sont les mêmes dans les deux secteurs.

Les échinodermes constituent, avec 70 à 95 %, la base de la nourriture dans les eaux froides de 1 à 4 °C. Les ophiures, pour leur part, sont plus abondantes (44 à 55 %) entre 0 et 4 °C, alors que les oursins, aussi présents dans ces eaux, sont encore nombreux dans celles à températures négatives. Dans les eaux plus chaudes, le pourcentage d'échinodermes diminue.

Les mollusques protobranches, avec 63 et 72 %, remplacent le groupe précédent dans les eaux tempérées aux températures supérieures à 4° qui baignent la pente des bancs méridionaux de Terre-Neuve. Au large du Cap Breton, ce sont principalement les annélides polychètes, avec environ 50 % du poids des aliments, qui remplacent les échinodermes dans ces eaux à température supérieure à 4°, puisque les protobranches y sont présents, mais en bien moins grande quantité. Sur ce plateau, les pourcentages les plus élevés de mollusques sont trouvés entre 0 et 2 °C, dans des eaux où *Yoldia myalis* et *Nuculana sp.* sont plus abondants que *Y. thraciaeformis* ; entre 4 et 6°, ce sont les gastéropodes et l'eulamellibranche *Clinocardium ciliatum* qui dominent.

Dans les deux secteurs, les autres eulamellibranches (*Serripes groenlandicus* et surtout *Cyrtodaria siliqua*) et les filibranches (*Chlamys islandicus*) sont ingérés dans les eaux froides, de températures comprises entre — 1 et 2 °C.

Les crustacés de petites tailles, ainsi que les crabes, sont aussi généralement consommés dans les eaux froides de — 1 à 2°, alors que pour les poissons, on doit distinguer d'une part le lançon et les myctophidés, ingérés dans les eaux froides de — 1 à 2°, et d'autre part les scorpénidés et

pleuronectidés qui servent de proies dans les eaux plus tempérées (de 4 à 6 °C). Sur le banc Saint-Pierre, les ascidies sont seulement consommées dans les eaux à basse température (— 1 à 2°).

Il semble évident que ces variations de l'alimentation sont à relier à l'écologie des principaux organismes servant d'aliments. En effet, dans des eaux à température donnée, la plie trouve en abondance des espèces pour qui ces conditions sont optimales, et très peu d'espèces pour qui elles sont défavorables. C'est de cette manière que la température ambiante peut avoir une influence sur le régime alimentaire de la plie américaine.

Aucune étude n'ayant particulièrement porté sur cet aspect, qui permet pourtant d'expliquer bien souvent les variations géographiques et saisonnières observées dans le régime alimentaire, nous ne savons pas si ces influences se reproduisent dans d'autres régions de l'Atlantique nord-ouest, mais cela paraît probable.

IV. - Activité nutritionnelle, rythmes alimentaires.

Au cours des différentes campagnes de 1971 et 1972, en procédant à l'échantillonnage du matériel pour cette étude, nous avons remarqué de considérables variations dans la réplétion des estomacs. Tout d'abord, à chaque campagne, la majorité des poissons semble s'être nourrie au même niveau d'intensité et ce niveau est différent à chaque saison, ce qui nous amène à chercher s'il y a réellement une variation saisonnière de l'activité nutritionnelle et, dans l'affirmative, dans quelle proportion.

Ensuite, les prélèvements faits de 5 heures le matin jusqu'à 21 heures le soir, ont fait apparaître que d'autres variations de l'activité nutritionnelle peuvent se produire à différentes heures du jour. Nous avons donc essayé dans un deuxième temps de savoir si des règles précises contrôlent l'intensité de nutrition pendant la journée.

1° Rythmes saisonniers.

En plus des variations saisonnières du régime alimentaire déjà mentionnées pour les deux secteurs, la plie américaine présente d'importantes modifications saisonnières dans son activité nutritionnelle. Ceci aboutit à un cycle annuel très marqué sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve, comme sur le plateau du Cap Breton, puisque l'activité nutritionnelle de la plie est très nettement réduite pendant la période hivernale, 65 % des estomacs examinés en 3 Ps étant vides. Au printemps, on assiste à une reprise de l'activité, la plie recommençant à se nourrir abondamment ; le pourcentage d'estomacs vides trouvés était respectivement de 1,4 et 7,6 % en 3 Ps et en 4 Vn. L'activité nutritionnelle atteint son maximum en été, puis décroît à nouveau en automne.

Nous devons remarquer que, sur le plateau du Cap Breton, les pourcentages d'estomacs vides sont toujours supérieurs à ceux observés en 3 Ps, même au printemps et en été : 7,0 % au lieu de 0,7 %. Cette différence devient encore plus importante en automne, les pourcentages étant presque doublés ; il en est probablement de même en hiver.

De telles modifications de l'activité nutritionnelle contribuent à la mise en évidence d'un rythme alimentaire saisonnier. Elles ont été également notées par POWLES (1965) pour la plie du golfe du Saint-Laurent. Cet auteur a trouvé, dans cette région, jusqu'à 93 % d'estomacs vides en hiver, alors qu'au printemps, 5,5 % seulement des estomacs examinés par lui étaient vides et qu'en automne le pourcentage augmentait à nouveau, passant à 11 %. POWLES précise que ces modifications saisonnières touchent toutes les tailles et que dans le petit nombre de poissons qui se sont alimentés en hiver, les volumes moyens sont inférieurs à ceux observés au printemps et en automne.

De la même façon, PITT indique en 1973 que, d'une manière générale, les plus faibles quantités d'aliments sont ingérées pendant les périodes automnales et hivernales, principalement en novembre, au nord du Grand Banc et exclusivement en février dans la partie sud de ce banc.

A partir de l'étude de la réplétion des estomacs non vides prélevés sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve, on remarque, en outre, que la plie américaine s'alimente peu quand elle reprend son

activité nutritionnelle : 70 % des estomacs sont à moitié pleins. Ce poisson s'alimente davantage en été, saison pendant laquelle les pourcentages d'estomacs pleins sont presque doublés (44 %). En automne, la quantité de nourriture ingérée diminue à nouveau jusqu'à ce qu'elle atteigne, en hiver, la situation décrite plus haut.

Sur le plateau de Cap Breton, la reprise de l'activité de nutrition s'effectue également progressivement puisqu'on observe encore 70 % d'estomacs à moitié pleins mais, contrairement à ce qui se passe en 3 Ps, le pourcentage d'estomacs à demi-pleins devient encore plus important en été, puisqu'il s'élève à près de 84 %.

2° Modifications périodiques au cours de la journée.

Au cours des quatre campagnes, nous avons distingué une variation dans les pourcentages d'estomacs vides accompagnée d'une variation inversement proportionnelle dans les pourcentages

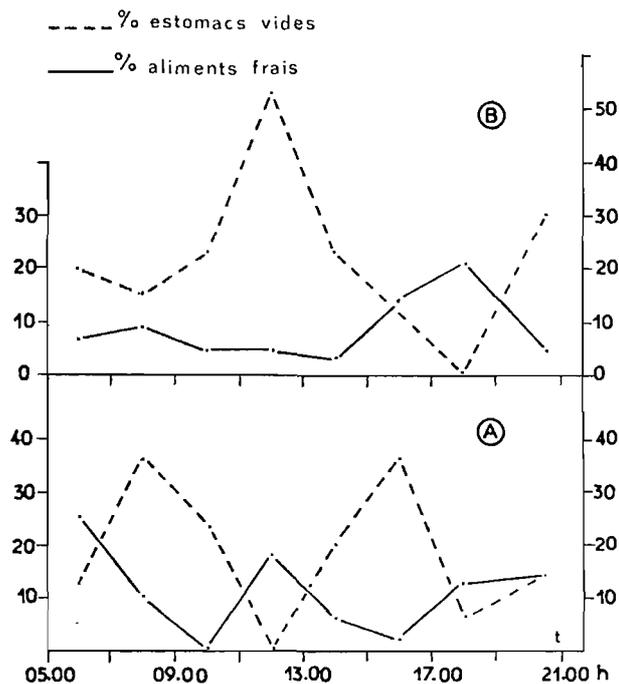


FIG. 25. — Relation entre le pourcentage d'estomacs vides et le pourcentage d'aliments frais au cours de la journée. A) bancs méridionaux de Terre-Neuve, B) plateau du Cap Breton.

d'aliments fraîchement ingérés (stade A) au cours de la journée. Cette évolution inverse montre que l'activité nutritionnelle est sujette à des modifications périodiques tout au long de la journée. Pendant les périodes où les estomacs vides sont très nombreux, les autres estomacs examinés contiennent des aliments ingérés depuis longtemps (stades C et D). Ces périodes de la journée correspondent donc aux moments où l'activité nutritionnelle est minimale. Au contraire, pendant les périodes où les estomacs vides sont peu nombreux, les autres sont remplis d'aliments fraîchement ingérés. L'activité nutritionnelle est donc maximale à ces moments. La figure 25 montre clairement cette relation.

Dans les deux secteurs étudiés, nos observations permettent de voir qu'au lever et au coucher du soleil (1), l'activité nutritionnelle de la plie américaine est plus grande. D'un autre côté, au milieu

(1) Lever entre 5 et 7 heures, coucher entre 17 et 19 h, en temps local de Saint-Pierre, soit TU moins 3.

de la journée, c'est-à-dire de 11.00 à 13.00 h, l'activité nutritionnelle est relativement importante sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve, mais très faible sur le plateau de Cap Breton. Il est difficile d'interpréter ces différences géographiques, mais sachant que la plie américaine nage librement en pleine eau durant la nuit (DE GROOT, 1964 ; BEAMISH, 1966 ; PITT, 1967), on peut expliquer les modifications périodiques de son activité nutritionnelle sur le fond, pendant la journée. En effet, la grande activité observée au lever du soleil se comprend quand on sait, comme DE GROOT l'indique en 1969, que cette espèce, pour rechercher sa nourriture, utilise principalement le sens de la vision, ayant des lobes optiques très développés. En fait, alors que l'intensité lumineuse augmente et que la plie retourne vers le fond, elle reprend son activité nutritionnelle qu'elle avait réduite au cours de la nuit.

Pour les autres périodes du jour où cette activité est aussi importante, on peut penser à l'influence de la physiologie digestive de cette espèce. BARRINGTON (1957) a montré en effet que même si la digestion totale chez les poissons peut durer de 24 heures à plusieurs jours, les aliments ne restent dans l'estomac que quelques heures. On peut alors supposer que, une fois l'estomac vide, l'activité nutritionnelle reprend.

V. - Discussion et conclusions.

Ces observations peuvent être résumées en quatre points.

1. — L'alimentation de la plie américaine des bancs méridionaux de Terre-Neuve et du plateau de Cap Breton se compose essentiellement d'échinodermes, ophiures et oursins, de mollusques, pélicypodes, de crustacés, amphipodes, euphausiacés et décapodes, de polychètes et de lançons. Une grande proportion de la nourriture provient donc d'organismes vivant sur le fond, mais aussi d'organismes vivant en pleine eau et ayant plus ou moins de contact avec le fond.

La composition de l'alimentation peut varier localement : le régime alimentaire de la plie de 3 Ps, beaucoup plus équilibré, comprend surtout des échinodermes, des mollusques et des crustacés, alors que celui de la plie de 4 Vn comprend en majorité des ophiures et des polychètes sédentaires. De même, le régime alimentaire observé par POWLES dans le golfe du Saint-Laurent est assez comparable à celui de notre région, alors que celui mis en évidence par PITT sur le Grand Banc est nettement différent puisque composé en grande partie de poissons. Cet auteur met d'ailleurs en évidence des différences de régime entre la plie du nord du Grand Banc qui consomme davantage d'échinodermes et de polychètes et celle du sud-est qui mange beaucoup plus de lançons et de crustacés.

Cette variabilité géographique du régime alimentaire ne doit pas, à notre avis, s'expliquer par un choix particulier d'aliments par la plie ; ce poisson se nourrit de ce qu'il trouve dans la région où il vit. L'explication réside plutôt dans la distribution relative et l'abondance, dans chaque secteur, des organismes benthiques ou pélagiques utilisés comme aliments. Une espèce ou un groupe manquant sur certains fonds sera, si besoin est, remplacé comme nourriture par d'autres, ce qui modifie le régime de la plie.

Il ne faut cependant pas ignorer que l'état physiologique de la plie à certaines périodes de sa vie peut influencer la recherche de proies à valeur calorifique plus élevée et l'amener à négliger d'autres organismes tout aussi abondants, mais de moindre valeur alimentaire.

2. — L'alimentation de la plie varie aussi avec la taille du poisson. Les petites plies ingèrent plus de crustacés, isopodes, amphipodes, euphausiacés et crevettes, de polychètes, de petites ophiures et de petits bivalves. Les poissons de grande taille mangent plus d'oursins, de gros mollusques, de crabes, d'ascidies et de poissons.

Les variations sont sans nul doute liées à des capacités d'ingestion différentes, le critère de choix étant la taille de la proie par rapport à celle de la bouche, comme le remarque LEE (1961) à propos de la sardine. Mais, là encore, il ne faut pas oublier que les grands individus, sexuellement mûrs, choisissent sans doute, parmi les organismes de même taille, des aliments à valeur énergétique plus grande.

Ces variations ont un effet indirect sur le régime alimentaire des deux sexes puisque les femelles consomment plus d'échinodermes et de mollusques du fait que leur taille est en moyenne supérieure à celle des mâles.

Ceci confirme les données de POWLES et de PITT. De telles variations avec la taille sont fréquentes chez les poissons plats. SMIDT (1969) signale le passage d'une alimentation à base de crustacés chez les juvéniles, à une alimentation à base de poissons chez les adultes du flétan noir *Reinhardtius hippoglossoides* dans les eaux du Groënland. De telles observations sont fréquentes chez d'autres poissons comme la morue (LEFRANC, 1970) et l'églefin (WIGLEY et THEROUX, 1965).

3. — La variation saisonnière du régime alimentaire de la plie américaine a été mise en évidence dans cette étude. Dans les deux secteurs, la grande consommation d'échinodermes, d'eulamellibranches et de lançons au printemps, puis l'abondance de protobranches en automne est remarquable. Les autres changements saisonniers particuliers à chaque secteur sont également bien définis, notamment en ce qui concerne les échinodermes et les crustacés.

Nous avons vu que, d'après PITT, (1973), de telles variations existent aussi sur le Grand Banc. Elles se produisent chez beaucoup d'autres espèces de la région, comme par exemple l'églefin (WIGLEY, 1956) ou le merlu *Merluccius bilinearis* (VINOGRADOV, 1972). On peut les expliquer, au moins partiellement, par les variations saisonnières de l'abondance des organismes servant de proies dans un secteur donné. Cette façon de voir permet de comprendre l'abondance d'euphausiacés dans la nourriture de l'automne et la présence de lançons dans celle du printemps. C'est cette idée qu'avance PITT pour expliquer les consommations de capelan au printemps ou celle de lançon en automne.

Cependant, cette interprétation nous paraît incomplète car, si elle permet d'expliquer les fluctuations saisonnières dans l'ingestion d'organismes à abondance cyclique, généralement pélagiques, elle n'est pas satisfaisante pour comprendre les variations dans la consommation d'organismes benthiques ou épibenthiques dont la biomasse varie en moins grande proportion avec la saison. Les résultats exposés dans les chapitres précédents, ainsi que la relation mise en évidence entre les températures du fond et la composition en aliments, permettent de mieux saisir ce phénomène.

C'est ainsi qu'au printemps, les consommations importantes d'échinodermes, d'eulamellibranches, *Serripes* et *Cyrtodaria*, et de lançon observées dans 3 Ps et dans 4 Vn, comme l'absorption de pétoncles et d'ascidies en 3 Ps sont plus faciles à interpréter quand on sait qu'elles sont toutes effectuées en eaux froides. En effet, on peut penser alors à la distribution printanière de la plie sur les petits fonds dans les eaux de la couche intermédiaire, fonds où la plie trouvera, en fonction de la nature du substrat, ou des ophiures comme dans 4 Vn, ou un mélange à peu près égal d'oursins, d'ophiures, de mollusques, d'ascidies, de crabes comme dans 3 Ps.

En été et en automne, les principaux aliments trouvés dans les estomacs en plus des amphipodes, des euphausiacés, des ophiures et des oursins ingérés entre 0 et 4° C dans les deux secteurs, sont les mollusques protobranches *Yoldia* en 3 Ps et les polychètes sédentaires en 4 Vn, qui sont trouvés dans les eaux dont la température varie de 4° à plus de 6° C. Ceci explique la présence de la plie d'abord sur les bancs, puis, progressivement, sur le talus continental qui est baigné par les eaux de pente.

En hiver, sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve, la présence dans les contenus stomacaux de grandes quantités d'annélides polychètes, d'ophiures et d'actinies ingérés à des températures voisines de 4 à 6° est à rapprocher de la distribution de l'espèce en profondeur, sur substrat à dominance vaseuse dans des eaux encore influencées par la couche tempérée.

4. — A ces variations saisonnières du régime alimentaire, s'ajoutent d'autres modifications de l'activité nutritionnelle. Ce sont tout d'abord les modifications périodiques qui se produisent au cours de la journée et que l'on peut expliquer par l'influence de certains facteurs comme la variation de l'intensité lumineuse et le temps de passage des aliments dans l'estomac. De tels rythmes alimentaires ont été nettement définis chez le germon (*Thunnus alalunga*) par ALONCLE et DELAPORTE en 1970.

Nos travaux permettent également de percevoir un véritable rythme alimentaire saisonnier. Un tel rythme, mis en évidence pour la plie du golfe du Saint-Laurent par POWLES et pour celle du Grand Banc par PITT, n'est pas rare chez les poissons plats. WINPENNY signalait déjà en 1949 que la plie vraie, *Pleuronectes platessa*, se nourrit abondamment de mars à octobre et qu'à partir de novembre,

plus de 90 % des estomacs sont vides. De même, JONES montre, en 1973, que chez le turbot *Scophthalmus maximus*, les minima d'intensité nutritionnelle se situent de novembre à février, alors que les maxima apparaissent au début du printemps et durant l'été.

Les périodes d'activité nutritionnelle les plus intenses se situent, pour la plie américaine, au printemps et surtout en été, alors qu'elle fréquente les bancs de faible profondeur, c'est-à-dire des eaux à faible température où elle trouve sa nourriture après la ponte. En regagnant la pente en automne, son activité alimentaire se réduit pour s'arrêter presque totalement durant l'hiver, saison pendant laquelle elle séjourne en profondeur dans des eaux tempérées, favorables à la maturation de ses gonades. Le rythme alimentaire n'est, avec la distribution et la reproduction, qu'un des aspects du cycle biologique de l'espèce.

On peut rapprocher un tel cycle, qui se reproduit chaque année du cycle vital qui ne se produit qu'une fois chez d'autres espèces. Ainsi, en 1972, LEAR a montré que le saumon *Salmo salar* a une activité nutritionnelle maximum en pleine mer ; cette activité décroît progressivement quand ce poisson approche de la rivière où il va frayer, ce qui démontre les relations existant entre la physiologie de la reproduction et le rythme alimentaire. Le saumon ne se nourrit qu'après la reproduction, s'il en réchappe. Pour la plie américaine, il faut qu'elle se constitue, pendant les mois d'été, des réserves d'énergie suffisantes pour pouvoir survivre et élaborer les produits sexuels durant toute la période d'hivernage.

En 1972, les intéressants travaux de MAC KINNON ont prouvé que le cycle alimentaire peut être associé à un cycle annuel de stockage d'énergie par la plie américaine. Cet auteur montre que la plie de la baie Sainte-Marguerite en Nouvelle-Ecosse peut emmagasiner 92 kilocalories pendant la période estivale et qu'elle utilise, pendant les mois d'hiver, 72 kilocalories pour son métabolisme et 20 kilocalories pour la maturation de ses gonades. Pendant l'été, un stockage supplémentaire d'énergie de 21 kilocalories intervient dans les ovaires alors que 51 kilocalories sont immédiatement employés pour la croissance.

La quantité, mais surtout la qualité, de la nourriture ingérée pendant l'été est donc primordiale, les aliments devant avoir une haute valeur calorifique. Les études menées en Nouvelle-Ecosse par BRAWN, REER et BENTLEY en 1968 donnent une approximation de la valeur calorifique des principaux invertébrés benthiques consommés par la plie américaine. Ces auteurs montrent en effet que, de juin à octobre, période qui correspond à la plus grande activité nutritionnelle, les échinodermes contiennent de 200 à 600 calories par gramme de poids frais, les annélides de 500 à 800 calories et les mollusques *Yoldia sp.*, *Clinocardium ciliatum*, *Natica clausa*, de 500 à 700 calories. La valeur calorifique de ces organismes est donc inférieure à celle des poissons qui peuvent contenir, d'après les mêmes auteurs, de 1 000 calories pour la « vieille » *Tautogalabrus adspersus*, à 2 000 calories pour le hareng. Elle est aussi inférieure à celle des crustacés amphipodes et des crevettes qui, pour ces dernières, varie de 1 000 calories chez les crangonidés, à 1 300 calories chez les pandalidés.

Une plie qui absorbe surtout du poisson, comme c'est le cas pour celles qui fréquentent le sud-est du Grand Banc, aura donc à sa disposition une quantité d'énergie telle qu'elle pourra satisfaire non seulement les besoins énergétiques de son métabolisme de base, et de mise en réserve pour la maturation hivernale des gonades, mais encore ceux nécessaires à sa croissance qui s'effectue essentiellement en été. La plie américaine des bancs méridionaux de Terre-Neuve et du plateau du Cap Breton, qui consomme moins d'aliments riches en calories, ne peut pas stocker un tel capital énergétique pendant les mois d'intense activité nutritionnelle. Une grande part du gain d'énergie ainsi absorbée est, en effet, utilisée en priorité pour le stockage et le maintien du métabolisme basal, ce qui réduit le taux de croissance de la plie dans cette région.

CHAPITRE IV

AGE ET CROISSANCE

Une partie de l'énergie emmagasinée par la plie américaine pendant la période estivale d'activité nutritionnelle est à l'origine de la croissance enregistrée chaque année. C'est cet accroissement en taille et en poids avec l'âge que nous nous proposons de définir ici pour les deux sexes dans les deux secteurs considérés.

Les premières études de croissance de la plie américaine furent menées par HUNTSMAN (1918) dans le golfe du Saint-Laurent. Elles furent complétées par les données de BIGELOW et SCHROEDER (1953) pour le golfe du Maine et de YANULOV (1962) pour le nord du Grand Banc. Au cours des dix dernières années, avec la mise en évidence de l'importance des phénomènes de croissance dans l'étude des stocks exploités, une somme considérable de travaux a été publiée. POWLES, dans une thèse soutenue en 1964, a longuement contribué à la connaissance de ces phénomènes en mettant au point et en discutant les premières techniques de détermination de l'âge de la plie et en fournissant d'intéressantes données pour le plateau magdalénien. En 1967, PITT a également fourni une importante contribution par son étude de la croissance de la plie du Labrador et des bancs de Terre-Neuve. Enfin Lux (1970) donne certains résultats pour la région de Nouvelle-Angleterre, banc Georges et golfe du Maine. Ces trois derniers auteurs, intégrant tous leurs données dans le même modèle mathématique, permettent de comparer les modalités de la croissance dans la plus grande partie de l'aire de distribution de l'espèce, du Labrador au cap Cod.

Dans notre région, seule la croissance des plies vivant sur une partie du banc Saint-Pierre a été traitée par les travaux de PITT (1967), les autres n'ayant jamais fait l'objet d'aucune étude particulière. En comparant nos résultats avec ceux obtenus dans les autres régions, nous essayons d'expliquer les similitudes ou les différences observées.

I. - Matériel et méthodes.

Le matériel utilisé dans cette étude provient du plateau du Cap Breton et du banc Saint-Pierre et a été récolté au cours de plusieurs campagnes de chalutages faites par la « Thalassa » en 1970 et par le « Cryos » en 1971. La position des stations d'échantillonnage est indiquée dans la figure 26.

La répartition des échantillons est la suivante :

lot du Cap Breton (« Thalassa » avril-mai 1970, « Cryos » mai 1971) : 6 346 individus mesurés au centimètre inférieur après détermination du sexe ; 1 224 pesées individuelles et 995 paires d'otolithes prélevées ;

lot du banc Saint-Pierre (« Cryos » juillet et novembre 1971) : 2 853 individus mesurés après détermination du sexe ; 1 112 pesées individuelles et 1 112 paires d'otolithes prélevées.

1° Méthode de détermination de l'âge.

Pour étudier la croissance, il est nécessaire de connaître la taille moyenne de chaque groupe d'âge qui compose un peuplement de poisson donné. La détermination de l'âge des poissons peut se faire par la méthode de Petersen qui consiste à reconnaître des classes d'âge dans les modes successifs apparaissant dans la distribution des tailles. Cette méthode n'a pu être appliquée ici, compte tenu de l'absence de modes bien distincts due à la large distribution des tailles. Il a donc fallu recourir à d'autres techniques.

L'utilisation des lectures d'écaillés, préconisée par HUNTSMAN (1918) pour déterminer l'âge de la

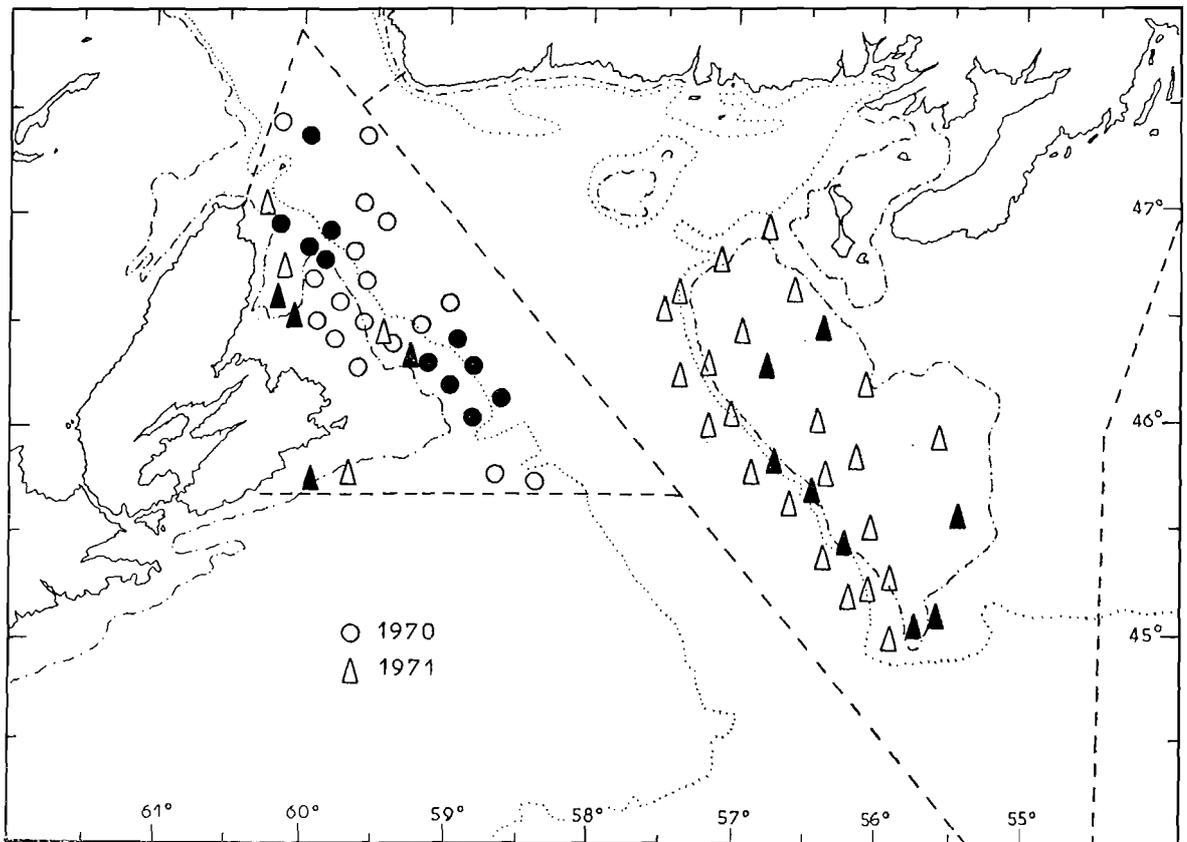


FIG. 26. — Position des stations d'échantillonnage du matériel pour l'étude de l'âge et de la croissance de la plie américaine, en 1970 et 1971 ; en blanc : mensurations et détermination du sexe seulement, en noir : mensurations, détermination du sexe, prélèvements d'otolithes et pesées individuelles.

plie américaine, n'a jamais été reprise et est maintenant abandonnée. Les travaux de POWLES (1965) qui se basent sur les recherches de KOHLER et CLARK (1958) sur l'églefin, ont en effet démontré que les âges déterminés chez la plie à partir des lectures d'écaillés ne sont comparables à ceux obtenus par les lectures d'otolithes que pour les jeunes classes ; pour les plus grands individus, les écaillés donnent des résultats qui sous-estiment l'âge et faussent les données sur la croissance.

Les travaux les plus récents sont basés sur la lecture des otolithes et plus exactement de la *sagitta* qui est la plus importante concrétion située dans le saccule de l'oreille interne (1).

(1) Des détails sur l'anatomie de l'organe stato-acoustique des poissons, sur la position exacte et sur le rôle de ces concrétions sont donnés par CORDIER et DALCQ (1954), alors que tous les renseignements sur la morphologie et l'anatomie des otolithes sont fournis par CHAINE et DUVERGIER (1934).

Comme pour les autres poissons, lorsqu'on observe un otolithe de plie américaine à la loupe bino-culaire, au faible grossissement et sous la lumière réfléchie, on voit apparaître un rayon central hyalin entouré de bandes alternativement opaques et transparentes. Ces bandes, dont la composition chimique est connue (REIBISCH, 1899 ; JENKINS, 1902 et DANEVIG, 1956) correspondent à des anneaux de croissance. Les zones transparentes ou hyalines qui apparaissent en sombre sous cet éclairage sont étroites ; elles correspondent à une croissance lente pendant l'automne et l'hiver. Les zones opaques apparaissant en clair sont larges ; elles traduisent la croissance plus rapide au printemps et en été.

Il est bien entendu que la méthode de détermination de la croissance par la lecture des otolithes n'est valable que dans la mesure où l'ensemble d'un anneau hyalin et d'un anneau opaque correspond bien à la croissance d'une année. POWLES en 1965 a montré qu'il en était bien ainsi pour la plie en utilisant plusieurs méthodes. Il a notamment comparé la croissance calculée à partir de la lecture des otolithes avec la croissance réelle de plies marquées en 1958 et recapturées un an après. A partir de ces données fournies par le marquage, il a calculé l'équation de la droite reliant la longueur moyenne de la plie au temps t (L_t) à celle mesurée un an après (L_{t+1}). Il en a fait de même pour les résultats donnés par les otolithes et il obtenait ainsi deux équations très proches l'une de l'autre puisque dans le premier cas on a $L_{t+1} = 0,92 L_t + 4,9$ et que, dans le deuxième cas, on obtient $L_{t+1} = 0,89 L_t + 5,2$.

POWLES confirme d'ailleurs par la suite (1966) ces premiers résultats et montre par comparaison entre les lectures d'otolithes et l'évolution des tailles modales, que l'utilisation de ces concrétions est aussi valable pour les jeunes des groupes d'âge I à IV que pour les adultes. Ces résultats sont d'ailleurs confirmés par les recherches de PITT (1967 a) montrant, de 1957 à 1963, l'évolution annuelle de la distribution des classes d'âge de la plie de la baie Sainte-Marie à Terre-Neuve, et par les nôtres (MINET, 1973 b) sur la plie du plateau de Cap Breton en 1970 et 1971.

De nombreuses techniques de préparation des otolithes avant lecture ont été décrites. En effet, certains auteurs comme LAWLER et MAC RAE (1961) recommandent de placer les plus gros dans un bain de glycérine porté à la température de 140-200° C. Certains font aussi des lectures directes sur l'otolithe entier placé dans l'eau après un bain dans le scylol (LAM HOAI, 1969). D'autres préconisent, pour les poissons plats, de les brûler pour rendre plus apparente l'alternance des anneaux de croissance (MØLLER CHRISTENSEN, 1964). Pour la plie américaine, POWLES (1965) recommande de placer l'otolithe intact sous bino-culaire ; LUX (1970) reprend cette technique alors que PITT (1967) le casse en deux, le monte dans de la pâte à modeler et l'humidifie à la glycérine.

Quant à nous, notre technique est la suivante. Les otolithes gardés à sec sous enveloppes sont tous observés à la loupe bino-culaire au grossissement 20. Un plus fort grossissement peut en effet compliquer la lecture en divisant le nucléus en deux zones. En général, les lectures sont faites sous la lumière transmise, avec éclairage par dessous, en comptant le nombre d'anneaux hyalins sur l'otolithe entier, baignant dans une coupelle d'alcool et présentant sa face externe. Cependant, une autre méthode est parfois utilisée, notamment pour les individus les plus âgés chez qui les anneaux externes sont très resserrés. Les otolithes sont alors cassés en deux au niveau du *sulcus*. Chaque moitié, montée dans de petits blocs de pâte à modeler et arrosée d'alcool éthylique est examinée sous lumière réfléchie, en éclairage rasant.

Dans les deux cas, les lectures sont faites sur les deux otolithes et les résultats obtenus sont notés suivant la classification proposée par JENSEN (1965). Dans l'ensemble, les lectures sont assez faciles puisque, sur 2 107 paires d'otolithes examinées, 21 seulement se sont révélées inutilisables car illisibles. On doit noter que les anneaux hyalins ainsi dénombés et qui sont formés pendant la période hivernale à croissance lente, apparaissent clairs en lumière transmise et sombre en lumière réfléchie.

Comme PITT (1967), pour les plies de la baie Sainte-Marie, nous avons remarqué que chez la plupart de nos spécimens des anneaux hyalins occupent la périphérie de l'otolithe pendant la période située de décembre à avril. Dès le mois d'avril, on note une reprise de croissance puisque quelques otolithes présentent sur leur bord un anneau opaque. Ces otolithes deviennent de plus en plus nombreux et au mois de septembre la quasi-totalité d'entre eux présente du matériel opaque en bordure. Après septembre, la croissance se ralentit, ce qui se traduit par le remplacement progressif de l'anneau opaque de la périphérie par un anneau hyalin.

Ces observations et les travaux de KOHLER (1958) nous ont permis d'établir un calendrier fixant au 1^{er} avril la reprise de croissance de cette espèce, date qui est très voisine de la période de naissance qui s'étale, comme nous le verrons, de mars à mai.

Pour déterminer exactement l'âge du poisson, en année révolue, il est donc préférable d'examiner des otolithes prélevés sur des poissons pêchés entre mars et mai. Dans ce cas, l'âge est égal au nombre d'anneaux hyalins. Si le prélèvement est fait à une autre saison, comme c'est le cas pour notre matériel prélevé en novembre, le nombre d'anneaux ne correspond exactement à l'âge du poisson que pour les otolithes possédant une bande hyaline sur leur bord ; pour les autres, l'âge sera égal au nombre de zones hyalines moins une.

2° *Traitement des données. Détermination des paramètres exprimant la croissance.*

Les données ainsi obtenues sont exprimées sous forme mathématique afin d'être éventuellement intégrées dans une étude de dynamique des stocks et pour être comparées avec les résultats d'autres chercheurs. Le modèle proposé par Von BERTALANFFY (1938) sur des bases physiologiques est considéré par BEVERTON et HOLT (1957) et par RICKER (1958) comme celui tenant le mieux compte des phénomènes de croissance observés. Il est le plus largement accepté depuis ces dernières années et s'exprime par l'équation suivante :

$$L_t = L_{\infty} \left[1 - e^{-k(t - t_0)} \right] \quad (1)$$

dans laquelle L_t est la taille du poisson au temps t exprimé en années, L_{∞} la taille maximum théorique atteinte par le poisson, k une constante exprimant le taux de variation de la longueur en fonction de l'âge et t_0 l'âge théorique auquel la taille L_t est égale à 0. La méthode de calcul de ces paramètres a été brièvement résumée par POSTEL (1973), reprenant WALFORD (1946).

Du modèle de croissance linéaire (1), on peut passer à celui exprimant la croissance pondérale dont la forme est encore plus utile dans les estimations de rendements d'une pêcherie. La méthode, donnée par BEVERTON et HOLT (1957) et par RICKER (1958), a été reprise par de nombreux auteurs travaillant sur des espèces différentes (KOHLER, 1960 et GUEGUEN, 1965). Elle aboutit à l'équation :

$$W_t = W_{\infty} \left[1 - e^{-k(t - t_0)} \right]^n \quad (2)$$

Dans ce cas, W_t est le poids du poisson à l'âge t exprimé en années, W_{∞} le poids maximum théorique, k et t_0 sont les mêmes que dans l'équation (1) et n est l'exposant voisin de 3 dans la relation taille-poids :

$$W_t = q L_t^n \quad (3)$$

La résolution de l'équation (3) a été faite grâce aux pesées individuelles effectuées dans les deux secteurs. Le passage de la fonction exponentielle à la forme logarithmique donne :

$$\log W_t = \log q + n \log L_t$$

Connaissant le poids moyen W_t pour chaque classe de taille L_t on obtient facilement, par la méthode des moindres carrés, l'équation de cette droite et donc les valeurs de n et q . Celles-ci permettent alors le calcul de W_{∞} par l'équation (3) transformée :

$$W_{\infty} = q L_{\infty}^n$$

la valeur de L_{∞} étant celle calculée plus haut.

II. - *Distribution des tailles et des classes d'âge.*

Sur le banc Saint-Pierre (fig. 27), la longueur totale varie chez les mâles de 12 à 58 cm et chez les femelles qui atteignent une taille nettement plus élevée : 12 à 70 cm. Les individus les plus nombreux mesurent de 22 à 30 cm (mode 26 cm) chez les mâles, ce qui correspond à des groupes d'âge V (individus nés en 1966) à VIII (individus nés en 1963) ; chez les femelles, ce

sont les tailles de 20 à 32 cm qui dominent (mode 28 cm), ce qui correspond à des groupes d'âge IV (individus nés en 1967) à IX (individus nés en 1962). La longévité des femelles qui atteignent 26 ans est plus grande que celle des mâles qui ne dépassent pas 20 ans.

Sur le plateau de Cap Breton (fig. 28), les deux échantillonnages faits à un an d'intervalle (mai 1970 et mai 1971) permettent de constater qu'il y a peu de changement dans la structure du stock, d'une année à l'autre. La distribution de la taille des mâles, qui varie de 12 à 55 cm (majorité entre 20 et 40 cm), est pratiquement la même en 1970 et 1971, mais les modes sont différents : 28 cm en 1970, 26 cm en 1971. De ce fait, c'est la classe 1964 (groupe VI) qui domine en 1970, alors qu'en 1971, c'est la classe 1966 (groupe V) qui est la plus abondante. Pour les femelles, les tailles s'échelonnent, en 1970 comme en 1971, de 10 à 72 cm (modes 24 et 30 cm), ce qui correspond à un âge

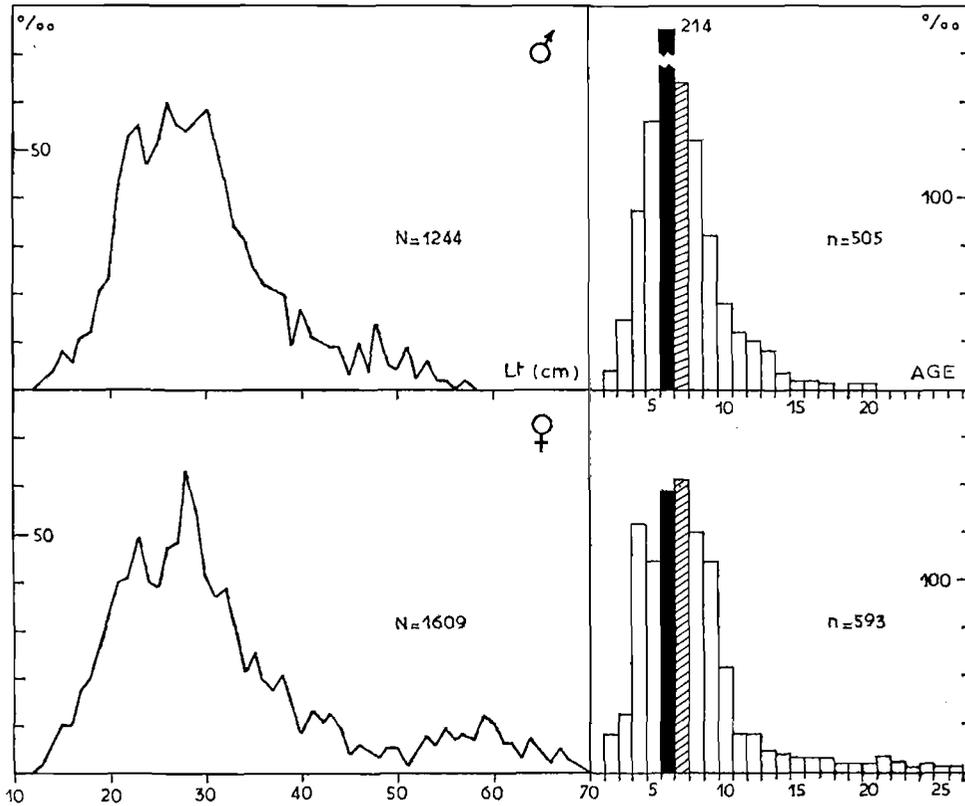


FIG. 27. — Distribution des tailles et classes d'âge de la plie américaine du banc Saint-Pierre en 1971 ; en noir : individus nés en 1965, hachuré : individus nés en 1964 ; N : nombre de poissons mesurés, n : nombre de paires d'otolithes lues.

de 2 à 27 ans. Les deux années, la classe 1964, qui correspond au groupe d'âge VI en 1970 et au groupe d'âge VII en 1971, domine ; elle est suivie par la classe 1966. La classe 1959, abondante en 1970, décroît considérablement en 1971.

Par ailleurs, on remarque qu'il n'y a pas de différence sensible de taille chez les femelles, comme chez les mâles, d'un secteur à l'autre.

III. - Croissance linéaire.

Les tailles moyennes des plies mâles et femelles pour chaque groupe d'âge dans chacun des deux secteurs ont été obtenues à partir des lectures d'otolithes.

Pour les plies du banc Saint-Pierre, l'équation de la droite de Ford-Walford s'établit de la manière suivante :

pour les mâles $Lt + 1 = 0,9273 Lt + 4,7660$
avec un coefficient de corrélation $n = 0,9972$

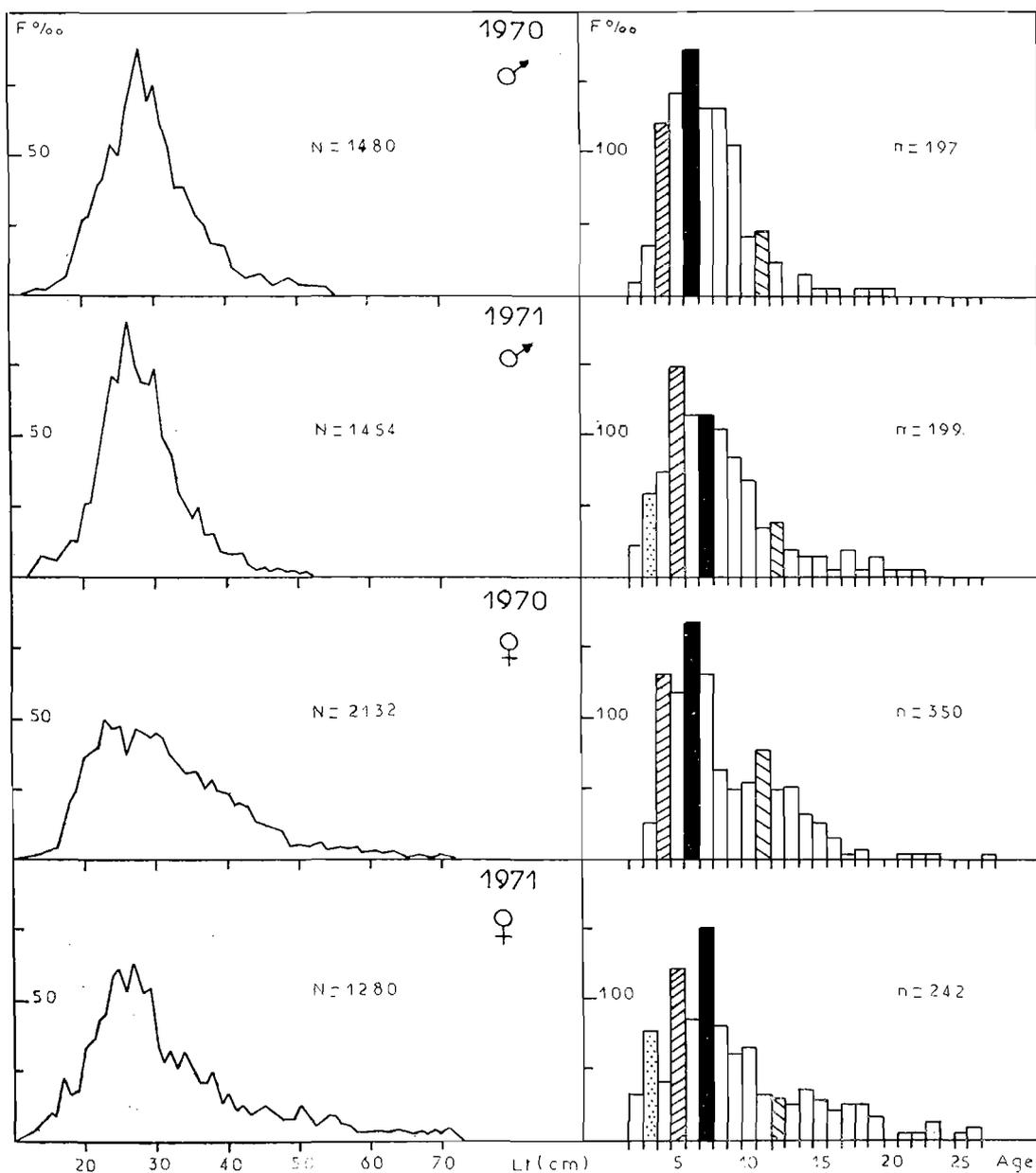


FIG. 28. — Distribution des tailles et classes d'âge de la plie américaine du plateau du Cap Breton, en 1970 et 1971; pointillé: individus nés en 1968, hachuré: nés en 1966, noir: nés en 1964, quadrillé: nés en 1959; N: nombre de poissons mesurés, n: nombre de paires d'otolithes lues.

pour les femelles $Lt + 1 = 0,9429 Lt + 4,6056$
avec $n = 0,9975$

Remarquons que dans les deux cas, le coefficient de corrélation n est hautement significatif.

Pour la même région, les équations de croissance des plies s'écrivent :

pour les mâles : $L_t = 65,6 \left[1 - e^{-0,08 (t + 1,21)} \right]$

pour les femelles : $L_t = 80,7 \left[1 - e^{-0,06 (t + 1,45)} \right]$

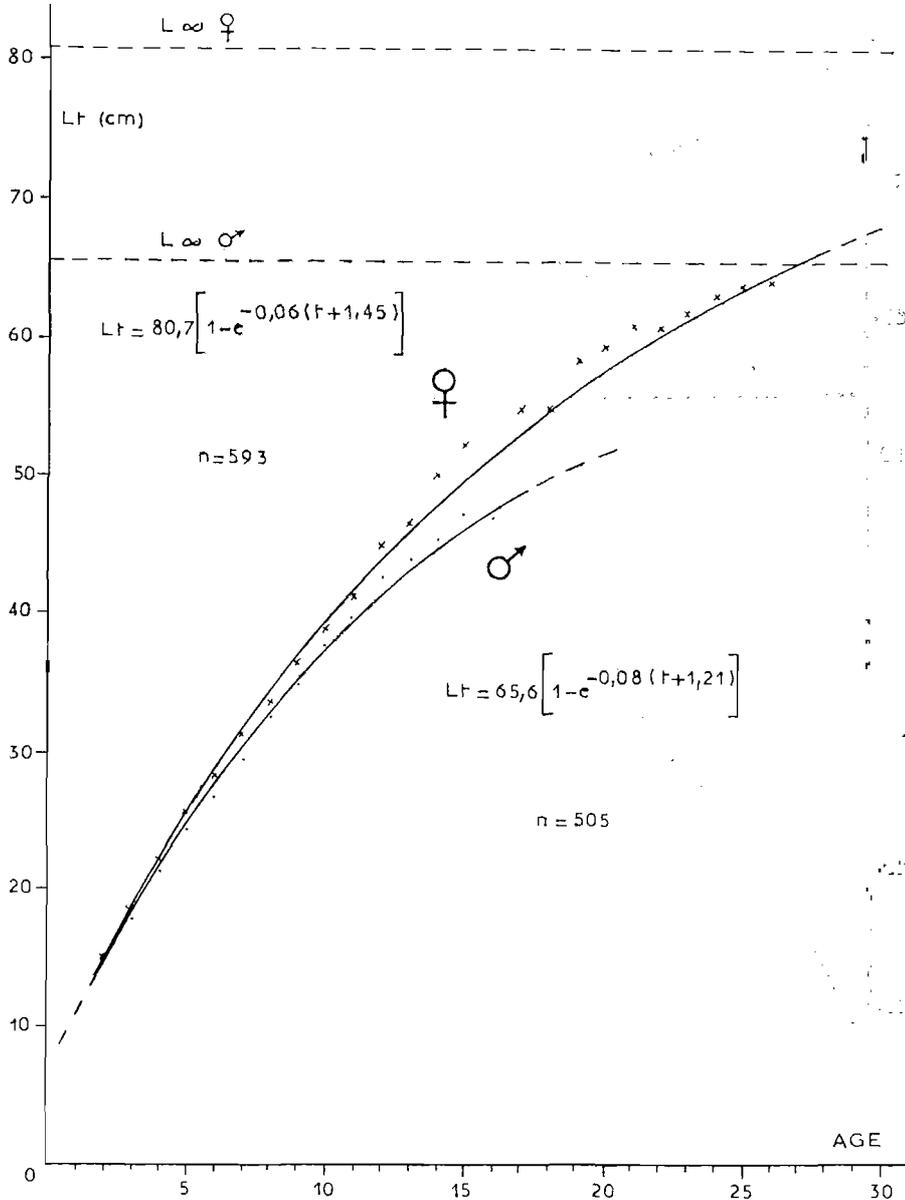


FIG. 29. — Courbes de croissance linéaire des mâles et des femelles de plie américaine sur le banc Saint-Pierre ; n : nombre de paires d'otolithes lues.

Ces résultats, illustrés par le graphique de la figure 29, font apparaître de nettes différences dans la croissance d'un sexe à l'autre. On remarque d'abord que la taille asymptotique L_∞ des femelles est nettement supérieure ; bien que d'après KNIGHT (1968) il ne faille pas donner à ce paramètre une grande signification biologique, cela traduit quand même des tailles toujours plus grandes

chez les femelles par rapport aux mâles, au fur et à mesure que l'animal prend de l'âge. Jusqu'à l'âge de 5-6 ans, la croissance linéaire présente peu de différence d'un sexe à l'autre ; c'est à partir de cet âge que celle des femelles va devenir beaucoup plus rapide que celle des mâles.

Quelques chiffres nous confirment ces constatations. En effet, à 2 ans la taille moyenne est respec-

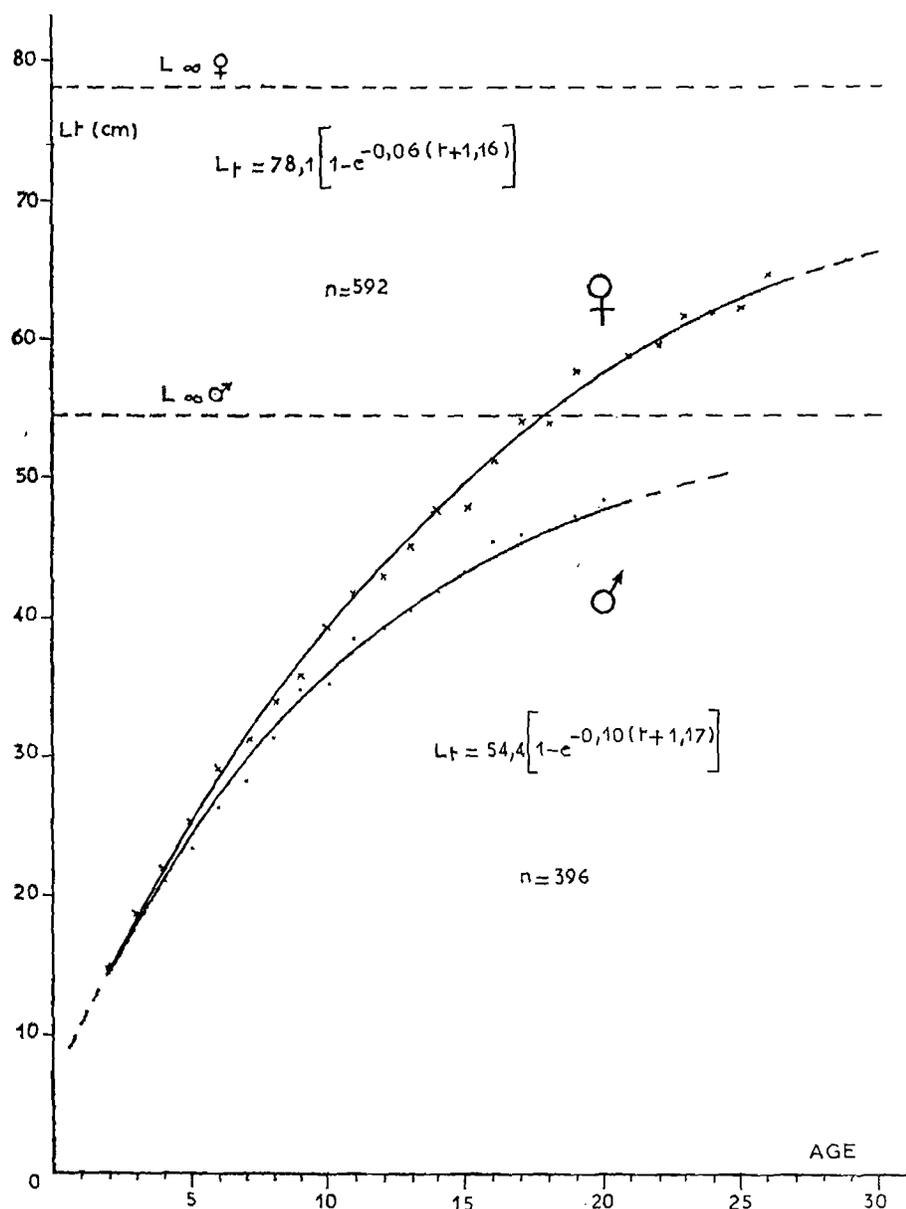


FIG. 30. — Courbes de croissance linéaire pour les mâles et les femelles de plie américaine sur le plateau du Cap Breton ; n : nombre de paires d'otolithes lues.

tivement de 14,2 cm pour les mâles et 15,0 pour les femelles, à 4 ans : 21,4 cm et 20,6 cm, à 6 ans : 26,4 cm et 26,6 cm, à 8 ans : 32,3 cm et 32,4 cm, à 10 ans : 37,5 cm et 38,6 cm, à 15 ans : 48,0 cm et 52,4 cm, à 20 ans : 52,0 cm et 59,7 cm, à 26 ans, les femelles atteignent la taille moyenne de 64,0 cm.

Pour les plies du Cap Breton on a :

pour les mâles : $Lt + 1 = 0,9076 \cdot Lt + 5,0274$ avec $n = 0,9875$

$$Lt = 54,4 \left[1 - e^{-0,10(t + 1,17)} \right]$$

pour les femelles : $Lt + 1 = 0,9394 \cdot Lt + 4,7337$ avec $n = 0,9968$

$$Lt = 78,1 \left[1 - e^{-0,06(t + 1,16)} \right]$$

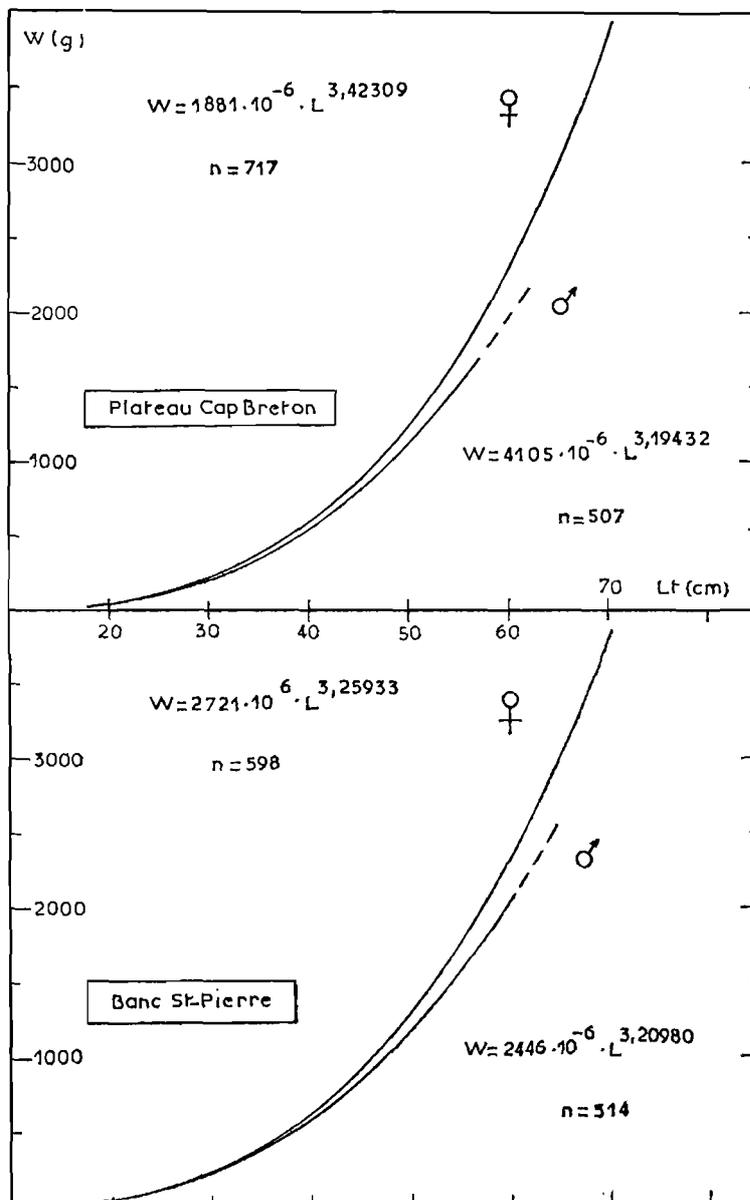


FIG. 31. — Relations entre la taille et le poids de la plie américaine des deux sexes dans les deux secteurs étudiés ; n : nombre de mensurations et de pesées individuelles.

On peut voir ainsi que les résultats sont comparables à ceux du banc Saint-Pierre, mais la différence de croissance entre mâles et femelles se fait sentir dès 5 ans. A partir de cet âge, la croissance des

femelles est, en général, encore plus rapide que pour le banc Saint-Pierre, celle des mâles paraît au contraire encore un peu plus lente (fig. 30).

À 5 ans, la taille moyenne est de 23,2 cm pour les mâles et de 24,7 cm pour les femelles, à 10 ans : 34,9 cm pour les mâles et 38,3 pour les femelles, à 15 ans : 42,8 cm pour les mâles et 47,4 pour les

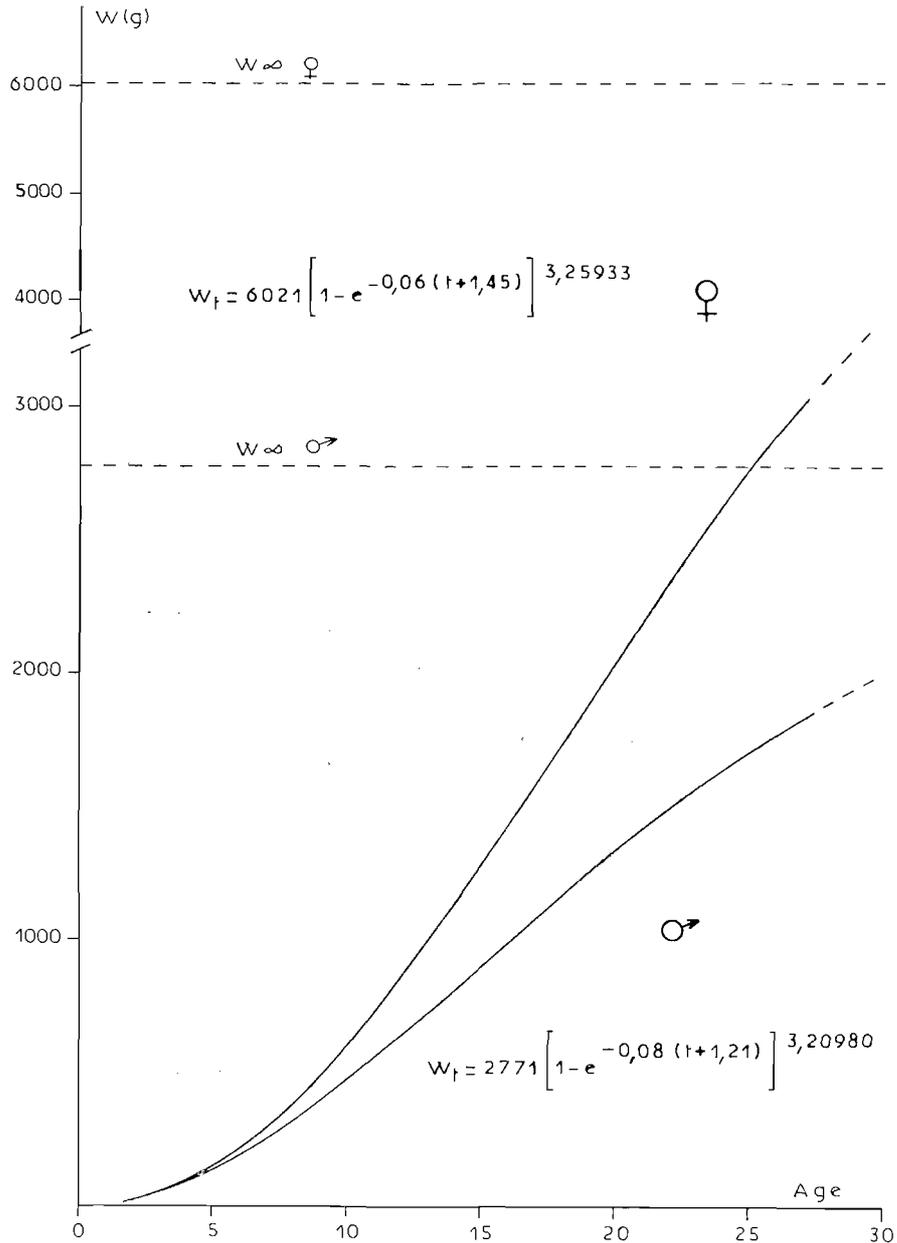


Fig. 32. — Courbes de croissance pondérale pour les mâles et les femelles de plie américaine sur le banc Saint-Pierre.

femelles, à 19 ans, âge maximal pour les mâles : 46,8 cm pour eux et 57,5 pour les femelles, à 26 ans, ces dernières atteignent la taille moyenne de 66,3 cm.

IV. - Relation taille-poids.

La relation exponentielle entre le poids et la taille pour les plies du banc Saint-Pierre, déterminée par la régression de $\log W_t$ en fonction de $\log L_t$, est la suivante :

$$W_t = 2446. 10^{-6} L_t^{3,20980} \quad \text{pour les mâles}$$

$$W_t = 2721. 10^{-6} L_t^{3,25933} \quad \text{pour les femelles}$$

Les graphiques de la figure 31 montrent que les femelles du banc Saint-Pierre ont un accroissement pondéral très proche de celui des mâles, jusqu'à la taille d'environ 35 cm. Après cette taille, leur taux d'accroissement est nettement supérieur car, bien que leur constante de proportionnalité q soit très voisine de celle des mâles, l'exposant n a une valeur plus grande.

Dans le secteur du Cap Breton, les équations trouvées sont :

$$W_t = 4105. 10^{-6} L_t^{3,19432} \quad \text{pour les mâles}$$

$$W_t = 1881. 10^{-6} L_t^{3,42309} \quad \text{pour les femelles}$$

Les femelles ont également un accroissement pondéral supérieur à celui des mâles, mais dès la taille d'environ 30 cm. Pour les femelles, l'exposant n a, cette fois, une valeur encore plus grande que celle trouvée pour les mâles. La courbe résultante est cependant très voisine de celle obtenue sur le banc Saint-Pierre parce que la constante de proportionnalité q est nettement inférieure. On peut d'ailleurs dire que, compte tenu de l'échantillonnage et de la méthode d'observation, les résultats sont comparables d'une région à l'autre.

V. - Croissance pondérale.

En utilisant les paramètres calculés par les équations de croissance linéaire et par les relations taille-poids, nous avons établi les courbes de croissance pondérale.

Sur le banc Saint-Pierre (fig. 32), les résultats sont les suivants :

$$\begin{aligned} \text{pour les mâles : } W_t &= 2771 \left[1 - e^{-0,08 (t - 1,21)} \right] 3,20980 \\ \text{pour les femelles : } W_t &= 6021 \left[1 - e^{-0,06 (t + 1,45)} \right] 3,25933 \end{aligned}$$

La croissance pondérale des femelles apparaît comme étant plus rapide que celle des mâles dès l'âge de 5 ans. Par la suite, le poids des femelles est toujours très largement supérieur à celui des mâles au même âge. On aboutit à un poids asymptotique pour les femelles (W_∞) égal à plus du double de celui des mâles.

Sur le plateau de Cap Breton (fig. 33), ce phénomène est encore bien plus net :

$$\begin{aligned} \text{pour les mâles : } W_t &= 1436 \left[1 - e^{-0,10 (t - 1,17)} \right] 3,19432 \\ \text{pour les femelles : } W_t &= 5663 \left[1 - e^{-0,06 (t - 1,16)} \right] 3,42309 \end{aligned}$$

La croissance pondérale des femelles est, dans ce cas, plus rapide que celle des mâles dès l'âge de 6 ans. Le taux d'accroissement pondéral des femelles de ce secteur est très proche de celui enregistré en 3 Ps : W_∞ légèrement différents compensés par des variations inverses de l'exposant. En revanche, celui des mâles est nettement plus faible que sur le banc Saint-Pierre, W_∞ étant inférieur de moitié et l'exposant étant plus petit.

VI. - Discussion et conclusions.

Les résultats exposés ici permettent de faire quelques observations et de tirer quelques conclusions concernant l'âge et la croissance de la plie américaine dans cette région.

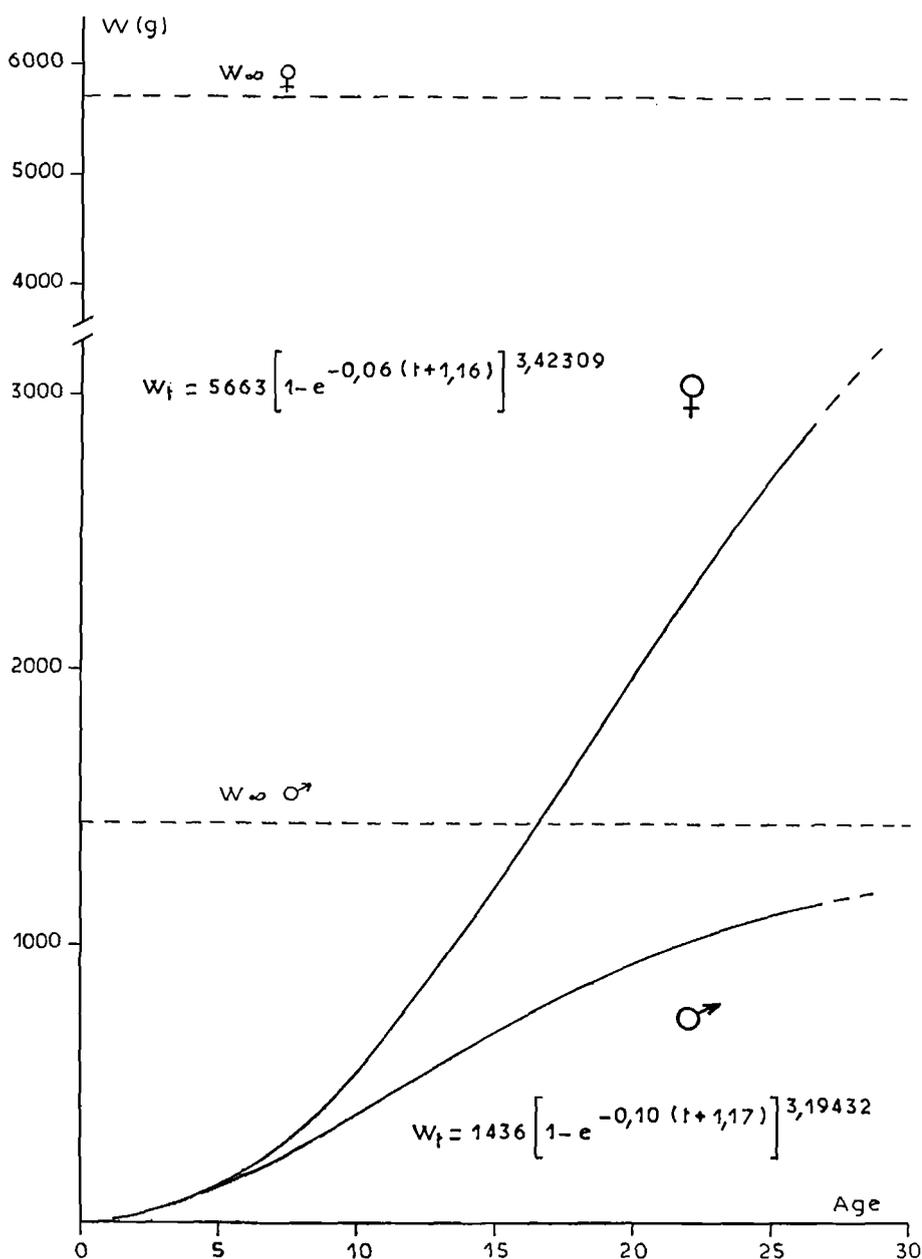


FIG. 33. — Courbes de croissance pondérale pour les mâles et les femelles de plie américaine sur le plateau de Cap Breton.

1. — L'analyse conjointe de la composition en taille et de la composition en âge des mâles et des femelles dans les deux secteurs a précisé la structure de chaque groupe. Elle a notamment permis de mettre en évidence la plus grande longévité des femelles qui peuvent atteindre l'âge de 27 ans, alors

que les mâles ne dépassaient pas 22 ans. Ce phénomène permet, en partie, d'expliquer le fait que les tailles des femelles sont nettement plus grandes que celles des mâles : jusqu'à 72 cm pour les premières, 55 cm pour les seconds.

Comme le dit KNIGHT, il faut cependant bien distinguer ces données observées, des tailles maximum théoriques L_{∞} qui, bien que pratiques pour l'expression mathématique des résultats, n'ont pas de valeur sur le plan biologique.

En 1918, HUNTSMAN notait déjà le même fait pour la plie du golfe du Saint-Laurent, puisque dans cette région, tous les poissons de plus de 14 ans qu'il observait étaient des femelles. Nos résultats correspondent également assez bien avec ceux de POWLES (1965) et de PITT (1967). Le premier de ces auteurs ne trouve pas de mâles âgés de plus de 16 ans sur le plateau magdalénien, alors qu'il a pêché des femelles de 26 ans. Quant au second, il montre qu'en baie de Sainte-Marie, à Terre-Neuve, les mâles dépassent rarement 20 ans tandis que les femelles peuvent atteindre 30 ans. BIGELOW et SCHROEDER (1953), quant à eux, signalent ces différences, mais écrivent qu'ils ne peuvent pas donner d'explication au fait que le coefficient de mortalité est (au moins apparemment) plus élevé pour les mâles que pour les femelles. Nous pouvons cependant penser que cette différence peut être déterminée par un caractère génétique lié au sexe.

2. — L'étude de la croissance linéaire a montré que les femelles des deux groupes ont un taux de croissance nettement supérieur à celui des mâles. Cette différence est encore plus évidente sur le plateau de Cap Breton où les mâles ont un taux d'accroissement linéaire encore plus faible. Ce fait a été noté dans tous les travaux traitant de ce sujet. BIGELOW et SCHROEDER, sans chiffrer les écarts, indiquaient déjà qu'en général les femelles croissent plus vite que les mâles. En 1944, MELINSKY (in ANDRIYATCHEV, 1954) remarque qu'en mer de Barentz, les femelles ont une croissance plus rapide après l'âge de 7 ans. POWLES (1965) dans le golfe du Saint-Laurent ainsi que LUX (1970) dans le secteur du cap Cod, trouvent tous deux une croissance égale pour les deux sexes jusqu'à l'âge de 4 ans, puis après cet âge un taux de croissance supérieur pour les femelles. Dans la région du Labrador et des bancs de Terre-Neuve, PITT remarque le même phénomène, à partir de 4 et 6 ans suivant les secteurs. Sur le banc Saint-Pierre et le plateau de Cap Breton, cette inégalité d'accroissement linéaire apparaît aux environs de 5 à 6 ans. C'est à cet âge, quand ils mesurent en moyenne de 24 à 28 cm, que les mâles de ce secteur atteignent leur première maturité sexuelle, alors que les femelles ne sont mûres que beaucoup plus tard. On peut alors penser qu'au cours des années qui suivent la première maturité sexuelle, le taux d'accroissement des mâles est inférieur à celui des femelles parce qu'ils utilisent plus tôt une partie de l'énergie emmagasinée en élaborant leurs produits sexuels.

Ces différences de croissance entre femelles et mâles ne sont pas, remarquons-le, propres aux plies américaines. Elles ont également été notées pour d'autres poissons plats. C'est ainsi que LUX et NICHY signalent, en 1969, que les femelles de la limande (*Limanda ferruginea*) ont une croissance plus rapide que celle des mâles après l'âge de 2 ans. Chez la plie rouge *Pseudopleuronectes americanus*, LUX (1973) trouve une telle différence dès l'âge de 3 ans. Les mêmes remarques peuvent être également faites pour des poissons appartenant à d'autres familles ; c'est le cas, par exemple, pour la morue, de chaque côté de l'Atlantique (FLEMING, 1960 ; LEFRANC, 1970).

3. — En plus d'une croissance linéaire plus rapide, les plies femelles de notre région ont un accroissement pondéral supérieur à celui des mâles à partir d'une taille d'environ 35 cm. Ceci se traduit par des exposants nettement différenciés dans les relations taille-poids : 3,20 pour les mâles, 3,25 à 3,42 pour les femelles.

Bien qu'ils ne l'aient pas chiffrée, HUNTSMAN en 1918 et BIGELOW et SCHROEDER en 1953 ont également observé cette différence, le premier pour les plies du golfe du Saint-Laurent, les seconds pour celles du golfe du Maine.

Dans un travail publié en 1967, POWLES précise cette différence puisqu'il trouve un exposant de 2,81 pour les mâles, contre 3,23 pour les femelles chez les plies du golfe du Saint-Laurent.

La principale explication au fait que l'accroissement pondéral est supérieur chez les femelles peut, pensons-nous, être due à l'influence du poids des gonades une fois que le poisson a atteint sa première maturité sexuelle. Notons que, comme nous le verrons plus loin, la maturité des plies femelles commence, dans notre région, à partir de 38 à 42 cm. Les ovaires qui occupent alors la plus grande partie de la cavité générale ont un poids de très loin supérieur à celui des testicules, ce qui modifie sensiblement la relation taille-poids.

Les observations semblables faites sur d'autres poissons plats dans d'autres secteurs de l'Atlantique du nord-ouest, donnent les mêmes résultats. Tels sont ceux de POWLES (1967) sur la plie cynoglosse des bancs de Nouvelle-Ecosse et sur la limande ferrugineuse, la plie rouge, la plie cynoglosse, le cardeau à quatre ocelles et le turbot de sable du large de la Nouvelle-Angleterre.

4. — Le taux de mortalité naturelle qui est plus élevé chez les mâles, le fait que l'accroissement en taille et en poids de ces derniers soit nettement inférieur à celui des femelles constituent des différences fondamentales entre les sexes. Ces différences sont suffisantes pour que, dans une étude dynamique des stocks mâles et femelles soient considérées comme des unités de stocks différents (GULLAND, 1969), ce qui oblige à traiter les données séparément.

5. — D'une manière générale, nos observations montrent que la croissance de la plie américaine est lente. Dans notre région, une femelle met 27 ans pour atteindre la taille de 72 cm. Ces résultats

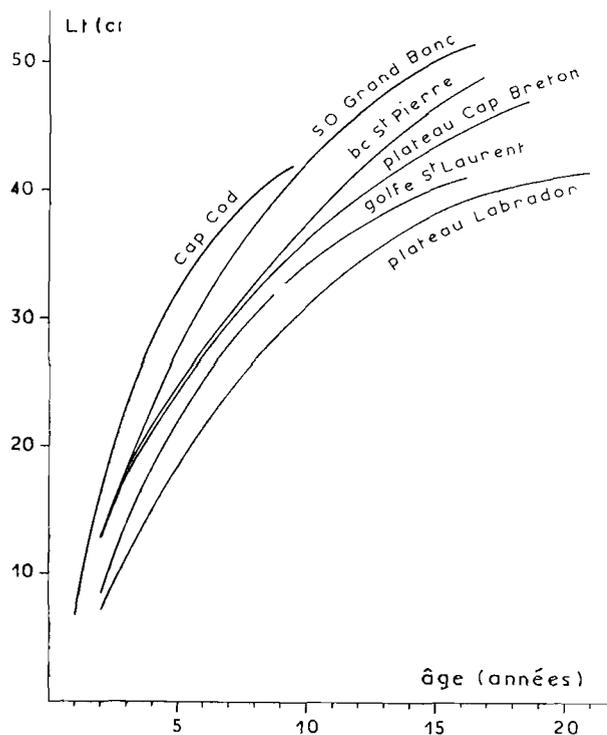


FIG. 34. — Comparaison de croissance linéaire chez la plie américaine mâle de plusieurs régions de l'Atlantique NO. Les données, basées sur les équations de VON BERTALANFFY, sont tirées de POWLES (1965) pour le golfe du Saint-Laurent, de PITT (1967) pour le sud-ouest du Grand-Banc et le plateau labradorien et de LUX (1970) pour le secteur du cap Cod.

sont voisins de ceux trouvés par d'autres auteurs pour des régions proches. On remarque cependant des taux d'accroissement différents selon les régions.

Dans l'Atlantique nord-est, la forme européenne a une croissance encore beaucoup plus lente, ainsi qu'une longévité inférieure. BAGENAL (1955) ne rencontre pas de plie dépassant 25 cm, c'est-à-dire âgée de 7 ans, au large de l'Ecosse. Dans une note ultérieure, parue deux ans plus tard, le même auteur montre que ce poisson, vivant dans des eaux relativement chaudes, a une maturité sexuelle précoce, ce qui entraîne une réduction également précoce du taux de croissance. SAEMUNDSSON a mis en évidence, en 1925, le fait que les poissons de cette espèce qui vivent dans les eaux islandaises ne dépassent pas la taille de 40 cm et l'âge de 14 ans. En mer de Barentz, MELINSKY (*in* ANDRIYATCHEV, 1954) ne trouve pas de taille supérieure à 50 cm, ce qui correspond à un âge de 16 ans.

Dans l'Atlantique du nord-ouest, le taux de croissance varie également suivant le secteur (fig. 34). Nous avons nous-même observé que les plies du banc Saint-Pierre ont une croissance légèrement plus rapide que celle du plateau de Cap Breton, cette différence étant surtout bien marquée pour les mâles. La plie de la région du cap Cod (Lux, 1970), ainsi que celle du sud-ouest du Grand Banc (PITT, 1967), ont une croissance plus rapide que celle de notre région. C'est l'inverse pour celles du golfe du Saint-Laurent (POWLES, 1965), sur le plateau labradorien et au nord de Terre-Neuve (PITT, 1967). De telles variations ont été le plus souvent expliquées par ces auteurs par des différences hydrologiques et notamment thermiques. Ainsi, Lux explique la croissance plus rapide de la plie de la région du cap Cod par l'influence des eaux chaudes atlantiques qui baignent la Nouvelle-Angleterre. De même, le faible taux de croissance observé sur le plateau continental du Labrador et du nord de Terre-Neuve est attribué, par PITT, à la présence des eaux froides du courant du Labrador.

En fait, on sait, après ce qui a été dit plus haut sur la nutrition, que l'effet de la température sur la croissance est indirect ; il agit soit en déterminant une plus ou moins grande abondance de proies, soit en provoquant des migrations chez les plies.

6. — Enfin, il ne faut pas oublier le fait que la croissance pondérale de la plie américaine est plus lente dans notre région que dans d'autres secteurs plus favorisés par le régime hydrologique et que l'abondance de la nourriture a un retentissement sur l'équilibre du stock de ce poisson. De ce fait, le niveau optimal d'exploitation se trouve inférieur à ce qu'il est, par exemple, sur le Grand Banc. En conséquence, l'effort de pêche déployé dans notre région doit être inférieur à celui pratiqué dans des secteurs où l'hydrologie favorise les concentrations de nourriture, notamment les poissons.

CHAPITRE V

MATURITE SEXUELLE ET REPRODUCTION

Nous l'avons vu, une partie de l'énergie emmagasinée par la plie américaine pendant la période estivale d'intense activité nutritionnelle est utilisée pour la maturation des gonades et l'élaboration des produits sexuels. D'après MAC KINNON (1972), une première quantité de cette énergie est directement absorbée par les gonades pendant la phase active et une seconde à peu près équivalente est mise en réserve de manière à permettre la poursuite de cette maturation pendant la période d'hivernage.

La maturité sexuelle et la reproduction de la plie américaine ont été étudiées d'une manière générale par HUNTSMAN (1918), puis par BIGELOW et SCHROEDER (1953) dans le golfe du Saint-Laurent, la baie de Fundy et le golfe du Maine. Plus récemment, en 1963, PITT publie une étude de la dérive des œufs de plie et, en 1964, d'intéressantes données sur la fécondité de l'espèce dans la région de Terre-Neuve avec une brève description de la taille et de l'âge des sujets, au moment de la maturité sexuelle. POWLES apporte des éléments nouveaux sur la ponte et la maturité sexuelle en 1965 pour la région du plateau magdalénien, et PITT, en 1966, pour le Grand Banc.

Pour notre part, nous avons fait une première étude de la ponte dans notre région (L'HERROU et MINET, 1970) et une autre sur la taille des plies au moment de leur première maturité, sur le banc Saint-Pierre (MINET, 1972). Enfin, NEVINSKY et SEREBRYAKOV en 1973 apportent de précieux renseignements sur la ponte de l'espèce dans l'ensemble de son aire de répartition.

Dans le présent travail, nous avons cherché à apporter quelques données nouvelles, notamment sur les relations entre la taille et la première maturité sexuelle, ainsi que sur la localisation et l'époque de la ponte et sur les facteurs de l'environnement qui l'influencent.

I. - Maturité sexuelle.

1° *Matériel et méthodes.*

Cette étude a pour base l'examen de 3 040 plies capturées sur le banc Saint-Pierre et de 885 autres pêchées sur le plateau du Cap Breton au cours d'une campagne réalisée à bord du « Cryos » du 2 au 27 mai 1972.

Pour que ces observations puissent être comparées à d'autres, nous avons tenu compte des différents stades définis d'une manière plus ou moins arbitraire par les précédents auteurs. L'échelle de Maier (*in* BUCKMANN, 1929) sert généralement de base quelle que soit l'espèce. Celle-ci comportant 8 stades, ne paraît cependant pas adaptée à la plie américaine puisque POWLES distingue tout d'abord, en 1965, 6 stades pour les femelles et 4 pour les mâles et que PITT (1966) propose une échelle plus précise ne comportant en fin de compte que 5 stades pour chacun des sexes.

Ces stades, rappelons-le, sont les suivants.

Stade I
(immaturité)

mâles

testicules très étroits et transparents ; canaux déférents petits à parois très minces.

femelles

ovaires petits, à membrane mince et transparente ; œufs invisibles à l'œil nu.

Stade II
(maturation)

mâles

testicules gris ou blancs ; par d'indication d'une émission précédente de sperme.

femelles

œufs visibles à l'œil nu, mais pas d'indication d'une ponte précédente.

Stade III
(maturité)

mâles

testicules gonflés et blancs ; canaux déférents larges à parois relativement épaisses, mais ne contenant pas de laitance.

femelles

a — tous les œufs nettement visibles à l'œil nu, opaques de 0,7 à 0,9 mm de diamètre.

b — plus de la moitié de la masse des œufs opaques.

c — plus de la moitié de la masse des œufs transparents.

Stade IV
(émission
partielle ou
totale)

mâles

testicules blancs et flasques ; canaux déférents larges et remplis de laitance.

femelles

ovaires à parois épaisses, de couleur grise ou bleuâtre à l'extérieur, orange vif ou rouge à l'intérieur ; présence possible de nombreux œufs transparents surtout dans la partie postérieure de l'ovaire ; œufs du cycle suivant invisibles à l'œil nu.

Stade V
(récupération)

mâles

canaux déférents remplis de laitance ; testicules gris-brun quelque peu transparents dans leur moitié externe.

femelles

œufs du cycle suivant visibles à l'œil nu au fur et à mesure que se fait l'évolution ; ponte précédente indiquée par l'épaississement des parois de l'ovaire et par la présence de vieux œufs.

Il faut noter que ce stade est parfois indistinct du stade immature.

Cette détermination empirique de l'état sexuel ne permet pas toujours de savoir si la gonade est en maturation pour la première fois ou bien si elle est en récupération d'une ponte précédente, ce qui est important pour connaître la taille ou l'âge du sujet à sa première maturité. Il arrive également que certaines femelles de grande taille ne produisent pas d'œufs tous les ans ou qu'elles pondent à des périodes différentes de la normale (PITT, 1960). Ces individus sont d'ailleurs très peu nombreux.

La taille à première maturité sexuelle, c'est-à-dire la taille à laquelle 50 % des individus sont sexuellement mûrs dans chaque région, a été calculée à l'aide de la méthode mise au point par BLISS (1935 a et b) pour estimer les effets de différentes doses de poisons ou de vitamines sur les animaux.

Cette méthode permettant de déterminer la taille à laquelle la dose létale provoque la mort de 50 % des animaux (LD_{50}) a été reprise par FLEMING (1960) dans une étude sur la maturité sexuelle de la morue de Terre-Neuve, par KOHLER (1960) sur l'églefin de Nouvelle-Ecosse, puis par PITT (1966) dans ses travaux sur la reproduction de la plie américaine.

2° Distribution des tailles des individus matures et immatures.

Les échantillons prélevés sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve par le « Cryos » montrent (fig. 35) la distribution des tailles des poissons matures et immatures pour les deux sexes. Parmi les femelles, dont la longueur totale varie de 10 à 70 cm, on trouve près de 84 % d'individus immatures dont les tailles sont comprises entre 10 et 50 cm. Quant aux mâles, qui mesurent de 10 à 58 cm, ils ne comportent qu'environ 45 % d'immatures longs de 10 à 42 cm.

Sur le plateau de Cap Breton (fig. 36), les femelles mesurent de 10 à 65 cm ; il y a, parmi elles, 76 % d'immatures de 10 à 48 cm, alors que chez les mâles, qui ont de 10 à 54 cm, on n'observe que 40 % de poissons immatures ; leur taille est inférieure à 35 cm.

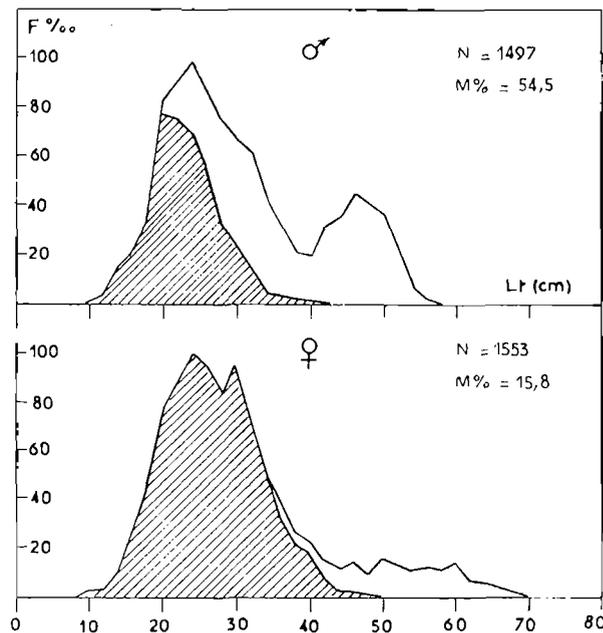


FIG. 35. — Distribution des tailles de plie américaine par sexe, sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve (mai 1972) ; hachuré : individus immatures, M % : pourcentage de poissons matures.

3° Distribution des stades sexuels.

A l'aide de l'échelle de maturité sexuelle de PITT, nous avons établi la distribution des stades sexuels chez les individus mâles et femelles des deux secteurs, au printemps (fig. 37). Voici une description rapide de ces données.

Sur le banc Saint-Pierre, on note le nombre important d'immatures, puisque ces derniers représentent 45 % des mâles et 84 % des femelles. Parmi les 55 % de mâles adultes, 17 % sont en état de maturation (stade II), 3 % en période de maturité (stade III), 14 % en période d'émission (stade IV) et 21 % en récupération (stade V). Pour les femelles matures, 4 % sont au stade II, 6 % au stade III, 3 % au stade IV et 3 % au stade V.

Sur le plateau du Cap Breton, le pourcentage d'immatures est également très important : 40 pour les mâles et 76 pour les femelles. Chez les mâles, 10 % sont au stade II, 2 % au stade III, 23 %

au stade IV et 25 % au stade V. Pour les femelles, on relève 17 % au stade II, 2 % au stade III, 1 % au stade IV et 4 % au stade V.

4° Détermination de la taille à première maturité sexuelle.

Il est important que la longueur totale à laquelle 50 % des plies mâles et femelles sont matures soit déterminée avec précision car, pour une exploitation rationnelle de l'espèce, elle doit représenter la taille minimale de capture ; autrement dit, tout individu plus petit que cette taille et qui n'a pas rempli son rôle reproducteur au moins une fois, ne devra pas être intégré dans la pêche.

Ainsi, sur le banc Saint-Pierre, la moitié des mâles atteignent leur première maturité à la taille de 28,3 cm, alors que 50 % des femelles ne le sont qu'à 42,6 cm (1). Rapportées aux clés taille-âge définies dans le chapitre précédent, ces données montrent que les mâles sont en moyenne sexuellement mûrs pour la première fois entre 6 et 7 ans alors que les femelles ne le sont qu'à 12 ans.

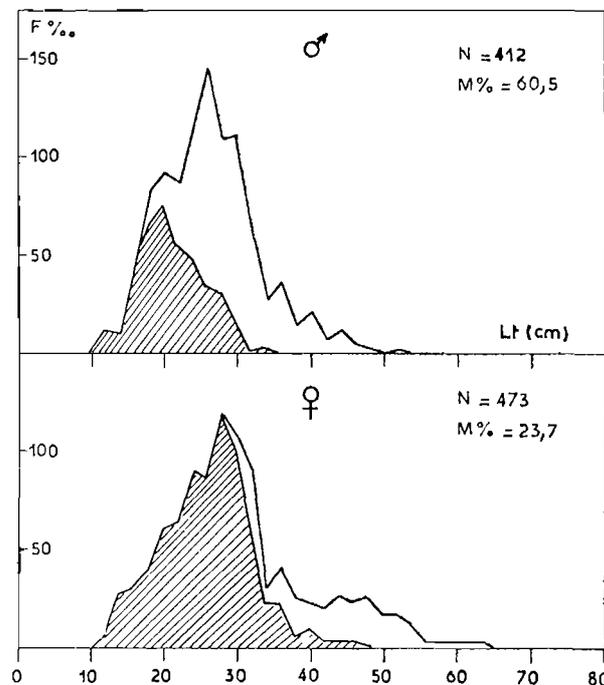


FIG. 36. — Distribution des tailles de plie américaine par sexe, sur le plateau du Cap Breton (mai 1972) ; hachuré : individus immatures, M% : pourcentage de poissons matures.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par PITT (1966) sur la plie de ce banc, qui obtient en effet un L_{50} de 27,8, soit un âge de 7 ans pour les mâles et un L_{50} de 44,6, soit un âge de 14 ans pour les femelles.

Sur le plateau de Cap Breton, le L_{50} est de 23,9 cm pour les mâles et de 38,1 cm pour les femelles (2). Ces tailles correspondent respectivement à 5 et 11 ans. On peut rapprocher ces résultats de ceux fournis par POWLES en 1965 pour la plie du plateau magdalénien qui atteint sa première maturité à la taille de 25 cm et à l'âge de 6 ans pour les mâles et à 41 cm, soit 10 ans, pour les femelles.

- (1) Pour les mâles : $X^2 = 27,225$ et X^2 pour $P_{0,05} = 30,144$;
pour les femelles : $X^2 = 24,662$ et X^2 pour $P_{0,05} = 35,172$.
- (2) Pour les mâles : $X^2 = 20,529$ et X^2 pour $P_{0,05} = 22,362$;
pour les femelles : $X^2 = 21,415$ et X^2 pour $P_{0,05} = 32,671$.

L'ensemble de ces résultats, dont la représentation graphique est donnée à la figure 38, montre que, dans les deux secteurs étudiés, les mâles atteignent leur première maturité sexuelle bien avant les femelles, puisqu'on observe un décalage d'environ 14 cm en taille et 6 ans en âge. Ce phénomène a, comme nous l'avons vu précédemment, d'importantes répercussions sur la biologie des deux sexes

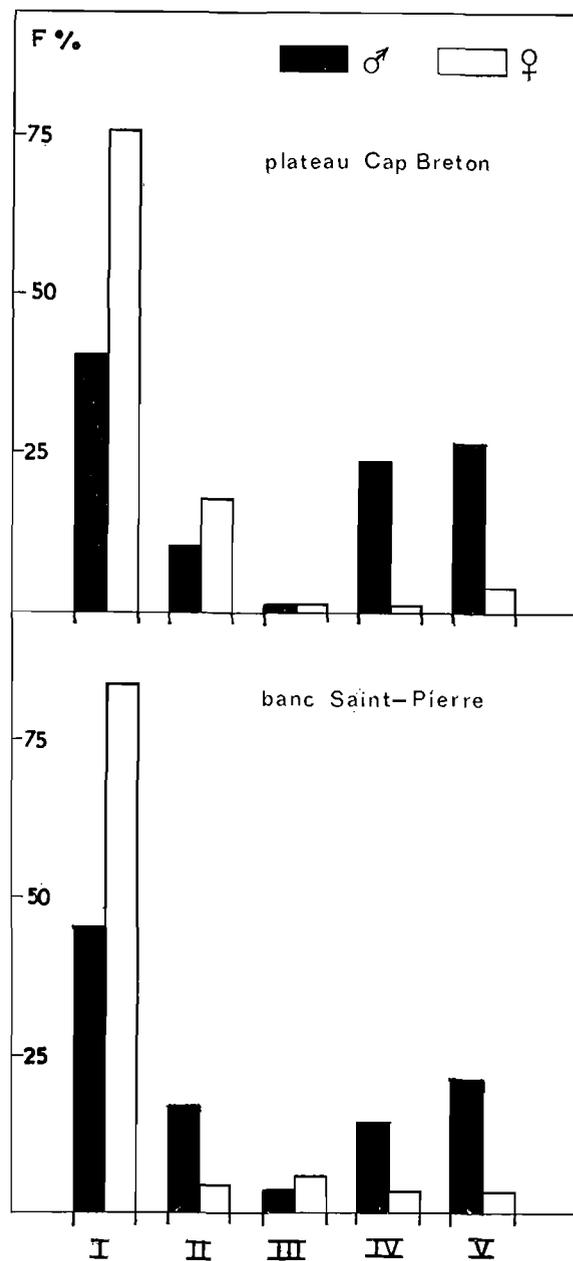


FIG. 37. — Distribution des stades de maturité sexuelle de la plie américaine pour les mâles et les femelles des deux secteurs. I) immaturité, II) maturation, III) maturité, IV) ponte, V) récupération.

et notamment sur le taux de croissance car, jusqu'à l'âge de 5 à 6 ans, où la moitié des mâles deviennent sexuellement mûrs, les courbes de croissances sont très voisines. Elles divergent très nettement, passé cet âge.

De plus, ces résultats mettent en évidence d'assez remarquables différences entre les deux secteurs, puisque les plies du plateau du Cap Breton atteignent, quel que soit leur sexe, leur première maturité sexuelle à des tailles plus petites que celles du banc Saint-Pierre ; la différence est d'environ 4,5 cm. La différence d'âge est toutefois légèrement supérieure pour les mâles qui sont mûrs 1 à 2 ans plus tôt sur le plateau de Cap Breton. Ces observations sont encore à rapprocher des

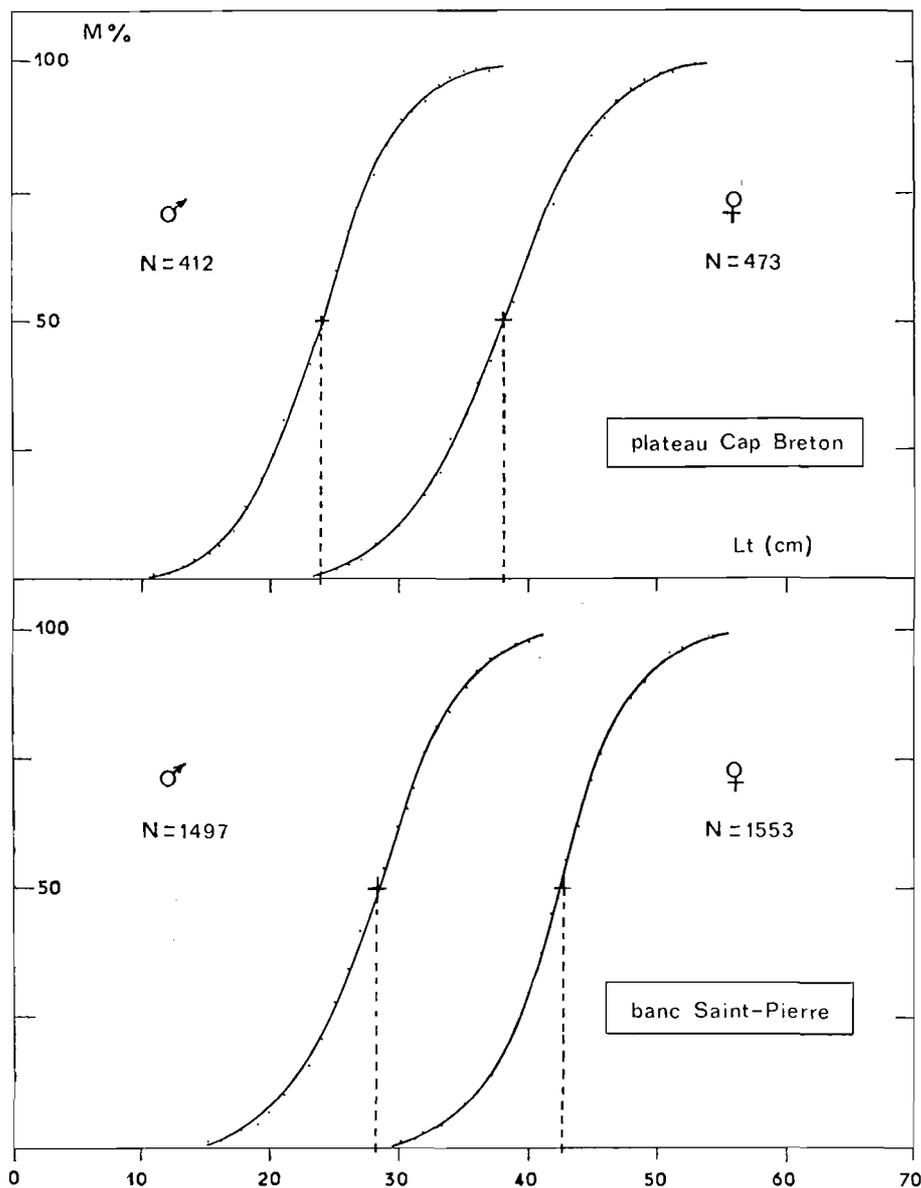


FIG. 38. — Détermination de la taille à la première maturité sexuelle. Relation existant entre la longueur (L_t) des plies mâles et femelles des deux secteurs et pourcentage de poissons matures (N : nombre de poissons examinés).

résultats sur la croissance de l'espèce ; en effet, si les femelles ont un taux d'accroissement linéaire pratiquement identique dans les deux secteurs, les mâles du plateau de Cap Breton, dont la maturité sexuelle est nettement plus précoce, ont un taux d'accroissement bien plus lent que celui des mâles du banc Saint-Pierre.

II. - Reproduction.

Une fois la maturité sexuelle atteinte, la plie est soumise à un cycle annuel de maturation de gonades qui, nous l'avons vu, lui imprime un rythme biologique très marqué et provoque en partie des mouvements saisonniers qui affectent sa distribution bathymétrique.

L'espèce est relativement féconde puisque, si l'on en croit les résultats les plus récents fournis par PITT (1964), les femelles sont capables de produire, suivant leur taille, de 200 000 à 1 400 000 œufs et plus pendant la période de reproduction. Cet auteur, comparant ses résultats à ceux de BAGENAL, montre aussi qu'à taille égale, il n'y a pas de différence significative entre la fécondité de la plie américaine et celle de la forme européenne. Cette affirmation contredit BIGELOW et SCHROEDER (1953), LEIM et SCOTT (1966) puis BREDER et ROSEN (1966) qui estiment que, dans l'Atlantique nord-ouest, la plie n'émet que 30 000 à 60 000 œufs, c'est-à-dire près de 10 fois moins que la forme européenne; celle-ci, d'après ANDRIYATCHEV (1954) et NIKOLSKY (1954), produirait de 250 000 à 300 000 œufs.

Comme chez la plupart des hétérosomes, les œufs de la plie américaine sont flottants et pélagiques. Leur flottabilité n'est pas assurée par la présence d'un ou plusieurs globules huileux, mais par une entrée d'eau qui se produit dès que l'œuf est en contact avec le milieu marin, entre la membrane vitelline et le chorion; ce phénomène d'osmose entraîne la formation d'un espace péri-vitellin qui double le diamètre de l'œuf et le rend facilement identifiable.

Ces œufs fécondés flottent près de la surface ou à une faible distance au-dessous de celle-ci suivant la concentration en sel de la mer; ainsi, le liquide péri-vitellin se trouve en isotonie parfaite avec le milieu ambiant. Le diamètre de l'œuf varie alors de 1,3 à 3,2 mm; BIGELOW et SCHROEDER (1953), puis BREDER et ROSEN (1966) indiquent une taille moyenne de 2,5 mm, tandis qu'ERHENBAUM en 1905 la fixe à 2,3 mm.

Selon BIGELOW et SCHROEDER (1953), la période d'incubation dure de 11 à 14 jours à une température ambiante d'environ 4 °C; des températures plus basses allongent cette durée. HUNTSMAN (1918) indique que ces œufs dérivent et qu'ils s'alourdissent peu à peu au cours du développement embryonnaire pour se trouver, au moment de l'éclosion, à un niveau de l'ordre de 15 à 20 mètres.

À l'éclosion, la larve mesure de 4 à 6 mm de long; elle absorbe son vitellus en quelques jours, se pigmente en 5 points bien définis, ce qui rend son identification aisée; elle forme ses trois nageoires impaires lorsqu'elle atteint une taille de 15 à 18 mm. La larve est alors toujours pélagique mais continue à s'enfoncer progressivement au cours de son développement. Elle demeure symétrique jusqu'à la taille de 20 à 25 mm, moment où commence le processus de la métamorphose par la migration de l'œil gauche.

La période du développement larvaire et de la métamorphose complète dure environ 3 à 4 mois dans le golfe du Maine (BIGELOW et SCHROEDER, 1953), mais il est à supposer qu'elle est plus longue dans notre région étudiée, où les conditions thermiques sont plus froides.

Comme on le verra plus loin, la métamorphose achevée, la jeune plie prend contact avec le fond, après avoir parcouru, depuis la ponte, une distance plus ou moins grande suivant la durée et l'amplitude de sa dérive.

Pour comprendre le phénomène de la reproduction de la plie américaine dans cette région, nous avons d'abord cherché à savoir s'il existait des aires de ponte bien définies; nous avons ensuite essayé de déterminer la période de reproduction dans les deux secteurs étudiés; enfin, nous avons voulu savoir quelle pouvait être l'influence de l'environnement sur la distribution des œufs.

1° Matériel et méthodes.

La récolte des œufs et larves de plie dans l'ensemble de la région à la période présumée de la reproduction, nécessaire à la réalisation de ces trois objectifs, fut faite du 13 avril au 22 mai 1970, au cours d'une campagne à bord de la « Thalassa ». Après chaque station de chalutage ou d'hydrologie, une pêche verticale de plancton au filet Hensen permit un échantillonnage homogène réparti en 133 stations.

Le filet Hensen (fig. 39), qualifié d'échantillonneur lent par LAMOTTE et BOURLIÈRE (1971) et recommandé pour les récoltes de zooplancton et d'œufs et larves de poisson, se compose d'un élément filtrant en soie n° 3, ce qui représente 0,333 mm d'ouverture de maille, surmonté d'un cône réducteur en étamine dont le rôle est de freiner les tourbillons. Le filet, de 72 cm de diamètre à l'ouverture et de 2,50 m de long, est immergé jusqu'à la profondeur maximum de 100 m ou au voisinage du fond aux sondes inférieures ; il est remonté à la vitesse de 1 m toutes les 3 secondes.

Le traict lent vertical est en effet recommandé pour les pêches d'ichthyoplancton, que ce soit avec le filet Hensen, dont le pouvoir de capture servant de référence, a été fixé à 1,0 par KUNNE (1933) ou avec le filet Heligoland dont le pouvoir de capture est égal à 4,1. Cette technique permet un échantillonnage uniforme à toutes les profondeurs, des opérations à la mer aisées et rapides, ainsi qu'une analyse relativement simple des données. C'est pourquoi cet engin est couramment utilisé

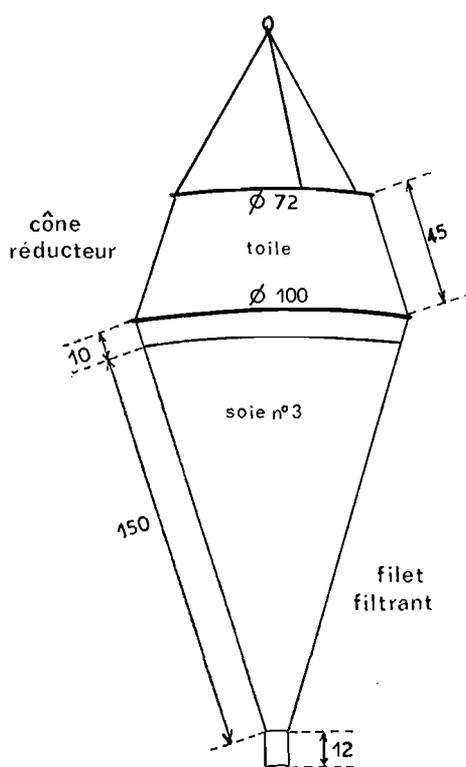


FIG. 39. — Filet à plancton Hensen utilisé pour l'échantillonnage vertical des œufs et larves de plie américaine (les cotes sont exprimées en centimètre).

sur les navires de l'I.S.T.P.M. pour ce genre de travaux ; il a servi à récolter les œufs et les larves de plie américaine pendant les campagnes internationales Norwestlant (WELLS, 1968). Le plancton récolté s'accumule dans un collecteur à oreilles pour filtrage latéral, fixé au collier, en toile forte qui compose l'extrémité du filet.

Pour les 133 échantillons ainsi récoltés, conservés dans une solution formolée à 5 %, les œufs et larves de plie furent isolés sous binoculaire du reste de l'ichthyoplancton, puis dénombrés.

Pour l'ensemble de la région, 375 œufs et 13 larves de plie furent récoltés à 74 des stations de prélèvements. Ce nombre réel fut ramené de la surface échantillonnée par le filet (0,4 m²) à l'unité de surface (1 m²) pour une présentation homogène des résultats.

2° Aires de reproduction.

La plie américaine se reproduit dans l'ensemble des régions qu'elle occupe, mais il existe cer-

taines aires préférentielles, les frayères, où les concentrations d'œufs sont plus importantes que partout ailleurs au moment de la ponte, comme l'ont précédemment observé NEVINSKY et SEREBRYAKOV (1973) depuis les côtes du Labrador jusqu'au banc Georges. Sur le Grand Banc et les bancs méridionaux de Terre-Neuve, PITT (1966) n'avait pourtant pas réussi, par manque d'échantillons à cette période, à mettre en évidence de telles aires de ponte ; il a noté, cependant, qu'il doit exister certaines zones où les conditions de milieu sont plus favorables à l'activité reproductrice. Ainsi, à partir des résultats de pêche commerciale, cet auteur remarque que la plie pond sur le banc Saint-Pierre et sur les bancs de Nouvelle-Ecosse, mais sans donner davantage de précisions.

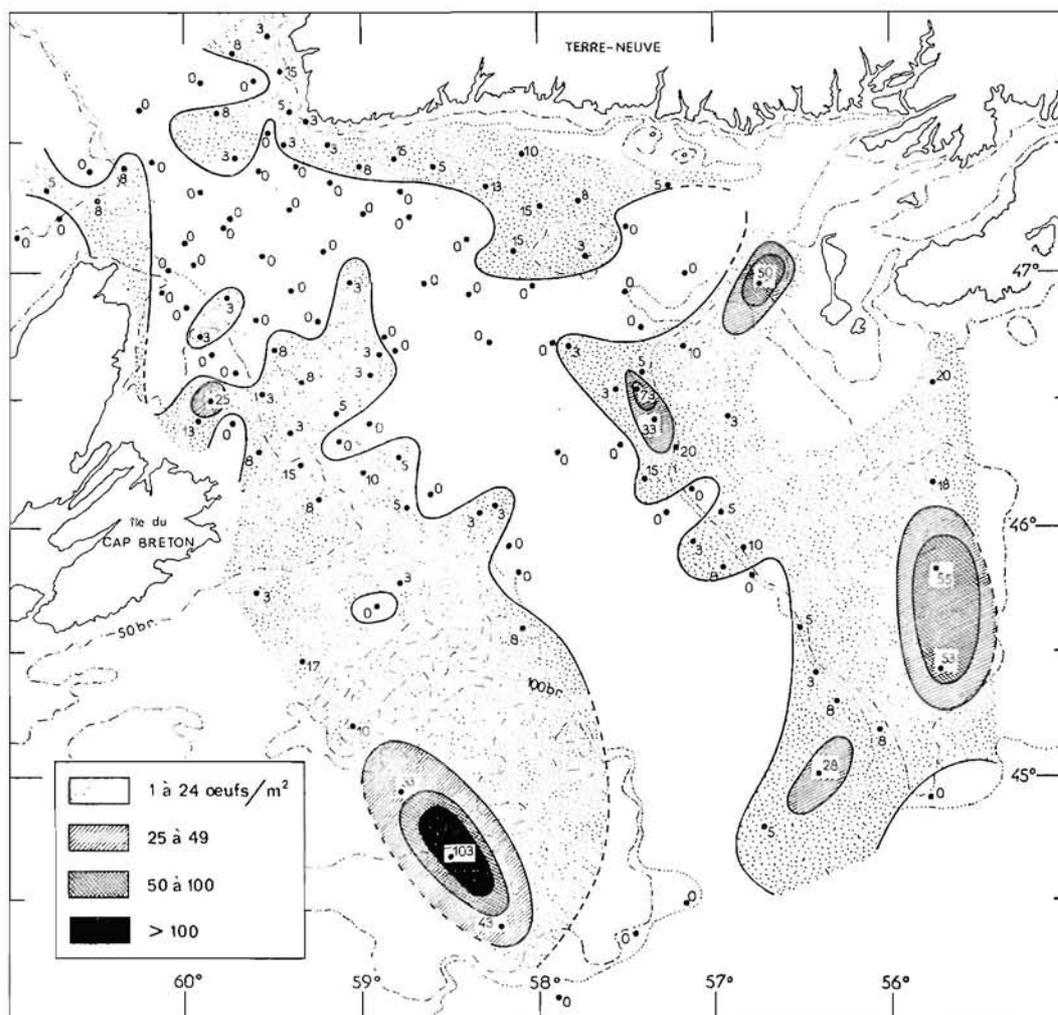


FIG. 40. — Distribution régionale des œufs de plie américaine. Résultats exprimés en nombre d'œufs par mètre carré de surface.

La distribution des œufs, récoltés aux 133 stations de pêche au filet Hensen dont les résultats sont exprimés en nombre par mètre carré de surface, nous permet d'apporter ces précisions (fig. 40). C'est ainsi que l'on remarque tout d'abord l'absence d'œufs de plie aux stations situées dans le chenal laurentien et dans le chenal de l'Hermitage, alors que ces œufs sont présents à celles effectuées sur les bancs Saint-Pierre, Burgeo et Rose Blanche d'une part et sur les bancs Scatarie, Sainte-Anne et Banquereau d'autre part. Ces données font également apparaître très nettement 6 aires de ponte : 4 se trouvent sur le banc Saint-Pierre, 1 sur le plateau de Cap Breton, 1 sur le Banquereau. Quantitativement, la plus importante en extension et en intensité est celle du Banquereau sur laquelle

nous avons relevé jusqu'à 103 œufs par m². Viennent ensuite celles du banc Saint-Pierre pour lesquelles les valeurs maximales enregistrées sont respectivement, du nord au sud, de 50, 73, 55 et 28 œufs au m². Enfin, l'aire de Cap Breton a fourni 25 œufs au m².

Si l'on rapproche ces données d'une part de celles obtenues précédemment sur la distribution régionale des plies adultes et d'autre part des connaissances acquises sur la circulation générale des eaux de surface dans l'Atlantique nord-ouest, il est possible de faire quelques observations schématisées par la figure 41.

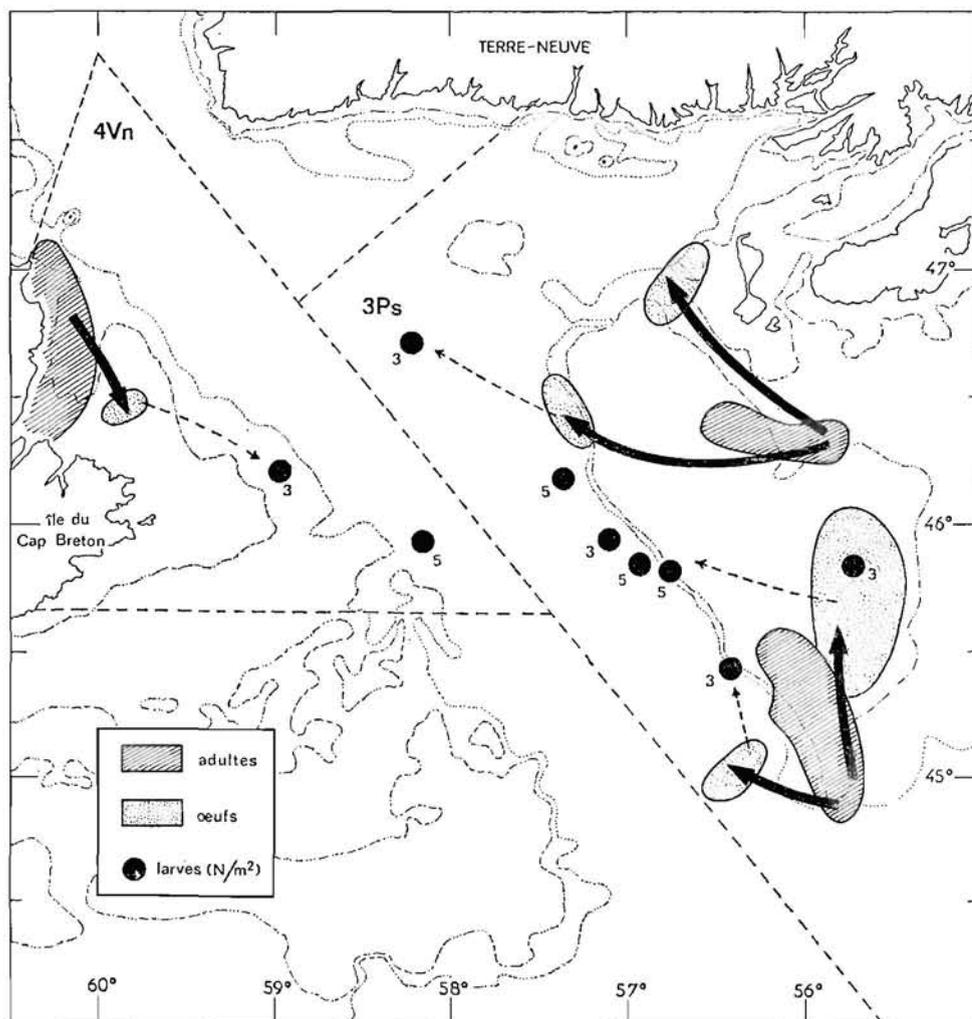


FIG. 41. — Relations entre les aires de concentration maximum des adultes et celles des œufs et larves de plie américaine dans la région. Incidence de la circulation régionale des eaux de surface sur la distribution des œufs.

Pour ce qui est du banc Saint-Pierre, on remarque que l'aire de concentration du poisson située le plus au nord est à l'origine de la formation de deux zones de plus grande concentration d'œufs qui se situent nettement plus à l'ouest et au nord-ouest. Les larves, de leur côté, se trouvent dans une position encore plus occidentale. Un phénomène analogue se produit pour la zone de concentration méridionale, mais dans ce cas, les œufs se trouvent plus rapprochés des adultes, tandis que, pour le Cap Breton, le phénomène est le même mais, dans ce cas, la dérive se fait vers le sud-est. Ainsi, l'influence des courants généraux de circulation de surface sur la répartition des œufs et des larves est très nette.

3° *Périodes de reproduction.*

Les observations sur la ponte s'étant échelonnées du 13 avril au 22 mai avec des prélèvements alternés sur les bancs méridionaux de Terre-Neuve et sur le plateau du Cap Breton, ont permis de préciser les périodes de reproduction dans ces deux secteurs, surtout en début de ponte.

1. — *Banc Saint-Pierre.*

Au sud du banc Saint-Pierre, les quantités d'œufs récoltés atteignent 53 à 55 unités par m² dès le 13 avril. La ponte se prolonge puisque le 22 mai, on trouve encore 8 œufs par m² au même endroit.

Au nord de ce banc, la ponte doit débiter au même moment, puisque le 16 avril, des concentrations de 73 et 50 œufs par m² y sont trouvées. Un mois après, les 14 et 15 mai, on note, encore au même endroit, la présence de quantités d'œufs comprises entre 20 et 35 par m². Pour ce qui est des larves, celles-ci furent pêchées dès le 13 avril à raison de 3 par m² au sud-est du banc Saint-Pierre. On peut donc supposer que la ponte a commencé, dans ce secteur, au moins à partir du 15 mars. Cependant, les quantités les plus importantes de larves sont trouvées sur les accores ouest du banc, entre le 15 et le 22 mai.

2. — *Plateau du Cap Breton.*

La petite concentration de 25 œufs au m² située au large de Sydney a été repérée le 4 mai, alors qu'auparavant la ponte semblait peu intense au même endroit, le nombre d'œufs par m² ne dépassant pas 3 le 23 avril. La reproduction se poursuit dans la même aire puisque les pêches de plancton faites le 18 mai ont rapporté 13 œufs par m².

Les pêches de larves, dans ce même secteur, se situent les 16 et 17 mai, soit plus d'un mois après les captures du banc Saint-Pierre.

4° *Influence de l'environnement sur la distribution des œufs.*

Chaque pêche de plancton étant accompagnée d'observations sur la température et la salinité du milieu, il est possible de montrer l'influence de ces deux facteurs sur la distribution et l'abondance des œufs et des larves de plie américaine. Comme le montre la figure 42, les œufs sont pêchés d'une manière générale dans des eaux dont les températures de surface sont comprises entre — 1,6° et 6,7 °C et dont les salinités varient de 30,48 à 33,30 ‰. Cependant, l'examen de cette figure montre que les concentrations d'œufs deviennent progressivement de plus en plus importantes au fur et à mesure que l'on se rapproche des conditions optimales. Celles-ci sont les suivantes : 1,9 à 2,4° pour la température et autour de 32 ‰ pour la salinité. Cette figure laisse également apparaître que la salinité semble être un facteur limitant plus important que la température dans la distribution des œufs de plie.

Pour les larves, nos données sont trop peu nombreuses pour permettre de conclure d'une manière définitive ; il faut remarquer cependant que la concentration larvaire des accores occidentaux du banc Saint-Pierre se trouvent dans une zone où la température de la couche superficielle avoisine 6°.

III. - *Discussion et conclusions.*

1. — L'étude de la maturité sexuelle qui vient d'être exposée a permis tout d'abord de mettre clairement en évidence le fait que les plies immatures représentent, dans l'ensemble de la région étudiée, un pourcentage très important parmi les plies pêchées au chalut, puisque 80 % des femelles et 40 % des mâles capturés n'ont pas encore atteint leur première maturité sexuelle. Tenant compte de ce fait, si l'on considère que les plies femelles n'atteignent la maturité sexuelle qu'à une taille pouvant aller jusqu'à 43 cm (pour le banc Saint-Pierre) et que la taille marchande est fixée à 32 cm pour l'espèce, on peut penser que dans l'état actuel de l'effort de pêche, les stocks de plie américaine de cette région seront rapidement surexploités si des mesures de réglementation plus sévères ne sont pas prises.

D'autre part, la répartition des stades sexuels montre qu'au printemps, dans les deux secteurs considérés, les mâles sont mûrs avant les femelles. On est en droit de penser que la présence de sperme de plie dans le milieu marin a une action sur le déclenchement de la ponte chez les femelles. Il faut cependant se garder de conclure rapidement dans ce domaine ; des travaux récents ont en effet montré la complexité du mécanisme de la ponte et prouvé qu'un grand nombre de paramètres interviennent dans son déclenchement.

2. — La détermination de la taille à la première maturité sexuelle a montré que non seulement

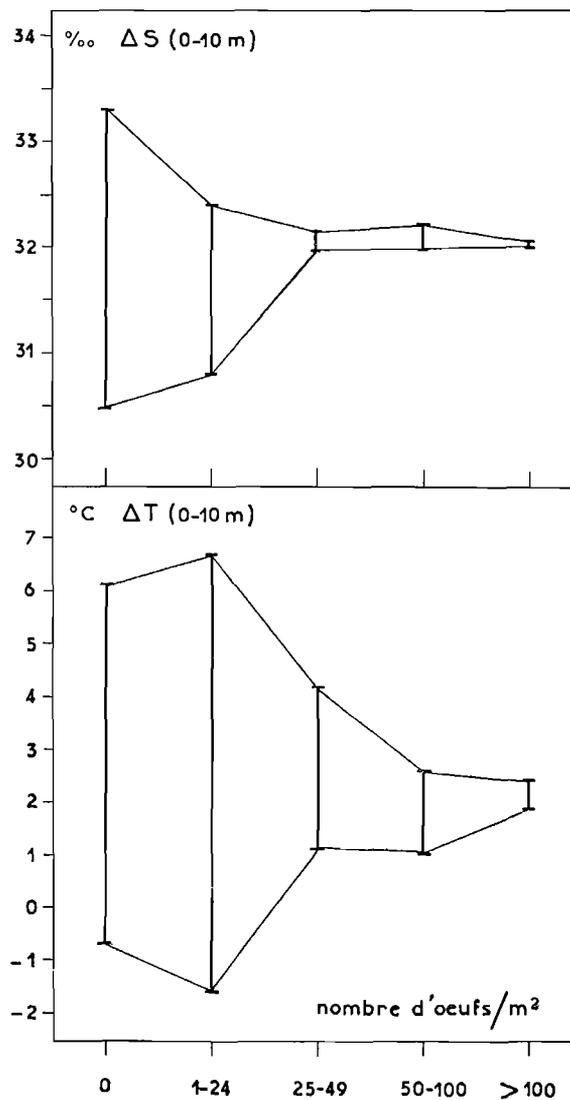


FIG. 42. — Influence de la température et de la salinité des eaux, comprises entre 10 m et la surface, sur la distribution des œufs de plie américaine dans l'ensemble de la région.

les plies mâles deviennent matures avant les femelles à chaque saison de ponte, mais encore qu'ils ont une taille inférieure à celle-ci lors de la première maturation des gonades. Ce phénomène a été observé pour la plie américaine dans l'ensemble de l'Atlantique nord-ouest puisque, suivant les secteurs, la première maturité des mâles peut survenir de 6 à 10 ans avant celle des femelles. Cette différence, que l'on peut expliquer par un caractère génétique lié au sexe, oblige les mâles

à utiliser une partie de l'énergie emmagasinée pendant la phase active de nutrition pour la maturation de leurs gonades aux dépens de la croissance, ainsi qu'il a été dit précédemment.

Il faut noter que, si les mâles ont une longévité nettement moins grande, puisqu'ils ne dépassent guère 20 ans alors que les femelles atteignent et dépassent 27 ans, ils peuvent en fait se reproduire un temps équivalent à celui des femelles compte tenu de leur précocité sexuelle.

Nos résultats font également apparaître des variations dans les tailles à la première maturité pour les plies du même sexe, d'un secteur à l'autre. Ainsi, la plie américaine du plateau du Cap Breton a toujours, quel que soit le sexe, une taille inférieure à celle de la plie du banc Saint-Pierre au moment de la première maturation des gonades. PITT a également noté de telles variations puisqu'il indique que la première maturité est atteinte entre 7 et 8 ans pour les femelles du Bonnet Flamand, à 12 ans pour celles du Grand Banc et à plus de 15 ans pour celles de la baie Sainte-Marie. Quant à POWLES, il signale que les plies femelles pêchées autour des îles de la Madeleine sont mûres, au moins pour la moitié, à 10 ans.

Ces différences sont encore plus nettes entre les deux formes européenne et américaine, puisque les résultats obtenus par BAGENAL (1955) au large de l'Ecosse démontrent que les femelles arrivent à leur première maturité à des tailles comprises entre 17 et 20 cm, soit à l'âge de 2 à 3 ans.

Les variations observées peuvent être expliquées de plusieurs manières, mais nous ne pensons pas, pour notre part, que l'on puisse leur donner une origine génétique. En effet, les différences de taille et d'âge qui apparaissent entre la plie du banc Saint-Pierre et celle du plateau du Cap Breton sont trop peu marquées pour que l'on puisse, à notre avis, y voir une influence chromosomique ; elles ne dépassent guère 4 à 5 cm pour la taille et 1 à 2 ans pour l'âge. Par ailleurs, comme nous l'avons vu plus haut, les différences morphologiques sont trop faibles pour être considérées comme sub-spécifiques.

Ces dissemblances pourraient être imputées, au moins partiellement, à l'action de la lumière, facteur connu pour avoir une action sur l'hypophyse, et qui, de ce fait, en aurait une sur la maturation des gonades. Cependant, dans les deux secteurs étudiés, nos échantillons proviennent de latitudes très proches et de niveaux bathymétriques comparables. On ne peut donc pas considérer ce paramètre comme déterminant dans le cas qui nous occupe.

Un autre facteur sur lequel a longuement insisté PITT, est la température de l'eau. Cet auteur estime que, plus la température de l'eau est élevée, plus l'évolution sexuelle se fait vite. Or, il se trouve que dans la région parfois influencée par les eaux relativement plus chaudes de la pente, c'est-à-dire sur le banc Saint-Pierre, la plie atteint sa première maturité à une taille plus grande pour les deux sexes, que celle qui fréquente le plateau du Cap Breton où ces influences ne se produisent pas.

Nous pensons, en fait, que les facteurs physiologiques ne doivent pas être considérés comme indépendants les uns des autres, mais qu'ils peuvent avoir entre eux une certaine influence. C'est ainsi que la nutrition et l'accumulation des réserves nous semblent avoir des conséquences sur la maturité sexuelle. En effet, la plie du banc Saint-Pierre qui utilise pour les besoins de sa croissance une grande partie de l'énergie accumulée lorsqu'elle s'est nourrie d'une manière intensive, arrive à maturité un peu plus tard que celle du plateau du Cap Breton dont le taux de croissance est inférieur.

3. — Nos observations ont également permis de déterminer les aires de reproduction de la plie dans cette région et de préciser les zones de distribution des œufs et des larves en fonction de la distribution des adultes et des courants de surface. Sous l'action des courants de surface, les œufs pélagiques dérivent et se dispersent à partir de la frayère où ils ont été émis. De plus, les captures de larves ont montré que cette dispersion s'accroît au cours du développement larvaire. Ainsi, étant donné la durée de leur développement dans cette région et compte tenu de la vitesse des courants qui, d'après les observations faites à bord de la « Thalassa », peuvent atteindre de 0,6 à 1 nœud, des larves issues du banc Saint-Pierre peuvent, après la métamorphose, se trouver au-dessus des bancs Burgeo et Rose Blanche et même gagner certaines parties du golfe du Saint-Laurent. La distance entre l'aire de ponte et l'endroit où la jeune plie s'installera finalement peut donc être très grande.

Ces résultats peuvent expliquer, en partie, la faible variabilité des caractères morphologiques observée dans cette étude entre la plie des deux secteurs, puisque cette dispersion provoque un mélange de poissons d'origines diverses. C'est en tout cas l'hypothèse qu'émet PITT (1963) pour expliquer les nombres vertébraux très voisins rencontrés dans tout l'Atlantique nord-ouest. Ceci a d'ailleurs été également observé par d'autres auteurs, non seulement pour la plie américaine, mais pour le carrelet de la Mer du Nord (HARDING et TALBOT, 1973) et l'églefin du banc Georges (GROSSELEIN et HENNEMUTH, 1973).

4. — Les captures d'œufs et larves de plies ont aussi apporté quelques éclaircissements sur le début de la période de reproduction dans les deux secteurs. Il semble que sur le banc Saint-Pierre, la ponte commence à la mi-mars pour se terminer à la fin du mois de mai. Sur le plateau du Cap Breton, elle est beaucoup plus tardive puisqu'elle ne débute qu'à la mi-avril et doit finir les derniers jours de juin. Ces résultats concordent assez bien avec ceux de NEVINSKY et SEREBRYAROV (1973) ; ils indiquent que la ponte de la plie américaine s'échelonne du début mars à la fin mai sur le banc Saint-Pierre et du début avril à la fin juin sur les bancs de Nouvelle-Ecosse.

Dans l'Atlantique nord-ouest, la ponte de la plie s'échelonne en fait du tout début mars dans le golfe du Maine, à la fin juillet au Groënland occidental, d'après ALLAIN et coll. (1970) ; elle pourrait même s'étendre jusqu'en septembre sur les côtes du Labrador selon FROST (1939).

5. — Les œufs de plie américaine ont été récoltés dans les couches d'eau superficielle où la température varie de — 1,6 à 6,7 °C et la salinité de 30,48 à 33,30 ‰. Cependant, les concentrations les plus importantes se trouvent dans des eaux à amplitude de température et de salinité très faible : respectivement 1,9 à 2,4 °C et 32,00 à 32,03 ‰.

Les travaux de BIGELOW et SCHROEDER (1953) signalant une température optimale de 2,7 °C et une salinité comprise entre 31,8 et 32,8 ‰ lors de la reproduction de la plie du golfe du Maine, on remarque que les conditions de milieu requises sont très voisines dans des secteurs pourtant très éloignés. Des conditions d'environnement aussi strictes semblant nécessaires, on pourrait alors expliquer les décalages souvent observés d'un secteur à l'autre dans les périodes de reproduction.

La salinité est en outre apparue comme un facteur aussi important que la température dans la distribution des œufs de plie américaine. Les œufs ont, en effet, plus de chances de survivre après la ponte s'ils restent dans des eaux à densité, donc à salinité, proche de celle où ils ont été fécondés.

6. — Un phénomène pathologique accompagnant la reproduction, la gélification du muscle qui apparaît chez certains grands individus et en particulier les femelles de tailles supérieures à 55 cm, mérite d'être mentionné. Les recherches de TEMPLEMAN et ANDREWS (1956) ont montré qu'il s'agit d'un appauvrissement en protéines des muscles au profit des gonades, ces femelles de grande taille n'ayant pu emmagasiner suffisamment d'énergie pour assurer leur métabolisme de base et le développement correct de leurs œufs avant la reproduction. Certaines attendront un an de plus pour se reproduire et d'autres prélèveront cette énergie sur les muscles dont la teneur en eau sera très importante. Il serait intéressant de vérifier si, comme pour les merlus de la côte du nord-ouest africain, cette gélification est accompagnée d'une prolifération des parasites, coccidies par exemple.

CONCLUSION GENERALE

1. — Les résultats présentés ici ont tout d'abord montré qu'il n'y a pas, sur le plan morphologique, de différences significatives entre les deux peuplements de plie vivant de part et d'autre du chenal laurentien, bien que les conditions d'environnement n'y soient pas identiques.

Cela n'est pas surprenant puisque, ainsi que nous l'avons rappelé, cette espèce, comme tous les poissons plats, possède des liens de parenté très proches sur le plan phylogénétique avec l'ordre des Perciformes. Ainsi, sans atteindre le degré d'évolution de ces derniers, les hétérosomes présentent tout

de même une stabilité remarquable dans leurs caractères. Il ne faut donc pas s'étonner de ne pas trouver, chez la plie américaine, de variations géographiques dans les caractères morphologiques comparables à celles que l'on observe, par exemple, chez les clupéidés, les salmonidés et même les gadidés.

2. — Cette uniformité des caractères morphologiques nous permet de conclure, en se référant à la définition de FAGE, que d'une part, étant admis que la forme européenne *H. limandoides* constitue une espèce distincte, l'ensemble de l'espèce *Hippoglossoides platessoides* est homogène et que, d'autre part, la plie américaine occupant la région étudiée appartient à une même population.

3. — Cependant, ce travail a mis en évidence des différences biologiques et physiologiques entre les individus provenant des bancs méridionaux de Terre-Neuve et ceux provenant du plateau du Cap Breton, notamment dans le régime alimentaire, le taux de croissance, la ponte et la maturité sexuelle. Ces différences, bien que non génétiques, sont telles que pour l'aménagement de la pêche de la plie américaine dans cette région et l'intégration de nos données dans une étude dynamique, il est nécessaire de distinguer, comme le montre GULLAND (1969), deux unités de stock ; celle des plies des bancs méridionaux de Terre-Neuve et celle des plies du plateau du Cap Breton.

De plus, les différences biologiques observées dans les deux secteurs entre chaque sexe obligent à traiter séparément les données obtenues pour les mâles et celles obtenues pour les femelles, surtout en ce qui concerne le taux de croissance et la taille à la première maturité sexuelle ; ceci, bien que morphologiquement mâles et femelles soient semblables.

4. — Ces résultats conduisent à définir une technique d'échantillonnage et une méthode qui serviront de base à l'étude dynamique des stocks et à leur estimation à des fins d'exploitation rationnelle.

Dans ces conditions, nos données sur la biologie de la plie américaine dans cette région s'insèrent parfaitement dans les travaux menés par l'I.S.T.P.M. à partir du Centre de recherches de Saint-Pierre et Miquelon, travaux qui ont notamment pour but d'estimer les possibilités actuelles et futures de pêche dans l'Atlantique nord-ouest.

Ainsi, ces données trouvent leur application sur trois plans différents. Tout d'abord, elles peuvent être directement exploitées par la flottille de Saint-Pierre pour améliorer ses rendements sans pour autant compromettre les ressources. De plus, il n'est pas exclu, compte tenu de l'évolution de la Grande Pêche vers une plus grande diversification, qu'elles puissent être utilisées avec profit par la flotte métropolitaine. Enfin, puisqu'elles sont menées dans une zone peu ou pas couverte par les études canadiennes et américaines, elles complètent bien les connaissances déjà acquises au niveau régional et contribuent à mettre en évidence l'importance de la participation de la France aux travaux de l'ICNAF.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLAIN (Ch.), LAMOLET (J.), LEROY (C.), L'HERROU (R.), MINET (J.P.), LE MEN (R.), TAILLIEZ (J.) et BARBAROUX (O.), 1970. — La situation de la pêche sur les bancs occidentaux du Groënland en été 1970. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 198.
- ALONCLE (H.) et DELAPORTE (F.), 1970. — Rythmes alimentaires et circadiens chez le germon *Thunnus alalunga* (BONNATERRE 1788). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 34 (2), p. 171-188.
- AMERICAN FISHERIES SOCIETY, 1948, 1960, 1970. — A list of common and scientific names of fishes from the United States and Canada. — *Spec. Publ.*, n° 1, 2 et 6.

- ANCELLIN (J.), 1962. — Rapport préliminaire sur la campagne de la « Thalassa » dans l'Atlantique nord-ouest (golfe du Maine, banc Georges, Nouvelle-Ecosse, chenal laurentien). — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 109.
- ANDRIYATCHEV (A.P.), 1954. — Fishes of the northern seas of the USSR. — *Izdatel stvo Akad. Nauk SSSR, Moskva-Leningrad*, translated from Russian by the Israel Program for Scientific translations, Jerusalem (1964).
- AUFFRET (J.P.), 1968. — Les sédiments du plateau continental à l'est de Terre-Neuve et du Labrador méridional. — Thèse Doctorat de Spécialité, Caen, 147 p.
- BACKUS (R.H.), 1957. — The fishes of Labrador. — *Bull. amer. Mus. nat. Hist.*, **113** (4), 337 p.
- BAGENAL (T.B.), 1955. — The growth rate of the long rough dab, *Hippoglossoides platessoides* (FABR.). — *J. mar. biol. Assoc. U.K.*, **34**, p. 634-647.
- 1957. — The breeding and fecundity of the long rough dab *Hippoglossoides platessoides* (FABR.) and the associated cycle in condition. — *Ibid.*, **36**, p. 339-375.
- BARLOW (G.W.), 1961. — Causes and significance of morphological variations in fishes. — *Syst. Zool.*, **10** (3), p. 105-117.
- BARRINGTON (E.J.W.), 1957. — The alimentary canal and digestion. — *In The physiology of fishes*, New-York, Academic Press Inc., p. 109-161.
- BEAMISH (F.W.H.), 1966. — Vertical migration by demersal fish in the north-west atlantic. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **23** (1), p. 109-139.
- BERTIN (L.) et ARAMBOURG (C.), 1958. — Super-ordre des Téléostéens (Teleostei). — *In Traité de Zoologie de P.P. GRASSÉ, Paris, MASSON et Cie Edit.*, **13** (3), p. 2 204-2 500.
- BEVERTON (R.J.H.) et HOLT (S.J.), 1957. — On the dynamics of exploited fish populations. — *Fish. Invest.*, Londres, **19** (2), 533 p.
- BIGELOW (H.B.) et SCHROEDER (W.C.), 1953. — Fishes of the gulf of Maine. — *U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull.*, **53** (74), 577 p.
- BLISS (C.I.), 1935 a. — The calculation of the dosage-mortality curve. — *Ann. Appl. Biol.*, **22** (1), p. 134-167.
- 1935 b. — The comparison of dosage-mortality data. — *Ibid.*, **22** (2), p. 307-333.
- BOULENGER (G.A.), 1902. — On the systematic position of the *Pleuronectidae*. — *Ann. Mag. Nat. Hist.*, **10**, 295 p.
- BOURCARTE (J.), 1941. — Essai d'une classification raisonnée des matériaux meubles. — *Bull. Soc. géol. France*, **5**, p. 117-153.
- BRAWN (V.M.), PEER (D.L.) et BENTLEY (R.J.), 1968. — Caloric content of the standing crop of benthic and epibenthic invertebrates of St-Margaret's bay, Nova Scotia. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **25** (6), p. 1 803-1811.
- BREDER (C.M.) et ROSEN (D.E.), 1966. — Modes of reproduction of fishes. — *Amer. Mus. nat. Hist.*, Nat. Hist. Press., New-York, 941 p.
- BUCKMANN (A.), 1929. — Die methodik fischereibiologischer untersuchungen an meeresfischen. — Urban und Schwarzenberg, Berlin, 194 p.
- CHABANAUD (P.), 1936. — Le neurocrâne osseux des Téléostéens dissymétriques après la métamorphose. — *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, **16**, p. 223-297.
- 1949. — Le problème de la phylogénèse des Hétérosomates. — *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, n° 950, p. 2-24.
- CHAINE (J.) et DUVERGIER (J.), 1934. — Recherches sur les otolithes des poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta des Téléostéens. — *Act. Soc. linn. Bordeaux*, **86**, 254 p.
- COLTON (J.B.), 1968. — A comparison of current and long term temperatures of continental shelf waters, Nova Scotia to Long Island. — *ICNAF, Res. Bull.*, **5**, p. 110-129.
- COPE (E.D.), 1871. — Contribution to the ichthyology of the lesser Antilles. — *Trans. Amer. Phil. Soc.*, **14** (2), p. 445-483.
- CORDIER (R.) et DALCQ (A.), 1954. — Organe stato-acoustique. — *In Traité de Zoologie de P.P. GRASSÉ, Paris, MASSON et Cie Edit.*, **12**, p. 453-521.
- CUVIER (G.), 1817. — Le règne animal. — 1^{re} Edition, Poissons, **2**, p. 104-351.
- DANEVIG (E.H.), 1956. — Chemical composition of zones in cod otoliths. — *J. Cons.*, **21** (2), p. 156-159.
- DE GROOT (S.J.), 1964. — Diurnal activity and feeding habits of plaice. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **155**, p. 48-51.
- 1967. — A review paper on the behaviour of flatfishes. — FAO Conference on fish behaviour in relation to fishing techniques and tactics, Bergen, FB/67/R/7, 26 p.
- 1969. — Digestive system and sensorial factors in relation to the feeding behaviour of flatfish (Pleuronectiformes). — *J. Cons.*, **32** (3), p. 385-394.
- DEMEL (K.) et RUTKOWICZ (S.), 1958. — Morse Barentsa. — Wydawnictwo Morskie, Gdynia. — Traduit du polonais pour l'U.S. Department of the Interior and the National Science Foundation, Washington, 1966.
- DUNBAR (M.J.), 1951. — Eastern arctic waters. — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, **88**, 131 p.
- EFANOV (V.N.) et VINOGRADOV (V.I.), 1973. — Feeding patterns of yellowtail flounder of two New England stocks. — *ICNAF, Res. Doc.*, 73/32, ser. 2 965, 3 p.
- EHRENBAUM (E.), 1905. — Eier und larven von fischen des nordischen planktons. — Verlag von Lipsius und Tischer, Kiel und Leipzig, 413 p.
- FAGE (L.), 1958. — Croissance, races, migrations. — *In Traité de Zoologie de P.P. GRASSÉ, Paris, MASSON et Cie Edit.*, **73** (3), p. 1835-49.

- FISHER (R.A.) et YATES (F.), 1938. — Statistical tables for biological, agricultural and medical research. — Edinburgh ; Scotland, OLIVIER and BOYD, 146 p.
- FLEMMING (A.M.), 1960. — Age, growth and sexual maturity of cod (*Gadus morhua* L.) in the Newfoundland area, 1947-50. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **17** (6), p. 775-809.
- FROST (N.), 1939. — Newfoundland fishes. — *Nfld Dep. Nat. Res., Serv. Bull.*, **8**, p. 1-29.
- FURNESTIN (M.L.) et MAURIN (C.), 1966. — Relations quantitatives entre plancton et poissons. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **30** (2 et 3), p. 143-162.
- GUEGUEN (J.), 1969. — Croissance de la dorade *Pagellus centrodontus* DELAROCHE. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **33** (3), p. 251-264.
- GULLAND (J.A.), 1969. — Manuel des méthodes d'évaluation des stocks d'animaux aquatiques. Première partie : analyse des populations. — *Manuel de Science halieutique*, FAO, n° 4, 160 p.
- GUNTHER (A.C.), 1862. — Catalogue of the fishes of the British Museum. IV. *Pleuronectidae*. — Londres, British Museum, p. 399-504.
- GROSSLEIN (M.D.), 1971. — Some observations on accuracy of abundance indices derived from research vessel surveys. — *ICNAF, Res. Doc.*, 71/59, ser. number 2 598.
- GROSSLEIN (M.D.) et HENNEMUTH (R.C.), 1973. — Spawning stock and other factors related to recruitment of haddock on Georges bank. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **164**, p. 77-88.
- HACHEY (H.B.), 1961. — Oceanography of Canadian Atlantic waters. — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, **134**, 120 p.
- HACHEY (H.B.), HERMANN (F.) et BAILEY (W.B.), 1954. — The waters of the ICNAF Convention area. — *ICNAF, Annu. Proc.*, **4**, p. 67-102.
- HAGERMAN (F.B.), 1952. — The biology of the Dover Sole *Microstomus pacificus* (LOCKINGTON). — *California Dep. Fish. Game, Bur. Mar. Fish., Fish. Bull.*, **85**, 48 p.
- HARDEN JONES (F.R.), 1968. — Fish migration. — Londres, Edward ARNOLD Ltd Edit., 325 p.
- HARDING (D.) et TALBOT (J.W.), 1973. — Recent studies on the eggs and larvae of the plaice (*Pleuronectes platessa*) in the southern bight. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **164**, p. 261-269.
- HUBBS (C.L.), 1945. — Phylogenetic position of *Citharidae* a family of flatfishes. — *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ. Michigan*, **63**, p. 1-38.
- ICNAF, 1964-1974. — *Stat. Bull. int. Comm. Northw. Atlant. Fish.*, **12-22** pour les années 1962-1972.
- JENKINS (J.F.), 1902. — Altersbestimmung durch otolithen bei den Clupeiden. — *Wissensch. Meeresunters. Abd. Kiel*, **6**, 83 p.
- JENSEN (A.C.), 1965. — A standard terminology and notation for otoliths readers. — *ICNAF, Res. Bull.*, **2**, p. 5-7.
- JONES (A.), 1973. — The ecology of young turbot, *Scophthalmus maximus* (L.) at Borth, Cardiganshire, Wales. — *J. Fish. Biol.*, **5**, p. 367-383.
- JORDAN (D.S.) et EVERMAN (B.W.), 1898. — The fishes of north and middle America. — *U.S. nat. Mus. Bull.*, **47** (3), p. 2 183-3 136.
- KNIGHT (W.), 1968. — Asymptotic growth : an example of nonsense disguised as mathematics. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **25** (6), p. 1 303-1 307.
- KOHLER (A.C.), 1958. — The validity of otolith age determination for haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) from the Lockeport, N.S., area. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **15** (6), p. 1 229-1 238.
- 1960. — The growth, length-weight relationship and maturity of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) from the region of Lockeport, N.S. — *Ibid.*, **17** (1), p. 41-60.
- KOHLER (A.C.) et CLARK (J.R.), 1958. — Haddock scale-otolith comparisons. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **15** (6), p. 1 239-1 246.
- KUHNLELT (W.), 1969. — Ecologie générale concernant particulièrement le règne animal. — Précis de sciences biologiques de P.P. GRASSÉ, Paris, MASSON et Cie Edit., 359 p.
- KUNNE (Cl.), 1933. — Weitere untersunhungen zum vergleich der fangfähigkeit verschiedener modelle von vertikal fishenden plankton-netzen. — *Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V.*, **83**, 36 p.
- KYLE (H.M.), 1900. — The classification of the flat fishes (Heterosomata). — *Rep. Fishery Board Scotland*, **18**, p. 335-368.
- 1921. — The asymetry, metamorphosis and origin of flatfishes. — *Roy. Soc. London, Phil. Trans.*, ser. B, **211**, p. 75-129.
- LAM HOAI (T.), 1969. — Contribution à l'étude de la biologie des Mugilidés (Poissons Téléostéens) des côtes du massif armoricain. — *Trav. Fac. Sci. Rennes, ser. Océanogr. biol.*, **2**, p. 55-182.
- LAMOTTE (M.), 1962. — Initiation aux méthodes statistiques en biologie. — Paris, MASSON et Cie Edit., 144 p.
- LAMOTTE (M.) et BOURLIÈRE (F.), 1971. — Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. — Paris, MASSON et Cie Edit., 294 p.
- LAWLER (G.H.) et MAC RAE (G.P.), 1961. — A method for preparing glycerinstored otoliths for age determination. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **18** (1), p. 47-50.
- LEPRANC (G.), 1970. — Biologie de la morue du sud de la Mer du Nord et de la Manche orientale. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **34** (3), p. 277-296.
- LEAR (W.H.), 1972. — Food and feeding of Atlantic salmon in coastal areas and over oceanic depths. — *ICNAF, Res. Bull.*, **9**, p. 27-39.

- LEE (J.Y.), 1961. — La sardine du golfe du Lion (*Sardina pilchardus sardina* REGAN). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **25** (4), p. 419-511.
- LEIM (A.H.) et SCOTT (W.B.), 1966. — Fishes of the Atlantic coast of Canada. — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, n° 155, 485 p.
- LENZ (W.), 1973. — On the hydrography of the southern Laurentian channel (ICNAF Div. 3 P, 4 V). — *ICNAF, Redbook 1973, Part III*, p. 33-36.
- LETACONNOUX (R.), ALLAIN (Ch.), MORICE (J.) et NEDELEC (Cl.), 1967. — Pêche sur les bancs septentrionaux de Terre-Neuve et le plateau oriental du Labrador pendant l'été 1966. — *Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit.*, n° 155.
- L'HERROU (R.) et MINET (J.P.), 1971. — Environmental studies in ICNAF Divisions 3 P and 4 V in spring 1970. — *ICNAF, Redbook 1971, part III*, p. 29-48.
- LINDSEY (C.C.), 1954. — Temperature-controlled meristic variation in the paradise fish *Macropodus opercularis* (L.). — *Can. J. Zool.*, **32**, p. 87-98.
- LUX (F.E.), 1969. — Length-weight relationships of six New-England flatfishes. — *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **98** (4), p. 617-621.
- 1970. — Note on growth of American plaice, *Hippoglossoides platessoides* (FABR.), in ICNAF subarea 5. — *ICNAF, Res. Bull.*, **7**, p. 5-7.
- 1973. — Age and growth of the winter flounder *Pseudopleuronectes americanus*, on Georges bank. — *Nat. Mar. Fish. Service, Fish. Bull.*, **71** (2), p. 505-512.
- LUX (F.E.) et NICHY (F.E.), 1969. — Growth of yellowtail flounder *Limanda ferruginea* (ST RER) on three New-England fishing grounds. — *ICNAF, Res. Bull.*, **6**, p. 5-25.
- LUX (F.E.), PETERSON (A.E.) et HUTTON (R.F.), 1970. — Geographical variation in fin ray number in winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (WALBAUM), off Massachusetts. — *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **99** (3), p. 483-488.
- MAC ALLISTER (D.E.), 1960. — List of the marine fishes of Canada. — *Nat. Mus. Canada*, **168**, 76 p.
- MAC CRACKEN (F.D.), 1963. — Seasonal movements of the winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (WALBAUM), on the atlantic coast. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **20** (2), p. 551-586.
- MAC KINNON (J.C.), 1972. — Summer storage of energy and its use for winter metabolism and gonad maturation in American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **29** (12), p. 1749-1759.
- MAC LEAN (B.) et KING (L.H.), 1971. — Surficial geology of the Banquereau and Misaine bank map area. — *Dept. Energy Mines and Resources*, paper 71-52, 19 p.
- MAURIN (C.), 1973. — Quelques aspects de la faune ichthyologique méditerranéenne. — *Comm. int. Explor. sci. Mer Médit., J. Ichthyol.* : 27-38.
- MAYHOFF (H.), 1912. — Über das « monomorphe » chiasma opticum der Pleuronectiden. — *Zool. Anz.*, **39**, p. 78-86.
- MINET (J.P.), 1972. — Note on length at sexual maturity of American plaice *Hippoglossoides platessoides*, on Saint-Pierre bank (ICNAF subdivision 3 Ps). — *ICNAF, Redbook 1972, part III*, p. 45-48.
- 1973 a. — Food and feeding of the American plaice (*Hippoglossoides platessoides* F.) on Saint-Pierre bank and on Cape Breton Shelf. — *Ibid.*, Redbook 1973, part III, p. 59-70.
- 1973 b. — Age and growth of the American plaice, *Hippoglossoides platessoides*, off Cape Breton Island in ICNAF subdivision 4 Vn. — *ICNAF, Res. Bull.*, **10**, p. 99-105.
- MINET (J.P.) et POULARD (J.Ch.), 1972. — Biologie et pêche du « balai » *Hippoglossoides platessoides* dans l'Atlantique du nord-ouest. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **36** (3), p. 325-336.
- MØLLER-CHRISTENSEN (J.), 1964. — Burning of otoliths a technique for age determination of soles and other fish. — *J. Cons.*, **29**, p. 73-81.
- MORICE (J.) et FONTAINE (B.), 1970. — Pêche sur le banc Georges et ses dépendances à la fin du printemps 1969 (Campagne de la « Thalassa » en mai-juin 1969). — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **34** (3), p. 301-316.
- NEVINSKY (M.M.) et SEREBRYAKOV (V.P.), 1973. — American plaice, *Hippoglossoides platessoides* FABR., spawning in the Northwest Atlantic area. — *ICNAF, Res. Bull.*, **10**, p. 23-36.
- NIKOLSKY (G.V.), 1954. — Special ichthyology. — *Goudarstvennoe Izdatel stvo Moskva*, translated from Russian by the Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1961.
- 1963. — The ecology of fishes. — Londres, Academic Press, Inc. Ltd.
- NORMAN (J.R.), 1934. — A systematic monograph of the flatfishes (*Heterosomata*). 1. Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae. — *Brit. Mus. nat. Hist.*, Londres, 459 p.
- OCDE, 1968. — Dictionnaire multilingue des poissons et produits de la pêche. — Paris, OCDE, p. 5, réf. n° 15.
- ORCUTT (H.G.), 1950. — The life history of the starry flounder *Platichthys stellatus* (PALLAS). — *California Dept Fish. Game, Bureau Mar. Fish., Fish Bull.*, **78**, 64 p.
- PARKER (G.H.), 1903. — The optic chiasma in Teleosts and its bearing on the asymetry of the *Heterosomata* (Flatfishes). — *Bull. Mus. Comp. Zool.*, **40**, p. 221-242.
- PINHORN (A.T.), 1972. — Proposed stratification scheme for ICNAF division 3 Ps. — *ICNAF, Res. Doc. 72/60*, serial number 2776.
- PITT (T.K.), 1963. — Vertebral numbers of American plaice, *Hippoglossoides platessoides* (FABRICIUS), in the northwest Atlantic. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **20** (5), p. 1159-1181.
- 1964. — Fecondity of the American plaice, *Hippoglossoides platessoides* (FABR.) from Grand Bank and Newfoundland areas. — *Ibid.*, **21** (3), p. 597-612.

- PITT (T.K.), 1966. — Sexual maturity and spawning of the American plaice, *Hippoglossoides platessoides* (FABRICIUS), from Newfoundland and Grand Bank area. — *Ibid.*, **23** (5), p. 651-672.
- 1967 a. — Age and growth of American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) in the Newfoundland area of the Northwest Atlantic. — *Ibid.*, **24** (5), p. 1 077-1099.
- 1967 b. — Diurnal variations in the catches of American plaice (*Hippoglossoides platessoides* F.) from the Grand Bank. — *ICNAF, Res. Bull.*, **4**, p. 53-58.
- 1969. — Migrations of American plaice on the Grand Bank in St-Mary's bay, 1954, 1959 and 1961. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **26** (5), p. 1 301-1 319.
- 1970. — Distribution, abundance and spawning of yellowtail flounder, *Limanda ferruginea*, in the Newfoundland area of the Northwest Atlantic. — *Ibid.*, **27** (12), p. 2 261-2 271.
- 1973. — Food of American plaice (*Hippoglossoides platessoides*) from the Grand Bank, Newfoundland. — *Ibid.*, **30** (9), p. 1 261-1 273.
- POSTEL (E.), 1973. — Théorie des Pêches. Dynamique des populations exploitées. — *U.E.R. Sci. Biol. Univ. Rennes, Biol. halieut.*, 5 fasc.
- POWLES (P.M.), 1965. — Life history and ecology of American plaice (*Hippoglossoides platessoides* F.) in the Magdalen Shallows. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **22** (2), p. 565-598.
- 1966. — Validity of ageing young American plaice from otoliths. — *ICNAF, Res. Bull.*, **3**, p. 103-105.
- POWLES (P.M.), 1967. — Length-weight relationships for American plaice in ICNAF Subarea 4. — *ICNAF, Res. Bull.*, **4**, p. 121-123.
- RALLIER DU BATY (R.), 1926. — La pêche sur les bancs de Terre-Neuve et autour des îles de Saint-Pierre et Miquelon. — *Mém. Off. Pêches marit.*, **5**, 132 p.
- REGAN (C.T.), 1910. — The origin and evolution of the teleostean fishes of the order *Heterosomata*. — *Ann. Mag. nat. Hist.*, **6**, p. 481-487.
- REIBISCH (J.), 1899. — Über die eizahl bei *Pleuronectes platessa* und die altersbestimmung diesen form ans den otolithen. — *Wissench. Meeresunters. Abt. Kiel*, **4**, 321 p.
- RICKER (W.E.), 1958. — Handbook of computations for biological statistics of fish populations. — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, **119**, 300 p.
- ROYCE (W.F.), BULLER (R.J.) et PREMETS (E.D.), 1959. — Decline of the yellowtail flounder (*Limanda ferruginea*) off New-England. — *U.S. Fish. Wildl. serv., Fish. Bull.*, **146**, p. 169-267.
- SAEMUNDSSON (B.), 1925. — Fiskirannsóknir 1923. — 24. — Andvari, Reykjavik, p. 33-71.
- SCHMIDT (J.), 1921. — Racial investigations. — VII. Annual fluctuations of racial characters in *Zoarces viviparus* L. — *C.R. Lab. Carlsberg*, **14**, p. 1-24.
- SCOTT (J.S.), 1968. — Morphometrics, distribution, growth and maturity of offshore sandlance (*Ammodytes dubius*) on the Nova Scotia banks. — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **25** (9), p. 1 775-1 785.
- SMIDT (E.L.B.), 1969. — The Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides* (WALB.), biology and exploitation: Greenland waters. — *Medd. Danm. Fiskeri-og Havunders.*, **6** (4), p. 79-148.
- SVERDRUP (H.U.), JOHNSON (M.W.) et FLEMING (R.H.), 1942. — The oceans, their physics, chemistry and general biology. — Englewood Cliffs, USA, Prentice-Hall Inc Edit., 1 087 p.
- TANING (A.V.), 1944. — Experiments on meristic and other characters in fishes. I. On the influence of temperature on some meristic character in sea trout and the fixation-period of these characters. — *Medd. Danm. Fisk. Havundersceg.*, **11** (3), p. 1-66.
- TEMPLEMAN (W.), 1966. — Marine resources of Newfoundland. American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). — *Bull. Fish. Res. Bd Canada*, n° 154, p. 81-85.
- TEMPLEMAN (W.) et ANDREWS (G.L.), 1956. — Jellied condition in the American plaice (*Hippoglossoides platessoides*). — *J. Fish. Res. Bd Canada*, **13** (2), p. 147-182.
- THILO (O.), 1902. — Die umbildungen am Knochengerüste der schollen. — *Zool. Anz.*, **25**, 305 p.
- VINOGRADOV (V.I.), 1972. — Studies of the food habits of silver and red hake in the Northwest Atlantic area 1965-67. — *ICNAF, Res. Bull.*, **9**, p. 41-50.
- VLADYKOV (V.D.), 1934. — Environmental and taxonomic characters of fishes. — *Trans. R. Canad. Inst.*, **20**, p. 99-140.
- VON BERTALANFFLY (L.), 1938. — A quantitative theory of organic growth. — *Hum. Biol.*, **10** (2), p. 181-213.
- WALFORD (L.A.), 1946. — A new graphic method of describing the growth of animals. — *Biol. Bull.*, **90** (2), p. 141-147.
- WELLS (R.), 1968. — Report on American plaice eggs and larvae. Environmental surveys Norwestlant 1-3, 1963. — *ICNAF, spec. publ.* n° 7, part I, p. 181-182.
- WIGLEY (R.L.), 1956. — Food habits of Georges bank haddock. — *U.S. Fish. Wildl. Serv., spec. Sci. Rep.*, 165, 26 p.
- 1961. — Bottom sediments of Georges bank. — *J. Sedimentary Petrology*, **31** (2), p. 165-188.
- WIGLEY (R.L.) et THEROUX (R.B.), 1965. — Seasonal food habits of Highlands Ground haddock. — *Trans. Amer. Fish. Soc.*, **94** (3), p. 243-251.
- WIMPENNY (R.S.), 1949. — The plaice. — Londres, Edward ARNOLD Cie, 145 p.
- YANULOV (K.P.), 1962. — Age and growth of the American plaice in the Northwest Atlantic. — *Soviet Fish. Invest. Northw. Atlantic*, VNIROPINRO, Moskva, translated from Russian by the Israel Program Sci. Transl. Jerusalem, 1963.