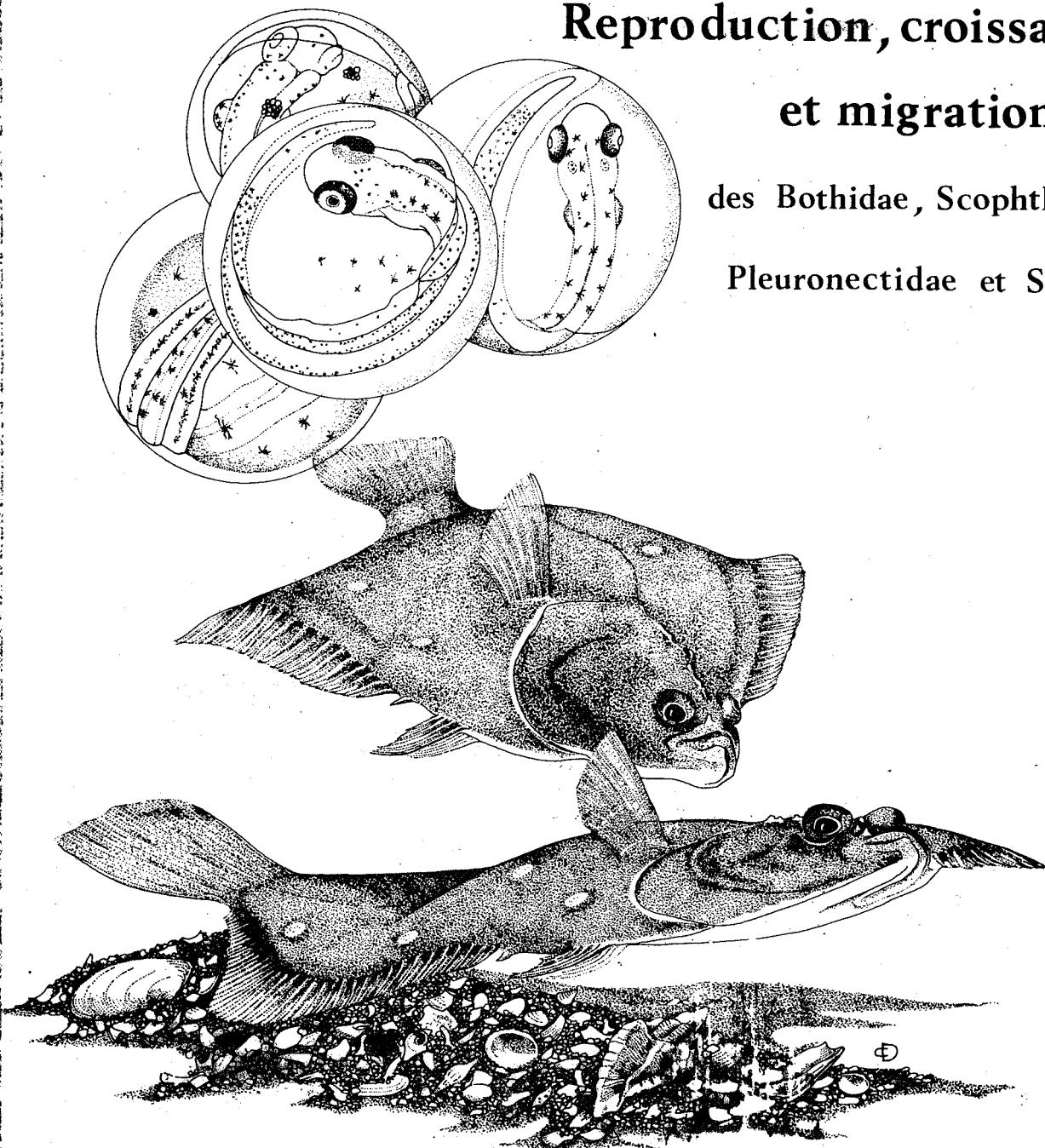


Christian DENIËL

LES POISSONS PLATS
[TELEOSTEENS, PLEURONECTIFORMES]
EN BAIE DE DOUARNENEZ

**Reproduction, croissance
et migration**

des Bothidae, Scophthalmidae,
Pleuronectidae et Soleidae



Université de Bretagne Occidentale
1981





Série C : n° 22

N° d'ordre : 71

UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

THESE

présentée à la

FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE BREST

pour obtenir

le grade de Docteur ès-Sciences Naturelles

PAR

CHRISTIAN DENIEL

LES POISSONS PLATS

(TÉLÉOSTÉENS - PLEURONECTIFORMES)

EN BAIE DE DOUARNENEZ

REPRODUCTION, CROISSANCE ET MIGRATION
DES BOTHIDAE, SCOPHTHALMIDAE

PLEURONECTIDAE ET SOLEIDAE

Soutenue le 6 NOVEMBRE 1981 devant la Commission d'examen :

Madame	J. LAHAYE	}	Rapporteurs
Messieurs	P. BOUGIS		
	J. DAGET		

L. LAUBIER

J.C. LE GUEN

M. GLÉMAREC



AVANT-PROPOS

En juillet 1970 commençait à se réaliser un de mes souhaits d'étudiant, travailler en mer, sur des poissons, avec des pêcheurs. Trois ans d'étude sur le Turbot m'ont appris à mieux connaître les uns et à apprécier les autres.

Encouragé par Madame J. LAHAYE, Professeur à l'Université de Bretagne Occidentale, j'étendais en 1973 mes études à l'ensemble des poissons plats de la baie de Douarnenez. Toujours présente à mes côtés, Madame LAHAYE m'a fait bénéficier, pendant ces huit années de travail, de ses avis et de ses connaissances sur les poissons. Je lui suis profondément reconnaissant pour l'aide précieuse qu'elle m'a donnée, pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail et pour l'ardeur qu'elle a toujours manifesté à le voir aboutir.

Je suis très heureux de pouvoir exprimer ici mes plus vifs remerciements :

à Messieurs les Professeurs J. DAGET et P. BOUGIS pour m'avoir guidé, fait part de leurs critiques pendant la rédaction de ce mémoire et accepté de participer à ce jury ;

à Messieurs L. LAUBIER et J.C. LE GUEN qui me font l'honneur de juger cette thèse ;

à Monsieur M. GLEMAREC pour m'avoir donné le goût de la biologie marine et du travail à la mer ; sa participation au Jury me fait très plaisir ;

à mon ami et équipier, Louis QUINIOU, pour les aides physique et morale qu'il a apportées à la réalisation de ce travail, pour avoir partagé avec bonne humeur les journées, parfois rudes, de travail en mer ;

à Messieurs J. LE BERRE, P. LASTENNET et à leurs marins, pour m'avoir accueilli amicalement à bord de l'Yvonnick et du Massabielle en me considérant comme l'un des leurs. Je leur dois une bonne part de mes connaissances de la baie, des poissons plats et de leur pêche.

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'aide efficace et précieuse de tous ceux qui, tant en mer qu'au Laboratoire, m'ont aidé. Ils sont nombreux, mais je tiens à remercier plus particulièrement :

Les commandants et les équipages des navires océanographiques GWALARN et THALIA ;

Mes collègues enseignants J.P. GUYOMARC'H et J.Y. MONNAT pour leurs conseils et leur aide amicale ;

Madame C. CHASSE et Mademoiselle I. COLVEZ qui ont réalisé la plupart des préparations histologiques de cette étude ;

Les étudiants du Diplôme d'Etudes Approfondies d'Océanologie biologique qui, incorporés à notre équipe le temps d'un stage, ont collaboré à compléter mon travail : Mademoiselle L. MIOSSEC, Madame A. LE FOLL, Messieurs A. SAMB, F. MARSAC, M.W. RABENEVANANA, G. AXIOTIS ;

Monsieur M. JACQUINET pour les soins minutieux qu'il a apportés à notre équipement matériel ;

Mesdames DENIEL, CORLAY et CORVEST, secrétaires, qui ont assuré la dactylographie de cette thèse ;

Madame BERGOT, Messieurs CASTEL, COPILLET et MARC qui en ont réalisé l'impression ;

Notre correspondante douarneniste, Marie, qui a bien souvent joué, avec le sourire, le rôle très utile d'intermédiaire ;

Les étudiants de D.E.A. et de Maîtrise d'Océanographie qui, en s'initiant aux techniques d'étude des poissons, ont participé aux pêches et aux relevés d'un grand nombre de mesures ;

Tous ceux, connus et inconnus, qui m'ont ramené des marques et contribué ainsi à la meilleure connaissance de nos poissons plats ;

Ceux, enfin, qui ont de près ou de loin participé à la réalisation de ce travail.

• • •

Ce travail a été réalisé avec l'aide financière du Centre National pour l'Exploitation des Océans.

SOMMAIRE

INTRODUCTION :

LA BAIE DE DOUARNENEZ ET LES ESPECES ETUDIEES

I - LA BAIE DE DOUARNENEZ	3
1. CARACTERISTIQUES BIOSEDIMENTAIRES	3
2. PARTICULARITES HYDROLOGIQUES	7
II - LES ESPECES ETUDIEES	15
1. POSITION SYSTEMATIQUE	15
2. HABITAT ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE	17
2.1. LES BOTHIDAE	17
2.2. LES SCOPHTHALMIDAE	24
2.3. LES PLEURONECTIDAE	34
2.4. LES SOLEIDAE	42

PREMIÈRE PARTIE :

MOYENS A LA MER ET METHODES D'ETUDE

I - LES MOYENS A LA MER	55
1. LES NAVIRES ET LE CHALUTAGE	55
2. LE TYPE DE CHALUT UTILISE	57
3. MOYENS D'ETUDE DES NURSERIES	59

II - LES METHODES D'ETUDE DE LA REPRODUCTION	61
1. LES PRELEVEMENTS	61
1.1. LES PRELEVEMENTS D'ORGANES	61
1.2. L'ECHANTILLONNAGE POUR L'HISTOLOGIE	61
1.3. L'ECHANTILLONNAGE POUR L'ETUDE DE FECONDITE	62
1.4. LES RECOLTES D'OEUVFS ET DE LARVES	63
2. LES METHODES D'ETUDE	63
2.1. LE SUIVI D'INDICES	63
2.1.1. Le rapport gonado-somatique : R.G.S.	64
2.1.2. Le rapport hépato-somatique : R.H.S.	65
2.1.3. L'indice pondéral : K	66
2.2. L'ETUDE HISTOLOGIQUE	67
2.2.1. L'inclusion	67
2.2.2. Les coupes	68
2.2.3. La coloration	68
2.3. L'ETUDE DE FECONDITE	70
III - LES METHODES D'ETUDE DE LA CROISSANCE	73
1. LES MESURES : LONGUEURS ET POIDS	73
2. DETERMINATION DE L'AGE PAR LES OTOLITHES	74
2.1. POSITION ANATOMIQUE ET PRELEVEMENT	74
2.1.1. Position anatomique des otolithes	74
2.1.2. Prélèvement	77
2.2. MORPHOLOGIE, STRUCTURE ET CROISSANCE	77
2.2.1. Morphologie	77
2.2.2. Structure	79
2.2.3. Croissance	82
2.3. TECHNIQUES D'ETUDE ET INTERPRETATION	84
2.3.1. Techniques d'étude	84
2.3.2. Interprétation	85

3. METHODES DE CALCUL ET REPRESENTATIONS GRAPHIQUES	91
3.1. LES CLES AGE-LONGUEUR	91
3.2. LES COURBES DE CROISSANCE LINEAIRE	91
3.3. LE TAUX DE CROISSANCE	93
3.4. LA RELATION TAILLE-POIDS	94
3.5. L'AGE ET LA TAILLE A LA PREMIERE MATURETE SEXUELLE	94

DEUXIÈME PARTIE :

LA REPRODUCTION

I - LA REPRODUCTION DES BOTHIDAE	99
1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE	100
2. EVOLUTION DU RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE	104
3. EVOLUTION DE L'INDICE PONDERAL	105
4. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS	109
4.1. LE CYCLE SEXUEL D' <i>ARNOGLOSSUS THORI</i>	109
4.2. LE CYCLE SEXUEL D' <i>ARNOGLOSSUS LATERNA</i>	112
4.3. QUELQUES ETAPES DU CYCLE SEXUEL D' <i>ARNOGLOSSUS IMPERIALIS</i>	116
5. LA FECONDITE DES ESPECES	118
5.1. LA FECONDITE D' <i>ARNOGLOSSUS THORI</i>	118
5.2. LA FECONDITE D' <i>ARNOGLOSSUS LATERNA</i>	123
II - LA REPRODUCTION DES SCOPHTHALMIDAE	131
1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE	132
1.1. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES FEMELLES	132
1.2. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES MALES	137

2. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS	137
2.1. ELEMENTS DU CYCLE SEXUEL DE <i>SCOPHTHALMUS RHOMBUS</i>	137
2.2. LE CYCLE SEXUEL DE <i>PSETTA MAXIMA</i>	140
 III - LA REPRODUCTION DES PLEURONECTIDAE	 143
1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE	145
2. EVOLUTION DU RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE	159
3. EVOLUTION DE L'INDICE PONDERAL	165
4. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS	168
4.1. LE CYCLE SEXUEL DE <i>PLEURONECTES PLATESSA</i>	168
4.2. LE CYCLE SEXUEL DE <i>LIMANDA LIMANDA</i>	171
4.3. ELEMENTS DU CYCLE SEXUEL DE <i>PLATICHTHYS FLESUS FLESUS</i>	174
4.4. ELEMENTS DU CYCLE SEXUEL DE <i>MICROSTOMUS KITT</i>	176
5. LA FECONDITE DES ESPECES	179
5.1. LA FECONDITE DE <i>PLEURONECTES PLATESSA</i>	179
5.2. LA FECONDITE DE <i>LIMANDA LIMANDA</i>	187
5.3. LA FECONDITE DE <i>PLATICHTHYS FLESUS FLESUS</i>	193
 IV - LA REPRODUCTION DES SOLEIDAE	 201
1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE	203
2. EVOLUTION DU RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE	213
3. EVOLUTION DE L'INDICE PONDERAL	222
4. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS	227
4.1. LE CYCLE SEXUEL DE <i>SOLEA VULGARIS</i>	227
4.2. LE CYCLE SEXUEL DE <i>SOLEA LASCARIS</i>	230
4.3. LE CYCLE SEXUEL DE <i>BUGLOSSIDIUM LUTEUM</i>	232
4.4. LE CYCLE SEXUEL DE <i>MICROCHIRUS VARIEGATUS</i>	234
5. LA FECONDITE DES ESPECES	236
5.1. LA FECONDITE DE <i>SOLEA VULGARIS</i>	236
5.2. LA FECONDITE DE <i>BUGLOSSIDIUM LUTEUM</i>	245

VI - LES OEUFS ET LES LARVES : LEURS PERIODES D'APPARITION DANS LE PLANCTON	253
1. LES OEUFS ET LES LARVES DE BOTHIDAE	253
2. LES OEUFS ET LES LARVES DE SCOPHTHALMIDAE	254
3. LES OEUFS ET LES LARVES DE PLEURONECTIDAE	257
4. LES OEUFS ET LES LARVES DE SOLEIDAE	263
5. LES PERIODES D'APPARITION DES OEUFS ET DES LARVES DANS LE PLANCTON	269
VII - DISCUSSION	270
1. LES PERIODES DE PONTE	271
1.1. LES ESPECES A PONTE HIVERNALE	271
1.2. LES ESPECES A PONTE PRINTANIERE	273
1.3. LES ESPECES A PONTE PRINTANIERE ET ESTIVALE	275
2. L'OVOCENÈSE ET LES MODALITES DE PONTE	276
3. LA FECONDITE DES ESPECES	279

T R O I S I È M E P A R T I E :
LA CROISSANCE

I - LES DATES DE NAISSANCE	285
II - LA CROISSANCE DES IMMATURES DES GROUPES 0 et 1 ⁺ SUR LES NURSERIES	286
1. LES NURSERIES	286
2. LA CROISSANCE DES PLIES <i>PLEURONECTES PLATESSA</i>	287
3. LA CROISSANCE DES LIMANDES <i>LIMANDA LIMANDA</i>	294
4. LA CROISSANCE DES BARBUES <i>SCOPHTHALMUS RHOMBUS</i>	297
5. LA CROISSANCE DES TURBOTS <i>PSETTA MAXIMA</i>	299
6. LA CROISSANCE DES SOLETTES <i>SOLEA LASCARIS</i>	307

III - LA CROISSANCE DES IMMATURES ET DES ADULTES	311
1. LA CROISSANCE DES BOTHIDAE	311
1.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR	311
1.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS	329
1.3. LA TAILLE A LA PREMIERE MATORITE SEXUELLE	329
2. LA CROISSANCE DES SCOPHTHALMIDAE	331
2.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR	333
2.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS	346
3. LA CROISSANCE DES PLEURONECTIDAE	346
3.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR	349
3.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS	373
3.3. LA TAILLE A LA PREMIERE MATORITE SEXUELLE	373
4. LA CROISSANCE DES SOLEIDAE	377
4.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR	378
4.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS	408
4.3. LA TAILLE A LA PREMIERE MATORITE SEXUELLE	409
IV - DISCUSSION	413
1. LA LONGEVITE DES ESPECES	413
2. LA CROISSANCE LINEAIRE ET LA TAILLE A LA PREMIERE MATORITE SEXUELLE	414
3. LA CROISSANCE PONDERALE ET LE POIDS A LA PREMIERE MATORITE SEXUELLE	417
4. LES PARAMETRES DE CROISSANCE	419

QUATRIÈME PARTIE :
LA DISTRIBUTION DES JEUNES ET DES ADULTES
DANS LA BAIE - LEURS DEPLACEMENTS

I - METHODES D'ETUDE	425
II - LA DISTRIBUTION DES JEUNES ET DES ADULTES DANS LA BAIE	429
1. LES SCOPHTHALMIDAE	429
1.1. LE TURBOT <i>PSETTA MAXIMA</i>	429
1.2. LA BARBUE <i>SCOPHTHALMUS RHOMBUS</i>	429
2. LES PLEURONECTIDAE	432
2.1. LA PLIE <i>PLEURONECTES PLATESSA</i>	432
2.2. LA LIMANDE <i>LIMANDA LIMANDA</i>	434
2.3. LE FLET <i>PLATICHTHYS FLESUS FLESUS</i>	436
3. LES SOLEIDAE	436
3.1. LA SOLE <i>SOLEA VULGARIS</i>	436
3.2. LA SOLETTE <i>SOLEA LASCARIS</i>	438
3.3. LA "LANGUE DE CHAT" <i>BUGLOSSIDIUM LUTEUM</i>	438
III - LES DEPLACEMENTS D'ESPECES	443
1. LES DEPLACEMENTS DU TURBOT ET DE LA BARBUE	443
2. LES DEPLACEMENTS DE LA PLIE ET DE LA LIMANDE	447
3. LES DEPLACEMENTS DE LA SOLE ET DE LA SOLETTE	450
IV - DISCUSSION	451
CONCLUSION GENERALE	459
BIBLIOGRAPHIE	467



INTRODUCTION

LA BAIE DE DOUARNENEZ

ET

LES ESPÈCES ÉTUDIÉES



I - LA BAIE DE DOUARNENEZ

1. CARACTERISTIQUES BIO-SEDIMENTAIRES

La baie de Douarnenez et la rade de Brest découpent l'extrémité de la péninsule armoricaine en deux bassins sédimentaires formés par effondrements et invasion marine au Tertiaire (Fig. 1).

L'érosion différentielle a modelé, en baie, des côtes de configuration différentes qui encadrent une étendue de 228 km² :

- Falaises abruptes de grès armoricain entaillées de failles ou grottes, de Morgat au Cap de la Chèvre, qui protègent les zones nord-ouest et nord des fortes houles atlantiques ;
- Pointes acérées et criques sauvages découpées dans le filon de grano-diorites du Cap Sizun, au Sud ;
- Grandes plages de sable fin à l'Est-Nord-Est (Le Ris, Trez Malaouen, Sainte-Anne, Pentrez), isolées les unes des autres par d'imposantes pointes de schistes briovériens.

Le Cap de la Chèvre, aligné sur les Croms de la côte sud, marque l'entrée de la baie (9 km) quelque peu réduite à la navigation par la chaussée qui le prolonge au Sud-Ouest.

Le socle de schistes briovériens, en affleurant les nappes sédimentaires, apparaît par endroits sous la forme d'ensembles rocheux ("basses") où s'abritent de nombreuses espèces de poissons démersaux. Les isobathes traduisent la régularité des sédiments qui, fondamentalement, sont de trois types (Fig. 2) :

- des sables grossiers coquilliers,
- des sables fins minéraux,
- des graviers.

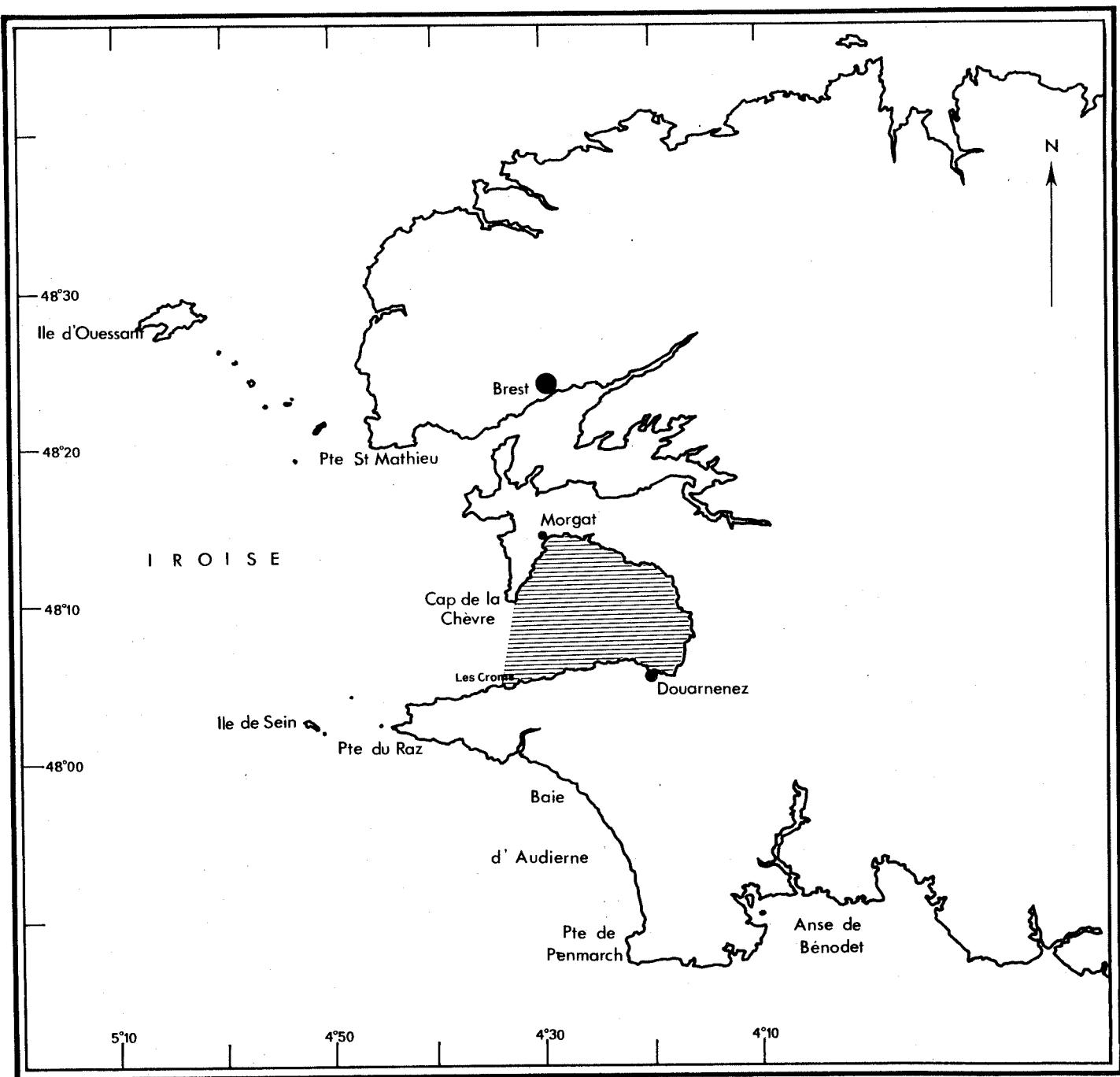
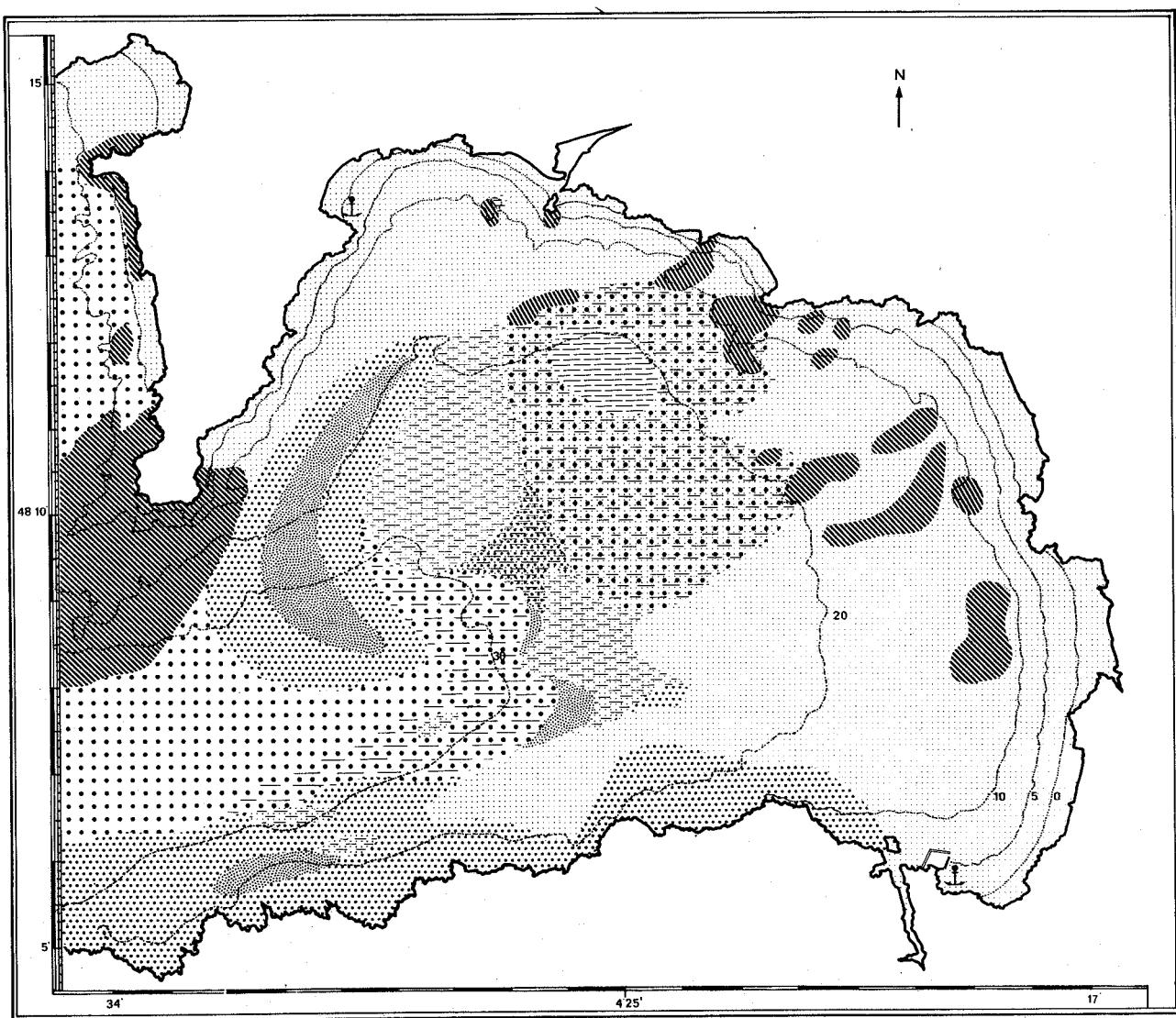


Fig. 1 - Situation géographique de la baie de Douarnenez (zone hachurée).



SHV	GH	GV	GP	SG	SD	SF	SFV	VS	VV
Sables envasés hétérogènes	Graviers sableux	Graviers envasés	Graviers propres	Sables grossiers siliceux	Sables dunaires	Sables fins	Sables fins envasés	Vases sablouses	Vases

Fig. 2 - Carte sédimentaire de la baie de Douarnenez.
(d'après CHASSE et GLEMAREC, 1976)

En établissant une carte sédimentologique de la baie, sur les données d'HINSCHBERGER et SAINT-REQUIER, TOULEMONT (1972) note une prédominance "des sables fins siliceux à 30 % de calcaire, très remaniés par les agents hydrodynamiques... Le sable grossier coquillier à 60 % de carbonate de calcium se localisant au nord, est formé en grande partie sur place, tandis qu'au sud il s'agit d'un sable apporté de mer d'Iroise par les courants de flot. Les formations de graviers sableux et de cailloutis s'allongent dans la direction du courant maximum."

CHASSE et GLEMAREC (1976) ont affiné la description donnée par TOULEMONT en multipliant les prélèvements surtout le long de la côte du Cap Sizun et sur les secteurs ouest-nord-ouest de la baie, au voisinage du Cap de la Chèvre.

La carte bio-sédimentaire qu'ils en donnent (sédiments - "espèces leaders" associées) reflète dans le détail l'importance des graviers et des sables fins (Fig. 2) :

- Les sables fins homogènes épousent le contour côtier des secteurs nord-ouest de Morgat et est-nord-est, assurant ainsi la continuité des grandes plages. Le gradient hydrodynamique décroissant de la côte vers le large entraîne un remplacement progressif des espèces de mode battu par des espèces indicatrices d'une grande stabilité sédimentaire. Les biomasses élevées, dues aux populations de *Donax trunculus*, *Donax vittatus* et *Tellina tenuis*, augmentent régulièrement des bas de plages vers l'isobathe des 20 mètres (GUILLOU, 1980).

- Les sables dunaires, en permanence soumis aux agents hydrodynamiques, forment des dunes sous-marines à pente douce ; l'accumulation la plus importante se fait à proximité du Cap de la Chèvre (banc de Saint-Nicolas) dans une zone relativement abritée des houles d'Ouest. Elle est particulièrement riche en *Cultellus pellucidus* et *Tellina fabula*.

- Les sables grossiers, mêlés le plus souvent de débris coquilliers, s'accrochent à la côte du Cap Sizun et cernent la formation dunaire de Saint-Nicolas. Ils affrontent dans la partie centrale de la baie la langue de graviers et galets qui s'étire sur des fonds de 30 mètres, en direction de la

pointe de Kéréon. Cette trainée caillouteuse est très largement colonisée par les échinodermes, *Marthasterias glacialis* en particulier.

- Le système giratoire de courants (la baie se remplit par le Sud et se vide par le Nord) entraîne les pélites vers le nord de la baie et envase sables fins et graviers ; le maërl vivant sur ces fonds participe à la formation des dépôts. Les vases restent cependant assez rares : elles se concentrent en une poche dans le sud-est de la Pierre Profonde, envahie comme les sédiments voisins par d'abondantes populations d'ophiures *Ophiothrix fragilis* et *Ophiocomina nigra*. Ailleurs, mêlées aux sables fins, elles forment des plaques ou des lentilles notamment dans les sables coquilliers du Cap Sizun.

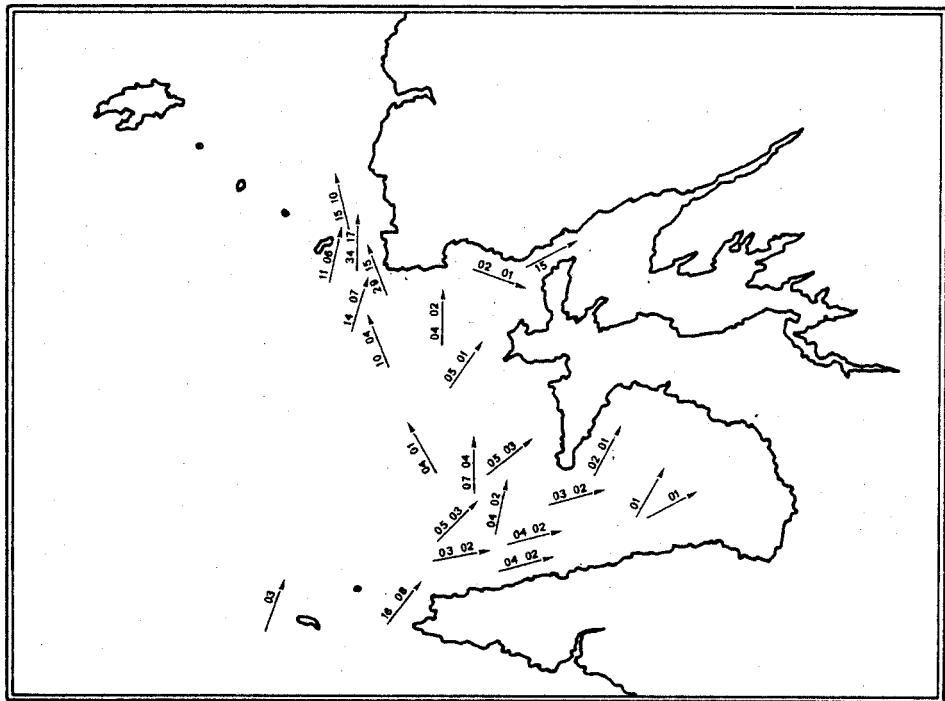
"Les sédiments fins de la baie appartiennent à un stock de sables minéraux homogènes, venus du large et ne doivent que peu de choses aux apports locaux." (HINSCHBERGER, 1970).

La baie de Douarnenez n'est en fait, du point de vue de la sédimentologie, qu'un grand bassin de remblaiement en étroite relation avec la proche Iroise.

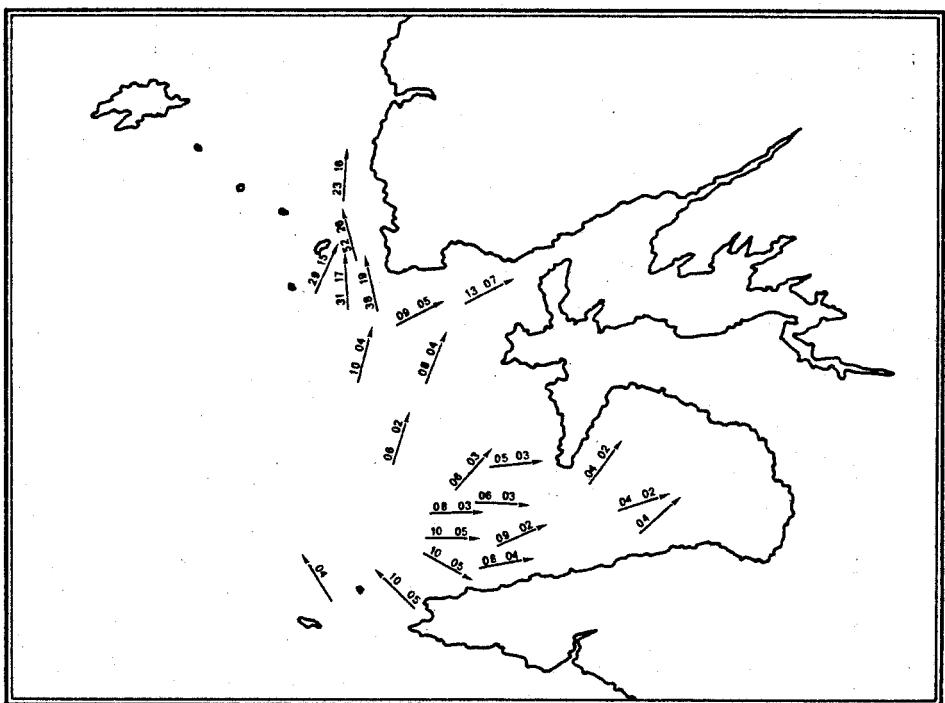
2. PARTICULARITES HYDROLOGIQUES

Les cartes de courants de marées en Iroise, éditées par le Service Hydrographique de la Marine (1974) mettent en évidence (Fig. 3 et 4) :

- des courants d'entrée et de sortie des eaux assez faibles en baie ; ils ne dépassent pas 1,2 noeud par des marées moyennes de vives eaux (coef. 95) ;
- des courants très faibles ou nuls à l'intérieur même de la baie ;
- un système giratoire qui s'installe dès la pleine mer : le courant commence alors à porter au Sud à proximité du Cap de la Chèvre (0,1 noeud) puis augmente d'intensité à la renverse en se dirigeant Ouest-Sud-Ouest.

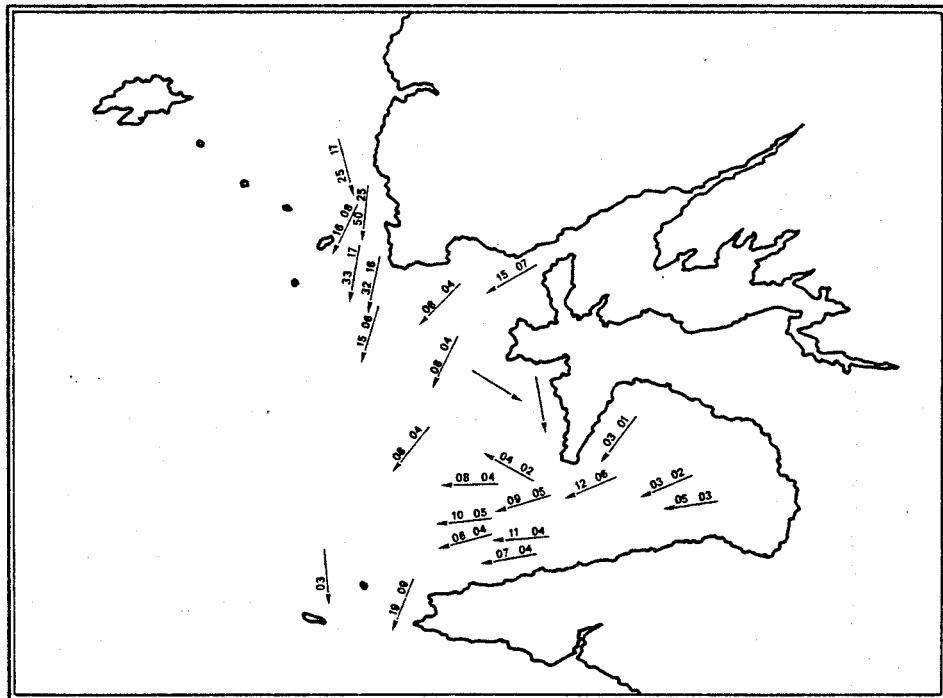


-a-

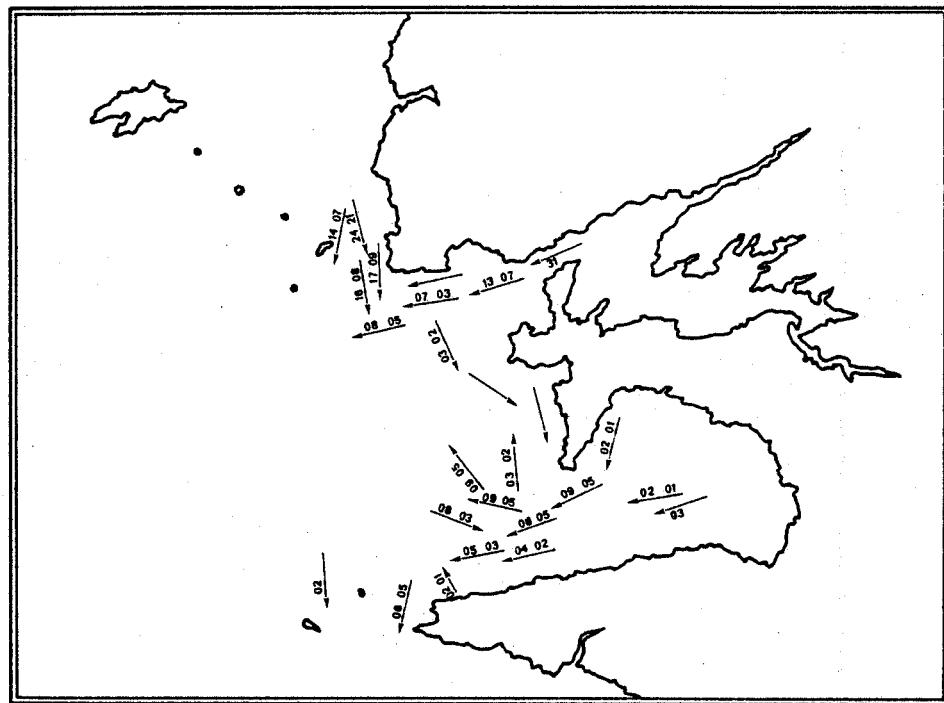


-b-

Fig. 3 - Courants de marée montante en baie de Douarnenez et mer d'Iroise :
 a - 5 heures avant la pleine mer à Brest
 b - 3 heures avant la pleine mer à Brest
 (d'après le Service Hydrographique de la Marine, 1974)



- a -



- b -

Fig. 4 - Courants de marée descendante en baie de Douarnenez et mer d'Iroise :
a - 5 heures avant la basse mer à Brest
b - 3 heures avant la basse mer à Brest
(d'après le Service hydrographique de la Marine, 1974)

Les courants de flots maxima longent la côte du Cap Sizun, alors que ceux de jusant vident la baie par le Nord. Ils se renforcent considérablement en mer d'Iroise surtout aux abords de l'île de Sein et dans les parages d'Ouessant ; ils sont alors suffisamment puissants pour homogénéiser la colonne d'eau sur toute sa hauteur. Les turbulences créées au niveau du fond, combinées à celles du vent en surface, entraînent la formation d'une masse d'eau homotherme. Cette zone homogène en températures et salinités rencontre les eaux stratifiées atlantiques dans l'ouest d'Ouessant où se forme un front thermique orienté Nord-Sud qui s'incurve vers l'Est en direction de la pointe de Penmarc'h (DIETRICH, 1950 ; RAILLARD, 1977).

LEFEVRE et GRALL (1970), à l'occasion d'une mission d'étude de phénomènes d'eaux rouges à noctiluques dans ce secteur (juillet 1967), ont mis en évidence une seconde discontinuité reliant les abords de la pointe Saint-Mathieu au Raz de Sein. Les eaux homothermes d'Iroise y rencontrent les eaux relativement dessalées de la baie de Douarnenez et de la rade de Brest. Les écarts cumulés de température et de salinité stratifient ces dernières qui, au contact de la masse d'eau homogène d'Ouessant, forment un front thermohalin ; une eau de densité intermédiaire vient, par convergence, occuper dans cette zone frontale le niveau de la thermocline (LEFEVRE, comm. pers.).

D'Est en Ouest, on rencontre donc successivement, pendant la période estivale (Fig. 5) :

- une zone à stratification thermohaline ;
- un front thermohalin : le front interne de l'Iroise ;
- une zone homogène sur la verticale ;
- un front thermique : le front d'Ouessant ;
- une zone à stratification thermique au large.

Les observations par satellite aident à la compréhension de tels phénomènes et aux conditions qui régissent leur formation.

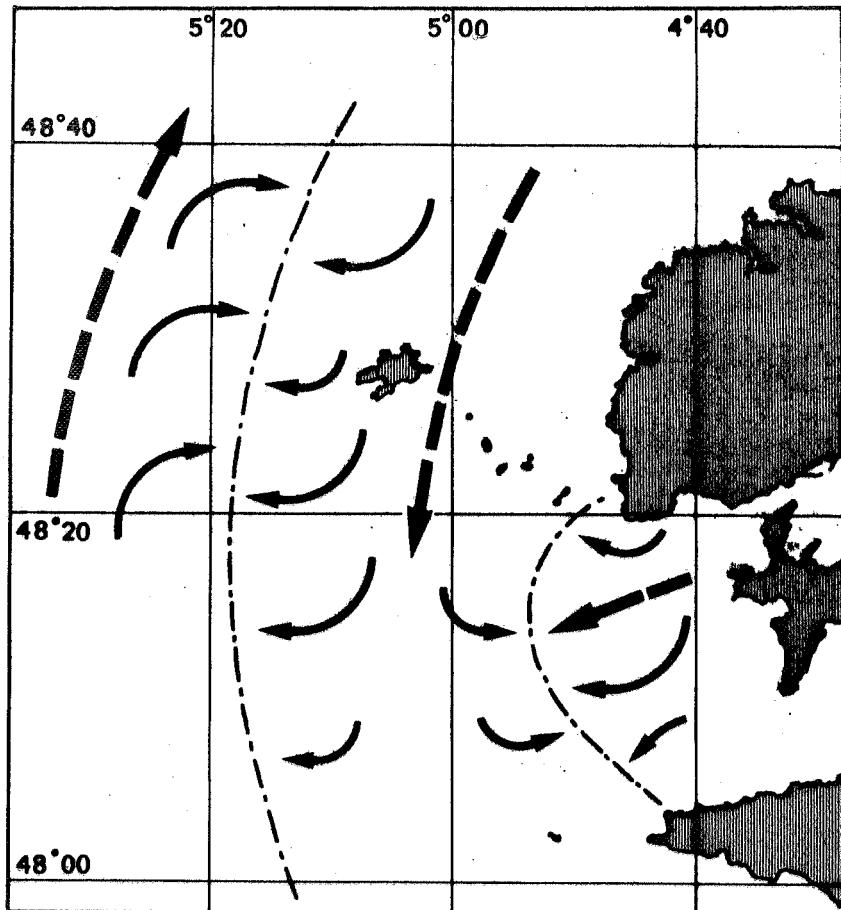
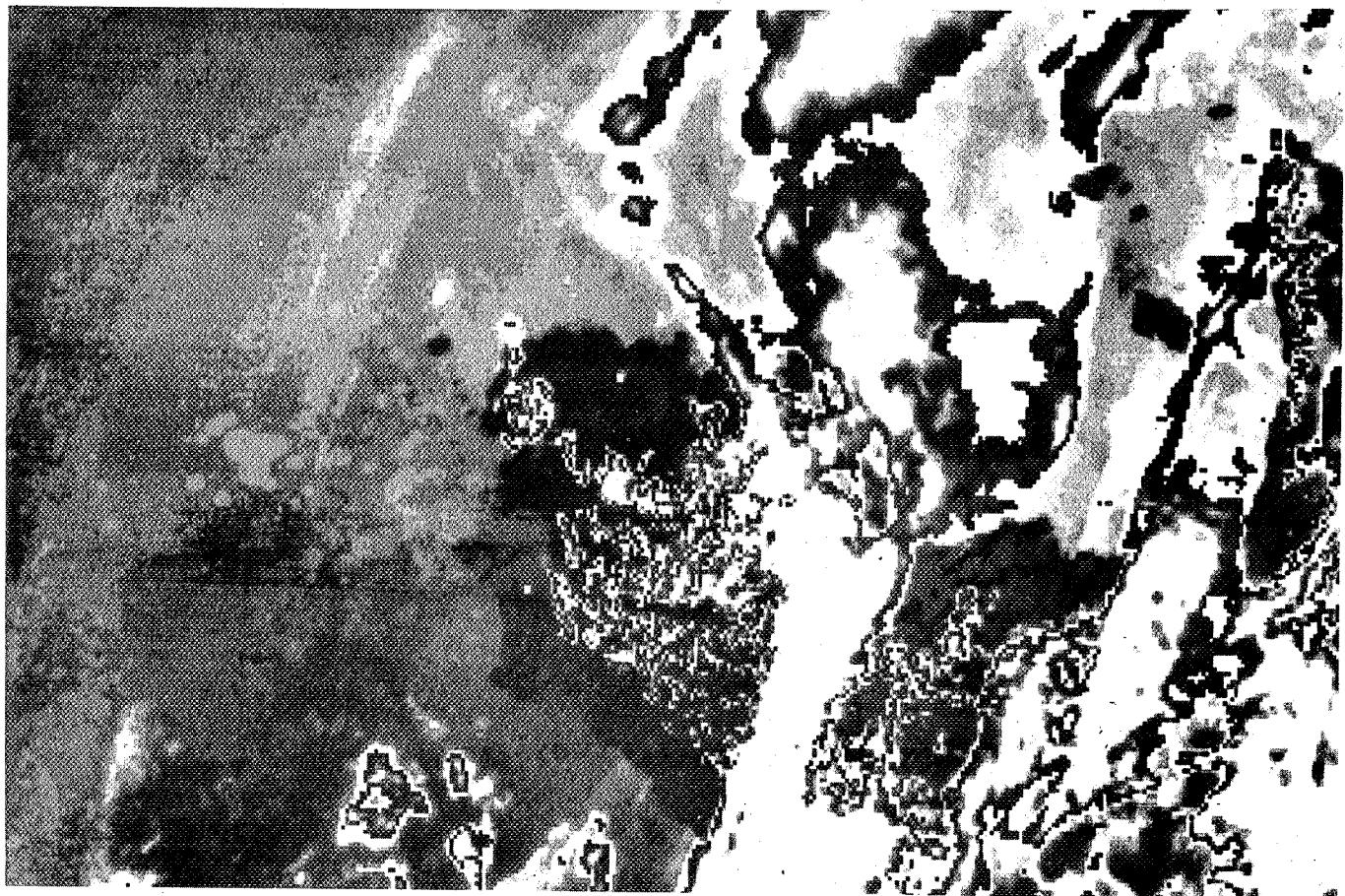


Fig. 5 - Zonation hydrologique à l'ouest de la Bretagne. Situation typique en juillet (d'après LE FEVRE et GRALL, 1970).

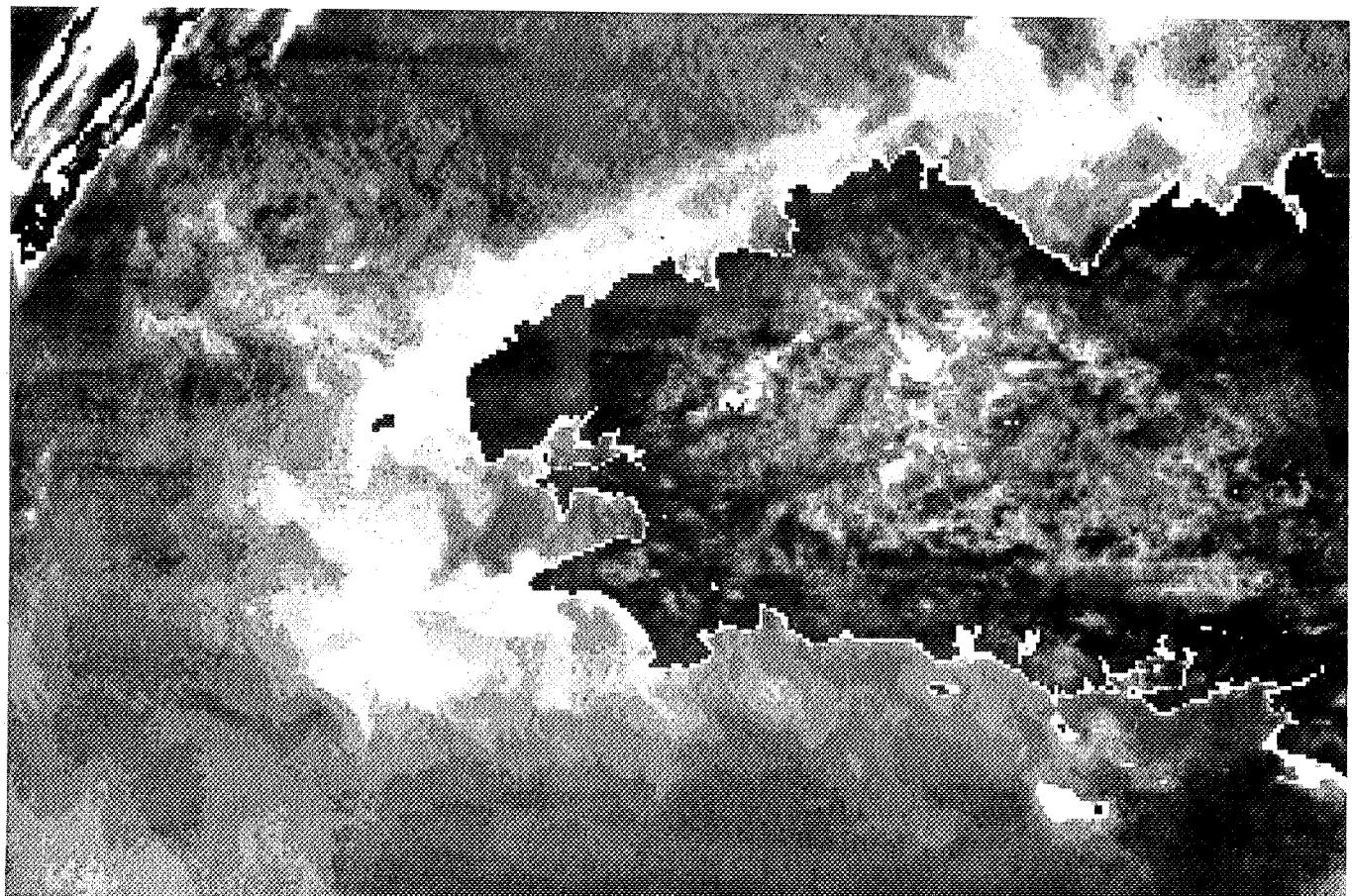
Les satellites météorologiques NOAA 6 et TIROS N transmettent régulièrement depuis 1978 les mesures de rayonnements infra-rouges émanant de la surface terrestre. Les intensités, directement liées à la température de surface sont traduites en images par ordinateur dans une gamme de couleurs variant de l'ultra-violet à l'infra-rouge ; les surfaces froides s'inscrivent en teintes claires et les chaudes en foncées sur les reproductions en noir et blanc.

Les images communiquées par le Centre de Météorologie Spatiale de Lannion confirment la présence des fronts pendant l'été en mer d'Iroise (Pl. 1 et 2) et concordent parfaitement avec les données de missions en mer. La permanence des discontinuités en période estivale et la régularité de leur apparition permettent, à partir d'un modèle mathématique, d'en prédire la position (PINGREE et GRIFFITHS, 1978).

Les fronts se forment au printemps lorsque les eaux froides de mer d'Irlande, dans leur transgression vers le Sud, atteignent nos côtes : déviées

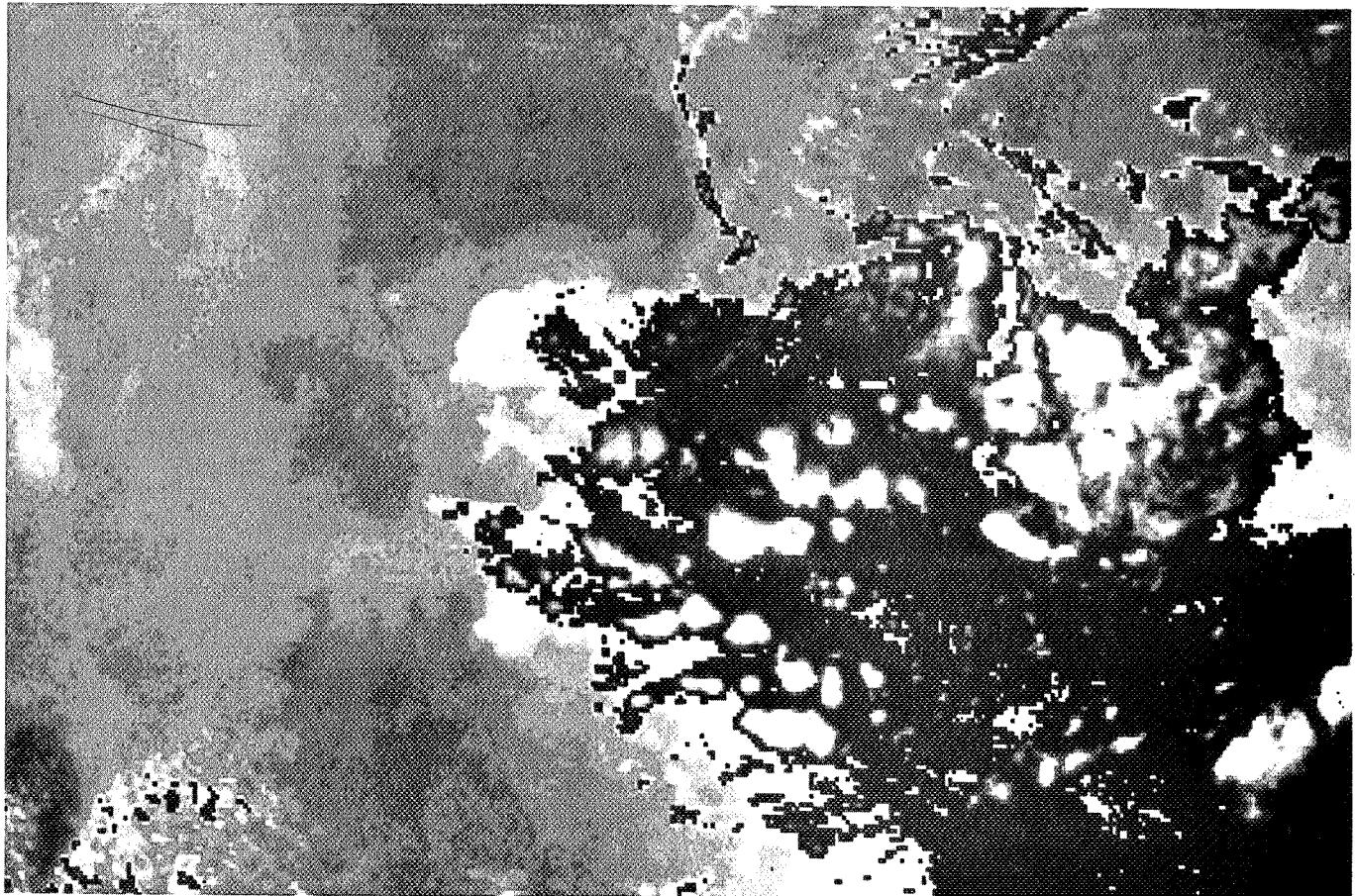


a - Situation hydrologique en mer d'Iroise le 8 mai 1979 (document C.M.S., Lannion).

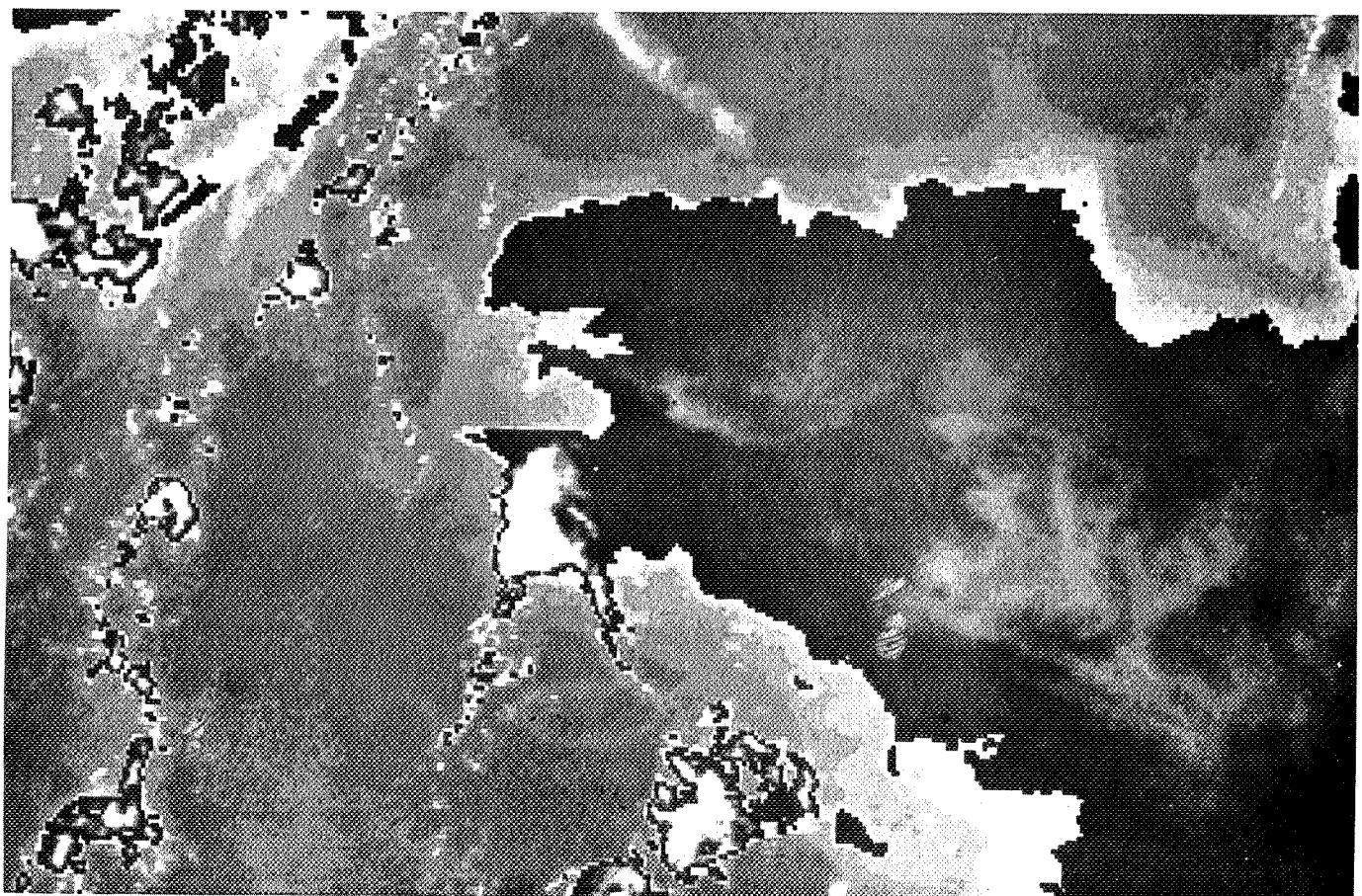


b - Situation hydrologique en mer d'Iroise le 7 juillet 1979 (document C.M.S., Lannion).

Planche 1 - Les fronts de mer d'Iroise et d'Ouessant : situations hydrologiques de printemps et d'été (eaux froides en teintes claires ; eaux chaudes en teintes foncées).



a - Situation hydrologique en mer d'Iroise le 21 novembre 1979 (document C.M.S., Lannion).



b - Situation hydrologique en mer d'Iroise le 25 décembre 1979 (document C.M.S., Lannion).

Planche 2 - Les fronts de mer d'Iroise et d'Ouessant : situations hydrologiques d'automne et d'hiver.

par les courants de marées à l'entrée de la Manche occidentale, elles longent la côte nord du Finistère et se stabilisent en mer d'Iroise. La baie de Douarnenez et la rade de Brest forment alors un ensemble hydrologique relativement chaud, isolé des eaux froides du large par le front interne.

A l'automne, la situation s'inverse : le retrait des eaux froides vers le Nord rétablit une homogénéité apparente avec toutefois persistance d'une discontinuité haline entre Saint-Mathieu et le Raz de Sein. La baie et la rade subissent alors l'influence hivernale des eaux de la Manche ; les températures et salinités y sont relativement basses.

II - LES ESPECES ETUDIEES

La nature des sédiments a certainement joué un rôle important dans l'implantation des Pleuronectiformes en baie de Douarnenez. La diversité des poissons plats est en effet assez exceptionnelle sur une zone géographique aussi réduite : seize espèces y vivent, pour la plupart toute l'année.

[Ria de Arosa, Espagne : six espèces (CHESNEY *et al.*, 1979) ;

Baie de Narraganset, Rhode Island, U.S.A. : six espèces (OVIATT *et al.*, 1973) ;

Baie de Sendai, Japon : neuf espèces (OMORI, 1975)].

1. POSITION SYSTEMATIQUE

En raison, principalement, de leur asymétrie, les Hétérosomata constituent un groupe homogène.

NORMAN, en 1934, divisait l'ordre en cinq familles ; celles des Bothidæ et Pleuronectidæ apparaissent, dans son diagramme systématique, respectivement subdivisées en trois et cinq sous-familles (Fig. 6).

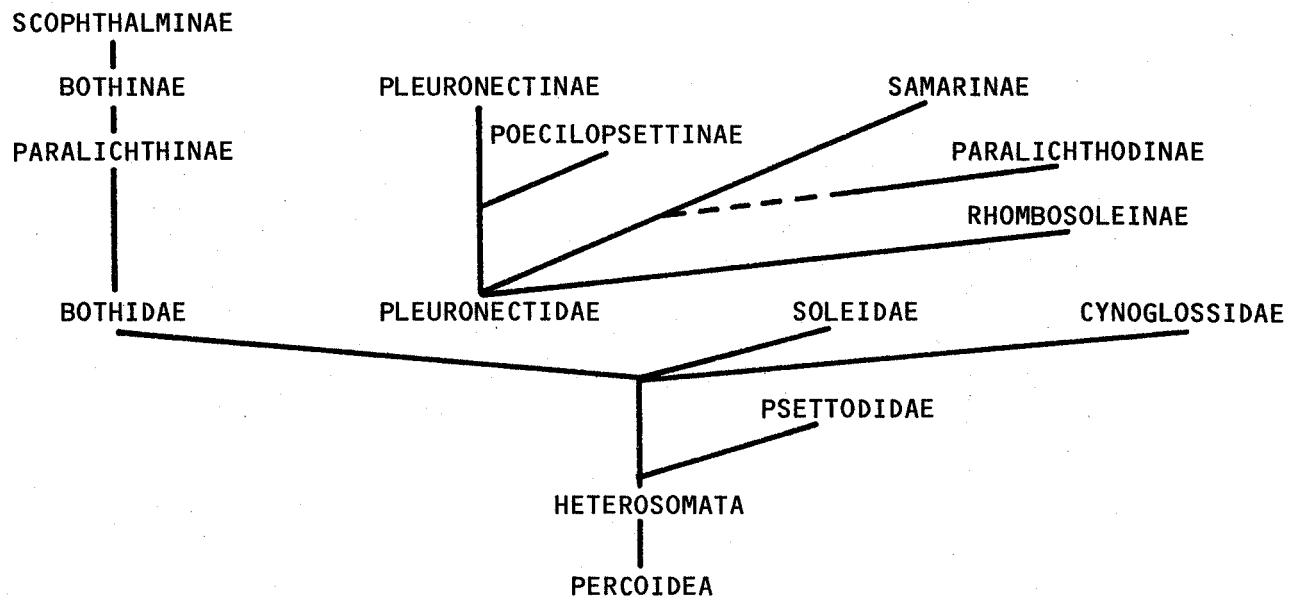


Fig. 6 - Diagramme phylogénique des familles d'Hétérosomata (d'après NORMAN, 1934).

Les caractères spécifiques utilisés par NORMAN pour la distinction des genres et des espèces sont essentiellement externes.

Nous avons préféré à cette classification celle, plus récente, du "Catalogue des poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée" (C.L.O.F.N.A.M., 1973). Etablie par NIELSEN et TORCHIO pour les poissons plats, identique à celle du "Zoological Record" [Pisces Section, vol. 105, 1968 (1970)], elle n'apporte que peu de modifications à la phylogénie de NORMAN : les Scophthalmidae y forment une famille.

Ordre : PLEURONECTIFORMES (HETEROSOMATA)

Famille : BOTHIDAE

Genre : *Arnoglossus* BLEEKER, 1862

Espèces : *Arnoglossus thori* KYLE, 1913
Arnoglossus laterna (WALBAUM, 1792)
Arnoglossus imperialis (RAFINESQUE, 1810)

Famille : SCOPHTHALMIDAE

Genre : *Scophthalmus* RAFINESQUE, 1810

Espèce : *Scophthalmus rhombus* (LINNAEUS, 1758)

Genre : *Phrynorhombus* GÜNTHER, 1862

Espèces : *Phrynorhombus regius* (BONNATERRE, 1788)
Phrynorhombus norvegicus (GÜNTHER, 1862)

Genre : *Zeugopterus*

Espèce : *Zeugopterus punctatus* (BLOCH, 1787)

Genre : *Psetta* SWAINSON, 1839

Espèce : *Psetta maxima* (LINNAEUS, 1758)

Famille : PLEURONECTIDAE

Genre : *Pleuronectes* LINNAEUS, 1758

Espèce : *Pleuronectes platessa* LINNAEUS, 1758

Genre : *Limanda* GOTTSCHE, 1835

Espèce : *Limanda limanda* (LINNAEUS, 1758)

Genre : *Microstomus* GOTTSCHE, 1835

Espèce : *Microstomus kitt* (WALBAUM, 1792)

Genre : *Platichthys* GIRARD, 1856

Espèce : *Platichthys flesus flesus* (LINNAEUS, 1758)

Famille : SOLEIDAE

Genre : *Solea* QUENSEL, 1806

Espèces : *Solea vulgaris vulgaris* QUENSEL, 1806
Solea lascaris (RISSO, 1810)

Genre : *Buglossidium* CHABANAUD, 1930

Espèce : *Buglossidium luteum* (RISSO, 1810)

Genre : *Microchirus* BONAPARTE, 1833

Espèce : *Microchirus variegatus* (DONOVAN, 1808)

Genre : *Dicologoglossa* CHABANAUD, 1930

Espèce : *Dicologoglossa cuneata* (MOREAU, 1881)

2. HABITAT ET DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE

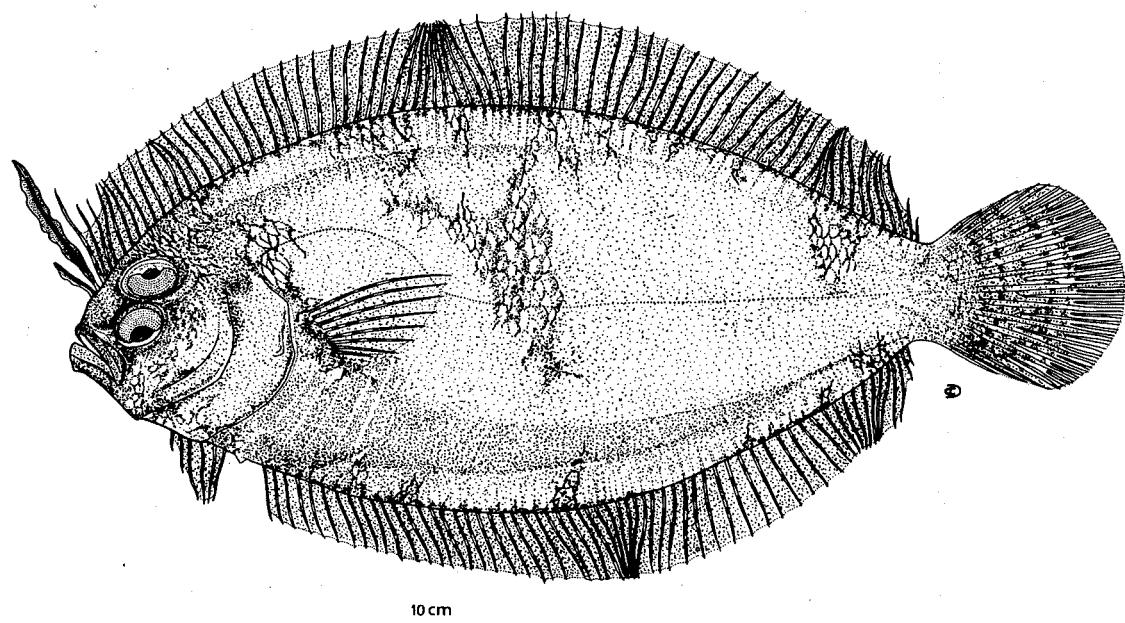
2.1. LES BOTHIDAE

Le genre *Arnoglossus* regroupe 24 espèces des côtes atlantiques de l'Europe et de l'Afrique, de la Méditerranée et des côtes indo-pacifiques (NORMAN, 1934).

2.1.1. ARNOGLOSSUS THORI KYLE, 1913

Pleuronectes grohmanni BONAPARTE, 1837
Arnoglossus moltonii TORCHIO, 1961

Nom Fr. Arnoglosse.



Arnoglossus thori est reconnaissable aux premiers rayons de sa nageoire dorsale : le premier et le second sont bordés chacun d'une membrane fréquemment pigmentée de noir. Le deuxième rayon, beaucoup plus long, est caractéristique de l'espèce ; les troisième et quatrième peuvent également dépasser les suivants. Il n'existe pas de dimorphisme sexuel externe.

- HABITAT :

A. *thori* fréquente en général les fonds grossiers, mais vit aussi sur les sables fins. Il ne dépasse pas, vers le large, l'isobathe des 100 mètres et se maintient le plus souvent entre 10 mètres et 90 mètres.

Les arnoglosses sont représentés partiellement pelés tels qu'ils apparaissent, le plus souvent, à leur sortie du chalut.

- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 7) :

L'espèce vit en Méditerranée, sur les côtes atlantiques de l'Europe et sur les côtes nord-ouest de l'Afrique. Vers le Nord, elle ne semble pas dépasser les côtes sud-ouest de l'Irlande.

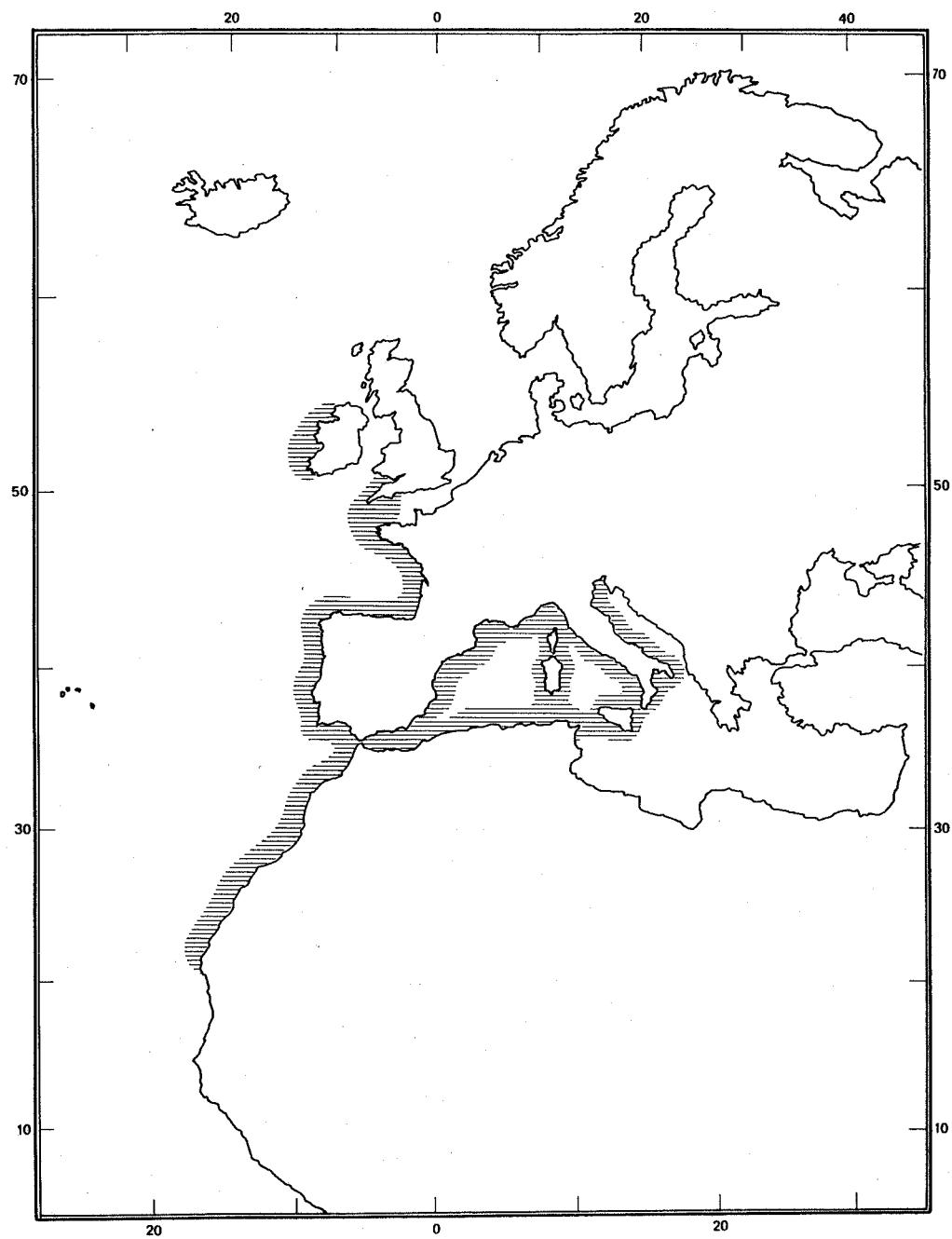
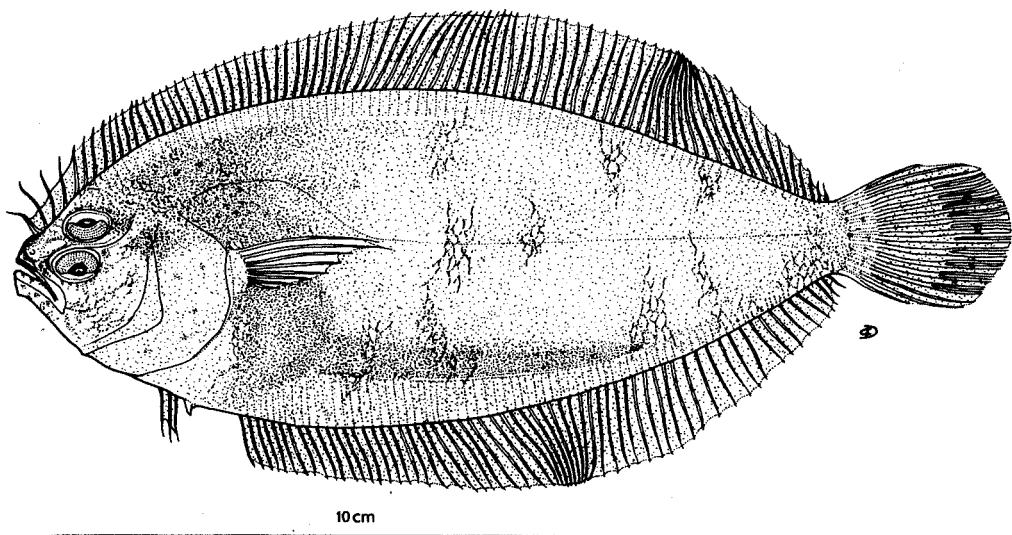


Fig. 7 - Distribution géographique d'*Armoglossus thori*.

2.1.2. ARNOGLOSSUS LATERNA (WALBAUM, 1792)

<i>Pleuronectes laterna</i>	WALBAUM,	1792
<i>Pleuronectes diaphanus</i>	SHAW,	1803
<i>Solea arnoglossa</i>	RAFINESQUE,	1810
<i>Rhombus nudus</i>	CUVIER,	1817
<i>Arnoglossus laterna</i>	GUNTHER,	1862
<i>Arnoglossus laterna microstoma</i>	KYLE,	1913
<i>Arnoglossus laterna conspersus</i>	BUEN,	1919
<i>Arnoglossus (Arnoglossus) laterna</i>	CHABANAUD,	1933



Noms Fr. Arnoglosse ; GB. Scoldfish.

Comme les autres Arnoglosses, *Arnoglossus laterna* a une peau fragile ; il sort très souvent pelé du chalut et sa distinction avec le jeune d'*Arnoglossus imperialis* n'en est pas facilitée.

L'espèce présente de grandes variations et l'examen d'un grand nombre d'individus conduirait probablement à la distinction de sous-espèces (NORMAN, 1934). Elle ne porte pas de caractères externes bien nets pouvant aider à la détermination qui doit, dans un premier temps, être faite avec un comptage de rayons de nageoires et l'examen de caractères méristiques relatifs. Il n'existe pas non plus de caractères sexuels externes ; la transparence du corps permet toutefois de séparer les sexes, surtout en période de reproduction.

Le polymorphisme de l'espèce a entraîné la création de deux "variétés", *microstoma* et *macrostoma* (KYLE, 1913 ; BERTIN, 1929) ; *A. macrostoma* est maintenant considérée comme une espèce distincte à distribution géographique plus réduite. Elle ne vit en effet qu'en Méditerranée.

- HABITAT :

Arnoglossus laterna vit à faible profondeur sur les fonds sableux ; il pénètre occasionnellement dans les estuaires et supporte l'eau saumâtre (POLL, 1947). C'est, selon la plupart des auteurs, un poisson côtier abondant entre 10 et 60 mètres ; des captures réalisées à de plus grandes profondeurs témoignent cependant d'une plus large répartition : jusqu'à 200 mètres (WHEELER, 1969) et même 1 000 mètres (BINI, 1968).

- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 8) :

A. *laterna* a une aire de répartition étendue : on le capture des côtes de Norvège à la Mauritanie ; il est toutefois moins abondant au Nord de l'Irlande et le long des côtes écossaises. Il occupe l'ensemble des eaux littorales méditerranéennes et pénètre probablement en Mer Noire. Sur la façade atlantique il est, en baie de Douarnenez, au centre de sa distribution.

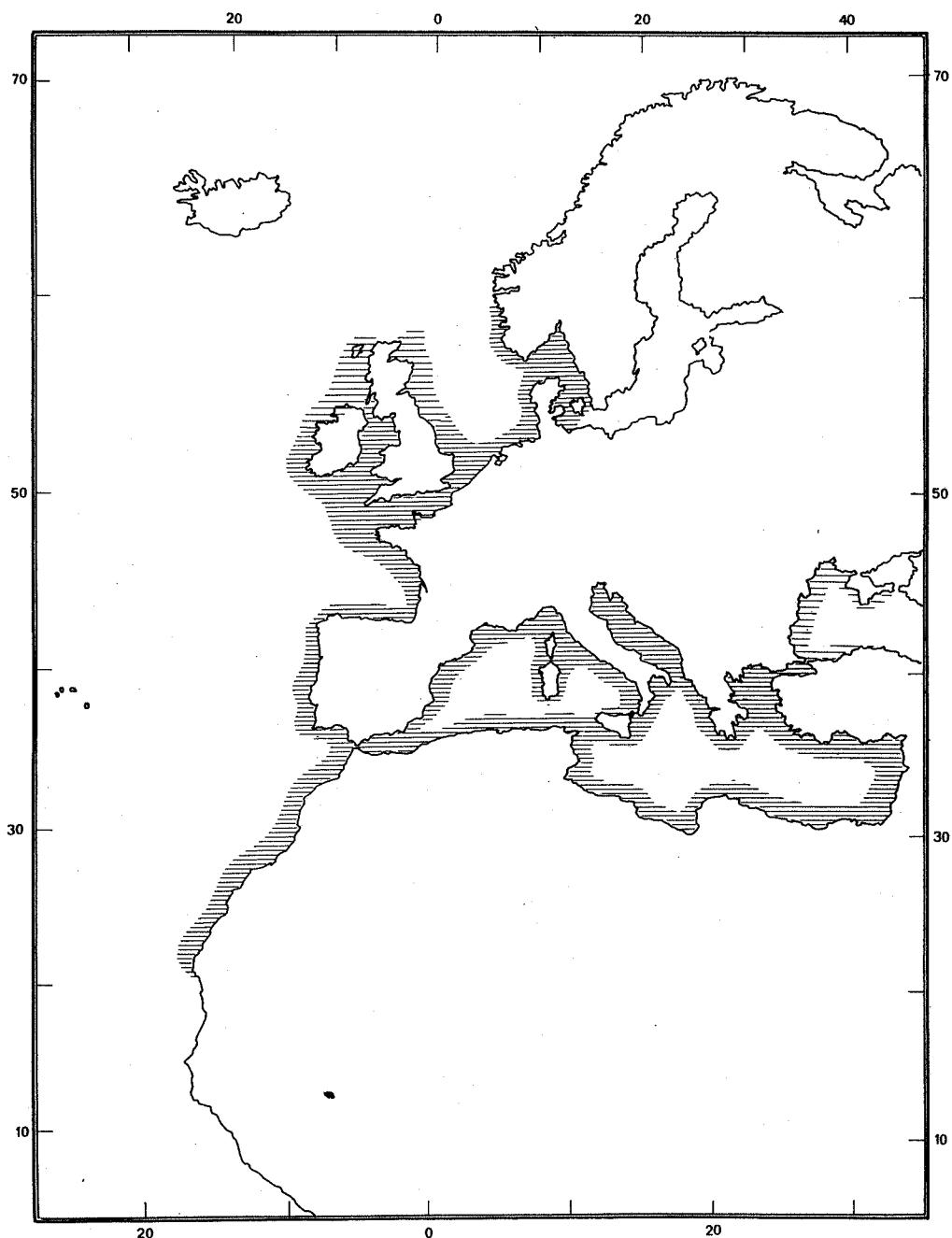
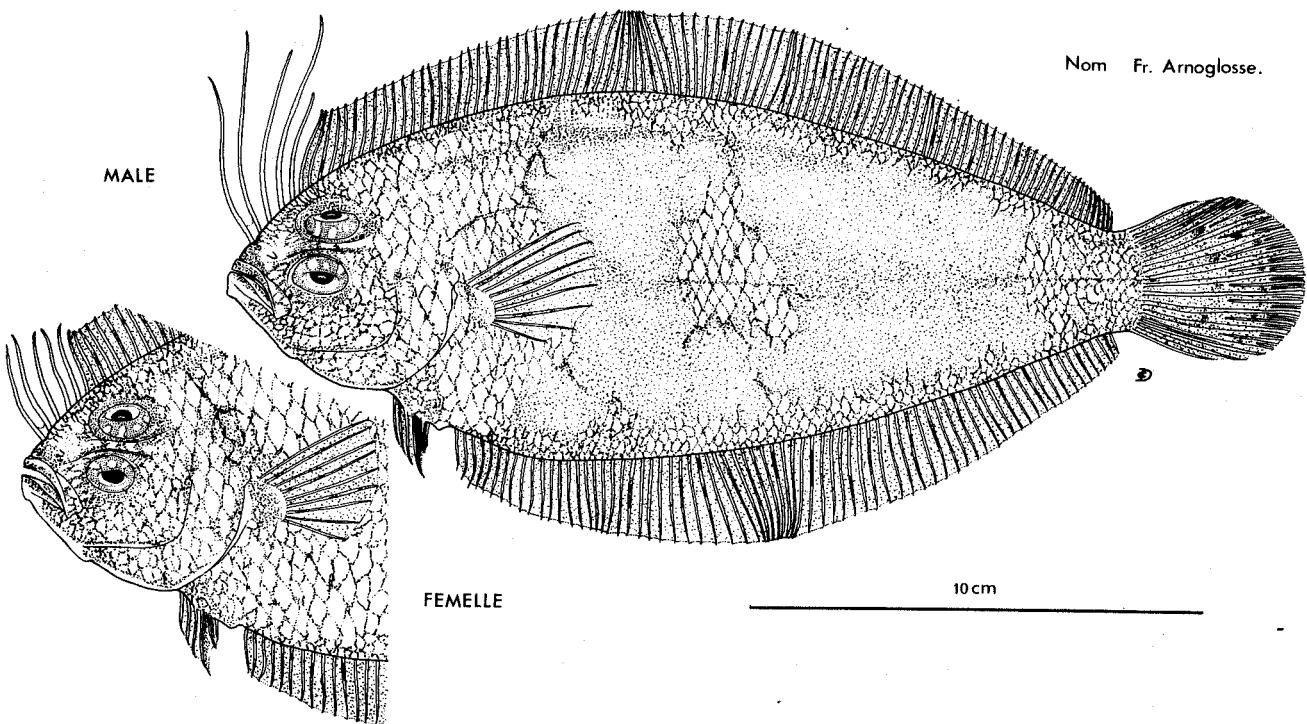


Fig. 8 - Distribution géographique d'*Arnoglossus laterna*.

Hachures : serrées : espèce commune
espacées : espèce rare

2.1.3. *ARNOGLOSSUS IMPERIALIS* (RAFINESQUE, 1810)

Bothus imperialis (RAFINESQUE, 1810)
Arnoglossus lophotes (GUNTHER, 1862)
Charybdis rhomboidichthys FACCIOLA, 1885
Arnoglossus imperialis NORMAN, 1934



MALE

Nom Fr. Arnoglosse.

FEMELLE

10 cm

La nageoire dorsale d'*Arnoglossus imperialis* débute très près du museau par deux à cinq rayons plus longs, en général blancs et libres sur presque toute leur longueur. Chez le mâle adulte, le rayon le plus grand est presque aussi long que la tête. Chez la femelle les premiers rayons libres sont un peu plus courts, mais dépassent toujours les suivants.

Le critère spécifique de détermination et le dimorphisme sexuel sont donc particulièrement nets. Ce dimorphisme n'étant sans doute bien marqué qu'après la première maturité sexuelle (c'est le cas chez d'autres espèces, *Callionymus lyra* en particulier - HAMOU TAHRA, 1977), il faudra être très prudent dans la détermination des sexes d'individus immatures.

- HABITAT :

Bien qu'il soit assez commun en Manche ouest, dans le sud-ouest de l'Irlande et dans le golfe de Gascogne, sa distribution et son abondance ne sont pas bien connues. On le capture surtout sur des fonds de sable ou de vase à des profondeurs de 60-70 mètres, mais aussi à 350 mètres (WHEELER, 1969). Sur la côte de Mauritanie, les jeunes (de 26 mm à 103 mm) et les adultes vivent entre les isobathes de 60 mètres et 90 mètres (CADENAT, 1936-1937).

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 9) :

L'aire géographique de répartition d'*A. imperialis*, malgré les incertitudes, est de toute évidence plus réduite que celle d'*A. laterna* ; moins côtier, il se distribue toutefois plus largement sur les plateaux continentaux européen et africain. On le trouve également aux Açores et dans toute la Méditerranée occidentale.

En Atlantique il ne dépasse pas les parages sud-ouest de l'Irlande et devient assez rare en Manche orientale.

Vers le sud, il est signalé sur les côtes du Maroc (DOLLFUS, 1955), en Mauritanie (CADENAT, 1936) et au Sénégal (COLLIGNON *et al.*, 1957).

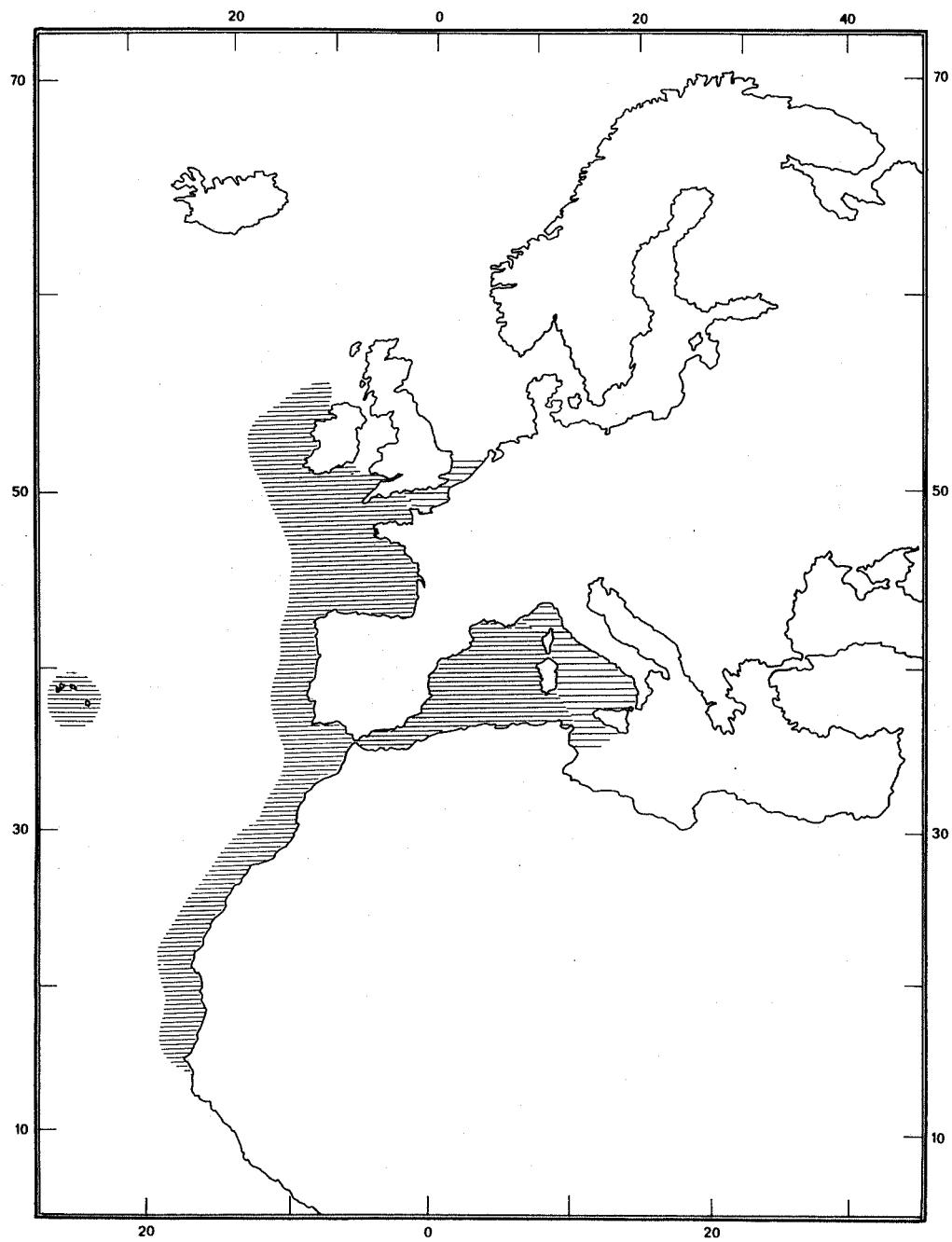


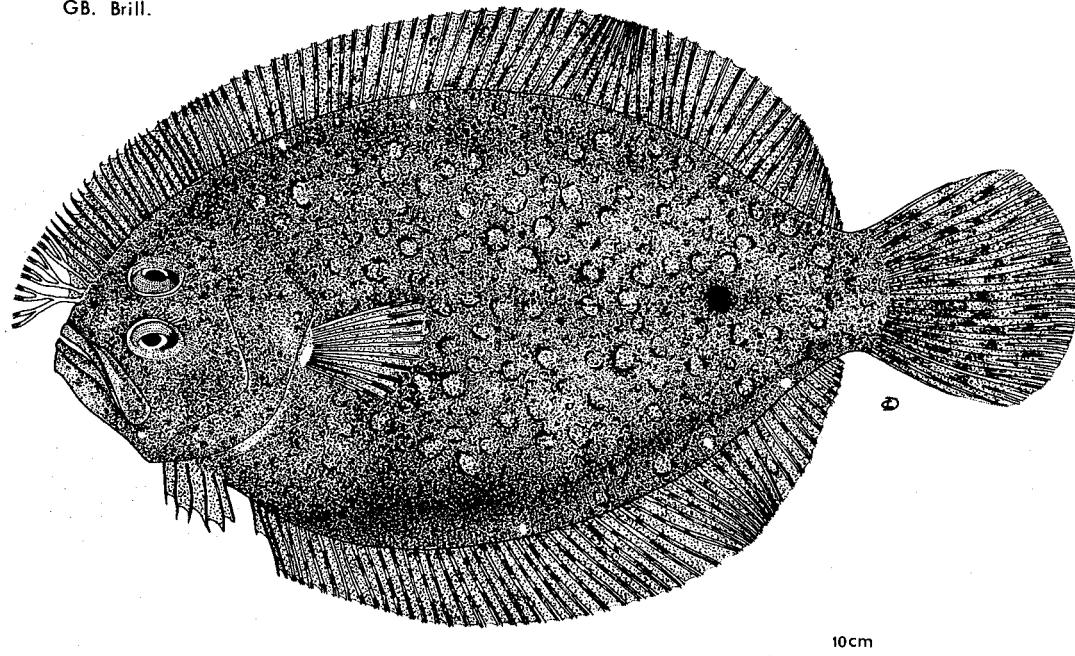
Fig. 9 - Distribution géographique d'*Arnoglossus imperialis*.

2.2. LES SCOPHTHALMIDAE

2.2.1. *SCOPHTHALMUS RHOMBUS* (LINNAEUS, 1758)

<i>Pleuronectes rhombus</i>	LINNAEUS,	1758
<i>Pleuronectes cristatus</i>	LICHTENSTEIN,	1801
<i>Rhombus laevis</i>	TURTON,	1802
<i>Pleuronectes rhombus</i>	LACAPEDE,	1802
<i>Scophthalmus rhombus</i>	RAFINESQUE,	1810
<i>Rhombus rhombus</i>	CUVIER,	1817
<i>Rhombus barbatus</i>	RISSO,	1826
<i>Pleuronectes lioderma</i>	NARDO,	1827
<i>Rhombus laevis</i>	BONAPARTE,	1833
<i>Rhombus vulgaris</i>	KROYER,	1845
<i>Psetta rhombus</i>	BONAPARTE,	1846
<i>Platessa pavonina</i>	COSTA,	1847
<i>Pleuronectes passer</i>	GRAY,	1854
<i>Rhombus linnei</i>	MALM,	1877
<i>Bothus rhombus</i>	JORDAN & GILBERT,	1883

Noms Fr. Barbe ; Br. Rouzenn;
GB. Brill.



La Barbe *Scophthalmus rhombus* doit son nom vernaculaire à l'aspect particulier de la partie antérieure de sa nageoire dorsale : les trois premiers rayons, dichotomiques et presque libres, s'étalent vers l'avant du museau lorsque le poisson est au repos.

Le corps, plus ovale que celui du Turbot, porte une tache pigmentaire noire sur la région postérieure, au niveau de la ligne latérale.

*Les noms bretons sont extraits de l'ouvrage d'A.G. BERR (1970).

■ HABITAT :

S. rhombus vit à faible profondeur, parfois très près de la côte, sur des fonds de sables, de graviers ou de vase. Il n'est pas très fréquent vers le large au-delà de l'isobathe des 70 mètres. Les adultes mûrs ne viennent pas souvent très près de la côte, mais les immatures peuvent être capturés sur les plages et à l'entrée des estuaires (WHEELER, 1969). Sa distribution bathymétrique, selon les fiches F.A.O. d'identification des espèces, serait plus importante en Méditerranée où "l'espèce vit sur le plateau continental et le talus, entre 200 et 800 mètres." La plupart des auteurs considèrent toutefois la Barbe comme un poisson de faibles profondeurs.

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 10) :

En Atlantique, *S. rhombus* remonte le long des côtes européennes jusqu'en Norvège et semble ne pas dépasser la latitude de 64°N. Elle est toutefois plus abondante aux latitudes inférieures à 55° ; DOLLFUS (1955) cite l'espèce dans la faune marocaine atlantique et les fiches F.A.O. portent sa limite sud de répartition au Cap Vert.

Elle est commune en Méditerranée occidentale et centrale, plus rare en Méditerranée orientale et Mer Noire.

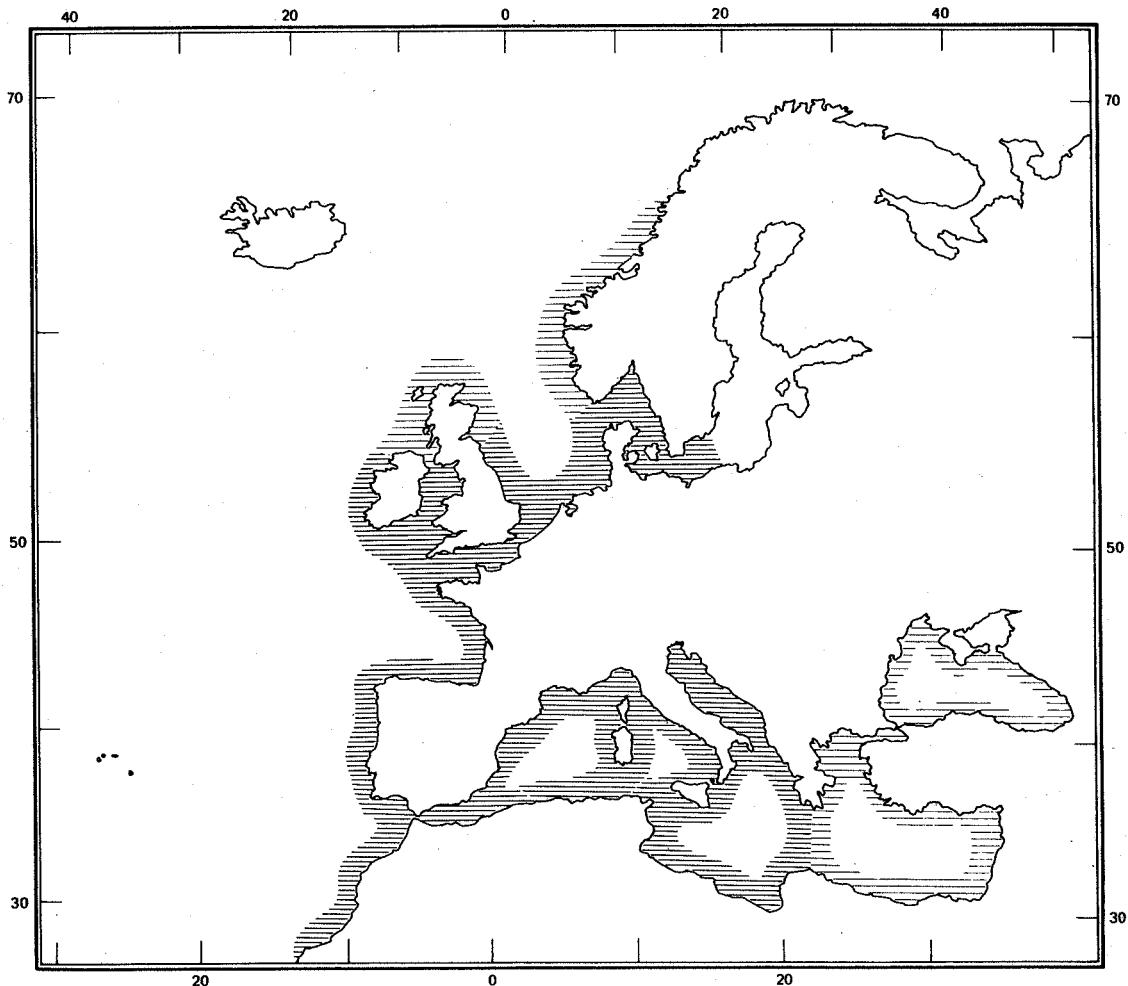
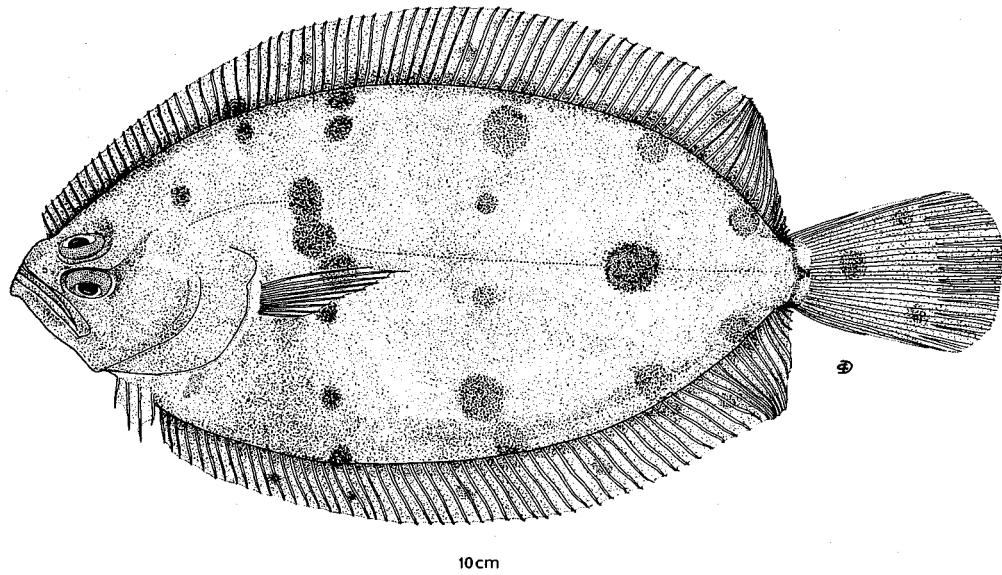


Fig. 10 - Distribution géographique de *Scophthalmus rhombus*.

2.2.2. *PHRYNORHOMBUS NORVEGICUS* (GÜNTHER, 1862) *

<i>Rhombus norvegicus</i>	GUNTHER, 1862
<i>Zeugopterus norvegicus</i>	COLLETT, 1875
<i>Lepidorhombus norvegicus</i>	SMITT, 1893
<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	NORMAN, 1934

Nom GB Norwegian Topknot.



Rugueux au toucher comme *Phrynorhombus regius* et *Zeugopterus punctatus*, *Phrynorhombus norvegicus* en diffère par un corps ovale parsemé de taches pigmentaires circulaires.

Poisson de petite taille, il évite facilement les engins de capture ; l'estimation de son abondance (par les pêches de professionnels) en est, de ce fait, rendue difficile. Il est probablement plus commun qu'on ne le pense (WHEELER, 1969).

*Les poissons marqués de ce signe sont rares ou accidentels dans les captures au chalut en baie de Douarnenez. En raison de leur petit nombre, ils n'ont pas fait l'objet d'étude de biologie ; ils font néanmoins partie de notre faune locale.

- HABITAT :

Phrynorhombus norvegicus, commun le long des côtes de Norvège, vit le plus souvent entre 20 et 50 mètres, mais il s'approche des côtes (10 mètres) ou fréquente de plus grandes profondeurs (170 mètres).

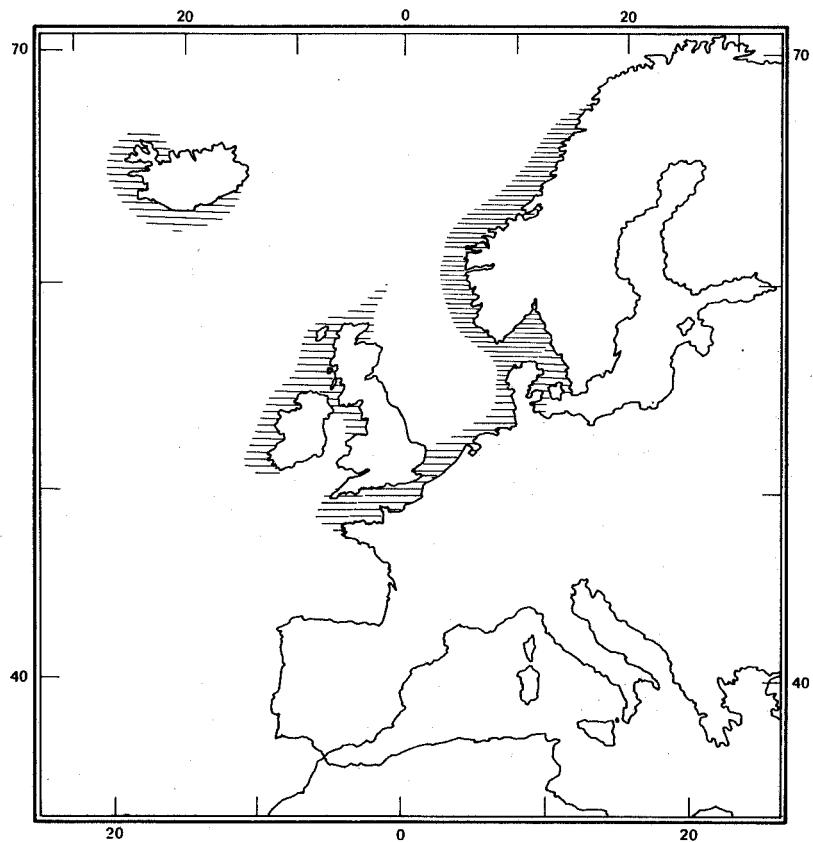


Fig. 11 - Distribution géographique de *Phrynorhombus norvegicus*.

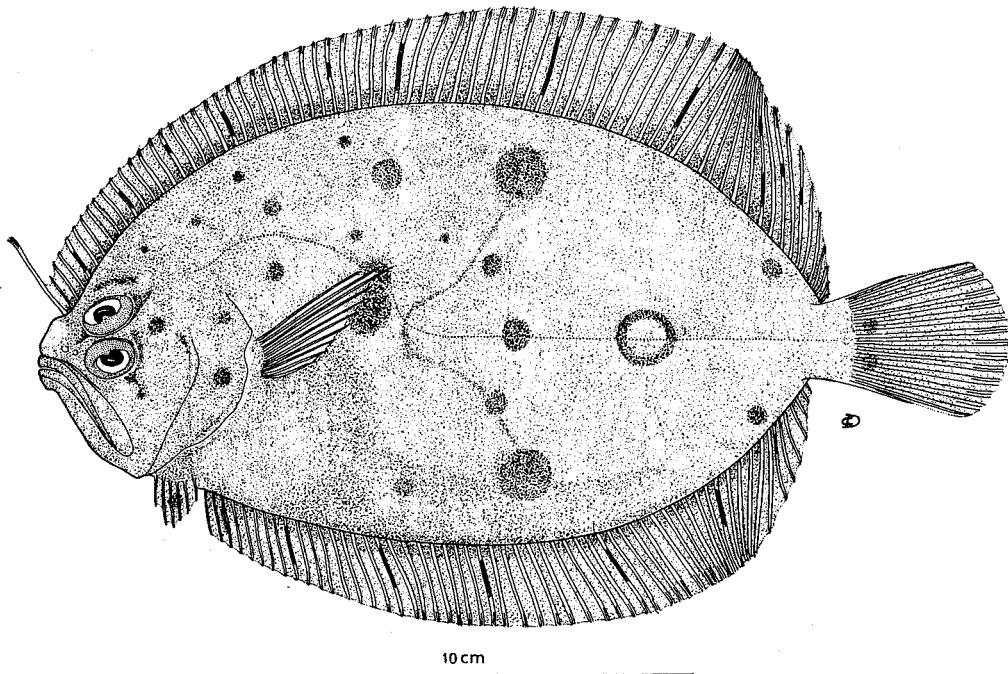
- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 11) :

P. norvegicus a une aire de répartition essentiellement nordique : on le trouve des îles Lofoten à la Cornouaille britannique et le long des côtes islandaises. Rare sur les côtes de Bretagne, il est probablement ici à sa limite sud de répartition.

2.2.3. *PHRYNORHOMBUS REGIUS* (BONNATERRE, 1788) *

<i>Pleuronectes regius</i>	BONNATERRE,	1788
<i>Pleuronectes calimanda</i>	LACEPEDE,	1802
<i>Pleuronectes unicellatus</i>	NARDO,	1824
<i>Rhombus unimaculatus</i>	RISSO,	1826
<i>Rhombus punctatus</i>	YARRELL,	1836
<i>Phrynorhombus unimaculatus</i>	GUNTHER,	1862
<i>Zeugopterus unimaculatus</i>	DAY,	1882

Nom GB. Eckström's Topknot.



La forme de *Phrynorhombus regius* rappelle celle de *Zeugopterus punctatus* ; il s'en distingue par le premier rayon, libre, de sa dorsale et par la tache annulaire qui orne la région postérieure de son corps.

- HABITAT :

P. regius est un petit Scophthalmidae dont la biologie est quasiment inconnue. Son aptitude à se coller sous les surplombs rocheux le rend peu vulnérable aux engins de capture et expliquerait son apparence rareté. Il affectionne les fonds grossiers de 9 mètres à 55 mètres d'après WHEELER (1969) ; il est toutefois cité à 230-300 mètres de fond sur les côtes du Portugal (LOZANO et REY, 1960) et à 90 mètres sur la côte marocaine (FURNESTIN *et al.*, 1958).

- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 12) :

P. regius vit le long des côtes de l'Europe, en Méditerranée atlantique et probablement sur la côte marocaine où de rares individus ont été signalés. Vers le nord il ne semble pas dépasser les îles britanniques et le Danemark ; en Méditerranée il se limite aux côtes européennes de l'Espagne et à la côte dalmate.

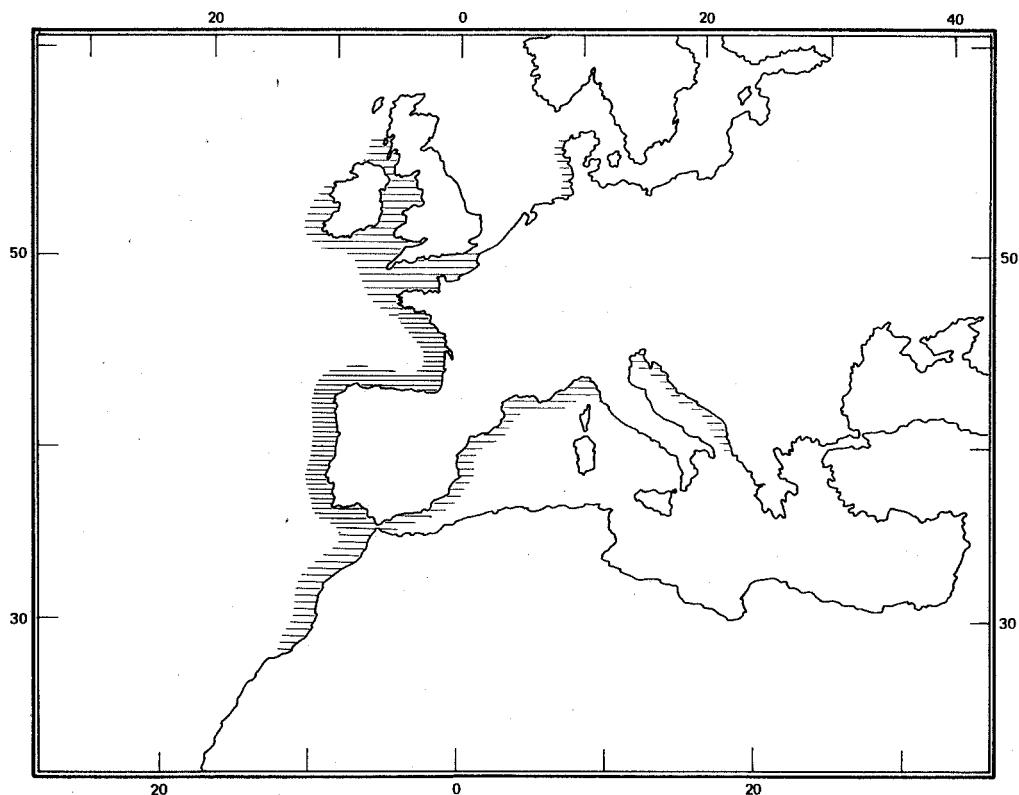
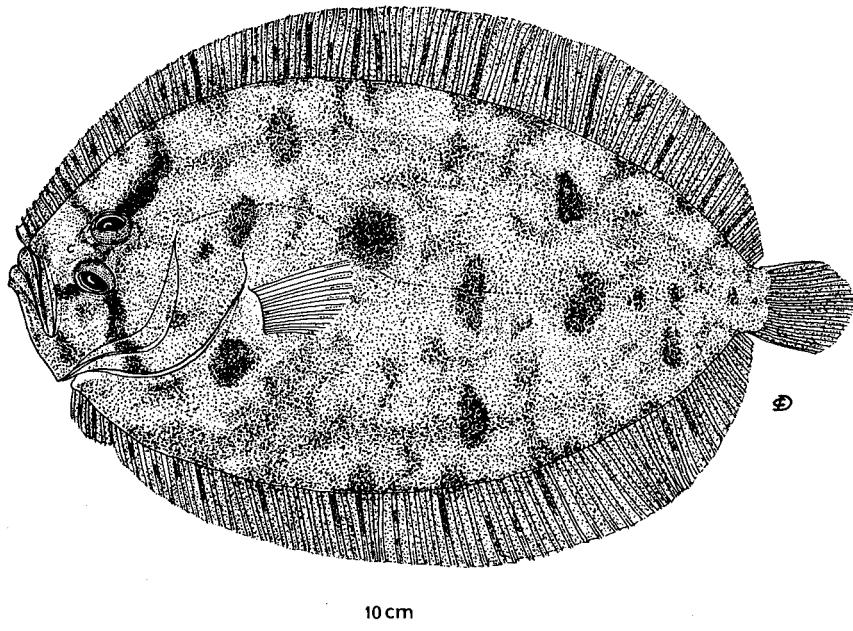


Fig. 12 - Distribution géographique de *Phrynorhombus regius*.

2.2.4. *ZEUGOPTERUS PUNCTATUS* (BLOCH, 1787) *

<i>Pleuronectes punctatus</i>	BLOCH,	1787
<i>Pleuronectes hirtus</i>	ALBIGAARD,	1789
<i>Zeugopterus hirtus</i>	GOTTSCHE,	1835
<i>Rhombus hirtus</i>	YARRELL,	1836
<i>Rhombus punctatus</i>	GUNTHER,	1862
<i>Zeugopterus papillosus</i>	BROOK,	1886

Noms Fr. Sole de roches, Targeur; Br. Leizenn-garreg;
GB. Topknot.



Une tache brune sur la ligne latérale et deux barres pigmentaires au niveau des yeux caractérisent la "Sole de roches" *Zeugopterus punctatus*, par ailleurs aisément identifiable à la forme du corps.

- HABITAT :

Zeugopterus punctatus vit parmi les blocs rocheux au niveau des Laminaires et descend rarement au-delà des 37 mètres.

Les immatures sont très côtiers et, à l'occasion des basses mers de forts coefficients, figurent parfois dans les captures de pêcheurs à pied. C'est le plus commun des "topknots" mais son habitat et son mode de vie le rendent difficilement accessible ; sa biologie est de ce fait peu connue.

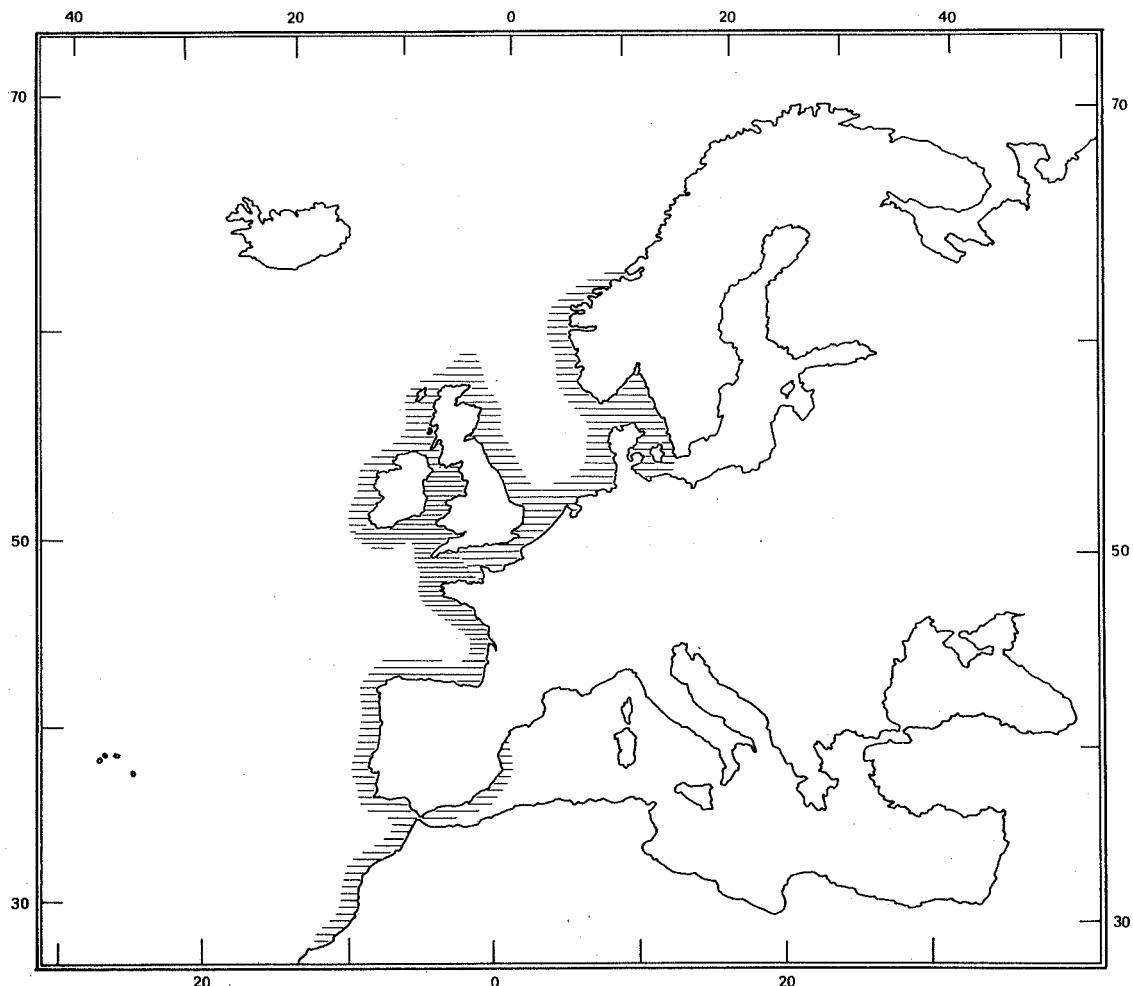


Fig. 13 - Distribution géographique de *Zeugopterus punctatus*.

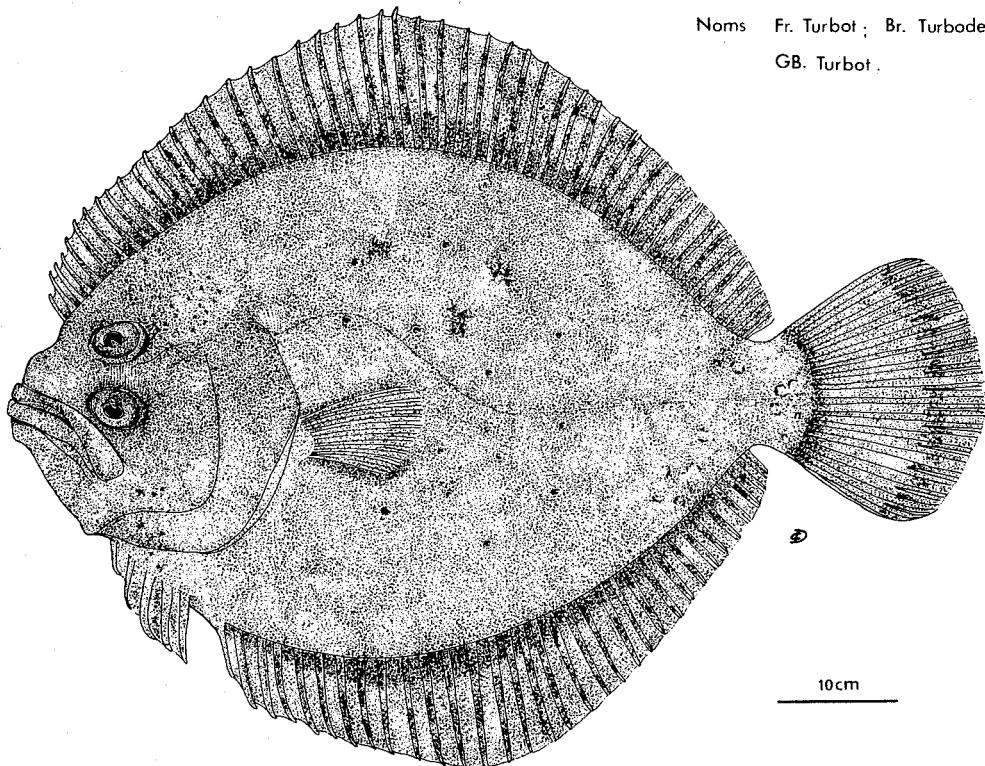
- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 13) :

Z. punctatus fréquente les eaux côtières de l'Europe, de Trondheim (65°N) au Portugal. Il pénètre en Méditerranée, mais se limite à la côte orientale espagnole, de Tarragone à Valence (LOZANO et REY, 1960). Il fait également partie de la faune ichthyologique du Maroc atlantique (DOLLFUS, 1955).

2.2.5. *PSETTA MAXIMA* (LINNAEUS, 1758)

<i>Pleuronectes maximus</i>	LINNAEUS,	1758
<i>Pleuronectes turbot</i>	LACEPEDE,	1802
<i>Pleuronectes cyclops</i>	DONOVAN,	1806
<i>Scophthalmus maximus</i>	RAFINESQUE,	1810
<i>Rhombus maximus</i>	CUVIER,	1817
<i>Rhombus aculeatus</i>	GOTTSCHE,	1835
<i>Psetta maximus</i>	SWAINSON,	1839
<i>Psetta maxima</i>	BONAPARTE,	1846
<i>Psetta maxima maxima</i>	TORTONESE,	1971

Noms Fr. Turbot ; Br. Turbodenn ;
GB. Turbot.



La tête et le corps du Turbot *Psetta maxima* ne portent pas d'écaillles distinctes mais des petits tubercules osseux épars, plus nombreux sur la face oculaire. La hauteur de son corps permet, entre autres caractères, de le distinguer aisément de la Barbeue *Scophthalmus rhombus*.

■ HABITAT :

Le Turbot vit sur les fonds sableux, coquilliers ou graveleux, du rivage à l'isobathe des 80 mètres. La distribution bathymétrique de l'espèce est en étroite relation avec sa taille.

Les jeunes de l'année sont communs sur les plages de sable fin exposées à la houle ; les immatures, d'une taille inférieure à 30 cm, s'en

écartent peu à peu sans toutefois dépasser la sonde des 10 mètres. Ils n'entrent par ailleurs jamais dans les estuaires (WHEELER, 1969 ; RAE et DELVIN, 1972 ; JONES, 1973).

A l'approche de la première maturité les jeunes rejoignent leurs ainés, également distribués selon la profondeur : ainsi en Mer du Nord, au nord-est de l'Ecosse, les individus de 31-45 cm se capturent surtout sur des fonds de 21 à 50 mètres, alors que les plus grands (de 46-84 cm) restent plus au large, vers 51-150 mètres. La migration trophique de poissons âgés vers la côte n'est toutefois pas impossible (RAE et DELVIN, 1972).

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 14) :

Le Turbot est relativement abondant en Mer du Nord, en Baltique et le long des côtes d'Islande. Il remonte jusqu'à 68°N le long des côtes de Scandinavie ; vers le sud il est encore commun sur les côtes du Maroc (DOLLFUS, 1955).

On le trouve aussi en Méditerranée, mais il cède la place en Mer Noire à deux espèces très voisines, *Scophthalmus maeoticus* (Pallas) et *Scophthalmus ponticus* Ninni 1932 (NORMAN, 1934).

Les hybrides de Turbot et de Barbue ne seraient pas rares, comme en témoignent les individus examinés par NORMAN.

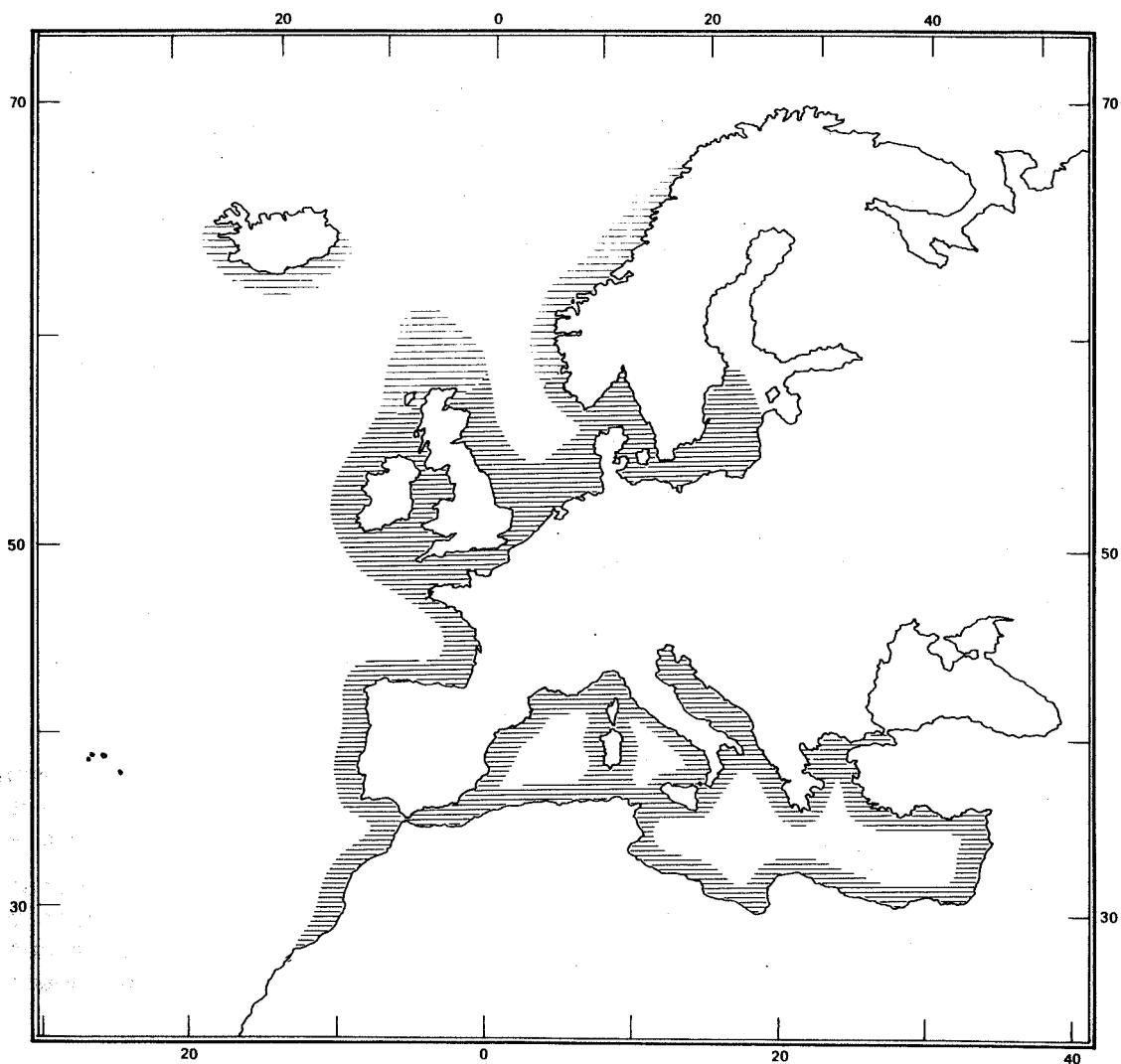
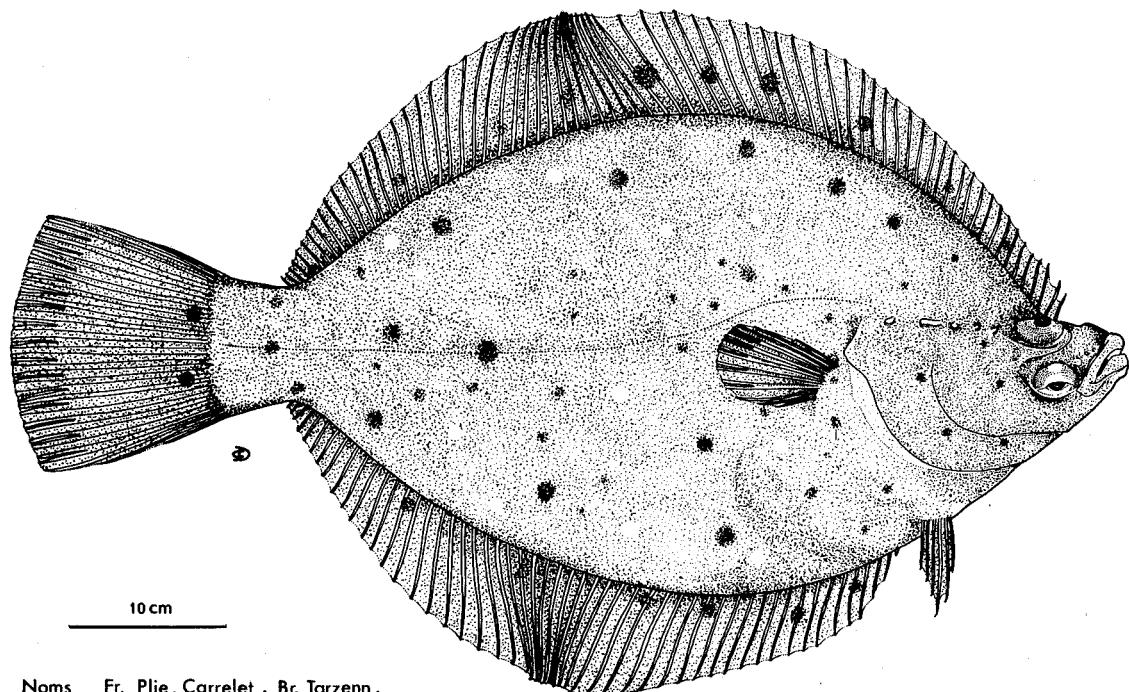


Fig. 14 - Distribution géographique de *Psetta maxima*.

2.3. LES PLEURONECTIDAE

2.3.1. *PLEURONECTES PLATESSA* LINNAEUS, 1758

<i>Solea platessa</i>	RAFINESQUE,	1810
<i>Platessa platessa</i>	CUVIER,	1817
<i>Platessa vulgaris</i>	CLOQUET,	1826
<i>Pleuronectes borealis</i>	FABER,	1828
<i>Pleuronectes lata</i>	CUVIER,	1829



Noms Fr. Plie, Carrelet ; Br. Tarzenn ;
GB. Plaice.

La Plie ou Carrelet *Pleuronectes platessa* porte, sur sa face oculaire, des taches éparses de couleur rouge orange ; des tubercules osseux, alignés de la fente operculaire aux yeux dans le prolongement de la ligne latérale, aident au besoin l'identification de l'espèce.

■ HABITAT :

La Plie est le poisson plat le mieux connu des côtes européennes. Elle vit le plus souvent sur les fonds de sable fin, quelquefois envasés, mais fréquente aussi les fonds plus grossiers à débris coquilliers ou graveleux.

L'âge et l'état de maturité sexuelle régissent la distribution bathymétrique de l'espèce : sur leurs nurseries, les jeunes plies dépassent rarement les 7 mètres de fond ; leur maximum d'abondance est en général situé entre 1 ou 2 mètres (EDWARDS *et al.*, 1968 ; GIBSON, 1973) et 4 mètres de profondeur (RILEY, 1973).

Les adultes occupent, pour la plupart, la bande côtière comprise entre la ligne de rivage et l'isobathe des 70 mètres ; vers le large, ils ne semblent pas transgresser celle des 120 mètres.

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 15) :

L'aire de répartition de *Pleuronectes platessa* est centrée en Mer du Nord ; l'espèce remonte vers le nord jusqu'à la Mer Blanche et, au sud, on la capture encore dans le golfe de Cadix. Elle pénètre sans doute en Méditerranée occidentale mais sa présence en Adriatique, peu vraisemblable, demande confirmation (NORMAN, 1934).

Les plies de la Baltique, caractérisées par un nombre réduit de rayons à la dorsale, à l'anale, et un nombre plus faible de vertèbres, constituent probablement une population particulière élevée au rang de sous-espèce par NILSON sous le nom de *Pleuronectes platessa baltica*.

Isolées et séparées du reste de l'Europe par des eaux profondes, les plies d'Islande bouclent leur cycle dans les eaux côtières de l'île.

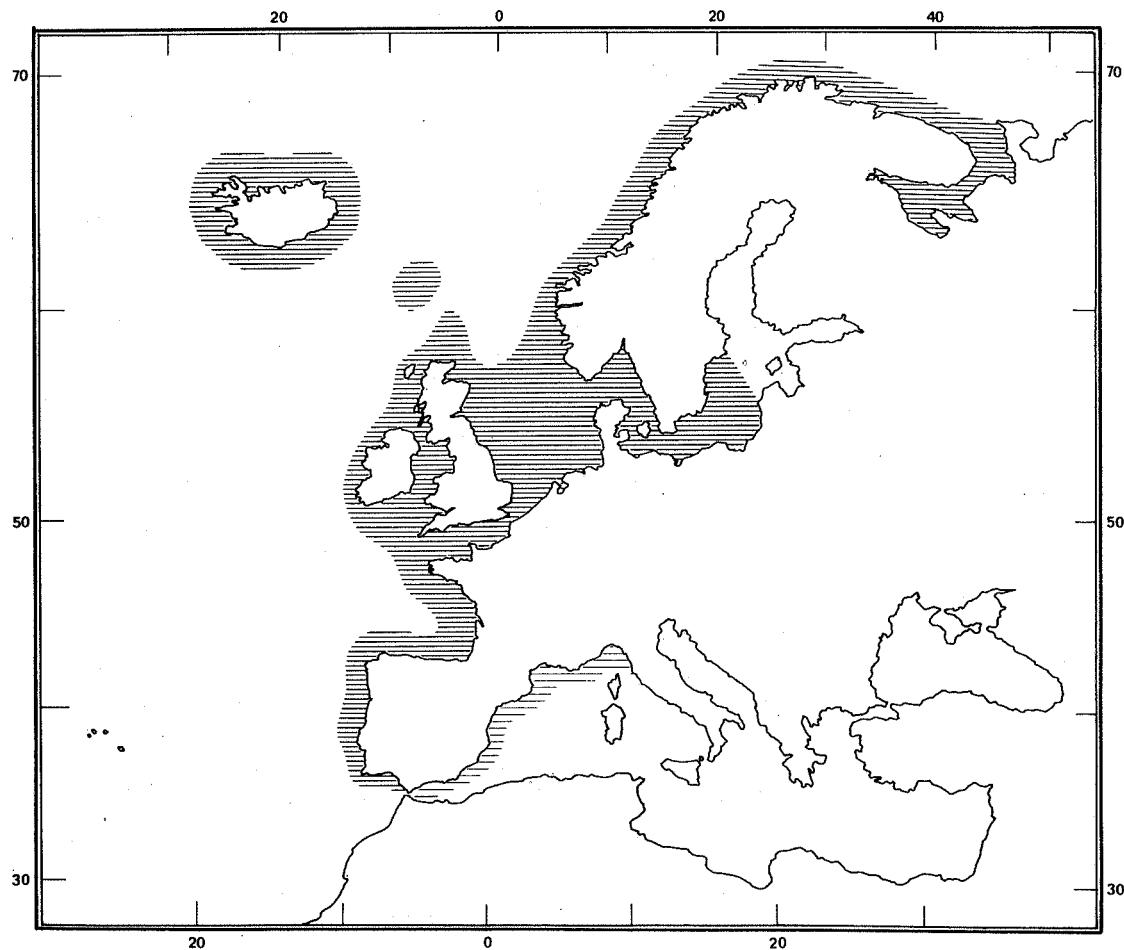
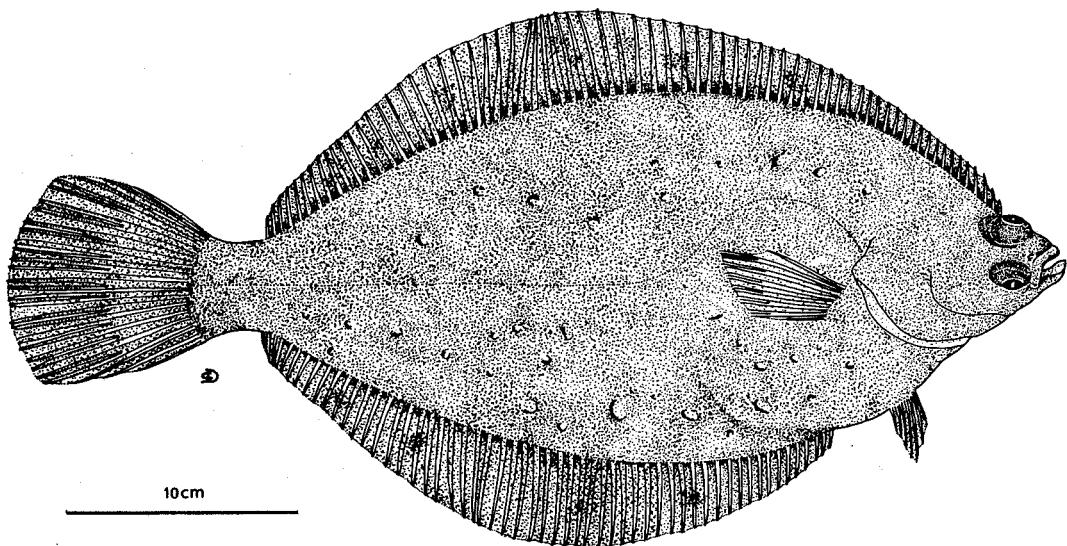


Fig. 15 - Distribution géographique de *Pleuronectes platessa*.

2.3.2. *LIMANDA LIMANDA* (LINNAEUS, 1758)

<i>Pleuronectes limanda</i>	LINNAEUS,	1758
<i>Pleuronectes limandula</i>	BONNATERRE,	1788
<i>Platessa limanda</i>	CUVIER,	1817
<i>Limanda vulgaris</i>	GOTTSCHE,	1835
<i>Limanda oceanica</i>	BONAPARTE,	1846
<i>Pleuronectes linguatula</i>	GRAY,	1854



Noms Fr. Limande; Br. Limandenn, Skanteg;
GB. Dab.

Des petites taches jaune citron bordées de brun et une nageoire pectorale orange facilitent la détermination de la Limande *Limanda limanda*.

- HABITAT :

Très commune le long des côtes de l'Europe occidentale, la Limande fréquente les fonds sableux et coquilliers où elle côtoie souvent *Pleuronectes platessa*. Elle peuple surtout la bande côtière des 100 mètres ; elle est plus rare au-delà et ne semble pas dépasser la profondeur des 200 mètres. Sur la plupart des zones, sa distribution bathymétrique est bien marquée : la majorité des individus vit entre le rivage et l'isobathe des 40 mètres ; le nombre de poissons capturés décroît ensuite régulièrement avec la profondeur. La situation inverse observée en Baltique (POULSEN, 1933) est étroitement liée à la salinité : le nombre de limandes, faible entre 0 et 40 mètres, augmente avec la profondeur et atteint son maximum entre 60 et 80 mètres. Les salinités de 13 à 15‰ sont, sur ces fonds, le triple de celles des eaux côtières.

Les jeunes limandes des groupes 0 et 1⁺ se mêlent rarement aux plies sur les nurseries et, à âge égal, se tiennent plus au large. Les zones d'abondance maximale se situent :

- entre 10 mètres et 20 mètres sur les côtes danoises (POULSEN, 1933),
- entre 4 mètres et 7 mètres dans les lochs écossais (EDWARDS et STEELE, 1968).

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 16) :

La Limande est une des espèces les plus communes de la Mer du Nord ; poisson d'eaux froides, son aire de répartition est surtout nordique : on la pêche sur les côtes européennes de la Mer Blanche au golfe de Gascogne, mais aussi en Islande. Elle ne semble pas dépasser vers le sud la latitude de San Sebastian (LOZANO et REY, 1960).

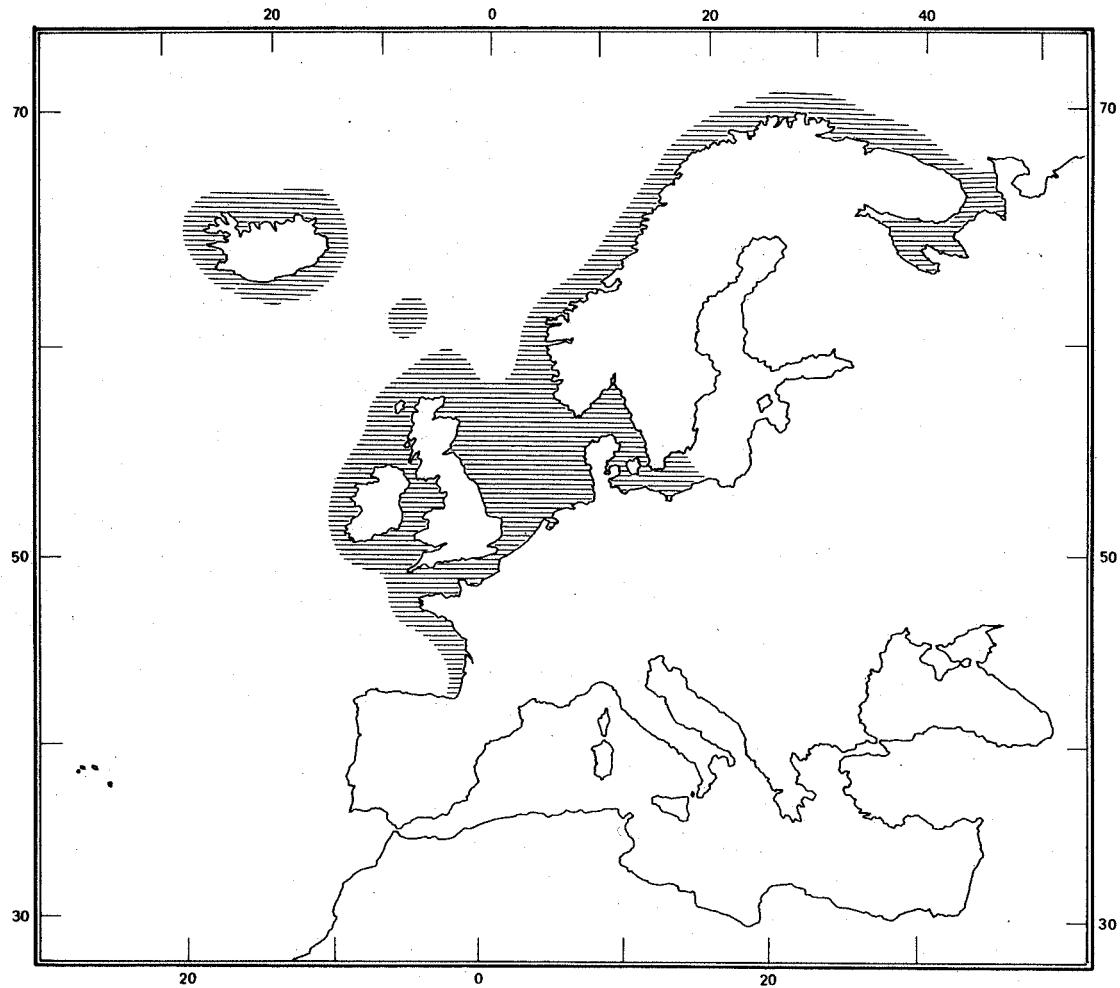
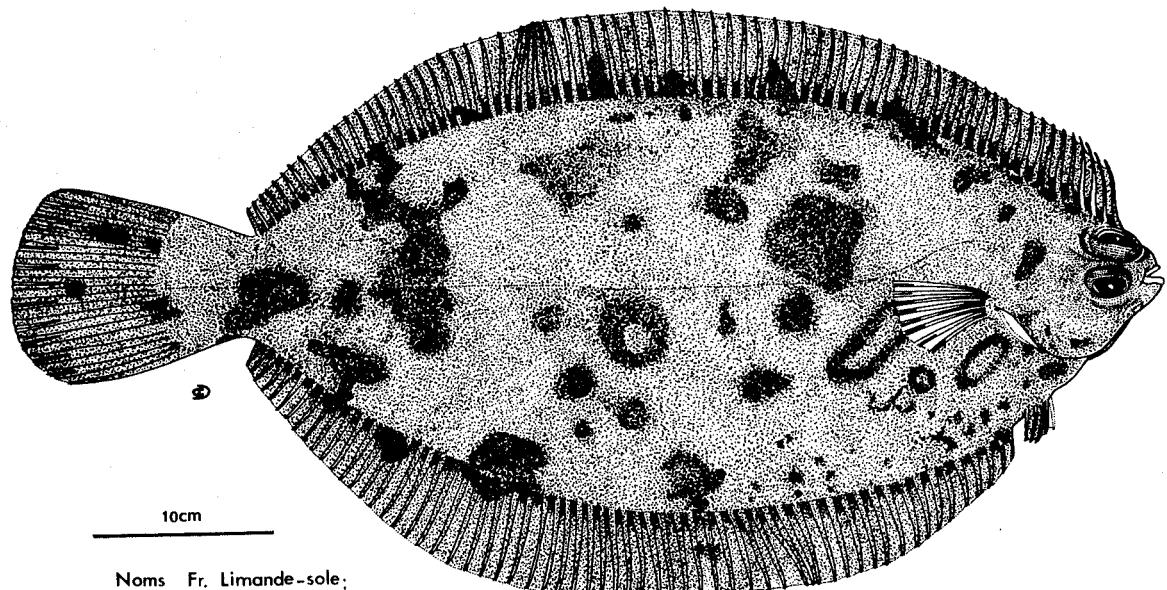


Fig. 16 - Distribution géographique de *Limanda limanda*.

2.3.3. *MICROSTOMUS KITT* (WALBAUM, 1792) *

<i>Pleuronectes kitt</i>	WALBAUM,	1792
<i>Pleuronectes microcephalus</i>	DONOVAN,	1803
<i>Pleuronectes laevis</i>	SHAW,	1803
<i>Platessa pola</i>	CUVIER,	1829
<i>Microstomus latidens</i>	GOTTSCHE,	1835
<i>Pleuronectes gilli</i>	STEINDACHNER,	1868
<i>Microstomus kitt</i>	NORMAN,	1934



Un corps ovale et une petite tête caractérisent la Limande-sole *Microstomus kitt*. La bouche, en position terminale, est entourée de lèvres charnues qui protègent une dentition régulière et serrée.

- HABITAT :

La Limande-sole est une espèce côtière, surtout abondante entre 40 et 200 mètres de fond ; elle est présente sur différents types de sédiments, mais semble préférer les graviers, les sables coquilliers et se tient fréquemment à proximité de roches.

- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 17) :

La Limande-sole est largement répandue le long des côtes européennes qu'elle fréquente du golfe de Gascogne à la Mer Blanche. Les principales concentrations, établies d'après les pêches commerciales et scientifiques, se trouvent à proximité des côtes est de l'Ecosse, aux Feroë et le long des côtes sud de l'Islande.

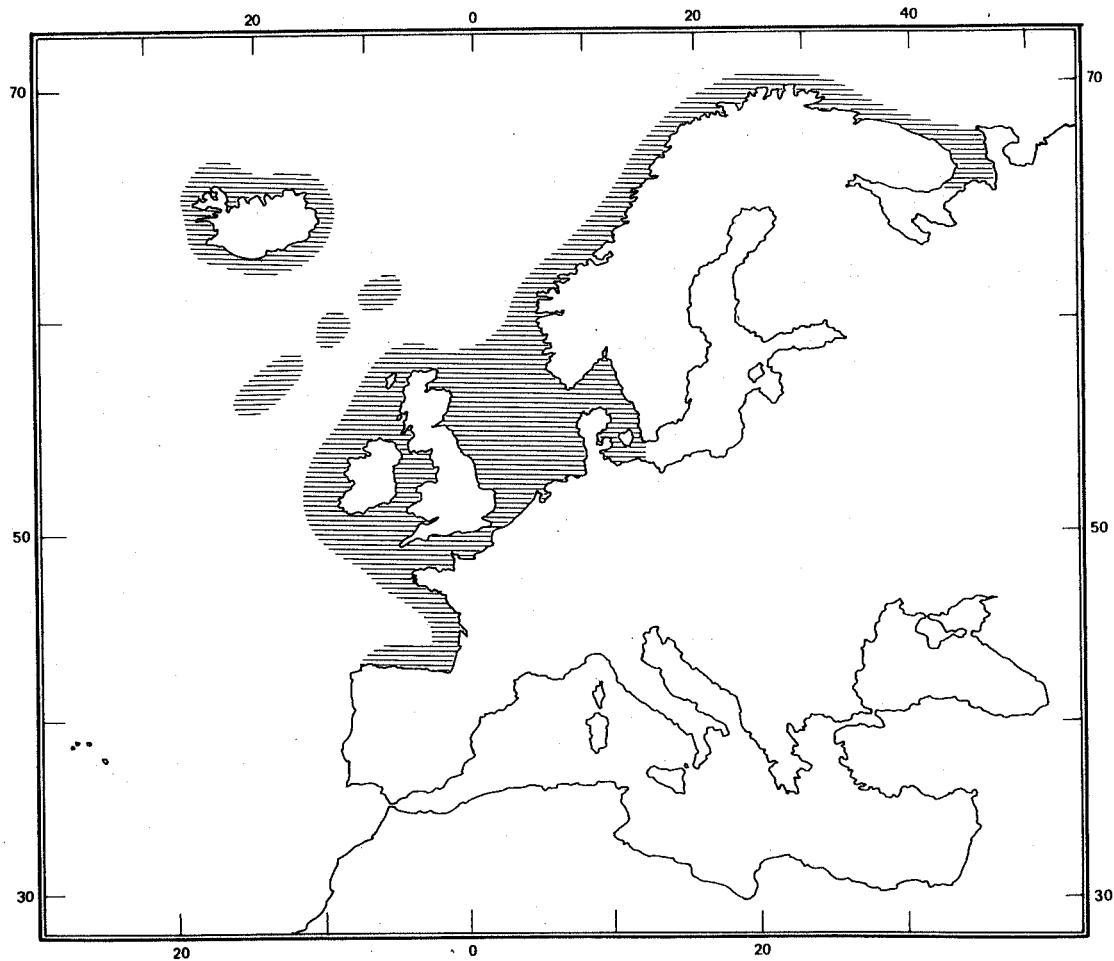
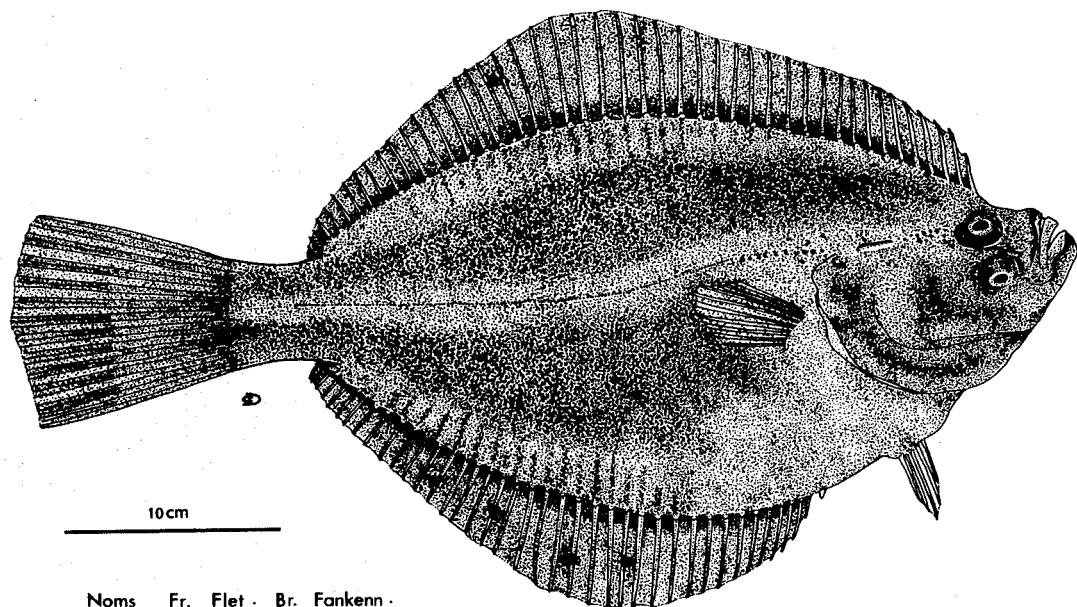


Fig. 17 - Distribution géographique de *Microstomus kitt*.

2.3.4. *PLATICHTHYS FLESUS FLESUS* (LINNAEUS, 1758)

<i>Pleuronectes flesus</i>	LINNAEUS, 1758
<i>Pleuronectes passer</i>	LINNAEUS, 1758
<i>Flesus vulgaris</i>	MOREAU, 1881
<i>Pleuronectes flesus</i> var. <i>leiurus</i>	DRUNCKER, 1892
<i>Pleuronectes flesus</i> var. <i>trachurus</i>	DRUNCKER, 1892
<i>Platichthys flesus flesus</i>	NORMAN, 1934
<i>Platichthys flesus</i>	WHEELER, 1969



Noms Fr. Flet ; Br. Fankenn ;
GB. Flounder.

Souvent confondu avec la Plie, le Flet *Platichthys flesus flesus* s'en distingue par sa couleur vert olive et la présence d'écaillles épineuses alignées à la base des nageoires dorsale et anale. La tête ne porte qu'un ou deux gros tubercules osseux au début de la ligne latérale, rugueuse au toucher dans la région antérieure surtout.

- HABITAT :

Le Flet et le Flet arctique *Liopsetta glacialis* (PALLAS, 1776) sont les seuls Pleuronectidae figurant au catalogue des "Poissons des eaux continentales d'Europe" (BANARESCU *et al.*, 1971). Bien connu pour sa tolérance envers l'eau douce, le Flet *P. flesus flesus* vit la majeure partie de l'année en estuaire ou dans tout autre endroit à basse salinité (fonds de fjords, abers, lagunes...). On le rencontre parfois très loin dans les fleuves, à la limite de la zone d'influence des marées, le plus souvent sur des fonds vaseux ou sablo-vaseux. En mer il dépasse rarement la limite des 50 mètres.

- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 18) :

P. flesus flesus est très commun sur les côtes européennes, de la Mer Blanche à la Méditerranée occidentale, où son extension vers l'est n'est pas véritablement connue.

L'existence de variétés locales est indiscutable mais aucune ne peut être élevée au rang de sous-espèce selon NORMAN (1934).

P. flesus flesus est remplacé en Adriatique par *Platichthys flesus italicus* (GUNTHER), en Mer Noire et en Mer de Marmara par *Platichthys flesus luscus* (PALLAS).

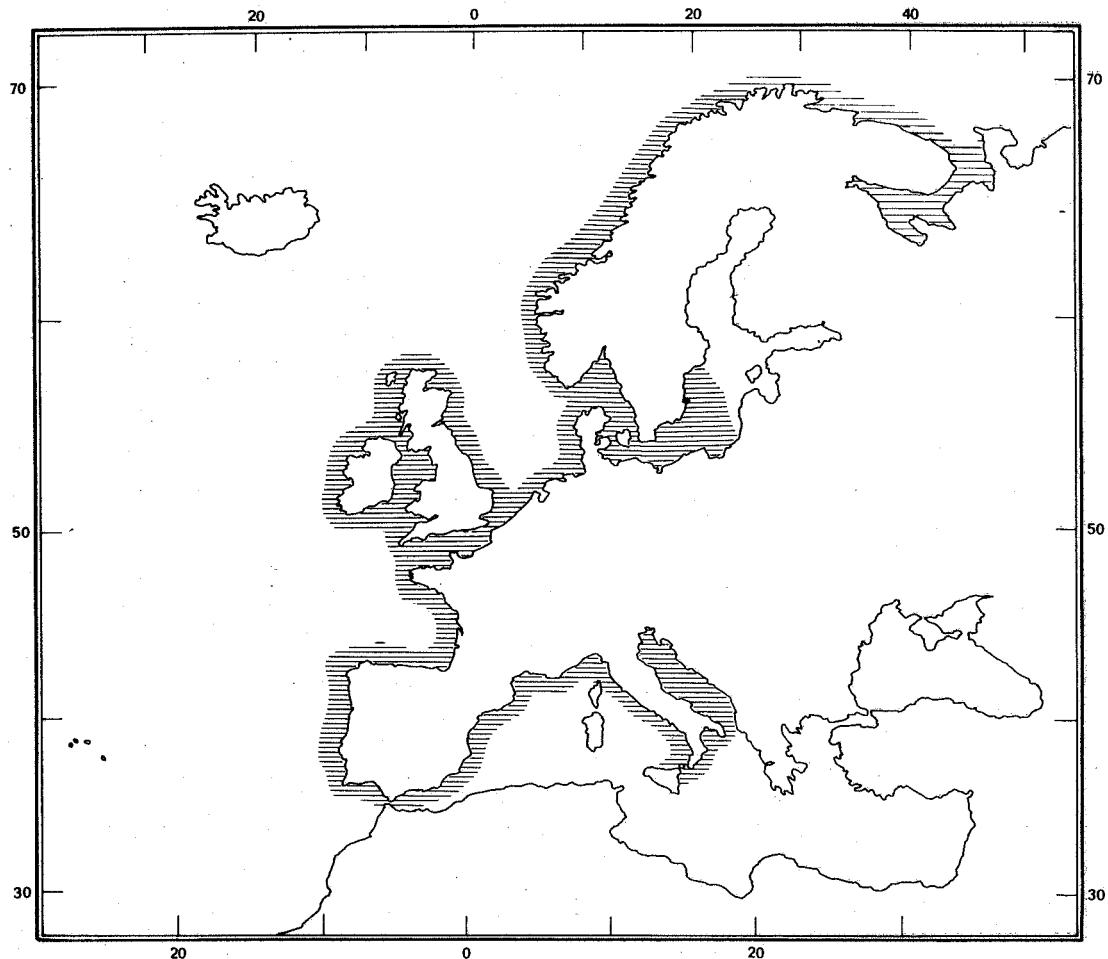


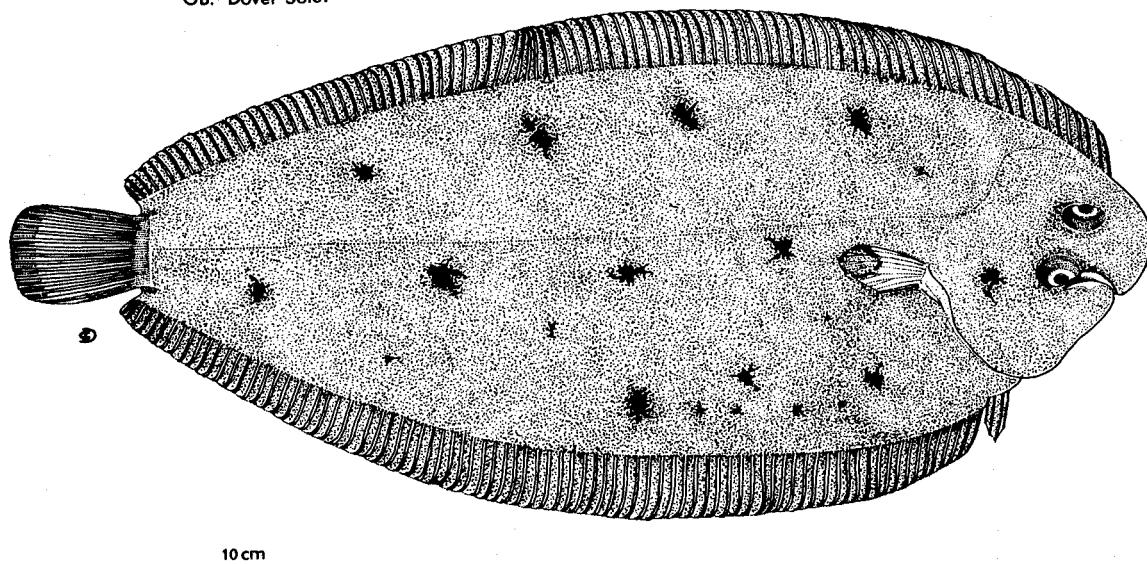
Fig. 18 - Distribution géographique de *Platichthys flesus flesus*.

2.4. LES SOLEIDAE

2.4.1. *SOLEA VULGARIS VULGARIS* (QUENSEL, 1806)

<i>Solea vulgaris</i>	QUENSEL,	1806
<i>Pleuronectes solea</i>	LINNAEUS,	1758
<i>Solea vulgaris</i>	COSTA,	1847-48
<i>Solea solea</i>	JORDAN & GOSS,	1889
<i>Solea vulgaris typica</i>	CHABANAUD,	1927
<i>Solea vulgaris vulgaris</i>	TORCHIO,	1971

Noms Fr. Sole; Br. Leizenn;
GB. Dover Sole.



Les deux nageoires pectorales de la Sole *Solea vulgaris vulgaris* sont bien développées ; celle de la face oculaire porte une tache elliptique noire mêlée de beige qui peut être retenue comme premier caractère de détermination pour l'espèce.

■ HABITAT :

Poissons côtiers, les soles peuplent surtout les fonds meubles de sables fins, les sédiments envasés et même les vases ; sur les côtes rocheuses, elles fréquentent les chenaux sableux et les fonds détritiques des estuaires ou des abers.

La distribution bathymétrique de l'espèce n'excède pas 150 mètres de fond ; les peuplements les plus importants sont très côtiers et, suivant les zones, se situent le plus souvent entre la ligne de rivage et les isobathes de 50 à 70 mètres.

Les très jeunes et les immatures restent en zone néritique, alors que les plus âgés se tiennent plus au large. La migration des reproducteurs vers la côte, à l'approche de la période de ponte, est généralement admise ; elle est suivie d'un retour à des eaux plus profondes après le frai.

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 19) :

Les grandes possibilités d'adaptation de *Solea vulgaris* ont permis à l'espèce de se distribuer, dans l'Atlantique est, des côtes de Scandinavie au Sénégal ; elle remonte en Baltique ouest et fréquente les parages des îles Canaries. On la rencontre en Méditerranée sur toutes les côtes, sauf celles de l'Afrique du Nord, de la Tunisie à l'Egypte. Sa fréquence y est toutefois beaucoup plus variable qu'en Atlantique, principalement en Adriatique et en Mer Ionienne. L'aire de répartition s'étendrait vers l'est jusqu'à la Mer de Marmara, le Bosphore et le sud de la Mer Noire.

Il nous paraît important de signaler ici la présence le long des côtes de Charente-Maritime d'une population de *Solea senegalensis* KAUP 1858, dont la distribution géographique tendrait à chevaucher vers le nord celle de *Solea vulgaris* (LAGARDERE *et al.*, 1979). La présence de points bleus sur le côté droit de *S. senegalensis* aide efficacement la détermination ; la confusion avec la Sole commune reste toutefois possible pour un observateur non averti. Nous n'avons, pour notre part, jamais rencontré cette espèce en baie de Douarnenez.

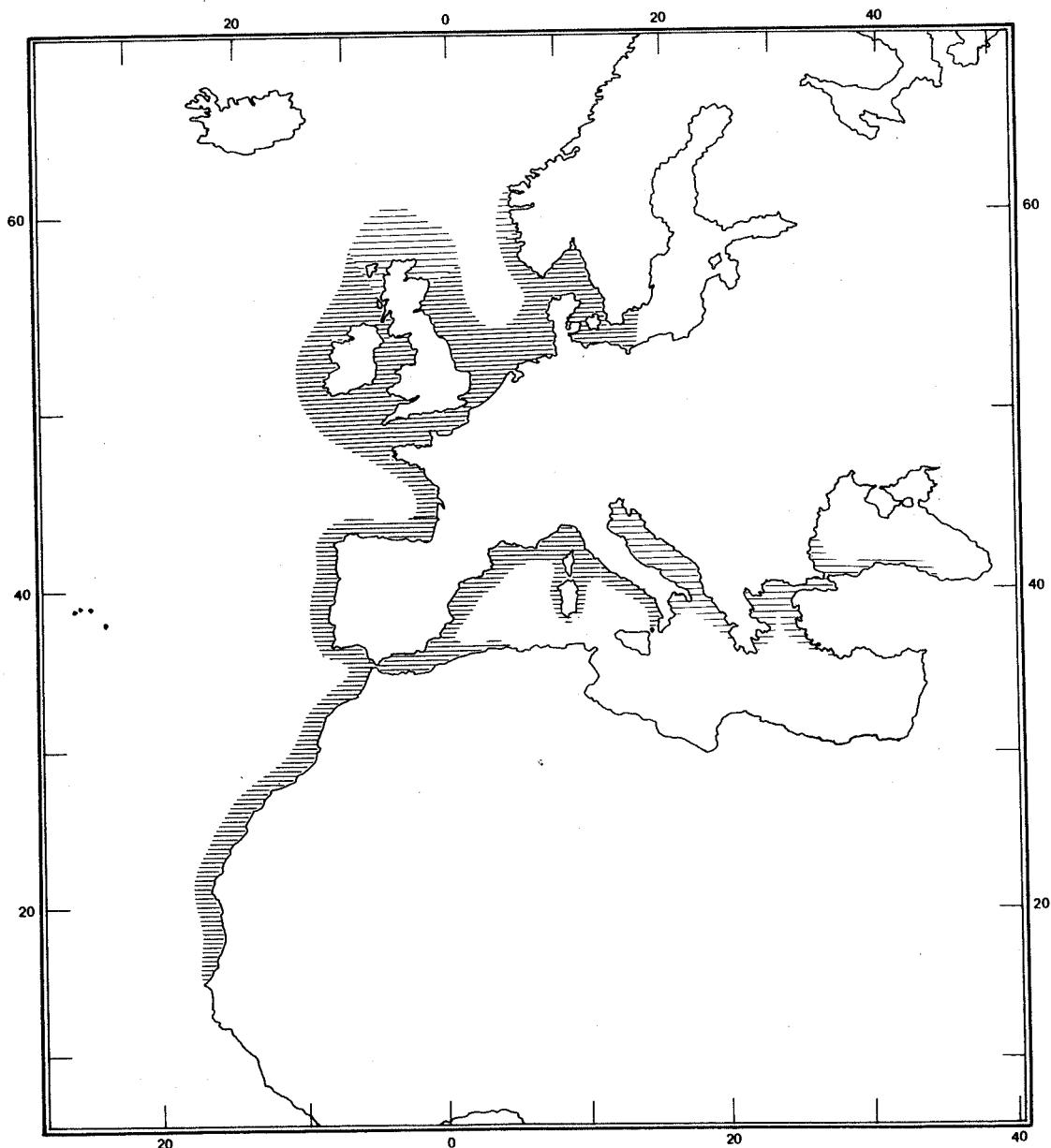
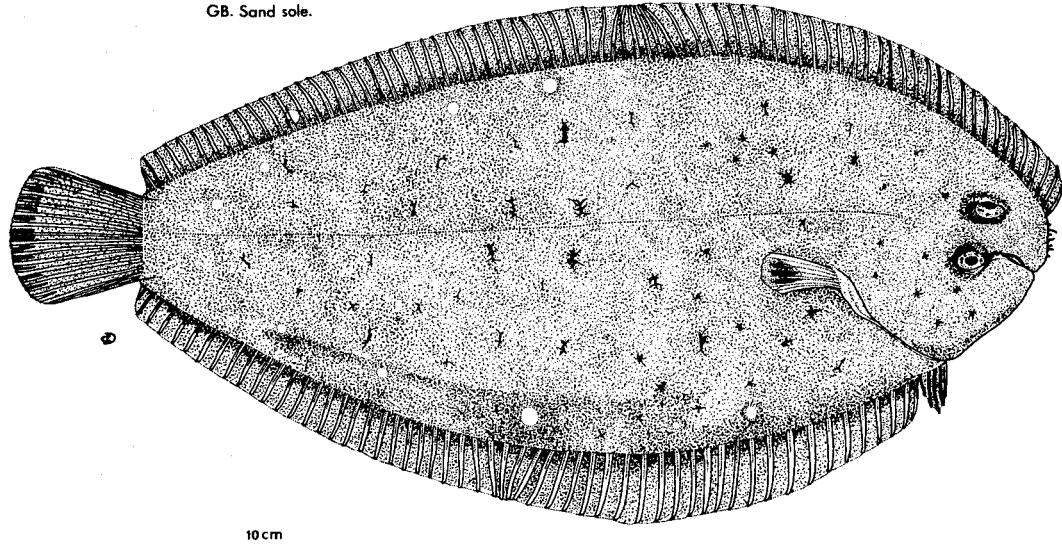


Fig. 19 - Distribution géographique de *Solea vulgaris vulgaris*.

2.4.2. *SOLEA LASCARIS* (RISSO, 1810)

<i>Pleuronectes lascaris</i>	RISSO,	1810
<i>Solea lascaris</i>	RISSO,	1826
<i>Solea pegusa</i>	YARRELL,	1829
<i>Solea scriba</i>	VALENCIENNES,	1839
<i>Solea (Pegusa) lascaris</i>	GUNTHER,	1862
<i>Solea (Pegusa) aurantiaca</i>	GUNTHER,	1862
<i>Solea (Pegusa) margaritifera</i>	GUNTHER,	1862
<i>Pegusa lascaris</i>	BINI,	1968

Noms Fr. Solette, Sole pole;
GB. Sand sole.



La Solette *Solea lascaris* se différencie aisément de *S. vulgaris* par la présence, du côté aveugle, d'un tube narial inhalant épanoui en un disque offrant l'aspect d'une rosette* ; la périphérie est garnie de processus séti-formes, comme chez la plupart des Soleidae. La nageoire pectorale du côté droit porte en son centre une tache noire bordée de jaune, très différente de celle observable chez *Solea vulgaris*.

■ HABITAT :

Solea lascaris vit en eaux peu profondes sur des fonds de sables fins ou grossiers à débris coquilliers. Très côtière, elle ne semble pas dépasser vers le large la profondeur-limite de 50 mètres.

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 20) :

Solea lascaris peuple l'ensemble du bassin méditerranéen, de la Méditerranée occidentale à la Mer Noire. Elle remonte le long des côtes atlantiques européennes jusqu'en Bretagne ; elle n'est pas rare en Manche occidentale, mais le devient vers le nord en mer d'Irlande et Mer du Nord. Très répandue au sud de Gibraltar, l'espèce a colonisé l'ensemble des côtes atlantiques africaines, jusqu'au Natal.

*CHABANAUD (1949), dans un ouvrage sur les "Téléostéens dissymétriques", en donne une description très détaillée.

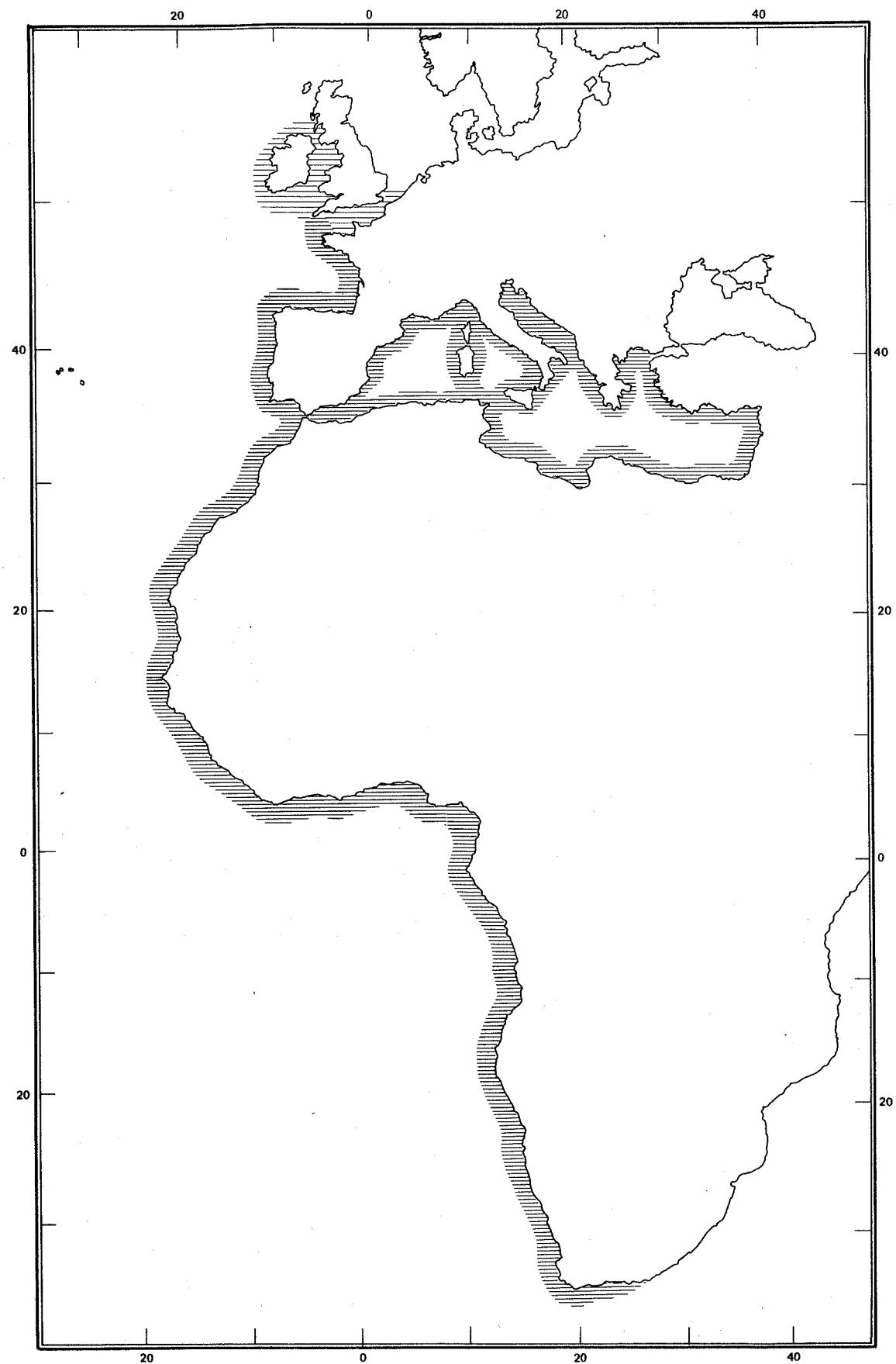
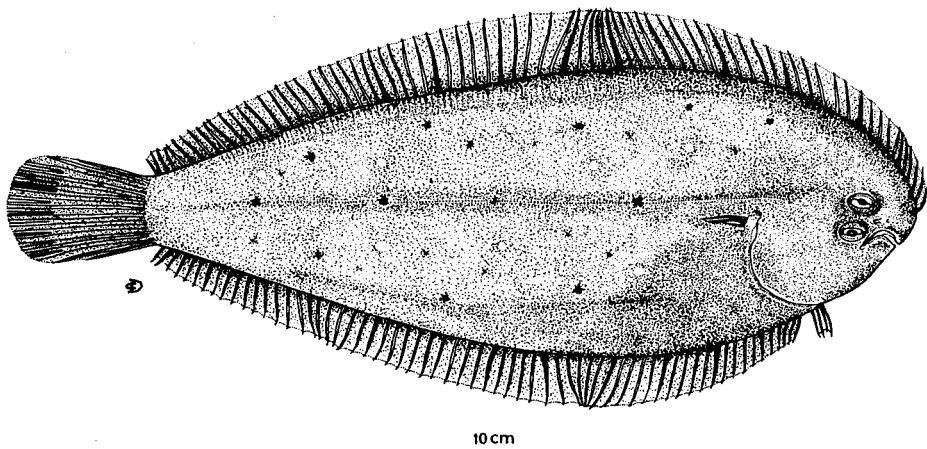


Fig. 20 - Distribution géographique de *Solea lascaris*.

2.4.3. *BUGLOSSIDIUM LUTEUM* (RISSO, 1810)

<i>Pleuronectes luteus</i>	RISSO,	1810
<i>Rhombus luteus</i>	RISSO,	1826
<i>Solea lutea</i>	BONAPARTE,	1833
<i>Monochirius minutus</i>	PARNELL,	1837
<i>Microchirus luteus</i>	BONAPARTE,	1846
<i>Monochirus luteus</i>	COSTA O.G.,	1847
<i>Solea boscanion</i>	CHABANAUD,	1926
<i>Microchirus boscanion</i>	CHABANAUD,	1927
<i>Microchirus minutus</i>	CHABANAUD,	1927
<i>Monochirus boscanion</i>	FOWLER,	1936
<i>Buglossidium luteum</i>	DIEUZEIDE et al.,	1955
<i>Microchiropsis boscanion</i>	CHABANAUD,	1956



Noms Fr. Langue de chat, Solenette; Br. Teod-kaz;
GB. Solenette.

La taille réduite de la nageoire pectorale gauche, la pigmentation noire et régulière des rayons de l'anale et de la dorsale, le nanisme des adultes, permettent une détermination rapide de la Solenette (ou "langue de chat") *Buglossidium luteum*, fréquemment confondue avec les très jeunes soles.

■ HABITAT :

Commune sur tous les fonds de sable, *Buglossidium luteum* habite surtout la bande côtière comprise entre la zone intertidale et l'isobathe des 40 mètres ; une minorité vit à plus grande profondeur, entre 40 et 80 mètres. Sa distribution bathymétrique s'élargirait localement et on la pêcherait encore à 250 mètres (LOZANO et REY, 1960).

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 21) :

B. luteum est largement répandu le long des côtes européennes de la Baltique à Gibraltar ; elle ne forme au nord des îles britanniques que des populations locales, mais abonde sur les fonds qui lui conviennent en mer d'Irlande. Sa distribution s'étend vers l'est en Méditerranée et en Adriatique où elle est aussi très commune ; elle pénétrerait, comme *S. lascaris*, en mer de Marmara et en Mer Noire.

L'espèce vit aussi le long des côtes atlantiques de l'Afrique et serait à Angola à sa limite sud de répartition.

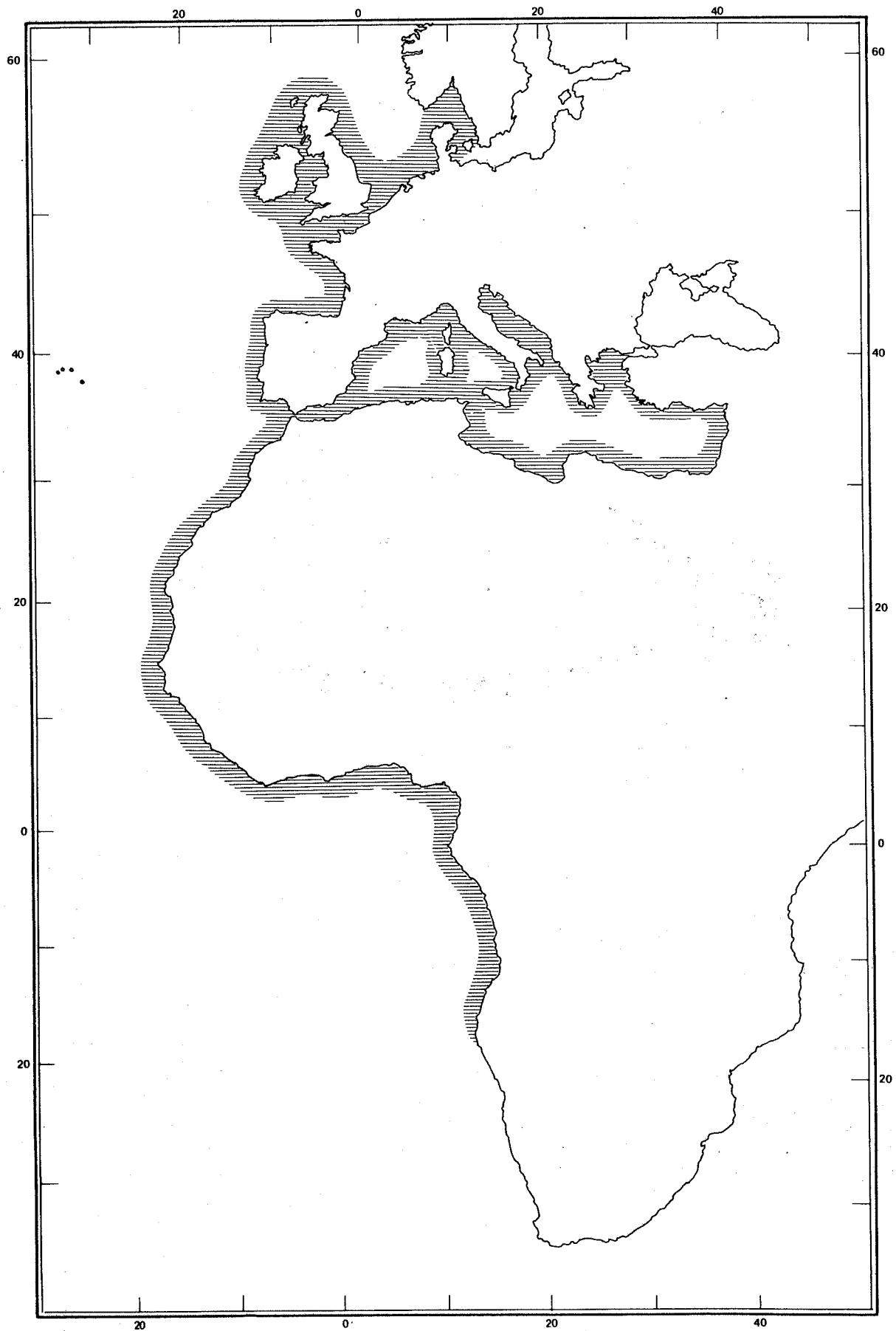
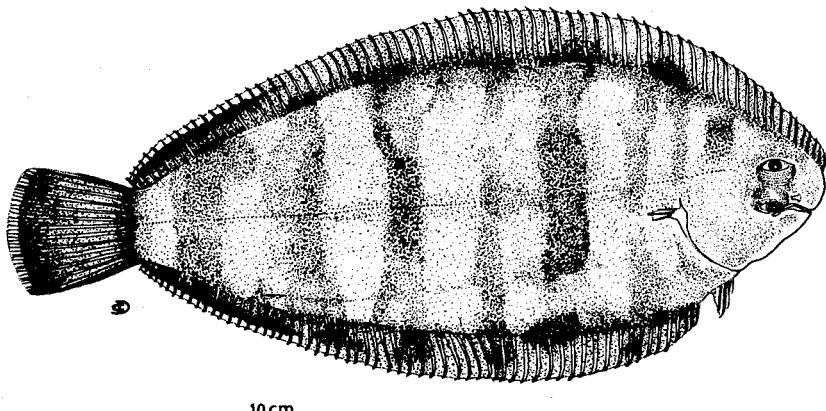


Fig. 21 - Distribution géographique de *Buglossidium luteum*.

2.4.4. *MICROCHIRUS VARIEGATUS* (DONOVAN, 1808)

<i>Pleuronectes variegatus</i>	DONOVAN,	1808
<i>Pleuronectes microchirus</i>	DELAROCHE,	1809
<i>Pleuronectes Mangili</i>	RISSO,	1810
<i>Rhombus Mangili</i>	RISSO,	1826
<i>Pleuronectes fasciatus</i>	NARDO,	1827
<i>Solea Mangili</i>	BONAPARTE,	1833
<i>Monochirius lingula</i>	COSTA O.G.,	1847
<i>Solea variegata</i>	GUNTHER,	1862
<i>Microchirus variegatus</i>	MOREAU,	1881
<i>Solea (Microchirus) variegata</i>	TORTONESE,	1947



Noms Fr. Sole panachée; GB. Thickback-sole.

Quatre à cinq barres pigmentaires brunes, d'intensité variable, ornent le corps de la Sole panachée *Microchirus variegatus*; la nageoire pectorale du côté aveugle est aussi très réduite, comme chez *Buglossidium luteum*.

- HABITAT :

La Sole panachée, localement appelée Céteau, n'est pas une espèce littorale de petits fonds; typique du circalittoral côtier, elle peuple surtout le plateau continental de 50 mètres à 150 mètres. Elle devient assez rare sur la partie supérieure du talus, mais on la trouve encore, sur la côte atlantique française, à 400 mètres de fond (SORBE, 1972).

Elle vit rarement à la côte en deçà de l'isobathe des 30 mètres.

- DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 22) :

En Atlantique, *M. variegatus* peuple les côtes de l'Europe et de l'Afrique : sa distribution s'arrête au nord des îles britanniques sur le plateau continental européen ; elle descend vers le sud jusqu'aux côtes du Sénégal. Elle pénètre en Manche occidentale, mais semble s'y limiter. Elle fréquente toutes les côtes de la Méditerranée et de l'Adriatique.

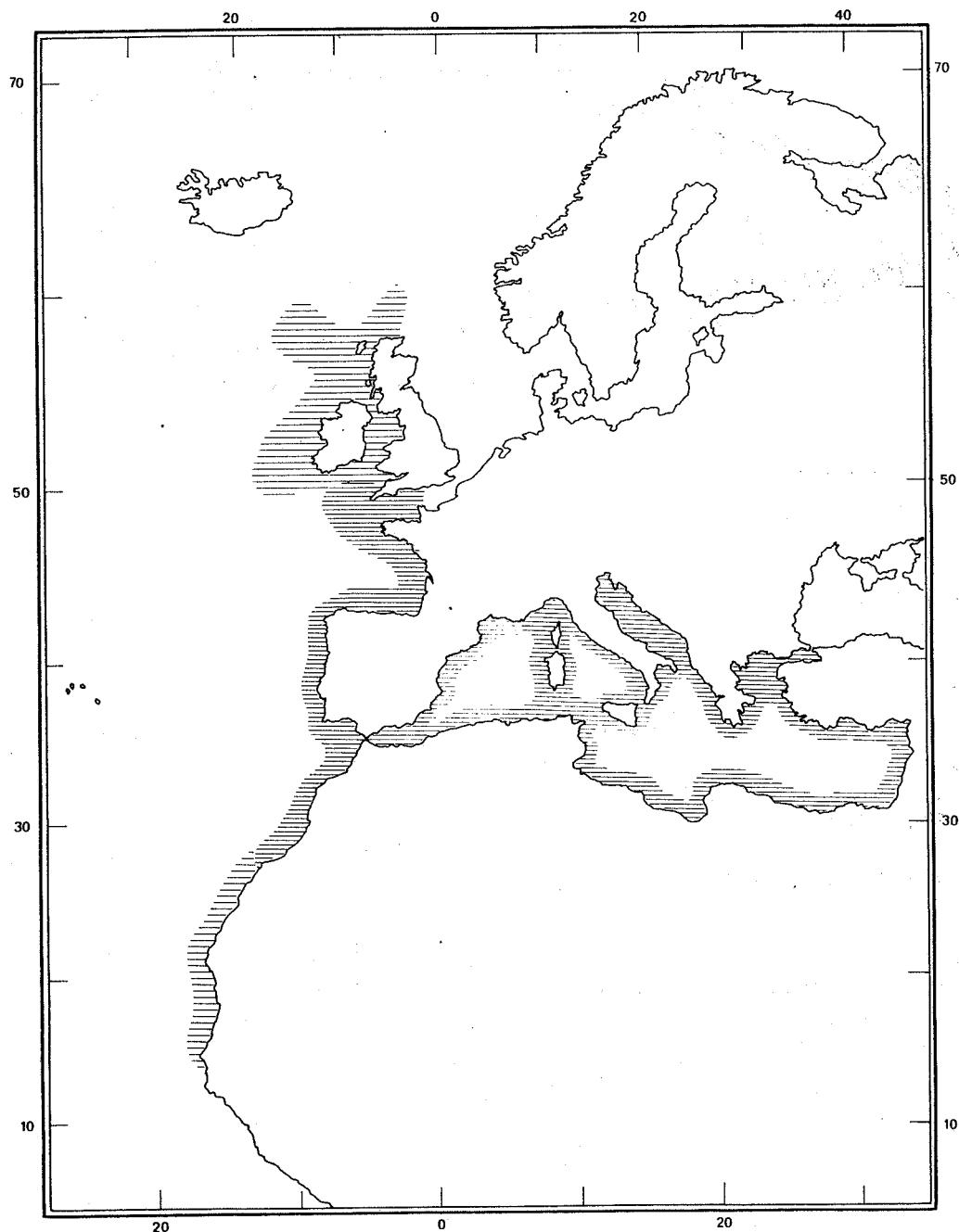
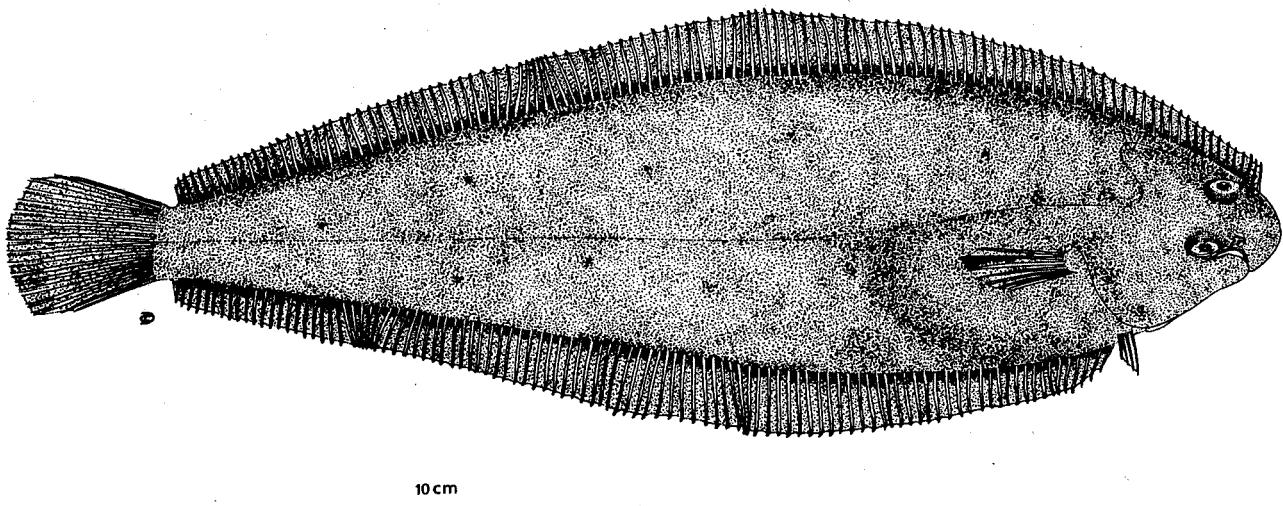


Fig. 22 - Distribution géographique de *Microchirus variegatus*.

2.4.5. *DICOLOGOGLOSSA CUNEATA* (MOREAU, 1881) *

<i>Solea cuneata</i>	MOREAU,	1881
<i>Solea angulosa</i>	KAUF,	1858
<i>Solea cuneata</i>	CHABANAUD & MONOD,	1926
<i>Dicologlossa cuneata</i>	CHABANAUD,	1927
<i>Dicologlossa cuneata</i>	CHABANAUD,	1931

Nom Fr. Céteau.



Le corps très allongé du Céteau *Dicologlossa cuneata* porte de petites taches bleues éparses et une ligne latérale sinuuse au niveau de la tête.

■ HABITAT :

Les plus grandes populations de céteaux *Dicologlossa cuneata* se localisent, sur la côte atlantique française, entre l'île d'Oléron et Arcachon, sur les sables vaseux et les sables fins, de 0 à 80-100 mètres de profondeur (FOREST, 1975).

■ DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE (Fig. 23) :

Le Céteau a une aire de distribution vaste mais discontinue : en Atlantique, elle s'étend du golfe de Gascogne jusqu'en Afrique du Sud. Il abonde par endroits (côtes du Maroc et de Mauritanie), mais devient rare dans d'autres (côtes ibériques, golfe de Guinée). En Méditerranée, il peuple les côtes d'Afrique du Nord jusqu'à Alger, ainsi que celles de la Mer d'Alboran.

Dans le golfe de Gascogne, il ne semblait pas dépasser, jusqu'à présent, l'embouchure de la Loire.

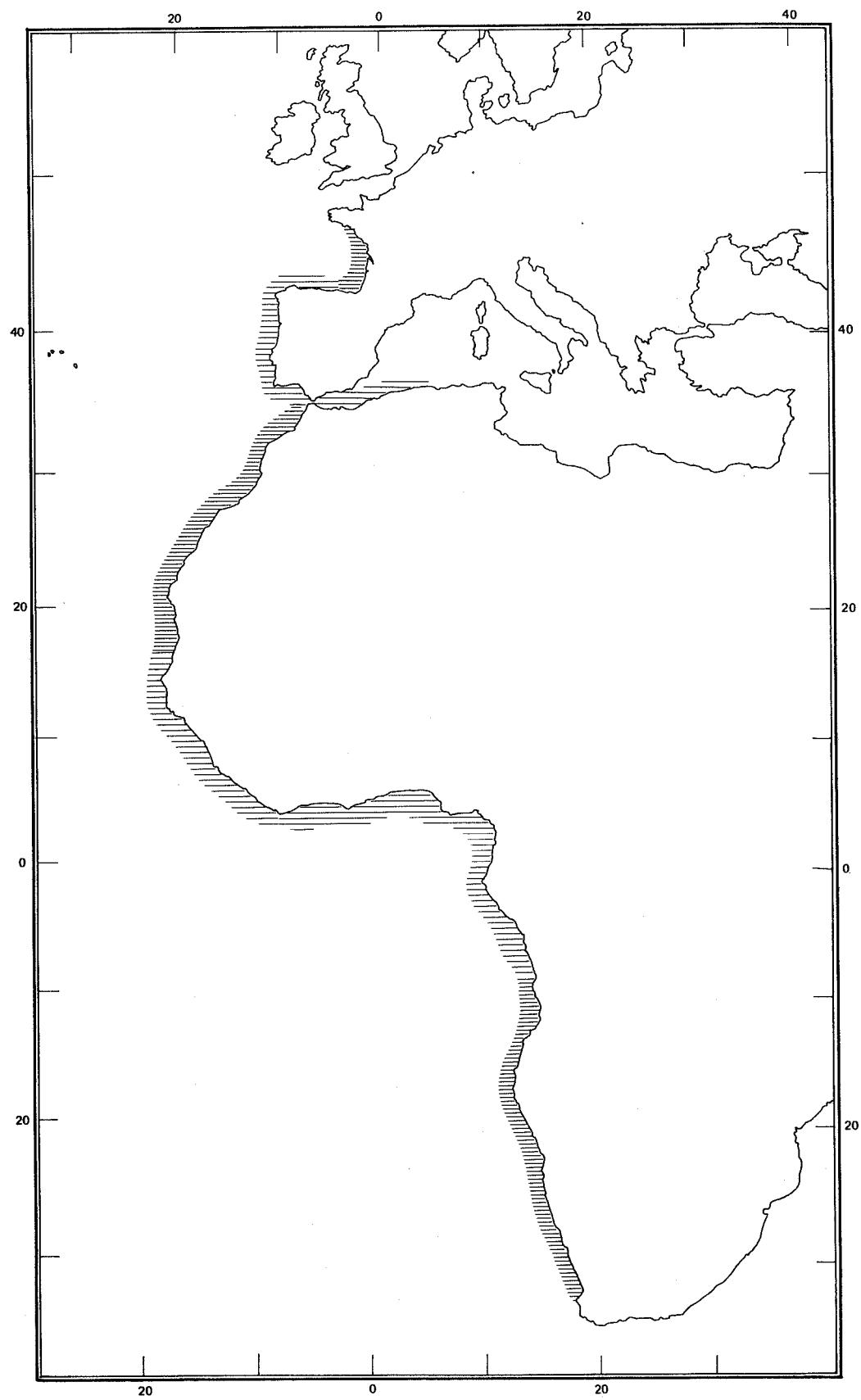


Fig. 23 - Distribution géographique de *Dicologoglossa cuneata*.



PREMIERE PARTIE

MOYENS À LA MER

ET

MÉTHODES D'ÉTUDE



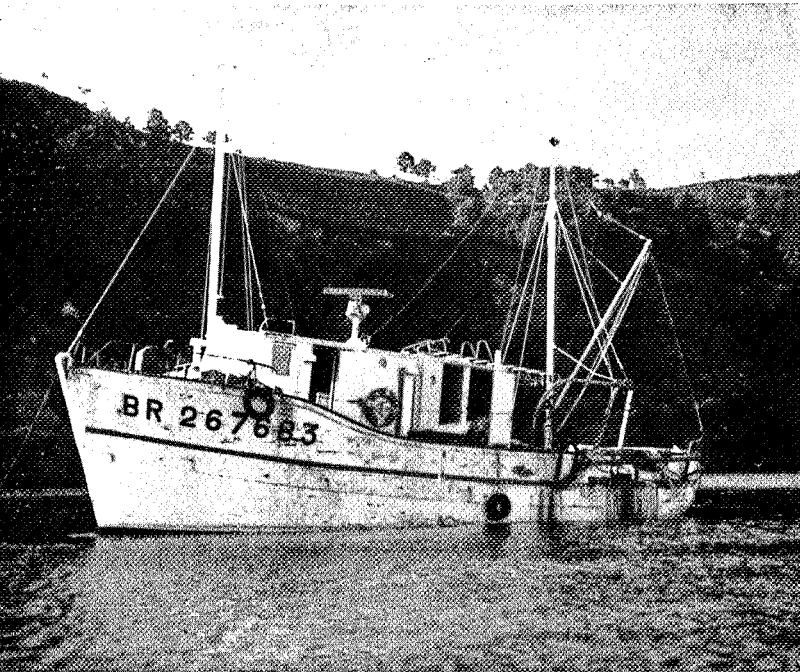
I - LES MOYENS A LA MER

1. LES NAVIRES ET LE CHALUTAGE

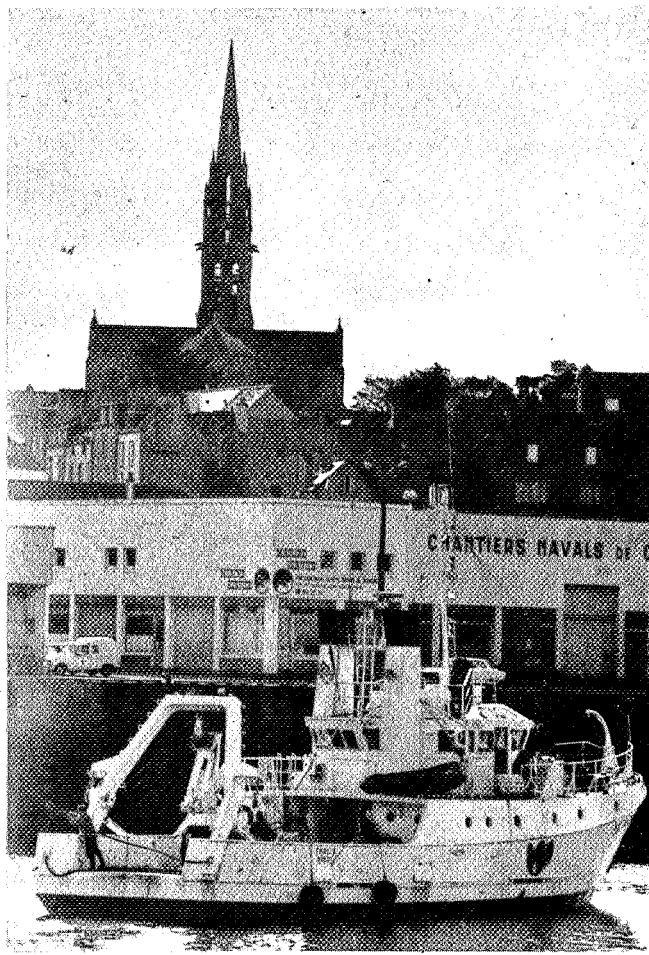
Les pêches et les prélèvements ont été réalisés à bord des navires océanographiques "GWALARIN" du Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.) et "THALIA" du Centre National pour l'Exploitation des Océans (C.N.E.X.O.). Ces deux bateaux nous ont permis de travailler en baie de Douarnenez en dehors de la période légale d'ouverture du chalutage, nous donnant ainsi la possibilité d'échantillonner régulièrement. Cette régularité ne fut cependant acquise que progressivement et cette étude n'aurait pu commencer en 1973 sans la participation de deux bateaux de pêche de Douarnenez : le "MASSABIELLE" et "YVONNICK". Armés pour la pêche sardinière la majeure partie de l'année, ces deux bateaux ont, avec quelques autres unités de Douarnenez, l'autorisation de chaluter en baie du 10 décembre à la fin du mois de mars. Ces chalutages côtiers ne sont consentis que dans le périmètre des eaux de la baie, limité à l'ouest par l'alignement Cap de la Chèvre - les Croms. Les autorisations, ressenties par certains comme un privilège, remontent à plusieurs générations et sont étroitement surveillées par les autorités maritimes. Elles ont le double avantage de protéger la faune de chalutages intensifs qui lui seraient préjudiciables et d'assurer à quelques équipages une activité de pêche hivernale, pas toujours très lucrative.

Le suivi des espèces a, dans un premier temps, été complété par deux navires de location : l' "ARMORIQUE" de Concarneau et le "MEN HIR" de Douarnenez.

Soucieux de n'étudier que les espèces propres à la baie, nous avons effectué nos chalutages à l'intérieur de la limite ouest donnée par les Affaires Maritimes.



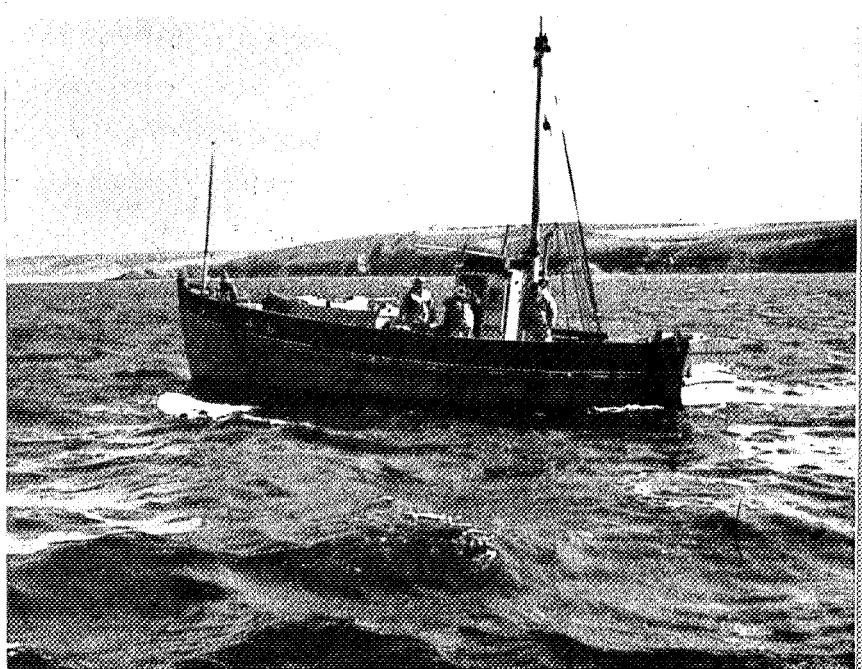
N.O. GWALARN (Brest)
C.N.R.S.



N.O. THALIA (Brest)
C.N.E.X.O.



YVONNICK (Douarnenez)



MASSABIELLE (Douarnenez)

2. LE TYPE DE CHALUT UTILISE

Le chalut à perche est un engin de capture peu utilisé dans les eaux côtières bretonnes principalement en raison :

- des affleurements rocheux et des "basses" qui réduisent le nombre de zones propices au chalutage ;

- des interdits permanents ou temporaires destinés à protéger la faune des fonds meubles, des baies de Concarneau, Douarnenez et de la rade de Brest en particulier.

La plupart des bateaux côtiers travaillant dans la limite des 30 mètres sont gréés en lignes, filets droits, bolinches, dragues ou casiers. Les fonds de la Grande Vasière, dans le suroît de Penmarc'h, sont par contre très exploités au chalut à panneaux, par les pêcheurs bigoudens en majeure partie.

D'origine nordique, le chalut à perche est particulièrement bien adapté à la pêche des poissons plats, pour laquelle il a été conçu. Le gréement en est simple : en général plus court qu'un chalut à panneaux de même ouverture, ce chalut est monté sur une perche en bois ou en métal qui en assure l'ouverture. Les patins, aux extrémités, glissent sur le fond et maintiennent constante la hauteur d'eau chalutée. Une guirlande de chaînes améliore le travail du bourrelet en dégageant les poissons plats du fond ; quelques flotteurs sur la corde de dos n'augmentent pas la hauteur d'ouverture du filet. L'effort de traction est en effet tel qu'elle ne dépasse pas le niveau de la perche. Le bourrelet, de son côté, ne travaille pas sur l'ensemble de sa longueur et les parties latérales sont nettement moins efficaces (observations en plongée).

Plusieurs raisons nous ont amenés à utiliser ce type de chalut :

- Les fonds chalutables ne sont pas rares en baie de Douarnenez ;
- La quasi-totalité des espèces de poissons plats est vulnérable au chalut ;
- C'est le moyen de pêche des professionnels dont les bateaux ont constitué pendant deux ans notre seul moyen à la mer.

Forts de leurs conseils, nous avons gréé nos propres chaluts en les adaptant aux navires de recherche mis à notre disposition :

- un chalut de 4 mètres d'ouverture, d'un maillage de 70 millimètres dans le dos et le ventre, 50 millimètres dans le cul, pour équiper le "GWALARN" ;
- un chalut de même ouverture, à petits maillages (20 et 15 millimètres) destiné à la prospection des nurseries* ;
- un chalut de 10 mètres d'ouverture, identique à ceux des pêcheurs (70 et 60 millimètres - mailles étirées) dont nous avons suivi les chalutages, tous les hivers depuis décembre 1974 ; ce chalut équipait le "THALIA".

Ces chaluts étaient montés sur des perches métalliques portant des patins de 35 centimètres de haut pour la perche de 4 mètres, et de 50 centimètres pour celle de 10 mètres.

Les chalutages et les prélèvements ont donc été réalisés avec des moyens à la mer différents, pouvant se résumer ainsi :

NAVIRE	LONGUEUR (m)	PUISSEANCE CV	CHALUT	MAILLAGE (mm)	PERCHE
Yvonnick	13,4	120	10 m	70-60	Bois
Massabielle	12,4	120	10 m	70-60	Bois
Men Hir	7,0	90	4 m	70-50	Métal
Armorique	13,5	120	10 m	70-60	Métal
Gwalarn	12,5	90	4 m	70-50	Métal
Gwalarn	"	"	"	20-15	Métal
Thalia	25,0	300	4 m	70-50	Métal
Thalia	"	"	10 m	70-60	Métal

*Le terme de "nourricerie" conviendrait mieux ici ; nous lui préférions toutefois celui de "nurserie", plus souvent employé.

3. MOYENS D'ETUDE DES NURSERIES

La plupart des espèces de Pleuronectiformes de notre région ont des nurseries littorales ou côtières, voire même intertidales. Il n'existe pas d'engins de pêche normalisés pour l'étude des jeunes sur leurs nurseries ; les filets ont cependant tous une caractéristique commune : le petit maillage. La vulnérabilité décroissant avec l'augmentation de taille des poissons, il est d'autre part nécessaire d'adapter le moyen de capture si l'on veut échantillonner, dans le temps, l'ensemble du groupe 0 d'une espèce.

N'ayant eu que de faibles taux de captures avec le "push-net" de RILEY, nous avons utilisé des engins plus classiques qui nous ont donné de bons résultats :

- des haveneaux à crevettes (10 millimètres de maillage) pour la prospection et la capture de très jeunes individus immédiatement après la métamorphose. D'ouverture relativement faible (75 centimètres) mais d'une grande maniabilité, le haveneau permet de bonnes pêches (50 à 100 alevins de turbots/personne/heure).

- une senne de plage de 50 mètres (14 millimètres de maillage dans les "ailes" et 10 millimètres dans la poche centrale) bien plus efficace que les haveneaux qu'elle remplace dès que les poissons, plus mobiles, deviennent difficiles à capturer. Elle donne cependant de moins bons résultats pour les très petits individus qui s'échappent probablement au moment du halage, lorsque le filet, soulevé par le ressac, décolle un peu du fond.

- un chalut à petit maillage pour la recherche et l'étude de nurseries infralittorales ou néritiques.



II - LES METHODES D'ETUDE DE LA REPRODUCTION

1. LES PRELEVEMENTS

1.1. LES PRELEVEMENTS D'ORGANES

Les prélèvements ont été réalisés :

- au laboratoire, le lendemain de la pêche dans le cas de sorties de journée avec les professionnels ;
- à bord des navires de recherches, à quai, immédiatement après les chalutages lors de missions de plusieurs jours à Douarnenez.

Les pesées et l'échantillonnage de foie ou de glandes génitales ont donc toujours été effectués sur des organes frais.

Pour chaque poisson faisant l'objet de prélèvements, nous avons :

- pesé le foie (vésicule biliaire crevée) pour l'établissement ultérieur du rapport gonado-somatique (R.H.S.) ;
- prélevé et pesé les ovaires, ou les testicules, destinés au suivi du rapport gonado-somatique (R.G.S.) ou à l'histologie.

Une gamme de pesons de précision nous a permis d'avoir à bord une bonne précision dans nos mesures (du dixième de gramme au gramme près) et de pallier l'impossibilité d'utiliser en mer une balance de précision.

1.2. L'ECHANTILLONNAGE POUR L'HISTOLOGIE

Les prélèvements destinés à l'étude histologique ont été effectués, le plus souvent, immédiatement après la mort de l'animal.

Nous avons échantillonné le plus régulièrement possible afin d'acquérir une bonne vue d'ensemble du cycle sexuel de chaque espèce en cernant plus

particulièrement les phénomènes de maturation, de vitellogenèse et d'atrésie nécessaires à la détermination des périodes de ponte. Les femelles sont, à cet effet, plus intéressantes que les mâles dont la production de gamètes est plus étalée dans le temps. L'étude histologique des testicules ne permet pas, contrairement à celle des ovaires, de déterminer avec précision l'époque de la reproduction. Nous nous sommes limités, pour cette raison, au suivi de l'évolution sexuelle des femelles, sans toutefois négliger les variations du rapport gonado-somatique des mâles.

Chez les Pleuronectiformes la production d'ovocytes et leur maturation se réalisent uniformément dans les différentes parties de l'ovaire. L'asymétrie des gonades n'affecte pas l'ovogenèse dont les étapes apparaissent identiques et simultanées dans les deux ovaires. Il n'est donc pas nécessaire de multiplier les prélèvements sur un même poisson (LAHAYE, comm. pers.).

Les échantillons, d'un volume inférieur au demi-centimètre cube, ont été prélevés dans la région moyenne de l'ovaire, droit ou gauche. Chaque pièce a ensuite été conservée dans 20 cm³ d'une solution de Bouin alcoolique Duboscq ; un séjour de quelques jours y est nécessaire pour s'assurer de bonnes coupes et colorations.

1.3. L'ECHANTILLONNAGE POUR L'ETUDE DE FECONDITE

La fécondité individuelle absolue constitue la base d'une telle étude. Le nombre d'oeufs susceptibles d'être pondus au cours d'une ponte, ou d'une série de pontes, doit être défini avant les premières émissions. L'échantillonnage est donc réalisé avant le début de la période de reproduction, ce qui implique la connaissance préalable du cycle sexuel de l'espèce.

Il est par ailleurs nécessaire d'échantillonner les femelles matures dans une gamme de tailles suffisamment étendue ; la fécondité varie en effet avec la taille.

Chez les petites espèces nous avons prélevé et conservé les ovaires entiers ; chez les plus grandes, seul un fragment de 15-20 g a été retenu.

La conservation et la dissociation des ovocytes fait intervenir le liquide de GILSON modifié par SIMPSON (1951), fréquemment employé dans de telles études :

- 880 ml d'eau distillée
- 100 ml d'alcool à 60°
- 15 ml d'acide nitrique à 80 %
- 20 g de chlorure mercurique
- 18 ml d'acide acétique glacial

(L'acide acétique est ajouté juste avant l'utilisation du produit).

Afin de tester l'homogénéité de répartition des ovocytes dans les gonades, nous avons, dans certains cas, prélevé plusieurs échantillons par ovaire dans les régions antérieure, moyenne et postérieure.

1.4. LES RECOLTES D'OEUVS ET DE LARVES

Les poissons plats étudiés ont tous des œufs et stades larvaires pélagiques.

Sans faire d'études qualitative et quantitative approfondie nous avons, en même temps que les chalutages, récolté du plancton de surface dans le but essentiel de préciser les périodes de ponte. L'apparition des œufs et larves apporte des éléments non négligeables dans ce domaine et permet par ailleurs de localiser les aires spécifiques de reproduction.

Les récoltes ont été réalisées avec un filet à larves de 80 centimètres d'ouverture (800 µ de maillage) en traits horizontaux de 15 minutes dans les eaux de surface.

2. LES METHODES D'ETUDE

2.1. LE SUIVI D'INDICES

La plupart des Téléostéens ont une activité cyclique de reproduction et une (ou plusieurs) saison de ponte bien définie. La majorité des poissons de

nos eaux tempérées ont des cycles ovariens et testiculaires bien marqués avec un développement maximal des gonades juste avant l'émission des gamètes, précédé et suivi de périodes de repos. La périodicité de production des œufs et des spermatozoïdes peut être suivie à l'aide d'indices qui traduisent aussi l'état physiologique du poisson. Ce sont :

- le rapport gonado-somatique : R.G.S.
- le rapport hépato-somatique : R.H.S.
- l'indice pondéral K

2.1.1. Le rapport gonado-somatique

Promoteur de l'utilisation de cet indice chez les poissons, BOUGIS (1952) en donne la définition suivante : "Le rapport gonosomatique, en abrégé R.G.S., est égal à 100 fois le poids des gonades divisé par le poids total du corps, et exprime donc le poids des gonades en pourcentage du poids du corps."

Cette définition, au demeurant très claire, laisse aux auteurs le choix entre le poids du poisson plein et celui du poisson éviscéré. La comparaison des résultats est de ce fait souvent délicate. Nous avons, pour notre part, choisi le poids du poisson éviscétré (P_{pe}), qui a l'avantage d'éliminer le poids des gonades et celui de l'appareil digestif : les poids d'ovaires et de contenus stomacaux sont, à certaines époques, loin d'être négligeables. Le poids choisi (P_{pe}) n'est cependant pas celui du *soma*, au sens strict du mot, mais celui des muscles, du squelette et des téguments. Ainsi nous avons utilisé la formule :

$$R.G.S. = \frac{\text{Poids des gonades } Pg}{\text{Poids du poisson éviscétré } P_{pe}} \times 100$$

Le rapport gonado-somatique peut être considéré comme un véritable "coefficient de maturité" (LAHAYE, 1979), dont la représentation graphique traduit correctement les différentes étapes de la maturation des gonades.

Les variations cycliques du poids et du volume des ovaires peuvent, chez certaines espèces, commencer avant la première maturité sexuelle ; la maturation, bloquée avant son terme, ne s'accompagne pas d'émissions d'oeufs (HOAR, 1957). Il est donc fondamental, dans un suivi de R.G.S. destiné à établir les périodes de ponte, de ne considérer que les femelles matures. La détermination de la taille et de l'âge à la première maturité devient alors nécessaire.

L'âge des femelles, introduit comme second paramètre et jumelé avec le temps dans le cycle évolutif du rapport gonado-somatique, révèle les variations individuelles ; il précise les limites de la période de ponte de l'espèce et les modalités de ponte.

L'index ovarien, à défaut de R.G.S., donne aussi de bons résultats : le poids des ovaires y est rapporté à la longueur du poisson élevée au cube. Ce n'est donc plus le poids observé du poisson qui est utilisé, mais un poids théorique calculé.

2.1.2. *Le rapport hépato-somatique*

La production de gamètes exige une importante quantité d'énergie fournie essentiellement par les lipides et à un degré moindre par les protéines (HOAR, 1957).

Le stockage des graisses se réalise avant la maturation des gonades, suivant le type de poissons, dans le foie ou dans les muscles (BERTIN, 1958).

- Les poissons "gras" accumulent les lipides dans leurs muscles, à l'intérieur des fibres musculaires, mais aussi entre elles.
- Les poissons "maigres" les stockent dans le foie qui, comme les glandes génitales, va subir au cours du cycle sexuel des variations importantes en poids et en volume. L'évolution du poids du foie est donc particulièrement intéressante à suivre chez ce type de poissons.

Le rapport hépato-somatique R.H.S. exprime le poids du foie en pourcentage du poids du corps.

Comme pour le R.G.S. c'est aussi le poids du poisson éviscéré que nous avons utilisé dans la formule :

$$R.H.S. = \frac{\text{Poids du foie Pf}}{\text{Poids du poisson éviscéré Ppe}} \times 100$$

Chez les poissons "maigres" le maximum du rapport hépato-somatique précède celui du rapport gonado-somatique : les lipides du foie sont utilisés pour la maturation finale des produits génitaux et comme source d'énergie par le poisson.

Chez les poissons "gras" les maxima coïncident : les réserves passent simultanément dans les gonades et le foie tout en assurant les besoins énergétiques du géniteur.

2.1.3. L'indice pondéral K

La plupart des espèces de poissons conservent leurs proportions initiales pendant leur croissance. Cette permanence relative des formes a permis d'établir un facteur (ou coefficient) de condition, reflet de la bonne ou mauvaise condition d'un individu par rapport aux normes spécifiques (BAUCHOT *et al.*, 1978).

Ce coefficient de condition est le plus souvent utilisé dans trois types d'analyses :

- pour comparer deux ou plusieurs populations vivant apparemment sous des conditions similaires, ou différentes, d'alimentation, de densité, etc ;
- pour déterminer le cycle et la durée de la maturation des gonades dans les populations ;
- pour suivre les variations de l'activité trophique sur une longue période où les modifications intervenant dans une population, imputables à celles de la nourriture disponible et susceptibles d'agir sur l'embonpoint du poisson (WEATHERLEY, 1972).

En accord avec BAUCHOT (1978) nous avons utilisé la formule :

$$K = 1\ 000 \frac{Ps}{L^b}$$

en prenant :

- le poids du poisson éviscétré comme poids somatique Ps ;
- la longueur totale L_T du poisson pour L ;
- l'exposant spécifique b, ou coefficient d'allométrie voisin de 3, déduit de la relation longueur-poids, en séparant les mâles et les femelles.

Cette formule donne un coefficient de condition, que nous appelerons indice pondéral.

En n'attachant que peu d'importance à la valeur absolue de l'indice, nous avons surtout suivi ses variations et recherché leurs relations avec l'activité sexuelle des espèces. La décroissance des indices pondéraux au moment des pontes nous ont, en particulier, permis d'en préciser l'époque.

2.2. L'ETUDE HISTOLOGIQUE

Nous avons, devant le nombre de pièces à étudier, opté pour les techniques histologiques les plus simples donnant les meilleurs résultats pour les principaux buts recherchés : la mise en évidence des étapes de l'ovogénèse et la détermination individuelle du stade de maturité.

La réalisation de préparations histologiques se décompose classiquement en trois étapes : l'inclusion, les coupes et la coloration.

2.2.1. L'inclusion

Parmi les procédés pouvant être utilisés, nous avons retenu le plus courant : celui à la paraffine en employant l'acétate d'amyle comme liquide intermédiaire.

2.2.2. Les coupes

Les blocs préparés ont été débités au microtome à avance automatique en coupes sérielles de 5 μ d'épaisseur. La charge en vitellus de certains oocytes, en fin de vitellogenèse, rend parfois difficile le débitage de la pièce.

2.2.3. La coloration

Chaque coloration représente un cas particulier, adapté au but recherché : nous avons choisi, pour cette étude d'anatomie microscopique, une coloration topographique susceptible de mettre en évidence les structures du noyau, du cytoplasme et des enveloppes folliculaires ; elles se modifient, en effet, profondément toutes les trois au cours de la maturation et de la vitellogenèse. La coloration trichromique de MASSON (modifiée) s'harmonise bien avec le fixateur topographique utilisé.

■ REACTIFS :

- Hématoxyline de GROAT (laque ferrique)
- Solution de : fuschine acide..... 1 g
Acide acétique cristallisante... 1 ml
Eau distillée..... 200 ml
- Acide phosphomolybdique en solution à 1 %
- Bleu d'aniline à saturation dans de l'eau acétifiée à 2,5 %
- Eau acétifiée à 1 %
- Acide acétique à 1 % dans de l'alcool éthylique absolu

■ MODE OPERATOIRE :

- Coupes déparaffinées, collodionnées, hydratées.
- Colorer les noyaux à l'hématoxyline de GROAT : 5-8 mn.
- Colorer les cytoplasmes dans le mélange fuschine, acide acétique, eau : 30 secondes.
- Laver à l'eau.
- Différencier avec l'acide phosphomolybdique : 10-12 mn.
- Sans lavage, colorer de 13 à 15 mn par le bleu d'aniline.
- Rincer à l'eau distillée.
- Différencier pendant 5 mn dans l'eau acétifiée afin d'éliminer le bleu et l'acide phosphomolybdique.
- Traiter à l'acide acétique à 1 % : 2 mn.
- Deshydrater par l'alcool absolu, monter.

■ RESULTATS :

- Les noyaux sont colorés en rose ou brun clair.
- La teinte des cytoplasmes va du rouge pâle au rouge foncé.
- Les réserves vitellines sont colorées en rouge, jaune, orange, bleu, suivant leur nature.
- Les fibres de collagène sont colorées en bleu.

Les préparations ainsi obtenues permettent une bonne étude des structures internes de l'ovocyte (noyau, cytoplasme, vitellus...) et de leur évolution au cours de la maturation qui, classiquement, peut être subdivisée en plusieurs étapes :

- Phase d'accroissement : Les ovocytes, jusqu'alors immatures, augmentent lentement de volume. L'accroissement de la masse cytoplasmique s'accompagne de celui, moins rapide, du volume nucléaire : le rapport nucléo-plasmique décroît. Le cytoplasme de ces ovocytes, encore petits, apparaît granuleux et chromophile. Les nucléoles viennent à la périphérie du noyau dans les ovocytes les plus âgés.
- Hétérogénéité cytoplasmique : Le cytoplasme devient granuleux et hétérogène, il apparaît vacuolisé. L'ovocyte est, à ce stade, entouré de deux couches cellulaires : la thèque, externe, et la *granulosa* qui s'épaissira pendant la maturation.
- Vitellogenèse : Les substances qui constitueront le vitellus commencent à se mettre en place ; quelques globules se groupent en couronne dans la zone périphérique du cytoplasme, puis des inclusions apparaissent autour du noyau. En se multipliant et grossissant, elles rempliront progressivement la zone cytoplasmique centrale et repousseront le cytoplasme à la périphérie contre la paroi du follicule. Une enveloppe anhiste, la *zona radiata*, apparaît alors entre la membrane plasmique et la *granulosa*. Les fins canalicules qui la traversent lui donnent un aspect strié caractéristique dont la netteté s'accentue avec l'épaisseur de la membrane. La phase finale de la vitellogenèse est très rapide : l'ovocyte augmente beaucoup de diamètre tandis que le noyau migre à sa périphérie. Les inclusions vitellines perdent leur individualité ; le vitellus apparaît comme une masse homogène. Le gonflement de l'ovocyte distend la *zona radiata* qui devient moins épaisse.
- Post-ponte : Les ovocytes mûrs hyalins sont pondus, abandonnant dans l'ovaire les follicules vides qui dégénèrent rapidement. Certains non émis entrent en atrésie en prenant un aspect lobé caractéristique. D'autres, en proportion variable selon les espèces, n'arriveront pas au terme de la vitellogenèse ; ils dégénèrent : le noyau entre en pyknose et le vitellus se désagrège en formant un amas compact. La dégénérescence affecte aussi les membranes. L'ovaire retrouve, en un temps variable suivant les espèces, son aspect immature qui persistera pendant le repos sexuel, plus ou moins long.

L'accroissement en épaisseur des enveloppes du follicule et leurs modifications de structure peuvent être aussi aisément suivis. Les mesures des ovocytes et de leurs enveloppes sont, par ailleurs, grandement facilitées.

2.3. L'ETUDE DE FECONDITE

La détermination de la fécondité et de l'état de maturité d'un Téléostéen implique :

- le relevé des diamètres des ovocytes en maturation ou en vitellogenèse ;
- la numération des œufs susceptibles d'être émis dans l'année.

Pour ce faire, tous les œufs d'un échantillon conservé dans le liquide de GILSON doivent être dissociés et isolés de leur stroma conjonctif ; l'agitation régulière du pilulier de conservation accélère cette dissociation.

Les échantillons totalement dissociés sont rincés dans des bains d'alcool à 95° qui peut, avant le comptage, servir de liquide d'attente. Les mesures sont précédées d'une décantation et d'un lavage à l'eau ; les restes de tissus conjonctifs sont alors éliminés.

L'étude de la fécondité des plus grandes espèces (*Pleuronectes*, *Solea*...) ne peut être réalisée qu'à partir de fragments d'ovaires seulement. En testant, au préalable, l'homogénéité des gonades nous avons, pour les comptages et mesures, échantillonné par volume : l'ensemble du prélèvement est dilué dans un volume adéquat d'eau (de 500 à 1 000 cm³ suivant l'importance de l'échantillon et la quantité estimée d'œufs). Un agitateur perforé permet, par un mouvement ascendant et descendant, d'homogénéiser la répartition des œufs dans la colonne d'eau d'une éprouvette. Le prélèvement d'un centimètre cube, à l'aide d'une micropipette à piston, doit être fait rapidement, avant le début de la sédimentation des œufs. Leur comptage est réalisé sous une loupe binoculaire dans une cuve de DOLFUSS et leurs diamètres relevés au micromètre oculaire.

Nous avons, pour les petites espèces, pris comme échantillon la totalité d'un ovaire, le droit ou le gauche indifféremment, ou même les deux ensemble. De petits volumes d'eau (200-300 cm³) suffisent à diluer le nombre d'œufs de tels ovaires, traités, pour les comptages, comme les plus gros.

Le nombre de sous-échantillons d'oeufs comptés et mesurés a, le plus souvent, été fixé à trois, pour deux raisons :

- la moyenne se stabilise au troisième prélèvement ;
- le nombre d'oeufs altérés par l'agitateur augmente ensuite.

L'établissement de la fécondité absolue, en milliers d'oeufs, découle de la formule :

$$F = \bar{n} \times \frac{A}{a} \times \frac{P}{G}$$

où \bar{n} : moyenne du nombre d'ovocytes des trois échantillons

A : volume de dilution

a : volume des sous-échantillons

P : poids des deux ovaires

G : poids de l'échantillon

Pour chaque espèce étudiée nous avons calculé la corrélation entre la fécondité absolue et :

- la longueur totale L_T
- le poids total du poisson P_p (poids du poisson plein)
- le poids des gonades P_o
- l'âge, exprimé en années

Les valeurs observées de la fécondité ont été ajustées à un modèle de la forme :

$$F = ax^b$$

où F : fécondité absolue

a : paramètre spécifique

x : L_T , P_p , P_o ou âge

b : coefficient de régression

Mis sous forme logarithmique ce modèle devient linéaire et la précision de l'ajustement peut être indiquée par un coefficient de corrélation :

$$\log F = \log a + b \log x$$

Les équations, calculées par les méthodes des moindres carrés et de l'axe majeur réduit accompagnent les représentations graphiques des droites ou courbes obtenues.

La fécondité relative (nombre d'oeufs par gramme de poisson) permet la comparaison entre espèces, difficile en terme de fécondité absolue pour celles que nous avons étudiées, en raison surtout de la grande disparité de tailles et de poids. Nous l'avons établie pour chacune d'entre elles.

III - LES METHODES D'ETUDE DE LA CROISSANCE

1. LES MESURES : LONGUEURS ET POIDS

Deux longueurs peuvent être relevées sur les poissons plats étudiés :

- la longueur totale L_T
- la longueur standard L_{St}

La longueur totale L_T , prise de l'extrémité du museau à la limite postérieure de la nageoire caudale, est la seule reconnue par les pêcheurs : les tailles marchandes minimales s'y réfèrent.

La nageoire caudale sans échancrure des Pleuronectiformes permet une mesure précise de la longueur totale ; nous l'avons prise :

- au millimètre près pour tous les grands poissons faisant l'objet de prélèvements et dans tous les cas pour les petites espèces (*Arnoglossus*, *Buglossidium*) ou les jeunes du groupe 0 ;
- au demi-centimètre inférieur au cours des mensurations de grands poissons en mer.

Le relevé de la longueur totale est cependant impossible lorsque le poisson a une nageoire caudale abimée au cours du chalutage ou à la suite d'une maladie. Ce fut rarement le cas.

La longueur standard L_{St} , prise de l'extrémité du museau à la limite postérieure du pédoncule caudal, reste plus imprécise que la précédente, dans le cas particulier de nos poissons : l'amorce des rayons caudaux n'est pas toujours aisément visible, surtout du côté oculaire. Nous l'avons invariablement relevée du côté aveugle avec les mêmes précisions que la longueur totale, sur tous les individus.

Les lectures ont été faites sur une règle à butée graduée en millimètres.

Les poids, comme les mesures, ont été pris de deux façons différentes ; nous avons noté :

- le poids du poisson plein Pp
- le poids du poisson éviscétré Ppe, débarrassé de l'appareil digestif et des glandes génitales.

Les petites espèces ont été pesées au gramme près ; les jeunes individus du groupe 0, le plus souvent pesés au laboratoire, l'ont été avec une précision au 1/10e de gramme.

La précision de pesée varie, pour les plus grandes espèces, entre 5 grammes et 10 grammes.

2. DETERMINATION DE L'AGE PAR LES OTOLITHES

Plusieurs pièces anatomiques peuvent être utilisées pour la détermination de l'âge des poissons ; ce sont, le plus souvent :

- les écailles
- les otolithes
- les os operculaires
- les rayons de nageoires
- les vertèbres.

Nous avons choisi les otolithes pour :

- leur facilité de prélèvement et de conservation ;
- la fiabilité et la reproductibilité de leur lecture.

2.1. POSITION ANATOMIQUE ET PRELEVEMENT

2.1.1. Position anatomique des otolithes

Les otolithes de Téléostéens font partie du labyrinthe de l'oreille interne qui participe au maintien et à la régulation du tonus musculaire ainsi qu'à la réception de stimuli externes (accélérations angulaires, sons...) (LOWESTEIN, 1957).

Chaque labyrinthe se compose :

- d'une *pars superior* formée de trois canaux semi-circulaires et d'une chambre, l'utricule, où ils s'ouvrent ;
- d'une *pars inferior* constituée de deux chambres, le saccule et la lagena, en relation avec les trois canaux. Chaque chambre renferme un otolithe :
 - le lapillus dans l'utricule
 - la sagitta dans le saccule
 - l'asteriscus dans la lagena (Fig. 24)

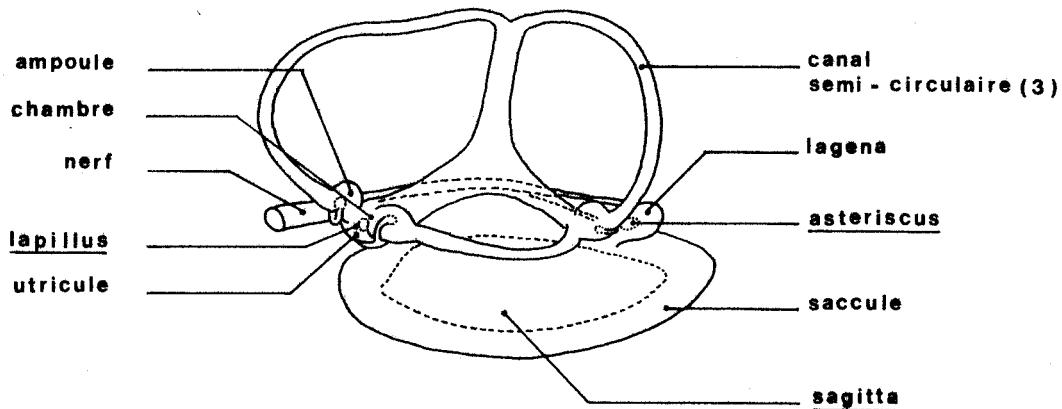
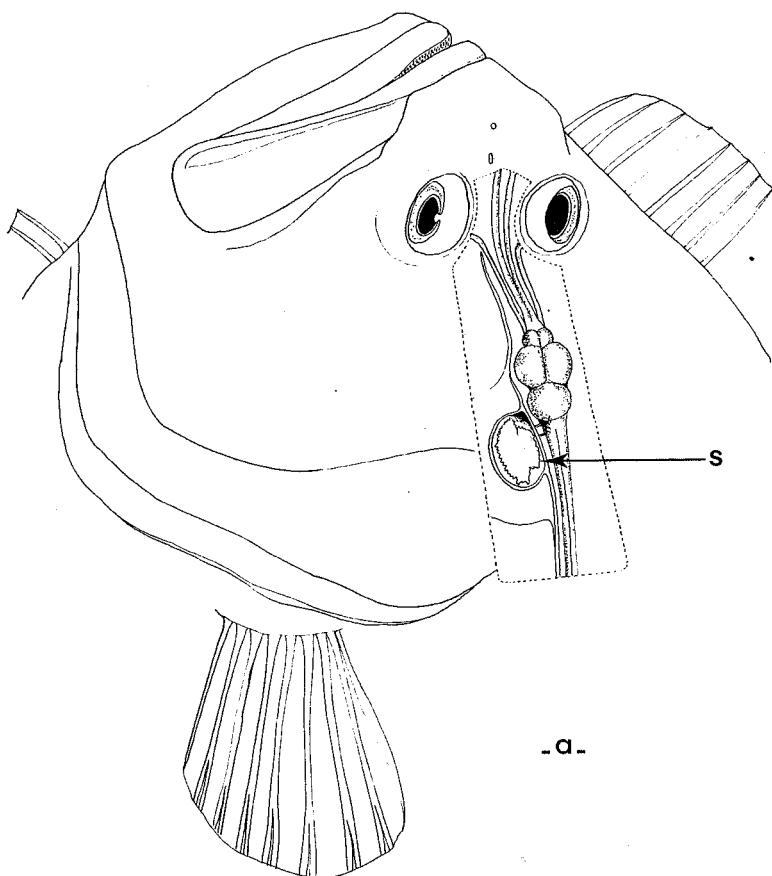


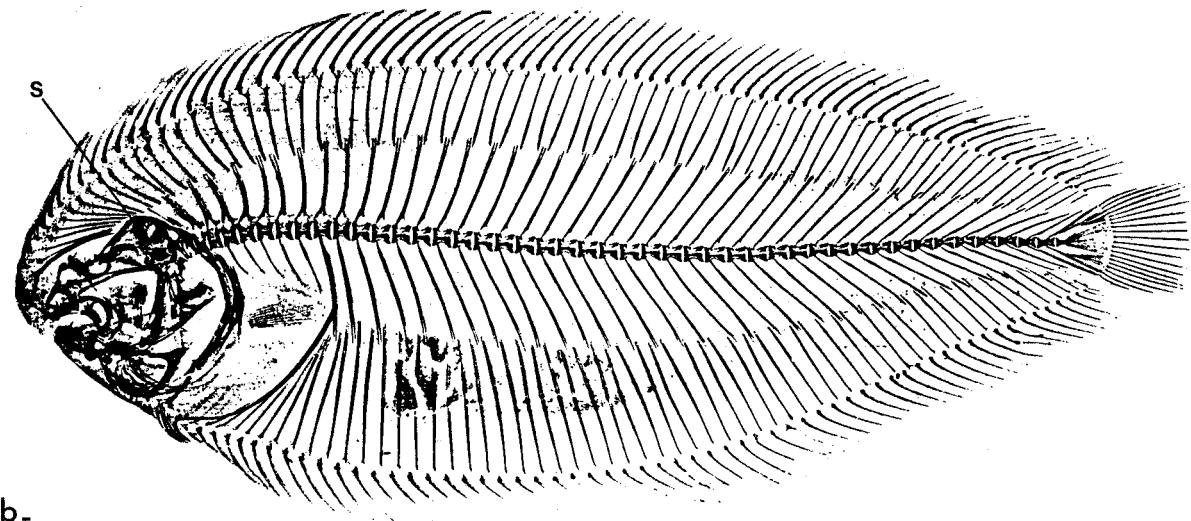
Fig. 24 - Labyrinthe de Morue *Gadus morhua* (L.) : relations entre les canaux semi-circulaires et les chambres d'otolithes (d'après BLACKER, 1974).

La taille des otolithes peut varier considérablement d'une famille à l'autre. La sagitta est la plus grande chez la plupart des espèces ; elle est seule utilisée pour la détermination de l'âge.

Chez les Pleuronectiformes la métamorphose n'affecte pas la région otique, dont les capsules restent ventrales par rapport au cerveau ; elles sont toutefois l'une au-dessous de l'autre dans le plan vertical (Fig. 25).



-a-



-b-

Fig. 25 - Position anatomique des sagitta (s) :
a - chez le Turbot *Psetta maxima* (d'après nature)
b - chez la Solette *Solea lascaris* (xérographie)

2.1.2. *Prélèvement*

Les sagitta, droite et gauche, sont extraites par section du neurocrâne et des capsules otiques au sécateur suivant une ligne définie au préalable pour chaque espèce :

- du front à l'insertion postérieure du préoperculaire pour les Pleuronectidae, Scophthalmidae et Bothidae ;
- du museau à la nageoire pectorale en passant près des yeux chez les Soleidae.

Les otolithes sortis à la pince sont soigneusement nettoyés à l'alcool puis conservés par paires, à sec, dans de petits sacs en papier. Le contact de l'air altère, chez certaines espèces, les structures de l'otolithe. Le stockage en sacs, dans le cas de nos poissons, s'est révélé très efficace et pratique : plusieurs années après leur extraction tous les otolithes sont intacts et parfaitement lisibles.

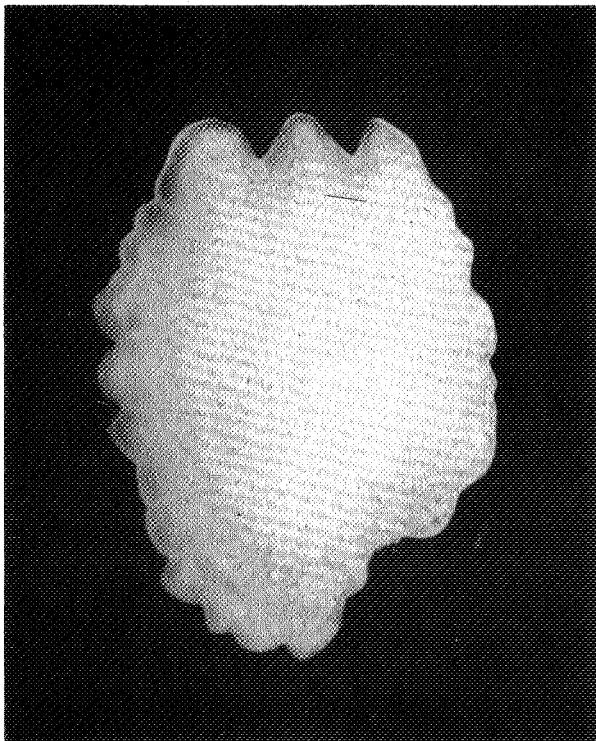
2.2. MORPHOLOGIE, STRUCTURE ET CROISSANCE

2.2.1. *Morphologie*

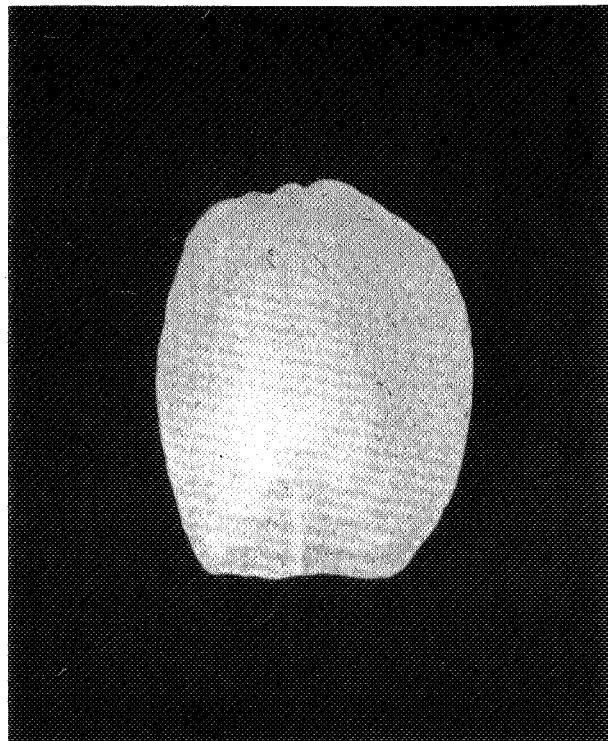
La forme de la sagitta, spécifique du genre et de l'espèce*, est probablement sous le contrôle de facteurs génétiques qui en régissent le développement (BLACKER, 1974). Extrêmement variable d'une espèce à l'autre (planche 4) elle subit en fait peu de modifications au cours de la croissance de l'otolithe.

La spécificité morphologique trouve une application dans la détermination de poissons-proies dont il ne subsiste souvent que les otolithes dans l'estomac ou l'intestin de leurs prédateurs. Elle contribue ainsi à l'étude des régimes alimentaires des poissons ou des oiseaux marins piscivores.

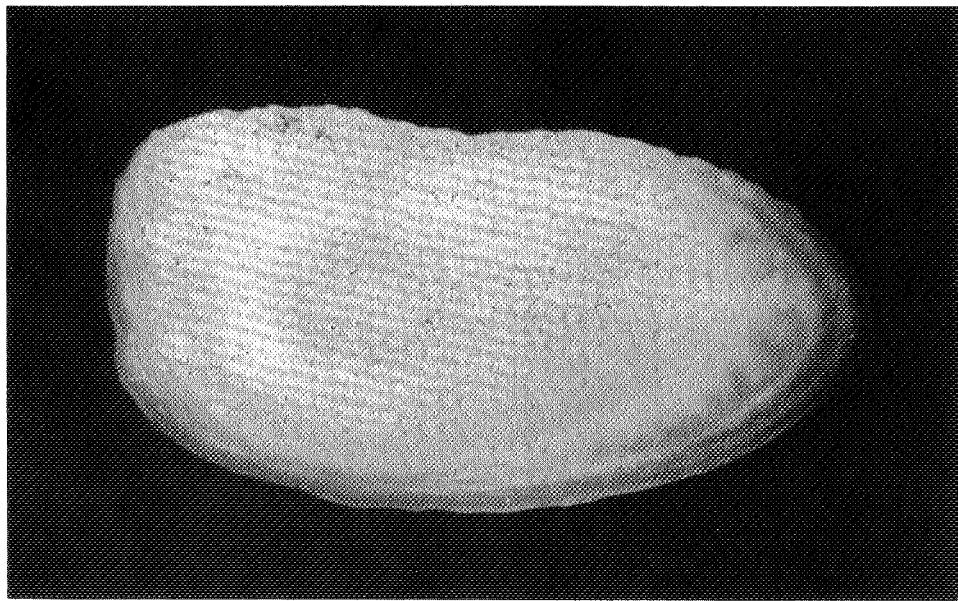
*Se reporter aux ouvrages de CHAINE et DUVERGIER (1934, 1935, 1958) et de FROST (1925, 1930) pour les descriptions détaillées des sagitta de nombreuses espèces de Téléostéens.



-a-



-b-



-c-

Planche 4 - Morphologie de la sagitta :

- a - de la Barbe *Scophthalmus rhombus* ($Lo = 7,5$ mm)
- b - de la Sole *Solea vulgaris* ($Lo = 5,5$ mm)
- c - de la Plie *Pleuronectes platessa* ($Lo = 10,5$ mm)

(Lo = longueur totale de l'otolithe)

2.2.2. Structure

Chez la plupart des Téléostéens marins de l'hémisphère nord, à ponte hivernale ou printanière, le centre de l'otolithe (nucléus) est constitué de matériel opaque ; des dépôts de même nature se forment autour de ce noyau central dès les premiers mois de la vie du poisson jusqu'à la fin de l'automne ou le début de l'hiver. Des matériaux hyalins se déposent alors pendant toute la période hivernale, jusqu'au début du printemps (WILLIAMS *et al.*, 1973).

Les dépôts alternent ainsi en suivant le rythme des saisons et la croissance du poisson : les zones opaques correspondent aux périodes estivales de croissance rapide et les zones hyalines aux ralentissements hivernaux.

Le nucléus apparaît, au bout de quelques années, entouré de zones concentriques alternativement opaques et hyalines. Sur l'otolithe entier elles apparaissent claires et sombres suivant leur nature : les zones opaques seront claires, les hyalines sombres en lumière réfléchie et inversement en lumière transmise. L'importance de la zone opaque centrale (dépôts antérieurs au premier hiver) dépend de la période de ponte et de la date de naissance du poisson :

- Les jeunes nés en début d'année auront une meilleure croissance avant le premier hiver que ceux nés en été. Les différences de croissance répercutées sur l'otolithe permettent de séparer, pour une même espèce, les poissons issus des premières et dernières pontes.

Les zones opaques qui correspondent aux deux ou trois premières années de vie du poisson sont en général relativement larges ; elles reflètent la phase active de croissance des jeunes avant la puberté. La première maturité sexuelle et le ralentissement de croissance qui en découle se marquent sur l'otolithe par un rétrécissement de ces zones, régulièrement accentué par le vieillissement de l'animal. Les stries externes sont, chez les vieux poissons, très resserrées, régulières et à peine plus larges que les zones hyalines d'hiver.

Ces dernières, en théorie plus réduites, peuvent atteindre sensiblement la même largeur que les zones opaques dans des conditions optimales de

croissance, chez les jeunes des groupes 0 et I. Certaines espèces d'origine nordique marquent, sous nos latitudes, très peu de ralentissement de croissance sur leurs otolithes au cours des deux premiers hivers. Les dépôts hyalins sont par la suite toujours moins larges que les opaques et restent à peu près égaux d'un hiver à l'autre.

Les différences de structure existant entre ces zones et les processus physiologiques qui conditionnent leur formation ne sont pas encore totalement connus (BLACKER, 1974).

L'otolithe est essentiellement composé de cristaux de carbonate de calcium inclus dans une matrice organique. Ce carbonate de calcium, exclusivement sous forme d'aragonite, constitue l'essentiel de la fraction cristalline de l'otolithe des Téléostéens (DANNEVIG, 1956 ; IRIE, 1960 ; DEGENS *et al.*, 1969). Ainsi, selon DANNEVIG, la sagitta de morue serait constituée de :

CaCO ₃	76,39 %
CaO	11,44
H ₂ O + matériel organique	11,49
autres composés	0,68
	<hr/> = 100,00 %

La présence de calcite, de shortite et de pirssonite reste toutefois possible chez certaines espèces.

Le matériel organique est une protéine fibreuse, de poids moléculaire supérieur à 150 000, caractérisée par un petit nombre d'acides aminés (DEGENS *et al.*, 1969). DANNEVIG (1956) la situe, chimiquement, près de la conchioline de la coquille des mollusques ; DEGENS *et al.* (1969) la nomment otoline en la rapprochant de la kératine. Elle entre pour 0,25 à 10 % dans la composition de l'otolithe, suivant les espèces.

La disposition des composants essentiels, inorganiques et organiques, décrite par de nombreux auteurs semble assez générale : les cristaux en aiguilles de la fraction cristalline divergent, dans les trois dimensions, depuis le nucléus vers la périphérie et passent à travers les mailles d'un réseau organique. En coupe transversale la structure cristalline apparaît en effet net-

tement interrompu par des lamelles organiques à disposition concentrique, plus resserrées en zones hyalines. Les cristaux de ces dernières sont par ailleurs plus courts et plus étroits que ceux des zones opaques (HICKLING, 1931 ; BLACKER, 1975).

Chez la Plie, *Pleuronectes platessa*, le nombre de stries concentriques de chaque zone hyaline varie entre 15 et 20 (BLACKER, 1975). Leur nombre relativement plus grand chez d'autres espèces et leur présence en zone opaque suggèrent l'existence de marques journalières ou mensuelles. Les relevés d'empreintes à l'acétate (PANNELLA, 1971), fréquemment employés en micropaléontologie, mettent bien en évidence les stries journalières dont l'interprétation en zones tempérées reste délicate et subjective.

La technique semble mieux adaptée à l'étude des larves, des juvéniles, des espèces à croissance rapide et aux poissons tropicaux (PANNELLA, 1974 ; BROTHERS *et al.*, 1976 ; STRUHSAKER *et al.*, 1976) : l'âge des larves jusqu'au 100e jour peut être établi avec une très grande précision ; la méthode reste satisfaisante pour les jeunes jusqu'à un an et peut être utilisée avec succès, chez certaines espèces, jusqu'à l'âge de six ans.

Chez les poissons tropicaux vivant dans des "zones à saisons marines" bien tranchées, "les structures hyalines ne correspondent pas chez les poissons immatures à un arrêt de croissance. Les ralentissements de croissance semblent par contre leur être associés... La mise en évidence des marques quotidiennes est assez compliquée et on ne maîtrise pas encore complètement la technique... Elle devient beaucoup plus intéressante dans les eaux équatoriales et tropicales chaudes en permanence même si elle ne permet de lire avec certitude que l'âge des poissons immatures." (LE GUEN, 1976).

Les modifications subites du milieu (variations des conditions physiques, pollution...) susceptibles d'altérer la croissance du poisson se traduisent sur ses otolithes par un dépôt organique qui ressemble, en période printanière ou estivale, aux dépôts hivernaux (CONAN *et al.*, 1979).

2.2.3. Croissance

La longueur de la sagitta des Téléostéens est en étroite relation avec leur taille ou leur âge. À longueur égale, les plus vieux poissons ont les otolithes les plus grands et les plus lourds.

Chez des poissons comme la Sole, la Plie ou le Turbot, l'otolithe s'accroît plus en longueur qu'en poids chez les individus immatures. La maturité sexuelle et le vieillissement inversent le rapport : le gain pondéral est supérieur à l'augmentation de taille pour les sagitta de poissons âgés. A partir d'un âge variable suivant les espèces les dépôts cristallins et protéiques se réalisent surtout sur la face interne de l'otolithe qui s'accroît en épaisseur et en poids, mais très peu ou pas du tout en longueur.

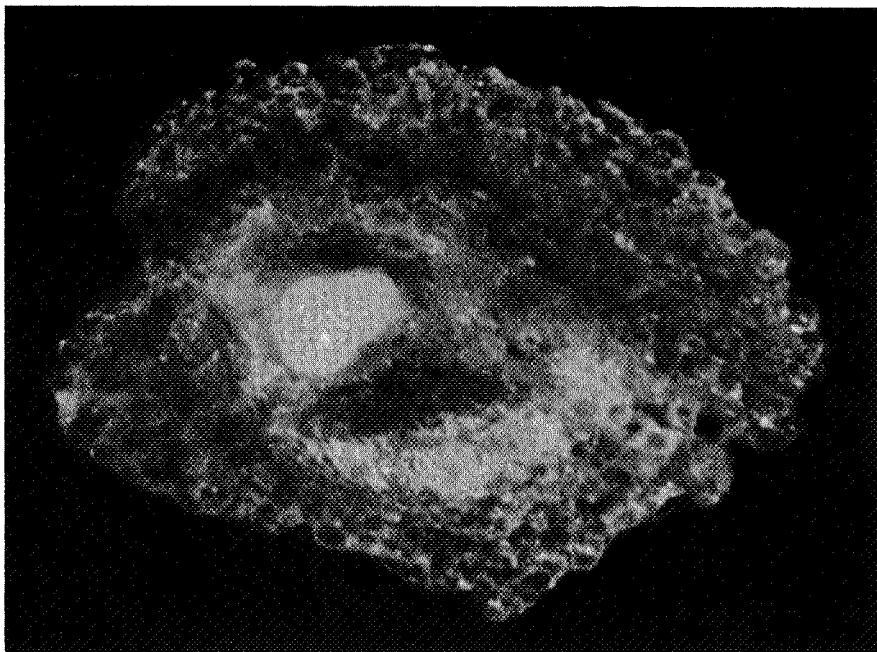
La croissance de l'otolithe suit de très près celle du poisson : elle est maximale en période estivale et minimale en période hivernale. Les saisons de formation des zones opaques et hyalines varient suivant les espèces (BLACKER, 1974), mais dépendent aussi de l'âge des individus d'une même espèce : les poissons les plus âgés commencent à former leur zone opaque plus tard dans l'année que les jeunes.

Chez les Téléostéens marins, la perméabilité des membranes du labryrinthe permet la fixation directe du bicarbonate de l'eau de mer par l'otolithe (IRIE, 1960 ; DEGENS *et al.*, 1969). La formation des cristaux d'aragonite dépend, en partie, du calcium disponible dans le milieu ; sous l'influence de la saison elle est plus importante en été et en automne, plus faible en hiver et au printemps. La vitesse de croissance de l'otolithe dépend, par ailleurs, de l'état physiologique du poisson : de bonnes conditions trophiques accélèrent les dépôts cristallins auxquels participe le calcium de la nourriture (IRIE, 1960).

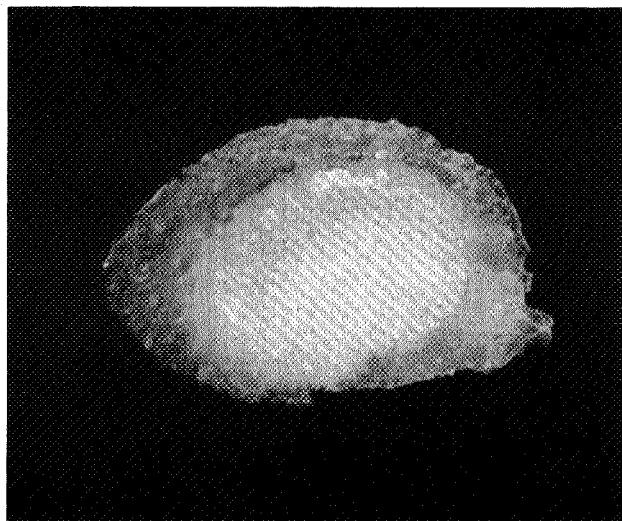
Les mécanismes physiologiques intervenant dans la croissance des otolithes restent assez mal connus ; l'expérimentation *in situ* est en effet très difficile.

Les rôles de l'endolymphe, de la membrane entourant l'otolithe, des facteurs génétiques restent à préciser ou à découvrir pour une meilleure com-

préhension de la croissance d'otolithes normaux, cristallins et semi-cristallins.
(Planche 5).



-a-



-b-

Planche 5

a : otolithe cristallin
($L_o = 5,2 \text{ mm}$)

b : otolithe semi-cristallin
($L_o = 6,3 \text{ mm}$)

2.3. TECHNIQUES D'ETUDE ET INTERPRETATION

2.3.1. Techniques d'étude

Dans la gamme des techniques testées ou utilisées par les différents auteurs, nous avons choisi les plus simples :

- l'observation directe de l'otolithus entier ;
- la technique de brûlage de MØLLER CHRISTENSEN (1964)

Les sagitta, lorsqu'elles sont suffisamment minces, peuvent être examinées en entier, immergées dans de l'eau, sous la loupe binoculaire, en lumière réfléchie ou transmise.

L'éclaircissement préalable par passage dans la crésote de hêtre (1 à 6 jours) n'est pas nécessaire pour les otolithes que nous avons ainsi étudiés : ceux de Plie *Pleuronectes platessa*, de Limande *Limanda limanda*, de Flet *Platichthys flesus*, de très jeunes Soleidae, ont été "lus" en entier sans traitement particulier.

Le recours aux deux modes d'éclairage est parfois nécessaire pour s'assurer d'une bonne "lecture" d'otolithes relativement épais.

Les otolithes opaques et épais, où la détermination de l'âge est impossible par observation directe, doivent être traités différemment. Les techniques longues et sophistiquées (inclusions, coupes, meulages, etc) n'apportent que peu d'éléments supplémentaires à la technique de CHRISTENSEN, lorsqu'elle est applicable.

L'otolithus entier est brûlé dans la flamme en veilleuse d'un bec Bunsen ; le temps de passage varie, bien évidemment, avec sa taille et son épaisseur. La coloration de la sagitta, pendant le brûlage, passe progressivement du blanc au brun-jaune, puis au noir ; elle est retirée de la flamme dès que ses bords commencent à prendre une couleur gris de cendre, indatrice d'un brûlage trop poussé.

Certains otolithes cassent en cours, ou en fin d'opération ; la "lecture" en est, très souvent, excellente. Celle-ci devant être réalisée sur la tranche, il est nécessaire, pour la plupart des otolithes, d'utiliser une épingle fine pour les fragmenter, par pression au niveau du nucléus. Tous les fragments sont observés sous loupe binoculaire, calés sur un fond de pâte à modeler et immersés dans de l'eau. Apparaissent alors distinctement des zones blanches et noires alternées qu'il est aisé de compter. Nous avons employé la technique avec succès sur les otolithes de Soleidae, de Bothidae et de Scophthalmidae.

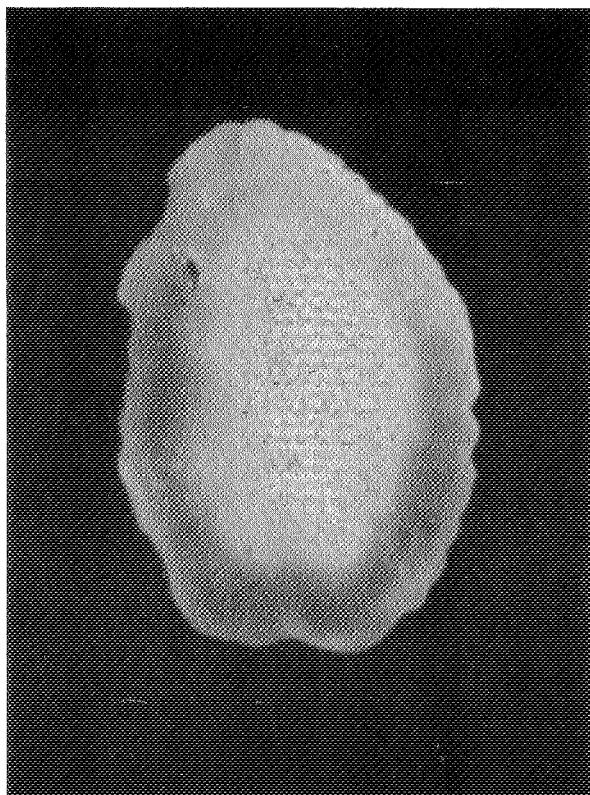
2.3.2. Interprétation

La détermination individuelle et précise de l'âge des Téléostéens marins des zones tempérées passe par :

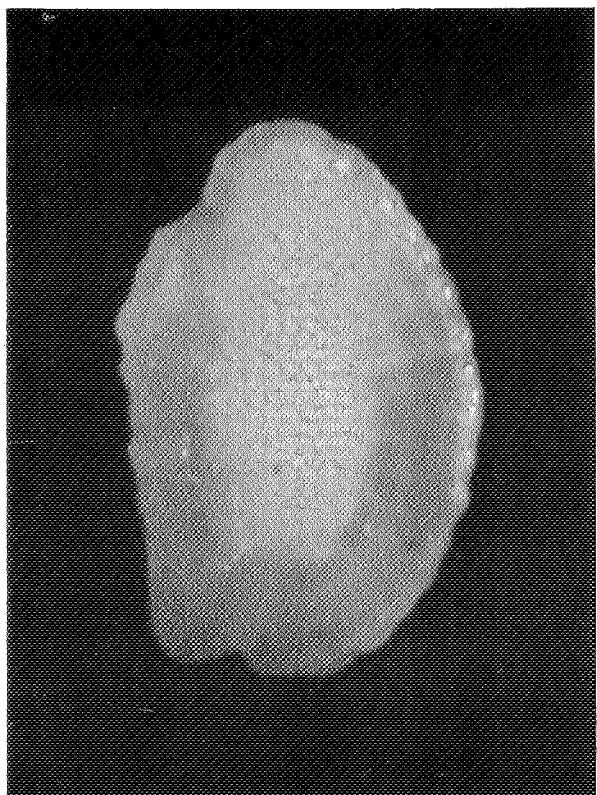
- la connaissance du cycle sexuel et de la période de ponte (durée et modalités d'émission des œufs) ;
- l'établissement d'une date de naissance spécifique ;
- la connaissance de la date de capture ;
- la certitude que les zones opaques et hyalines correspondent effectivement aux périodes de croissance active et aux ralentissements hivernaux, comme c'est souvent le cas chez les Téléostéens des eaux tempérées marines (IRIE, 1957).

Pour chaque espèce étudiée nous avons :

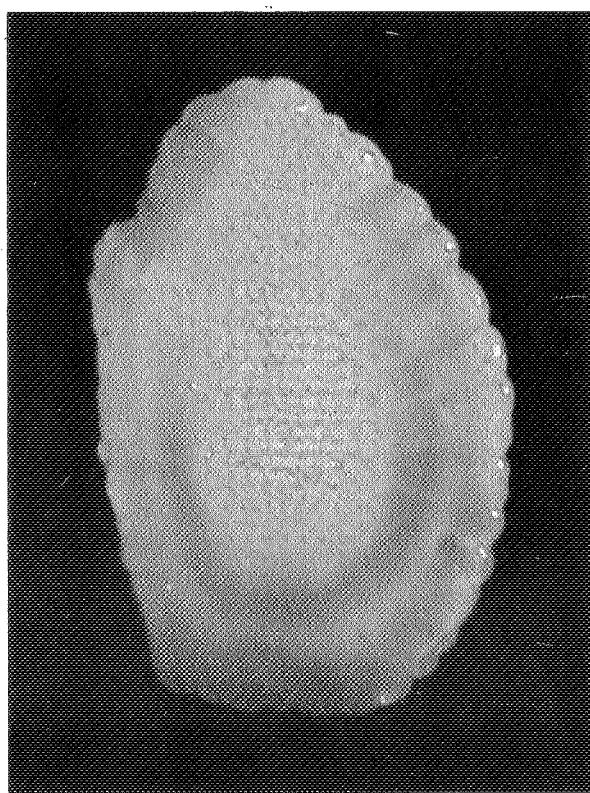
- établi le cycle sexuel, la période de ponte et la date de naissance ;
- noté simultanément le lieu, la date et l'heure de capture pour tous les poissons soumis aux prélèvements d'organes et d'otolithes ;
- vérifié la correspondance entre la densité optique des dépôts et leur simultanéité d'apparition avec les saisons (planche 6).



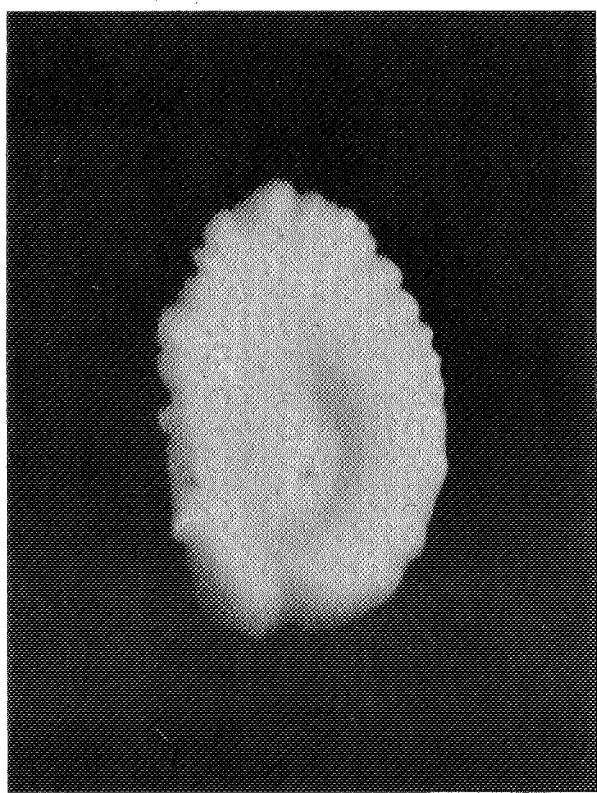
-a-



-b-



-c-



-d-

Planche 6 - Apparition de la première zone hyaline d'hiver sur l'otolithe de Plie *Pleuronectes platessa* :

- a - du groupe 0 en novembre ($Lo = 3,6$ mm)
- b - du groupe 1⁺ en janvier ($Lo = 3,6$ mm)
- c - du groupe 1⁺ en janvier ($Lo = 4,2$ mm)
- d - du groupe 1⁺ en juin ($Lo = 6,2$ mm)

De l'observation mensuelle des sagitta nous pouvons conclure (sauf cas exceptionnels) que les Pleuronectiformes en baie de Douarnenez ont, schématiquement :

- en période de croissance active (printemps - été - début de l'automne) des dépôts qui apparaissent opaques sur l'otolithe entier et blancs après brûlage ;
- en période de croissance ralentie (fin de l'automne - hiver) des dépôts qui apparaissent hyalins sur l'otolithe entier et noirs après brûlage.

Le passage dans la flamme brûle, en fait, toutes les lamelles organiques, qu'elles soient d'hiver ou d'été ; de durée adéquate, l'opération ménage la structure cristalline qui apparaît blanche. Ainsi sur la tranche d'un otolithé brûlé et cassé (planche 7) :

- les zones noires correspondent aux lamelles organiques (stries) riches en protéines, resserrées, et aux petits cristaux qui traduisent le ralentissement hivernal de croissance ;
- les zones blanches formées de grands cristaux et de fines lamelles protéiques espacées représentent la croissance estivale.

Le nombre d'hivers (ou d'été) passés par chaque poisson se déduit donc aisément, toutes conditions préalables établies, du nombre de zones hyalines (ou opaques) marquées sur l'otolithe entier. De la même façon, le nombre de zones noires ou blanches sur la tranche de l'otolithe brûlé traduira son âge.

Nous avons, pour notre part, opté pour le comptage des zones hyalines et des zones noires, qui, dans un premier temps, donne l'âge du poisson en hivers ; ainsi dégrossi, l'âge est ensuite affiné par ajustement à la date de naissance spécifique et à la date de capture. La détermination de l'âge est alors possible avec une précision variable, dépendant de la durée de la période de ponte et de la date de naissance choisie. Nous le donnerons en mois :

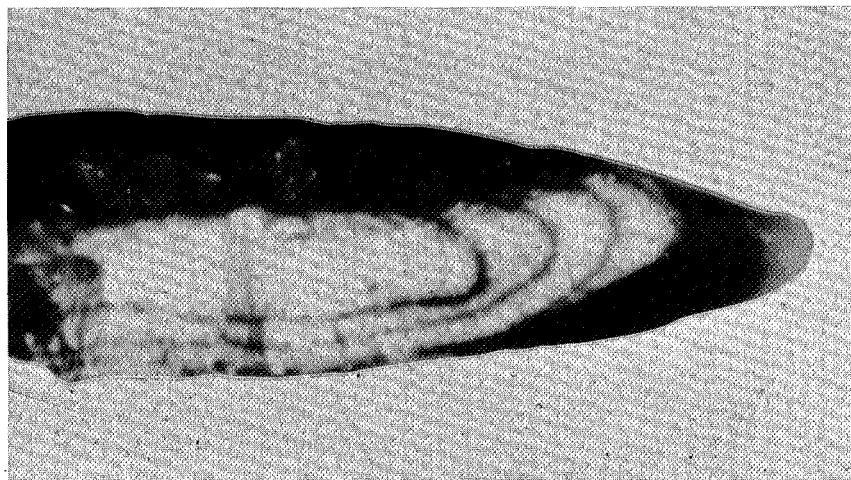
- à 1,5 mois près pour les espèces à période de ponte courte et émettant leurs œufs en une seule vague (Pleuronectidae, Scophthalmidae) ;
- à 2,5 mois près pour celles ayant une période de ponte longue et présentant plusieurs vagues successives d'émissions d'œufs (Soleidae, Bothidae).



-a-



-b-



-c-

Planche 7 - Interprétation des zones de croissance des sagitta :

- a - otolithe de Flet *P. flesus* en lumière réfléchie :
les dépôts d'été apparaissent clairs, ceux d'hiver sombres.
- b - otolithe de Plie *P. platessa* en lumière transmise :
les dépôts d'été apparaissent sombres, ceux d'hiver clairs.
- c - otolithe de Sole *S. vulgaris* après brûlage :
les dépôts d'été apparaissent clairs, ceux d'hiver sombres ou noirs.

Ainsi, en accord avec WILLIAMS (1973), nous entendrons par :

- **âge** : le temps de vie d'un poisson en mois depuis sa naissance (éclosion) jusqu'au jour de sa capture ;
- **groupe d'âge** : un ensemble de poissons de même âge compté en nombre entier d'années conformément à une convention en vigueur qui utilise le 1er janvier comme date de naissance des poissons démersaux de l'Atlantique Nord. Nos résultats, ainsi comparables, ne perdront rien de leur précision.
- **classe d'âge** : un ensemble de poissons nés la même année.

Les poissons de la classe d'âge 1974, nés officiellement le 1er janvier, seront, par exemple, classés de la manière suivante :

	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
1974			naissance	1 mois	2 mois	7 mois	8 mois	9 mois
AGE			0	0	0	0	0	0
GROUPE D'AGE								
1975	10 mois	11 mois	1 an	1 an + 1 mois	1 an + 2 mois	1 an + 7 mois	1 an + 8 mois	1 an + 9 mois
AGE	1	1	1	1	1	1	1	1
GROUPE D'AGE	1	1	1	1	1	1	1	1
1976	1 an + 10 mois	1 an + 11 mois	2 ans	2 ans + 1 mois	2 ans + 2 mois	2 ans + 7 mois	2 ans + 8 mois	2 ans + 9 mois
AGE	2	2	2	2	2	2	2	2
GROUPE D'AGE	2	2	2	2	2	2	2	2

L'examen minutieux d'un otolith, entier ou brûlé, permet de tirer d'autres conclusions que celle, fondamentale, de l'âge :

- La largeur relative des zones opaques (ou blanches) reflète la variation du taux de croissance ; le rétro-calculation en reste cependant aléatoire et délicat, essentiellement en raison du contour irrégulier des zones et de la difficulté de localisation du centre exact du nucléus.

L'estimation de leur largeur permet toutefois, dans la même classe

d'âge d'une espèce, de séparer les poissons nés des premières et des dernières pontes, ceux à croissance rapide et les attardés. En effet, si la longueur d'un poisson aide quelquefois à définir son âge, elle n'en est pas pour autant une fonction biunivoque.

L'étroitesse exceptionnelle des zones opaques peut traduire l'apparition de conditions écologiques ou physiologiques défavorables à la croissance du poisson pouvant aller, nous l'avons vu, jusqu'à provoquer l'apparition d'une zone hyaline (ou noire) supplémentaire. L'interprétation de telles zones est, dans la plupart des cas, difficile et se borne souvent à une simple constatation.

■ Les "zones de reproduction" ("*Spawning zones*" JENSEN, 1965), apparaissent avec la première maturité sexuelle et coïncident avec les cycles annuels de ponte ; étroites et régulières, elles sont particulièrement nettes chez les vieux poissons, mais plus difficiles à déceler chez les jeunes reproducteurs dont les processus de croissance en masquent une partie.

Nous avons, par recoupements avec les techniques d'étude de la reproduction (histologie, R.G.S.), défini par espèce l'âge moyen de la première reproduction.

La méthode de brûlage, si elle est correctement appliquée à des otolithes qui s'y prêtent, donne de bons résultats : les zones noires peuvent être comptées aisément. L'interprétation des plans de fracture, comme celle d'otolithe entier, demande toutefois un certain entraînement si l'on veut obtenir des résultats reproductibles.

Nous emprunterons, pour conclure, ces quelques phrases à WILLIAMS et BEDFORD (1973) : "*The accuracy of the age-determination depends finally upon the training and skill of the reader, whose reasoned decision as to the validity of the rings is based on past experience. This skill is not quickly or easily acquired, and to be reasonably competent it is necessary to look at several thousand otoliths to build up a "memory bank". After 6 months' training, readers should be competent to deal with the majority of straight forward*

otoliths. After 2 years' experience, and having examined at least between 5 000 and 10 000 otoliths, they should be proficient, provided that they have required aptitude for this type of work."

3. METHODES DE CALCUL ET REPRESENTATIONS GRAPHIQUES

Pour douze espèces nous avons établi, en séparant les sexes :

- les clés âge-longueur
- les courbes et les taux de croissance linéaire
- les relations longueur-poids

3.1. LES CLES AGE-LONGUEUR

La détermination d'une courbe de croissance linéaire applicable à une population de poissons nécessite la connaissance préalable d'un nombre suffisant de couples de valeurs observées pour l'âge et la longueur. Dans le cas de notre étude, ces couples concernent les individus appartenant à plusieurs cohortes capturés pendant plusieurs années consécutives (de trois à sept ans suivant les espèces). Ce sont donc des courbes de croissance moyenne que nous donnerons pour les mâles et les femelles de chaque population étudiée.

Dans nos clés, l'âge des individus, déterminé par les lectures d'otolithes, est donné en mois à partir d'une origine fixe pour chaque espèce, ou une date de naissance moyenne spécifique choisie. L'échelle des classes de tailles a un pas de 1 cm pour les grandes espèces, de 0,5 cm pour les plus petites.

3.2. LES COURBES DE CROISSANCE LINEAIRE

■ Les jeunes des groupes 0 et 1⁺ de six espèces, parmi les douze étudiées, fréquentent les nurseries intertidales. Nous les avons régulièrement échantillonnés afin d'en suivre la croissance au cours de leurs premiers mois de vie benthique. Les courbes construites en coordonnées arithmétiques, sur des

moyennes, portent toutes les intervalles de confiance au coefficient de sécurité de 95 %.

■ Nous avons pour chaque espèce, et par sexe, calculé les paramètres L^∞ , K et t_0 des équations de VON BERTALANFFY (1938) par la méthode proposée par ABRAMSON-TOMLINSON (1967) dans le programme BGC₃.

Pour VON BERTALANFFY, la croissance peut être considérée comme la résultante des actions simultanées de facteurs anaboliques proportionnels à la surface et de facteurs cataboliques proportionnels au volume du corps. Sa loi de croissance linéaire, établie sur ces bases, s'écrit :

$$L = L^\infty 1 - e^{-k(t - t_0)}$$

et donne la longueur du corps L en fonction de l'âge t. Les courbes que la représentent sont ajustées aux données observées dans un intervalle d'âges bien déterminé (t_m , t_M) et ne sont utilisables que dans les limites de cet intervalle. L'extrapolation en dehors des limites de l'observation est donc très aléatoire. Les paramètres L^∞ , K et t_0 n'ont pas de signification biologique.

L^∞ , ou longueur asymptotique, varie en fonction de l'intervalle d'âge utilisé dans l'ajustement de la courbe ; elle ne peut donc être assimilée à la longueur moyenne maximale LM réellement atteinte par l'espèce étudiée. Elle s'en approche toutefois lorsque la longueur moyenne des poissons observés les plus âgés ne s'accroît presque plus.

K représente la pente de la droite d'ajustement entre la longueur et l'accroissement instantané de cette longueur ; il fixe la façon dont la vitesse de croissance diminue quand la taille augmente dans l'intervalle d'âges considéré.

Le paramètre t_0 donne l'âge pour lequel la courbe ajustée aux valeurs couperait l'axe des abscisses si on la prolongeait en-deçà de l'âge minimal observé ; la taille serait alors nulle à cet âge calculé t_0 . Les larves ayant toujours une certaine taille à l'éclosion, il ne peut, de toute évidence, en être ainsi.

"Pour évaluer la précision des estimations de L^∞ , K et t_0 , il est indispensable de tenir compte de la variance résiduelle qui mesure la dispersion

des points observés par rapport à la courbe ajustée.

La méthode d'Abraham-Tomlinson a été conçue pour donner à la fois les meilleures estimations conjointes, au sens statistique de "meilleures estimations", pour les trois paramètres d'une courbe de Von Bertalanffy et les erreurs standard de ces estimations. Elle est en effet basée sur la méthode d'ajustement des moindres carrés qui, sous réserve que certaines conditions de normalité soient satisfaites, est équivalente à la méthode du maximum de vraisemblance." (DAGET et LE GUEN, 1975).

Les calculs, assez complexes, ont été réalisés à l'aide d'un calculateur électronique programmable (H.P. 9825 A), équipé d'un traceur de courbes, auquel nous avons fourni les valeurs observées de nos clés âge-longueur. Les résultats obtenus nous permettent de donner les équations et les courbes de croissance linéaire des femelles et des mâles de douze espèces, où la longueur totale est exprimée en centimètres et l'âge en mois. Les points qui accompagnent les courbes de croissance positionnent les couples âge-longueur ; certains d'entre eux étant égaux, plusieurs poissons peuvent être représentés par un seul point. Le nombre d'individus lui correspondant se retrouvera aisément dans la clé.

3.3. LE TAUX DE CROISSANCE

Le taux de croissance C, compris dans le sens de "taux relatif", permet d'évaluer l'augmentation de longueur (ou de poids) durant une unité de temps.

La formule proposée par WINBERG (1956) pour l'accroissement pondéral des Agnathes et Téléostéens

$$Cr = \frac{\frac{Pf - Pi}{I} \times 100}{\frac{Pf + Pi}{2}}$$

Pf : poids moyen final

Pi : poids moyen initial

I : intervalle de temps entre les deux observations

peut être utilisée dans l'évaluation de leur taux de croissance linéaire. Son application nous a permis d'estimer le taux de croissance moyen annuel des mâles

et des femelles de chaque espèce étudiée, en utilisant les longueurs totales moyennes de groupes d'âges successifs. Le taux de croissance moyen annuel des individus d'une espèce sera ainsi, de la seconde à la troisième année par exemple :

$$Cr = \frac{\frac{LT\ 2^+ - LT\ 1^+}{LT\ 1^+ + LT\ 2^+} \times 100}{2}$$

3.4. LA RELATION TAILLE-POIDS

Une relation d'allométrie de type $P = aL^b$ lie le poids d'un poisson à sa longueur ; dans cette équation,

P est le poids du poisson (en grammes)

L est sa longueur (en centimètres)

a est une constante

b le coefficient d'allométrie généralement voisin de 3.

Les valeurs de a et b s'obtiennent en transformant la fonction exponentielle ci-dessus en une fonction linéaire ; ainsi,

$$\log P = \log a + b \cdot \log L$$

Nous les avons calculés par la méthode des axes majeurs réduits (ou droite de TEISSIER) en prenant le poids du poisson plein pour P et la longueur totale pour L.

3.5. L'AGE ET LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

La taille à la première maturité sexuelle peut être prise comme taille minimale de capture dans la gestion rationnelle d'un stock exploité. Plusieurs définitions en ont été données, mais actuellement elle correspond le plus souvent à la longueur pour laquelle 50 % des individus d'une population sont sexuellement mûrs.

Les reproducteurs des douze espèces de Pleuronectiformes que nous avons étudiées ne se trouvent pas tous en baie de Douarnenez ; c'est en particulier le cas de ceux de Turbot *P. maxima* et de Barbue *S. rhombus*. Pour les espèces s'y reproduisant nous avons établi, lorsque le nombre d'individus capturés le permettait, l'âge et la taille à la première maturité des femelles en suivant l'évolution mensuelle des R.G.S. individuels pour les premiers groupes d'âges. Nous nous sommes ainsi basés sur le fait (vérifié par l'histologie des ovaires) que les femelles ayant dépassé un seuil minimum de R.G.S. pendant leur maturation peuvent se reproduire dans l'année en cours. Le nombre parfois trop faible de reproductrices examinées nous a en effet gênés dans l'utilisation systématique de la règle des 50 % précédemment définie. Nous l'avons appliquée dès que possible et donnerons, par espèce, un pourcentage de femelles susceptibles de pondre pour chaque groupe d'âge étudié, en retenant L_{T50} comme taille à la première maturité. Pour chaque espèce nous avons ensuite comparé la taille ainsi établie avec la longueur à l'infini calculée.



DEUXIEME PARTIE

LA REPRODUCTION



I - LA REPRODUCTION DES BOTHIDAE

Les travaux assez anciens, sur les espèces de Bothidae que nous avons étudiées en baie de Douarnenez, comportent essentiellement des descriptions morphologiques, des considérations d'ordre systématique ou relatives à la distribution géographique, l'étude des œufs et des larves. Il subsiste de grandes incertitudes quant à la reproduction et aux périodes de ponte d'*Arnoglossus thori*, *A. laterna* et *A. imperialis*.

La période de ponte d'*Arnoglossus thori* s'étalerait sur presque toute l'année avec toutefois des émissions maximales d'œufs de mars à août, en Atlantique (BERTIN, 1929). WHEELER (1969) la situe au printemps : en avril dans le golfe de Gascogne et en Méditerranée, avec une prolongation possible en juin ou juillet. BINI (1968), en Méditerranée, attribue deux saisons de ponte à l'espèce : l'une de mars à juillet, l'autre en décembre et janvier.

Arnoglossus laterna pond au printemps et en été : d'avril à juin dans le sud de l'Irlande, de juin à août en Mer du Nord (WHEELER, 1969 ; POLL, 1947), de mars à août et peut-être en décembre-janvier, en Méditerranée (LOZANO - REY, 1960). En Manche la période de ponte est probablement longue avec un maximum en juillet, août et septembre (RUSSELL, 1976). Sur le plateau continental du golfe de Gascogne, les œufs et les larves apparaissent dans le plancton de mai à septembre, avec un maximum en août. Comparant leurs prélèvements de trois années (1964-65-66), ARBAULT et BOUTIN (1969) concluent à une "ponte maximale au printemps avec un prolongement plus ou moins important en été."

La reproduction d'*Arnoglossus imperialis* est quasiment inconnue : la période de ponte pourrait s'étendre à toute l'année en Méditerranée, avec pro-

bablement un maximum au printemps (PADOA, 1956 ; BINI, 1968). Sur les côtes nord-ouest de l'Europe, l'émission des œufs serait limitée au printemps (WHEELER, 1969).

1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE

Le suivi de l'évolution du rapport gonado-somatique d'*Arnoglossus thori* et d'*A. laterna* met en évidence un seul pic de valeurs maximales : les deux espèces ne se reproduisent, en baie de Douarnenez, qu'une seule fois dans l'année. Il en est probablement de même pour *A. imperialis* bien que le nombre de valeurs recueillies soit trop faible pour qu'il soit possible de l'affirmer.

Les R.G.S. moyens présentent un maximum :

- au printemps chez *A. thori* dont les femelles sont, en moyenne, prêtes à pondre au milieu du mois de juin ; la décroissance du rapport moyen vers la fin de juin et le début de juillet traduit une émission maximale des œufs à cette époque ;
- au printemps et en été chez *A. laterna* dont les femelles sont aussi, en moyenne, prêtes à pondre en juin ; certaines ont encore leurs ovaires bien remplis en juillet. La décroissance du R.G.S. ne s'amorce vraiment, chez cette espèce, qu'au milieu de l'été.

Dans les deux cas, les valeurs moyennes de R.G.S. présentent un minimum en automne et en hiver, période de repos sexuel pour ces deux Arnoglosses. *A. thori* est, à cet égard, plus précoce qu'*A. laterna* : son rapport gonado-somatique moyen se stabilise en effet entre 1 et 2 % dès la fin du mois d'août ; il ne subira d'augmentation sensible qu'entre les mois de février et mars de l'année suivante.

L'étude d'un cycle évolutif de R.G.S. ne permet pas, seule, de déterminer la période de ponte d'une espèce : si le début et le maximum des pontes peuvent être établis avec une bonne précision, il n'en est pas de même pour la fin. Les phénomènes d'atrésie folliculaire, très variables en importance,

viennent en effet masquer, chez certaines espèces, la fin réelle de l'émission des œufs ; celle-ci ne coïncide pas, alors, avec la valeur minimale observée du R.G.S. L'étude histologique des ovaires s'avère, dans tous les cas, nécessaire.

Ainsi, de l'examen des cycles de R.G.S. d'*A. thori* et d'*A. laterna* nous déduirons que (Fig. 26 ; Tab. 1 et 2) :

- Les deux espèces ont des périodes de ponte essentiellement printanières et estivales ; celle d'*A. laterna*, de toute évidence plus longue, se prolonge en été et, peut-être, en automne.
- L'émission des œufs commence, chez les deux espèces, au mois de juin.
- Les femelles d'*A. thori* pondent, pour la plupart, entre juin et juillet ; celles d'*A. laterna* émettent surtout leurs œufs entre juin et août, mais certaines pourraient encore pondre en septembre.

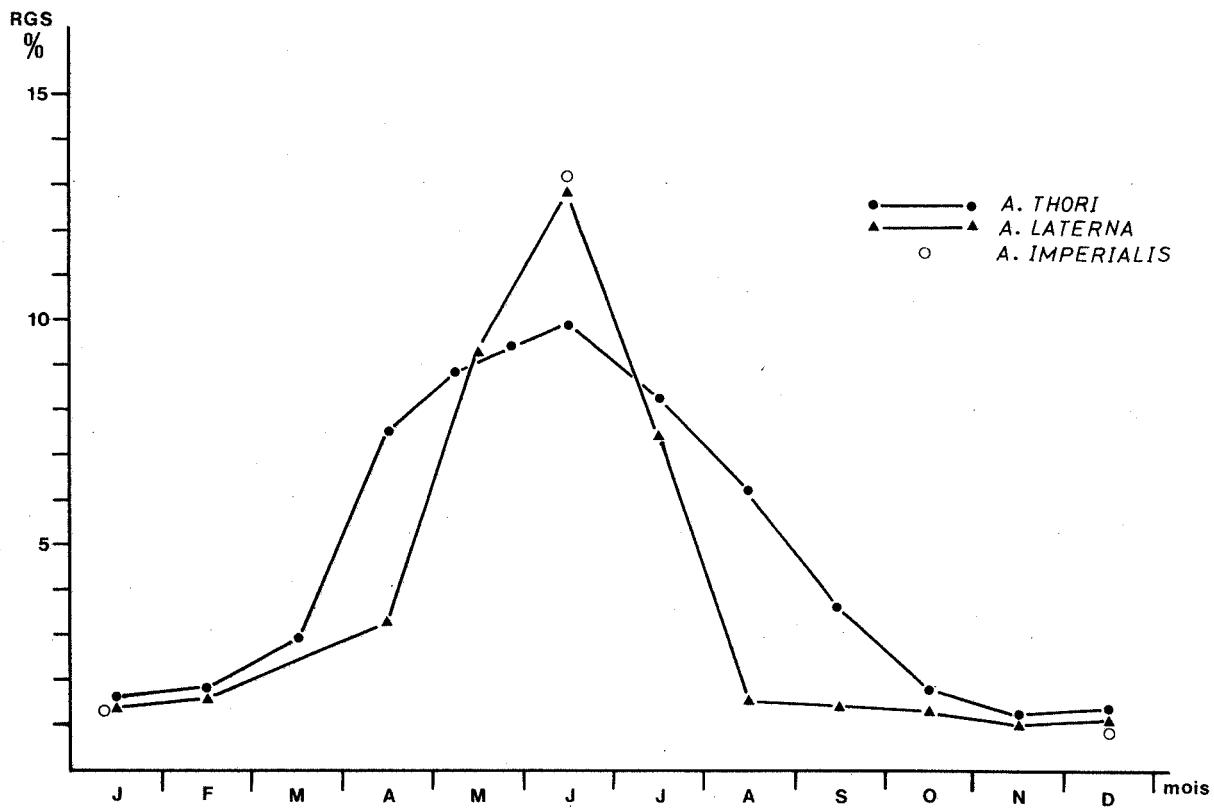


Fig. 26 - Evolution des rapports gonado-somatiques moyens des femelles d'*Arnoglossus thori*, d'*A. laterna* et d'*A. imperialis*.

Le suivi mensuel du R.G.S. sur plusieurs années (1976-77-78) met clairement en évidence le caractère cyclique de son évolution : les valeurs maximales et minimales apparaissent à la même époque d'une année à l'autre chez *A. thori* (Fig. 27) et *A. laterna* (Fig. 28). La reprise de la maturation des ovaires et cette dernière espèce est, par ailleurs, plus rapide que celle d'*A. thori*.

Le nombre, très faible, d'*Arnoglossus imperialis* capturés en dehors des mois d'hiver ne nous permet pas d'illustrer le cycle évolutif du R.G.S. de l'espèce. Les valeurs très basses observées en décembre et janvier laissent présager un repos sexuel hivernal ; celles de juin peuvent indiquer une période de ponte printanière et estivale, comme celles des deux autres espèces (Fig. 26). Les femelles capturées à cette époque présentaient des ovaires en fin de maturation, pourvus d'oeufs translucides témoins d'une ponte en cours ou tout au moins imminente.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	17	13	7	17	30	18	9	1	32	8	13	13
R.G.S.	1,6	1,6	2,9	7,5	9,1	9,9	8,2	6,2	3,6	1,8	1,0	1,3
σ	0,3	0,4	0,7	2,0	2,1	2,2	1,5		1,5	0,6	0,2	0,2
C.V. %	18,7	25,0	24,1	26,7	23,0	22,2	18,3		41,7	33,3	20,0	15,4

Tableau 1 - *Arnoglossus thori* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	10	22	-	8	8	14	13	4	36	6	11	12
R.G.S.	1,4	1,6	-	3,3	9,2	12,8	7,4	2,3 1,7	1,4	1,3	1,1	1,2
σ	0,2	0,2	-	1,6	3,8	2,1	2,5	0,4 2,1	0,2	0,4	0,2	0,2
C.V. %	14,3	12,5	-	48,5	41,3	16,4	33,8		14,3	30,8	18,2	16,7

Tableau 2 - *Arnoglossus laterna* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

Chiffres en italique : valeurs individuelles.

C.V. : coefficient de variation, exprimé en pourcentage = $\frac{\sigma}{R.G.S.} \times 100$

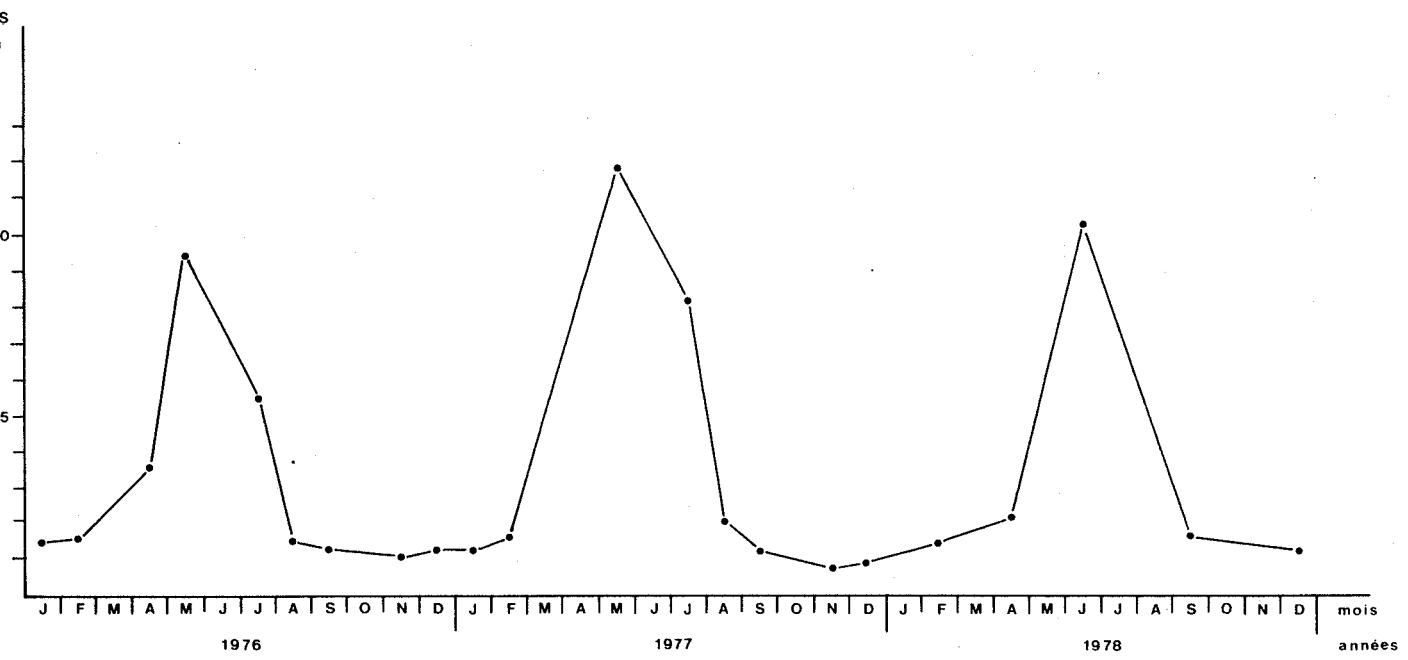


Fig. 27 - Evolution du rapport gonado-somatique moyen des femelles d'*Armoglossus thori* en 1976, 1977 et 1978.

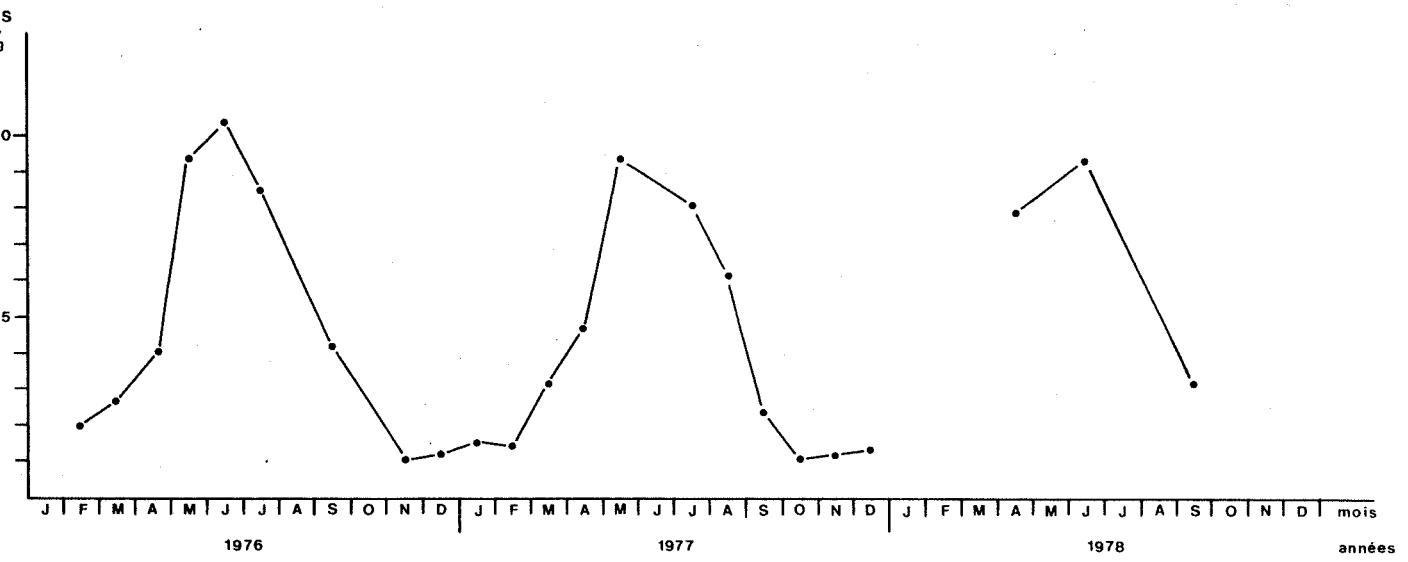


Fig. 28 - Evolution du rapport gonado-somatique moyen des femelles d'*Armoglossus laterna* en 1976, 1977 et 1978

2. EVOLUTION DU RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE

Chez les poissons qui stockent des réserves dans leur foie, la fin de la vitellogenèse se concrétise par une décroissance régulière du poids du foie, consécutive au transfert des réserves hépatiques vers les ovaires. La variation du rapport hépato-somatique des femelles apporte, à ce moment, un élément supplémentaire à la détermination temporelle de cette ultime étape de la maturation et du début possible des pontes.

Chez les femelles d'*Arnoglossus thori* en repos sexuel, le poids du foie demeure assez stable : la valeur du R.H.S. avoisine 2 %. Le stockage des réserves entraîne une élévation sensible du rapport au cours des premiers mois de la maturation : il fluctue le plus souvent entre 5 % et 6 % en avril-mai chez les femelles aux stades les plus avancés de la vitellogenèse.

Le nombre trop faible de femelles examinées en mai et juin nous amène à formuler quelques réserves quant aux valeurs moyennes, données ici à titre indicatif. L'utilisation des réserves hépatiques par le poisson semble toutefois effective à ce moment : le R.H.S. revient en juillet à une valeur proche de 2 % ; sa décroissance s'amorce avant celle du R.G.S. (Fig. 29 ; Tab. 3).

Les femelles d'*Arnoglossus laterna* ont, comme les précédentes, un R.H.S. relativement stable en dehors de la période de ponte : la valeur moyenne se maintient à 2,4 % de novembre à février. Les coefficients de variation assez élevés traduisent cependant d'importants écarts individuels (Tab. 4).

L'accroissement en poids du foie, sensible chez certains individus en mars, devient particulièrement net en avril. Par la suite les variations imputables à une ponte étalée et à l'échantillonnage ne permettent pas de déceler de période bien définie pour l'utilisation des lipides hépatiques (Fig. 30). En septembre, certains poissons, probablement minoritaires, ont encore des R.H.S. compris entre 3,5 et 8 %.

3. EVOLUTION DE L'INDICE PONDERAL

Les dépenses énergétiques et l'inanition temporaire occasionnent, au moment de la ponte, une perte du poids somatique des reproducteurs de Téléostéens. Les variations de l'indice pondéral, reflet de la bonne (ou mauvaise) condition du poisson, peuvent, lorsqu'elles sont suffisamment prononcées, aider à localiser la période d'émission des œufs, tout en traduisant l'état sexuel des femelles en particulier.

Le tracé des variations de l'indice pondéral des femelles d'*Arno-glossus thori* s'infléchit en mai et juin ; la valeur minimale de l'indice en juillet coïncide avec celles décroissantes du R.G.S. (Fig. 29 ; Tab. 5 et 6).

Le coefficient de variations est alors maximal : certaines femelles amaigries pourraient avoir émis tous leurs œufs ; d'autres ne seraient qu'en début ou en cours de ponte.

La condition des femelles s'améliore en août et l'indice pondéral moyen revient en septembre à une valeur proche des moyennes hivernales.

Les variations de l'indice pondéral des femelles confirment ainsi celles de leur rapport gonado-somatique ; elles précisent surtout la fin probable des pontes au mois d'août.

L'activité sexuelle semble moins affecter la condition physique des mâles : la diminution de leur indice pondéral moyen en juin n'apporte pas d'éléments vraiment nouveaux, mais confirme nos acquis antérieurs.

Les valeurs minimales de l'indice pondéral moyen des femelles d'*Arno-glossus laterna* apparaissent en juin, juillet et probablement aussi en août. Bien qu'étant de faible amplitude, les variations de l'indice semblent suivre celles du R.G.S. : le tracé, infléchi sur une longue période, pourrait confirmer la période de ponte pressentie, essentiellement printanière et estivale. Il n'apporte, en revanche, aucune indication supplémentaire quant à la fin possible des émissions d'œufs en automne (Fig. 30 ; Tab. 7).

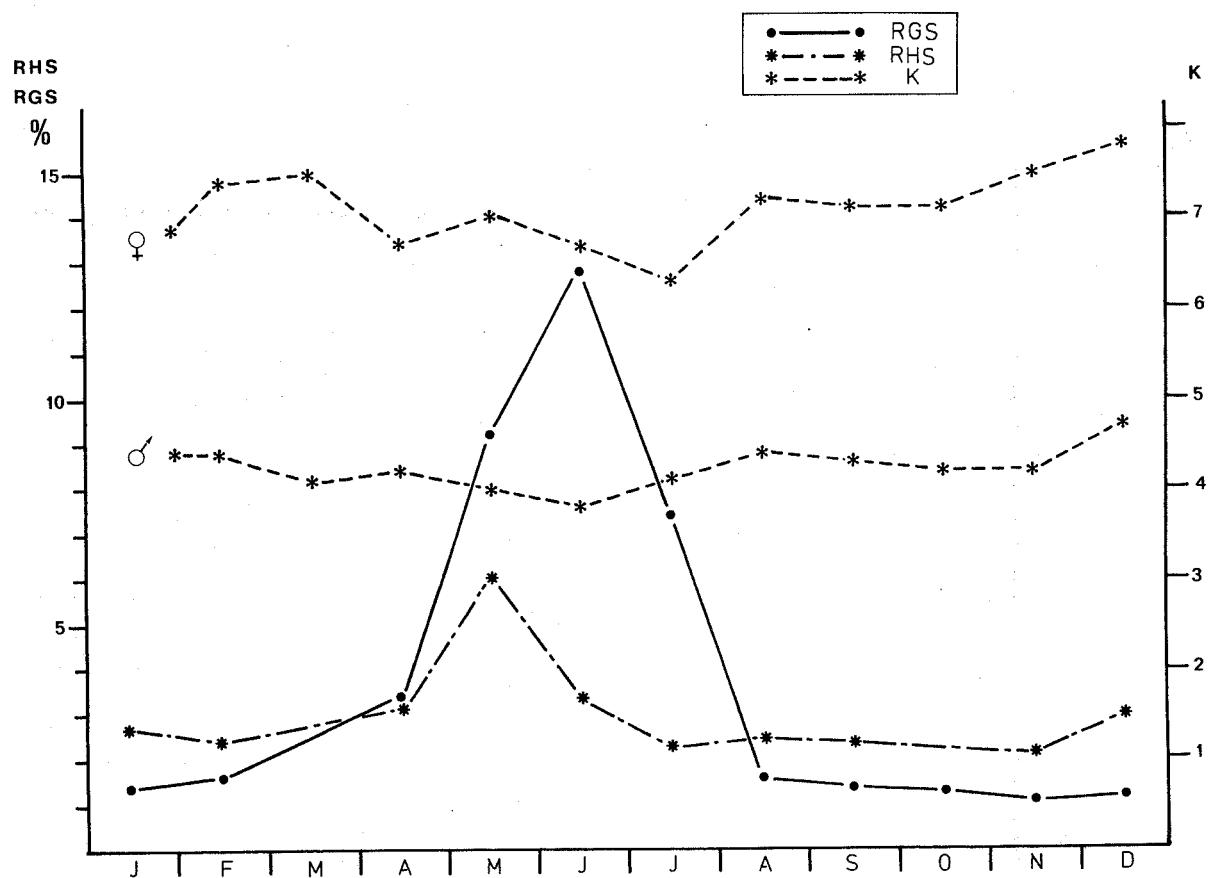


Fig. 29 - *Arnoglossus thori* : évolution des rapports gonado-somatique et hépato-somatique moyens des femelles - évolution des indices pondéraux moyens des mâles et des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	9	20	-	7	2	4	8	1	14	-	9	8
R.H.S.	2,7	2,4	-	3,2	6,7 5,5	2,4 2,7	2,3	2,5	2,4	-	2,1	3,0
σ	1,0	1,0	-	1,2	3,3 5,1	0,9		0,5		-	0,5	0,8
C.V. %	37,0	41,7	-	37,5		39,1		20,8		23,8	26,7	

Tableau 3 - *Arnoglossus thori* : variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen des femelles.

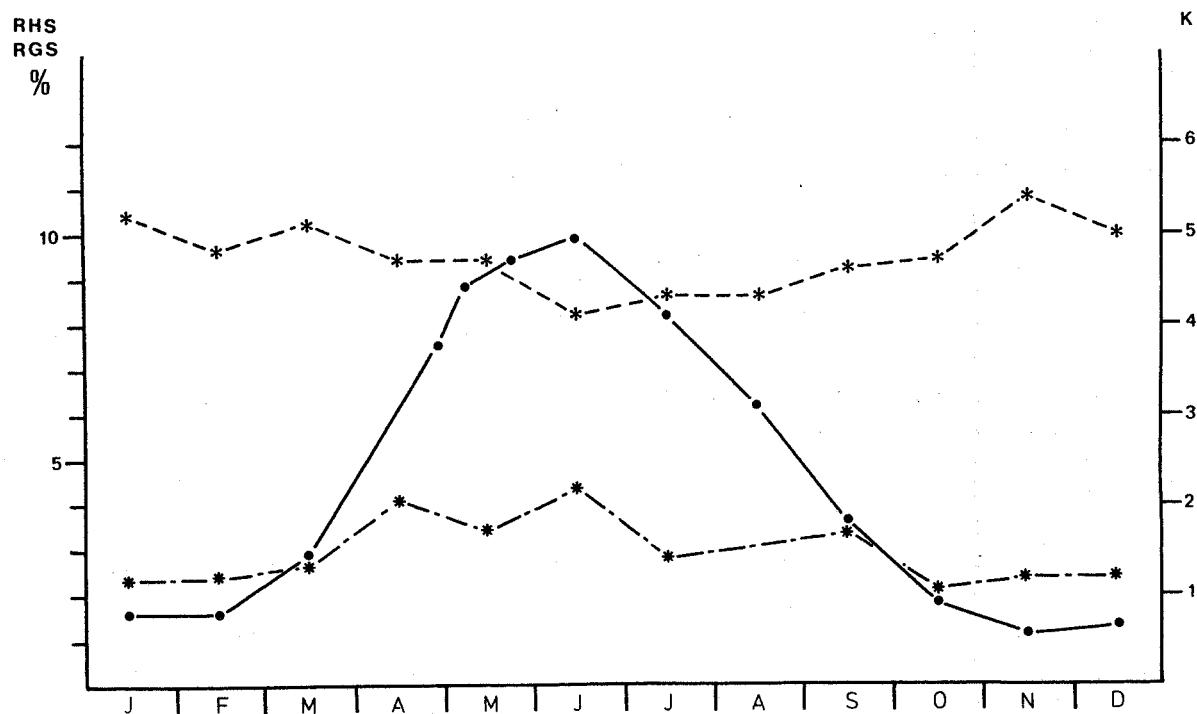


Fig. 30 - *Arnoglossus laterna* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyen des femelles (mêmes symboles que sur la figure 29).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
R.H.S.	17	12	7	16	19	5	4	-	7	1	11	11
σ	2,4	2,4	2,7	4,1	3,4	3,9 4,0	3,2 3,2	-	3,4	2,1	2,4	2,4
C.V. %	0,8	0,4	1,1	1,1	1,1	3,9 3,3	2,5 2,2	-	2,1	0,4	0,5	
	33,3	16,7	40,7	26,8	32,3	7,0			61,7	16,7	20,8	

Tableau 4 - *Arnoglossus laterna* : variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	13	26	1	9	13	15	14	4	35	4	23	12
K	6,9	7,4	7,5	6,7	7,0	6,7	6,3	7,1 6,0	7,1 7,6	8,1 6,2	7,5	7,8
σ	0,8	0,6		0,7	0,4	0,7	0,9	9,1 6,4	0,7	6,2 6,7	0,5	0,5
C.V. %	11,8	8,1		10,4	5,7	10,4	14,3		9,8		6,7	6,4

Tableau 5 - *Arnoglossus thori* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	8	23	9	10	9	2	12	5	27	3	17	5
K	4,4	4,4	4,1	4,2	4,0	4,0 3,7	4,1	4,4 4,2	4,3	4,7 3,9	4,2	4,3 4,8
σ	0,3	0,4	0,5	0,3	0,3		0,4	4,5 4,7	0,6	4,0	0,2	4,6 5,2
C.V. %	6,8	9,0	12,2	7,1	7,5		9,7	4,4	13,9		4,8	4,7

Tableau 6 - *Arnoglossus thori* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	19	16	15	40	38	20	17	1	39	11	14	14
K	5,2	4,8	5,1	4,7	4,7	4,1	4,3	4,3	4,6	4,7	5,4	5,0
σ	0,4	0,7	0,5	0,6	0,6	0,3	0,6		0,5	0,7	0,5	0,6
C.V. %	7,7	14,6	9,8	12,8	12,8	7,3	13,9		10,9	14,9	9,2	12,0

Tableau 7 - *Arnoglossus laterna* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

4. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS

4.1. LE CYCLE SEXUEL D'*ARNOGLOSSUS THORI* (Tab. 8 ; Pl. 8)

Les premiers signes de vitellogenèse apparaissent en janvier et février chez *Arnoglossus thori* : des globules, première manifestation du vitellus, s'agencent en couronne à la périphérie du cytoplasme des plus gros oocytes qui mesurent alors, environ, 100 μ de diamètre.

Peu de femelles sont mûres à la fin du mois d'avril : le diamètre de leurs ovocytes les plus gros, en cours de vitellogenèse, varie entre 145 μ et 210 μ . Certaines, plus avancées, ont déjà émis quelques œufs : des oocytes mûrs hyalins, encore peu nombreux, s'intercalent entre des ovocytes à tous les stades de maturation ; ceux en fin de vitellogenèse, à globules vitellins individualisés, atteignent 295 μ de diamètre.

La distribution des diamètres d'ovocytes est très hétérogène de mai à juillet. La fréquence des ovocytes mûrs hyalins augmente (diamètre : 500 μ) ; les ovocytes de 270-300 μ de diamètre, bourrés de réserves vitellines, occupent la majeure partie de l'ovaire et côtoient des ovocytes plus petits en début ou en cours de vitellogenèse (diamètre : 160-230 μ). Les pontes, commencées en mai, deviennent de plus en plus nombreuses en juin et juillet.

L'atrésie des follicules non vidés commence en août ; elle affecte d'abord les plus gros ovocytes qui sont, proportionnellement, très nombreux. Les femelles d'*A. thori* ne pondent donc pas la totalité de leurs ovocytes arrivés à maturité ; d'autres, moins avancés, n'atteindront pas non plus le terme de leur vitellogenèse. La ponte est alors terminée.

Les femelles entrent en repos sexuel au mois de septembre : l'atrésie gagne les plus petits ovocytes ; les restes de follicules et de vitellus sont phagocytés.

La distribution de taille des ovocytes tend vers l'homogénéité caractéristique rencontrée chez les individus en repos sexuel ou chez les immatures. Un début d'hétérogénéité apparaît en octobre-novembre : certains petits oocytes s'accroissent déjà jusqu'à atteindre 75 μ de diamètre.

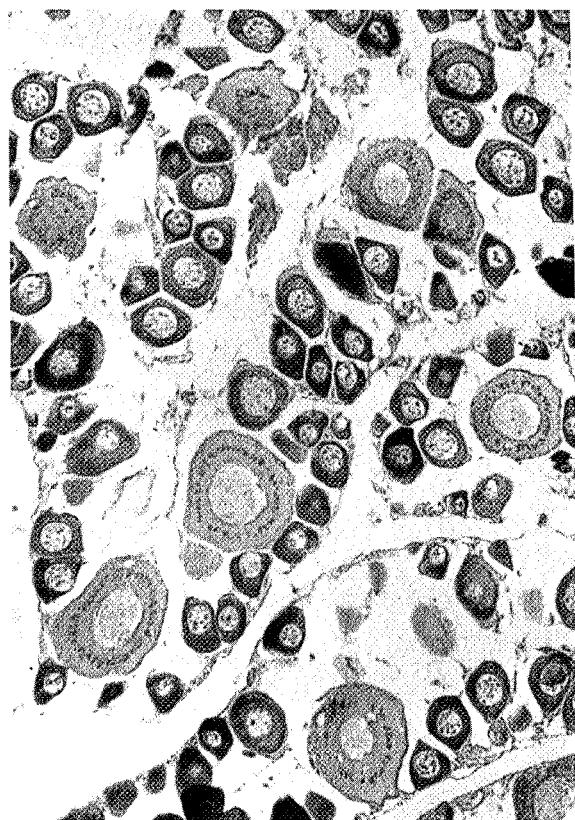
MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
OCTOBRE	Repos	45 μ
NOVEMBRE	Repos Accroissement lent	45 - 60 μ
DECEMBRE	Repos Accroissement lent	45 - 70 μ
JANVIER	Accroissement lent Début de vitellogenèse	70 - 100 μ
FEVRIER	Début de vitellogenèse	115 μ
AVRIL	Vitellogenèse assez avancée Rares débuts de pontes	135 - 295 μ
MAI	Ovocytes de taille très variable Début de vitellogenèse Vitellogenèse avancée Début de pontes Follicules vides	157 - 290 μ
JUIN	Ovocytes de taille très variable Vitellogenèse avancée Pontes en cours	300 μ
JUILLET	Ovocytes de taille très variable Pontes en cours	260 - 300 μ
AOUT	Nombreux ovocytes atrésiques Pontes terminées	-
SEPTEMBRE	Ovocytes atrésiques (restes) Stades de post-ponte	-

Tableau 8 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Arnoglossus thori*.

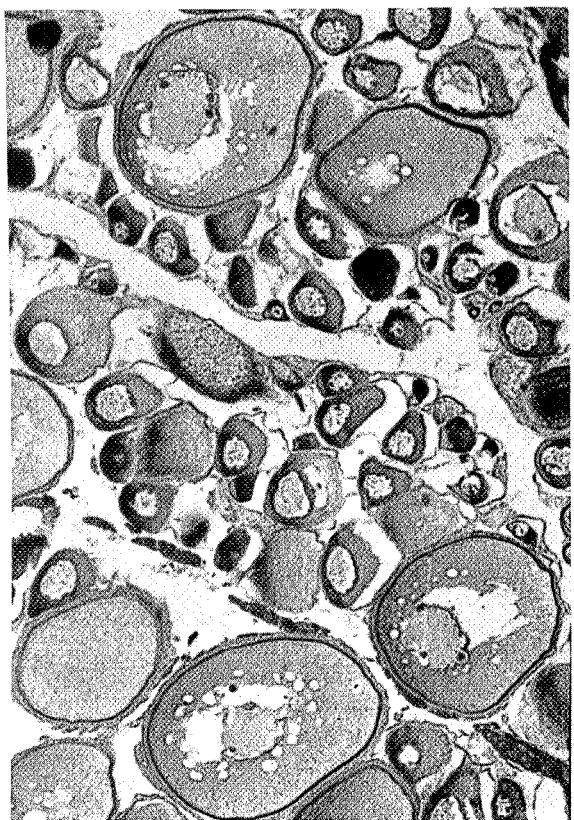
(Ø max. ovocytes : diamètres relevés sur préparations histologiques - ovocytes à inclusions vitellines individualisées)

Planche 8 - L'ovogenèse chez *Arnoglossus thori* :

- a - ovocytes immatures et en début de vitellogenèse (février)
- b - ovocytes immatures et en vitellogenèse peu avancée (avril)
- c - ovocytes en vitellogenèse avancée et ovocyte mûr hyalin (avril)
- d - follicules atrésiques (août)

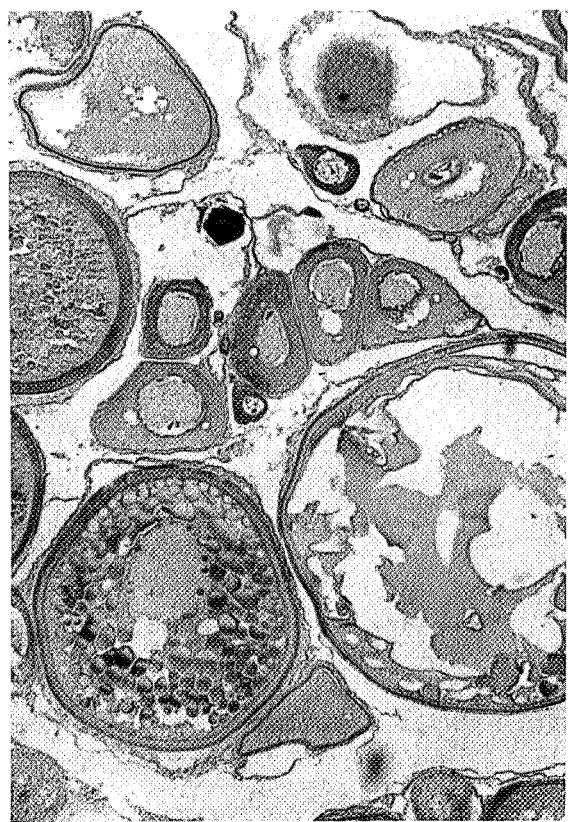


-a-

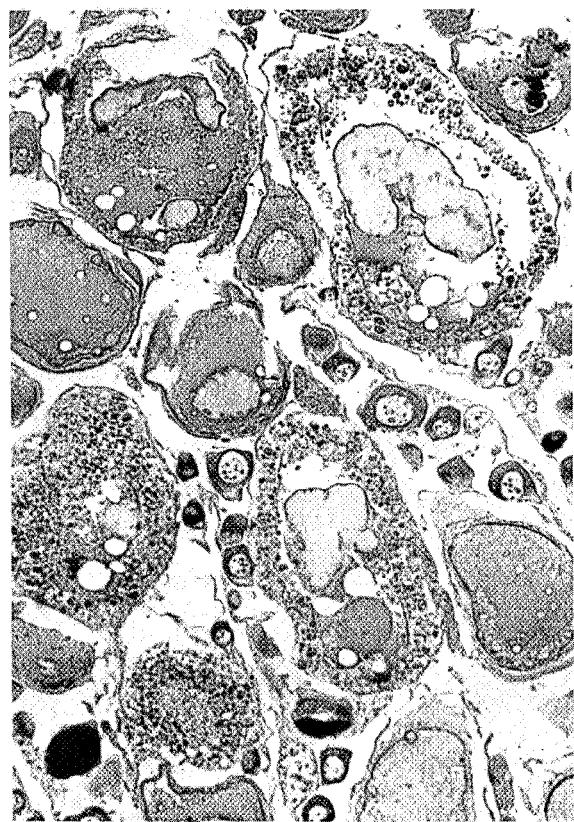


-b-

100 μ



-c-



-d-

4.2. LE CYCLE SEXUEL D'*ARNOGLOSSUS LATERNA* (Tab. 9 ; Pl. 9)

La vitellogenèse des ovocytes d'*Arnoglossus laterna* commence en janvier, mais ne devient vraiment active qu'en février. La maturation progresse en mars ; en avril, les plus gros ovocytes, d'un diamètre voisin de 480 µ, sont mûrs et prêts à être pondus. Les pontes débutent au mois de mai : des ovocytes de diamètres variables garnissent alors la paroi ovarienne ; d'autres ovocytes encore immatures les remplaceront.

Les ovocytes hyalins ne sont pas rares en juin : beaucoup de femelles pondent alors, mais les ovaires de certaines présentent déjà les aspects caractéristiques de la post-ponte (nombreux follicules vides - peu d'ovocytes mûrs - début d'atrésie).

La composition du stock d'ovocytes en maturation reste hétérogène en juillet : la vitellogenèse est très avancée chez la plupart des femelles dont la majorité est en cours de ponte.

Les stades de post-ponte et les débuts d'atrésies abondent au mois de septembre. Certaines femelles ont toutefois encore de petites phases tardives de croissance d'ovocytes, qui n'arriveront pas à maturité.

Le repos s'installe pendant les trois derniers mois de l'année : les phagocytes éliminent les follicules résiduels vidés ou non ; les lots d'ovocytes retrouvent leur homogénéité.

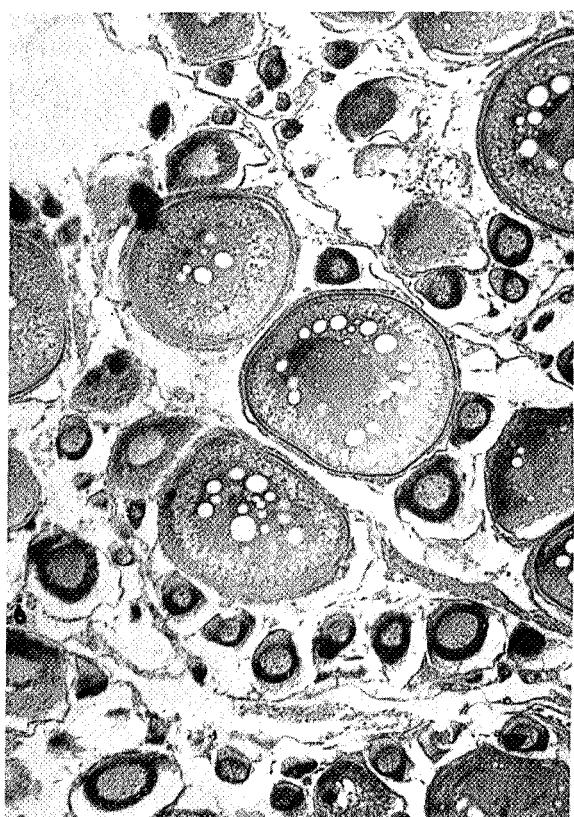
Toutefois, dès le mois de novembre, le stock de réserve entre dans sa phase d'accroissement lent et prélude à la maturation de l'année suivante.

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
OCTOBRE	Repos Restes de pontes	45 μ
NOVEMBRE	Repos Début d'accroissement lent	30 - 60 μ
DECEMBRE	Repos Accroissement lent	50 - 75 μ
JANVIER	Accroissement lent Ovocytes de taille très variable Restes d'atrésies	45 - 100 μ
FEVRIER	Accroissement lent Début de vitellogenèse	70 - 200 μ
MARS	Vitellogenèse assez avancée	190 - 280 μ
AVRIL	Vitellogenèse avancée	300 - 350 μ
MAI	Début de pontes Ovocytes de taille très variable	300 - 315 μ
JUIN	Pontes en cours Stades de post-ponte	-
JUILLET	Vitellogenèse très avancée Pontes en cours Restes de pontes	295 - 325 μ
SEPTEMBRE	Stades de post-ponte Début d'atrésies Nouvelle poussée d'ovocytes	-

Tableau 9 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Arnoglossus laterna*.

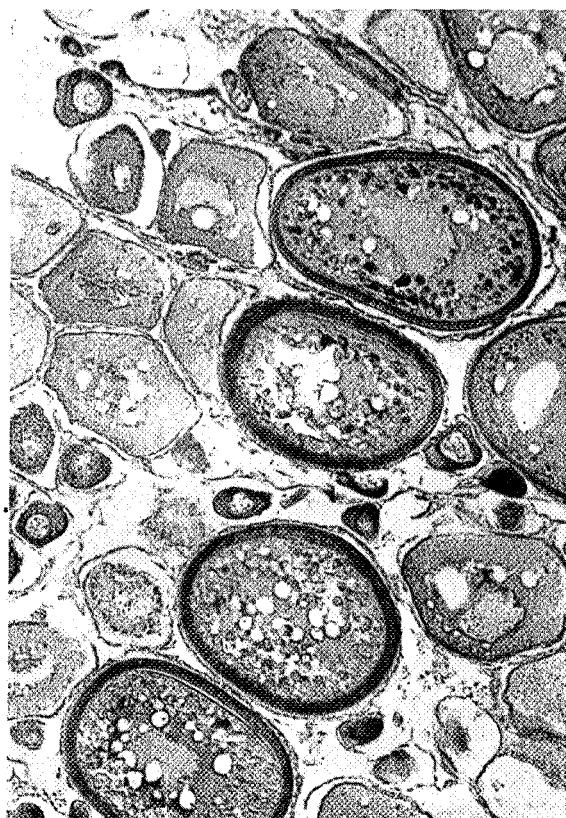


-a-

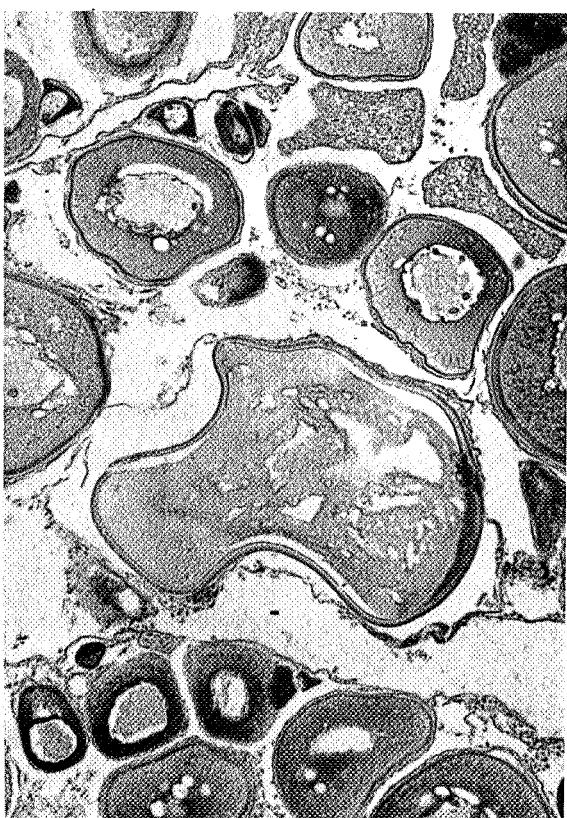


-b-

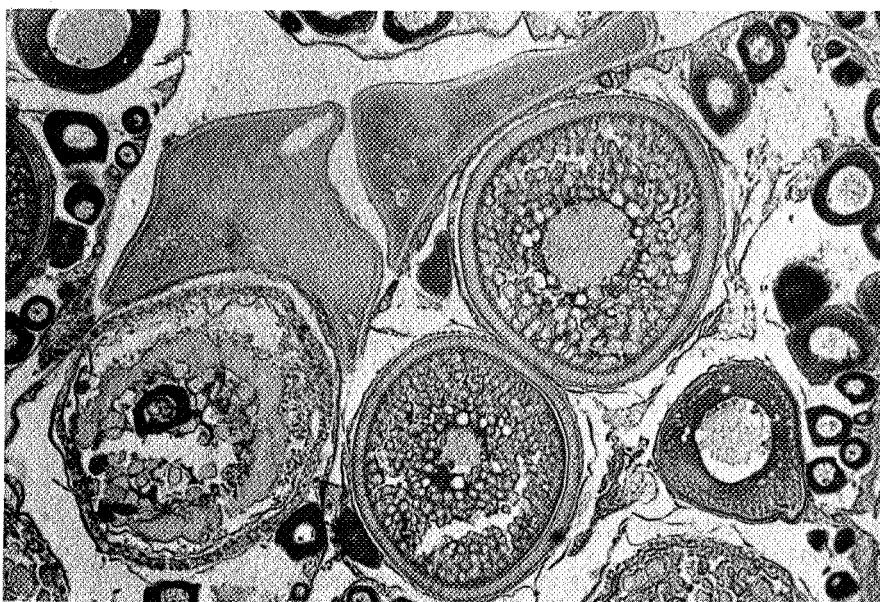
100μ



-c-



-d-



100 μ

Planche 9 - L'ovogenèse chez *Arnoglossus laterna* :

- a - ovocytes immatures (octobre)
- b - ovocytes en vitellogenèse peu avancée (février)
- c - ovocytes en vitellogenèse assez avancée (mars)
- d - ovocyte hyalin (mai)
- e - ovocytes en vitellogenèse avancée, ovocytes hyalins en dégénérescence et follicule atrésique (septembre)

4.3. QUELQUES ETAPES DU CYCLE SEXUEL D'*ARNOGLOSSUS IMPERIALIS* (Tab. 10 ; Pl. 10)

Les ovocytes d'*Arnoglossus imperialis*, au premier stade de la vitellogenèse (granules en couronne), sont encore très petits en décembre : ils mesurent, au maximum, 150 μ de diamètre. Les plus grands arrivent à 200 μ en janvier-février mais l'aspect histologique de l'ovaire n'a pas changé.

En juin la vitellogenèse est très avancée. Les femelles sont en cours de ponte ou en post-ponte. Leurs plus gros ovocytes, à inclusions vitellines individualisées, mesurent de 235 μ à 330 μ de diamètre, ceux hyalins atteignent 500 μ de diamètre.

Dans les ovaires de femelles d'*Arnoglossus imperialis* au stade de post-ponte, il ne subsiste que très peu d'ovocytes à vitellogenèse avancée : le contenu de l'ovaire est donc, en majeure partie, pondu.

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	\varnothing MAX. OVOCYTES
DECEMBRE	Ovocytes de taille très variable Début de vitellogenèse	90 - 150 μ
JANVIER	Ovocytes de taille très variable Début de vitellogenèse	60 - 200 μ
FEVRIER	Début de vitellogenèse	115 μ
JUIN	Vitellogenèse très avancée Pontes en cours Post-ponte	235 - 330 μ

Tableau 10 - Quelques étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Arnoglossus imperialis*.

(\varnothing max. ovocytes à inclusions vitellines individualisées)

Planche 10 - L'ovogenèse chez *Arnoglossus imperialis* :

- a - ovocytes immatures (décembre)
- b - ovocytes en vitellogenèses peu avancée et avancée (juin)
- c - ovocytes mûrs hyalins (juin)

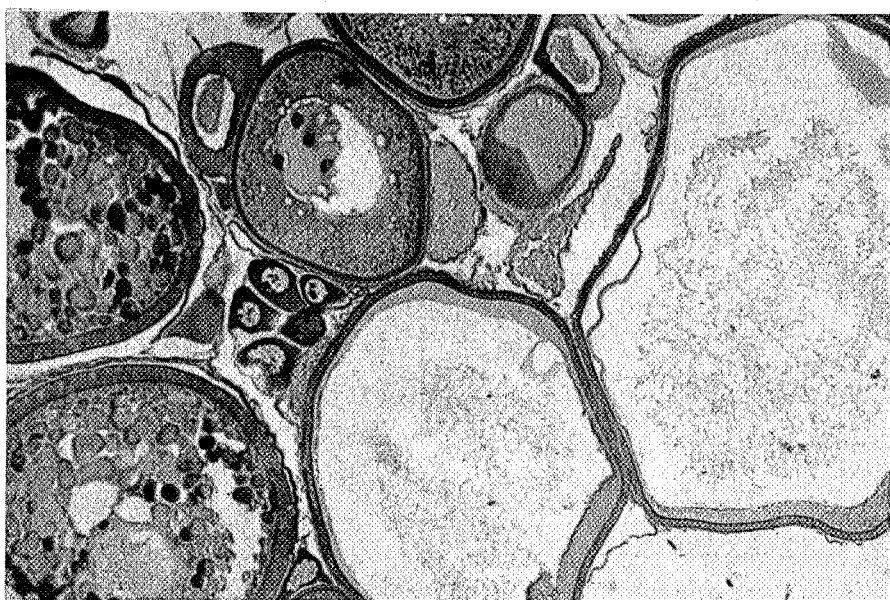


-a-



-b-

100μ



-c-

5. LA FECONDITE DES ESPECES

5.1. LA FECONDITE D'*ARNOGLOSSUS THORI**

Treize femelles d'*Arnoglossus thori* d'une longueur totale comprise entre 15,5 cm et 20,2 cm font l'objet de cette étude. Capturées à des dates proches de leurs premières émissions d'oeufs (6 juin 1978, 8-16 juin 1979), nous les avons sélectionnées pour leur état de maturation pas trop avancé, éliminant au mieux l'éventualité d'une ponte partielle déjà effectuée.

• L'étude de la distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes met en évidence deux lots dans l'ovaire :

- Un lot formé par de petits ovocytes d'un diamètre inférieur à 92 μ ; ils ne présentent aucun signe de maturation (contrôle histologique) et ne seront susceptibles d'être pondus que l'année suivante ;
- Un lot d'ovocytes à différents stades de maturation ayant un diamètre supérieur ou égal à 96 μ (Fig. 31).

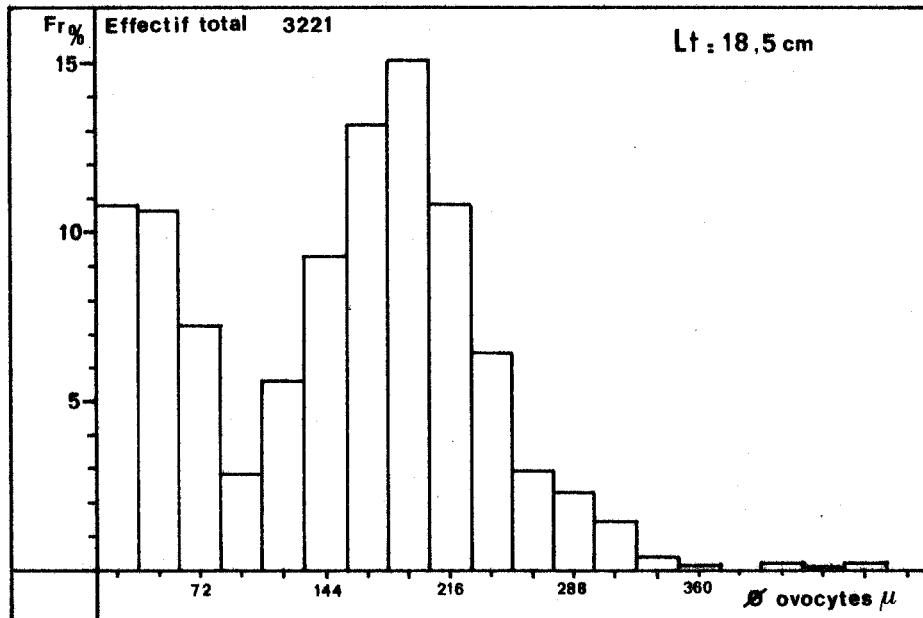


Fig. 31 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez *Arnoglossus thori* (femelle de 18,5 cm de longueur totale, capturée au début du mois de juin).

*Etude réalisée avec la collaboration de G. AXIOTIS.

L'étude histologique du second lot a révélé qu'en fait seuls les ovocytes d'un diamètre supérieur ou égal à 144μ mûriront dans l'année, mais ne seront pas, pour autant, tous émis au cours de la ponte. Le comptage de ces œufs ne donnera ainsi, pour *A. thori*, qu'une fécondité potentielle, surestimation de la fécondité absolue réelle.

- Au début du mois de juin la plupart des ovocytes sont en maturation avancée, chez les femelles étudiées, mais peu d'entre eux ont atteint le stade ultime qui précède leur émission (Fig. 32).

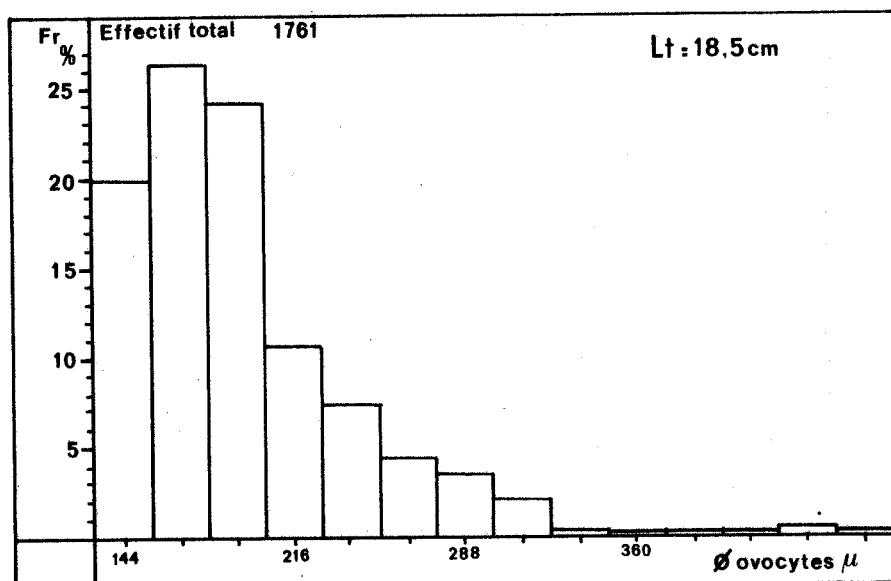
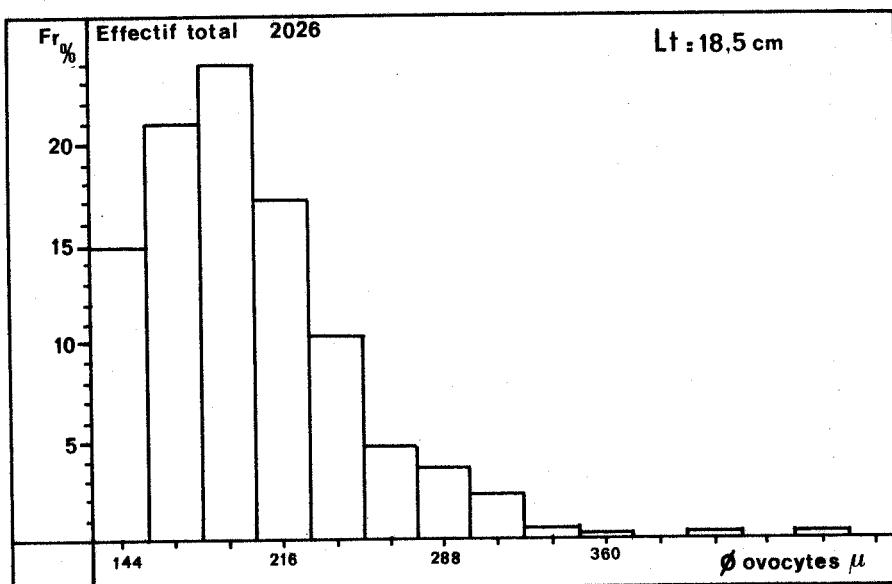


Fig. 32 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez deux femelles d'*Amoglossus thori* au début du mois de juin.

En une dizaine de jours le diamètre des ovocytes les plus avancés augmente rapidement : les plus gros passent de 480 μ à 576 μ de diamètre ; Les premiers œufs prêts à la ponte se distinguent nettement des autres, vers la mi-juin. Les femelles les plus petites ont alors, comme les plus grandes, de gros œufs dans leurs ovaires (Fig. 33).

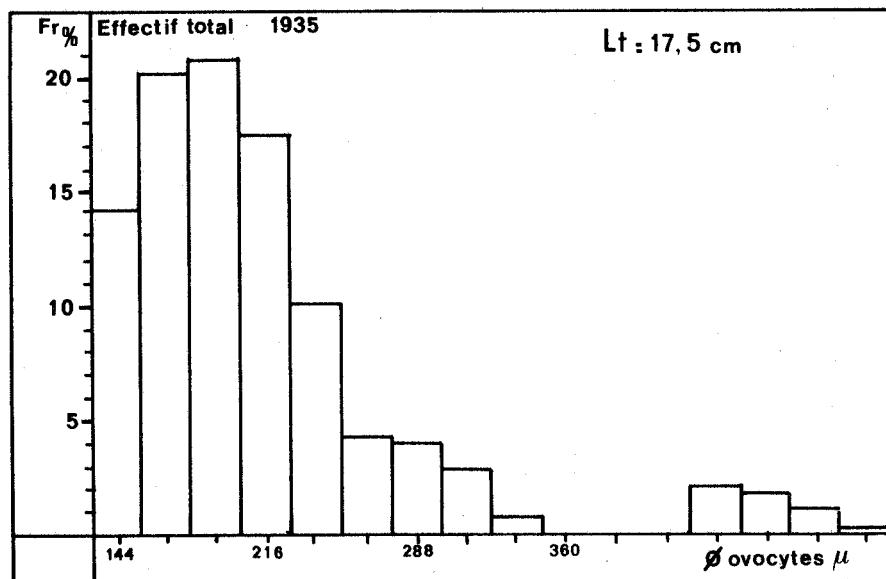
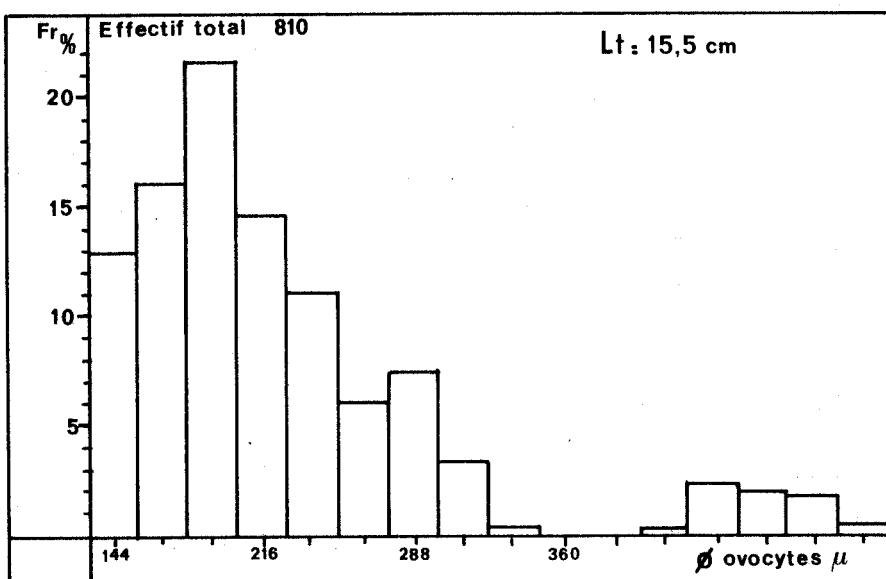


Fig. 33 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez cinq femelles d'*Arnoglossus thori* au milieu du mois de juin.

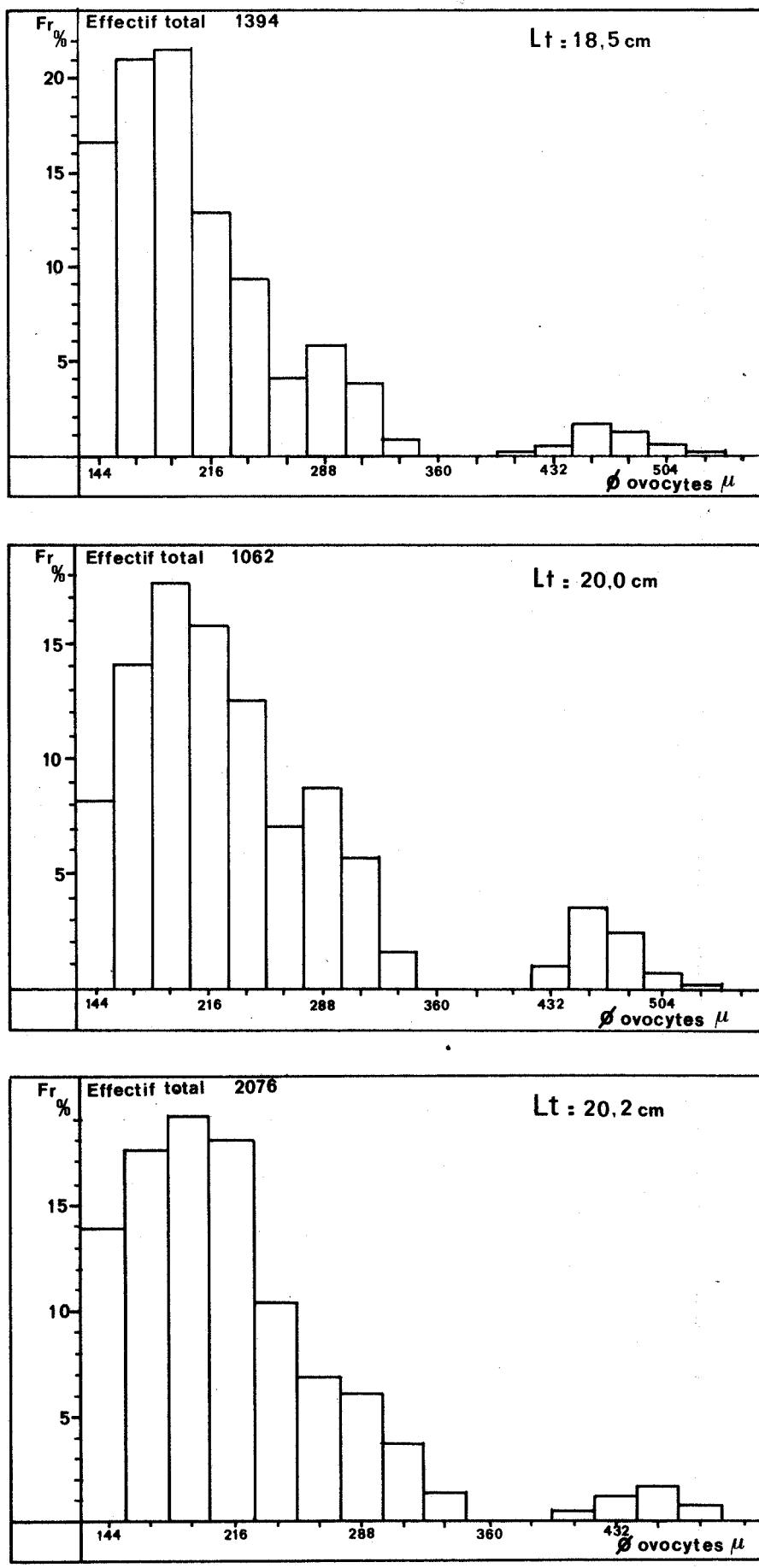


Fig. 33

L'état de maturation avancée de certaines femelles étudiées nous constraint à ne donner pour l'espèce qu'un tableau de valeurs indicatives (Tableau 11). Certaines anormalement basses, probablement biaisées par des émissions partielles d'oeufs, ne peuvent être retenues ; d'autres, qui conservent leur signification, permettent de chiffrer la fécondité relative d'*Arnoglossus thori* à 4 000 - 5 000 oeufs/gramme.

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
15,5	44	5,0	4 ⁺	14,3	216 000	4 909
16,0	51	6,5	5 ⁺	16,2	245 200	4 807
17,0	54	5,2	5 ⁺	11,8	225 000	4 167
17,5	67	7,8	5 ⁺	15,0	345 000	5 149
17,8	71	8,0	5 ⁺	13,8	259 000	3 648
18,5	70	6,1	5 ⁺	10,9	187 000	2 678
18,5	70	6,0	5 ⁺	10,7	234 800	3 354
18,5	75	4,9	5 ⁺	7,9	190 900	2 545
18,5	65	5,9	6 ⁺	11,6	195 100	5 110
18,5	91	9,5	7 ⁺	12,7	465 000	3 001
19,6	78	9,5	7 ⁺	15,1	285 000	3 654
20,0	95	10,0	7 ⁺	13,7	362 000	3 810
20,2	95	9,7	7 ⁺	12,4	407 000	4 284

Tableau 11 - *Arnoglossus thori* : fécondités absolue et relative des femelles.

5.2. LA FECONDITE D'*ARNOGLOSSUS LATERNA**

Vingt-et-une femelles d'*Arnoglossus laterna* d'une longueur totale comprise entre 12,2 cm et 16,6 cm ont fourni le matériel nécessaire à cette étude. Capturées avant la ponte (28-30 avril, 6-12 juin 1978), elles présentaient toutes des ovaires en maturation, à différents stades d'avancement.

• Comme chez *Arnoglossus thori*, les ovocytes d'un diamètre inférieur ou égal à 140-150 μ constituent un stock de réserve pour les pontes de l'année suivante (Fig. 34).

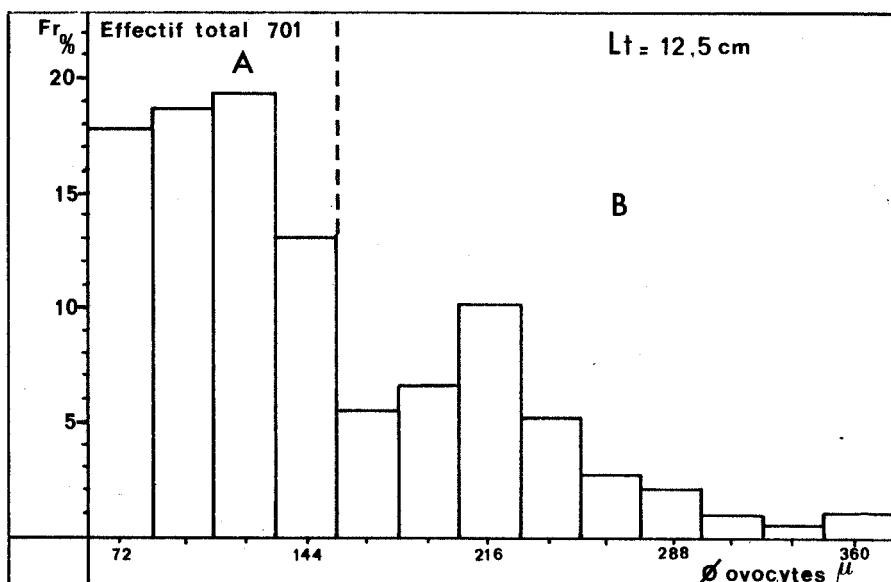


Fig. 34 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez *Arnoglossus laterna* (femelle de 12,5 cm de longueur totale, capturée à la fin du mois d'avril).

*Etude réalisée avec la collaboration de A. LE FOLL.

• A la fin du mois d'avril, les ovocytes d'un diamètre voisin de 192μ dominent la distribution de fréquence. Les plus grandes femelles ont dans leurs ovaires quelques ovocytes en vitellogenèse mais les autres sont, pour la plupart, en début de maturation (Fig. 35).

En juin, chez les plus grandes femelles, la distribution de fréquence apparaît plus homogène et décalée vers de plus forts diamètres. Chez les plus petites elle présente un mode à 192μ , comme chez certaines en avril (Fig. 36). Les plus grandes femelles apparaissent ainsi proches de leurs premières émissions d'oeufs en juin ; elles devancent les plus petites, d'au moins un mois et demi.

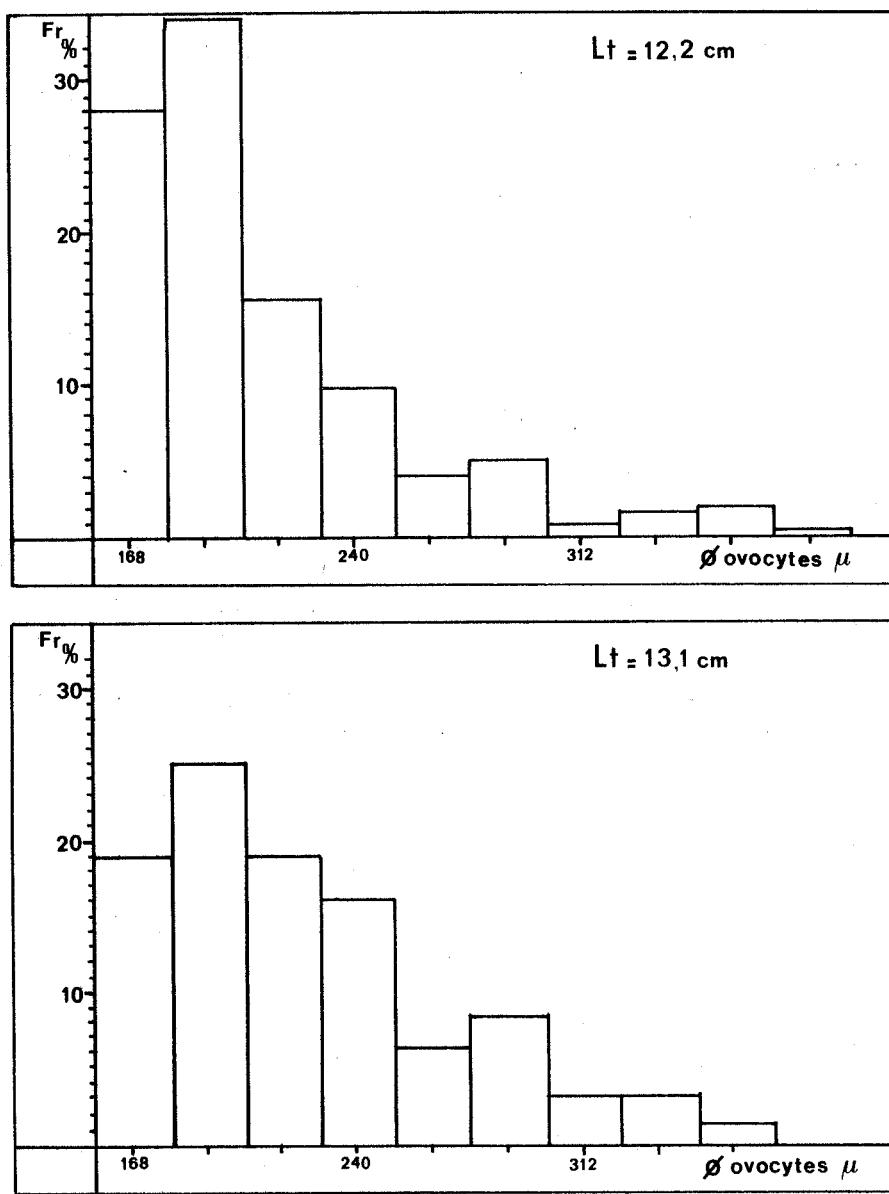


Fig. 35

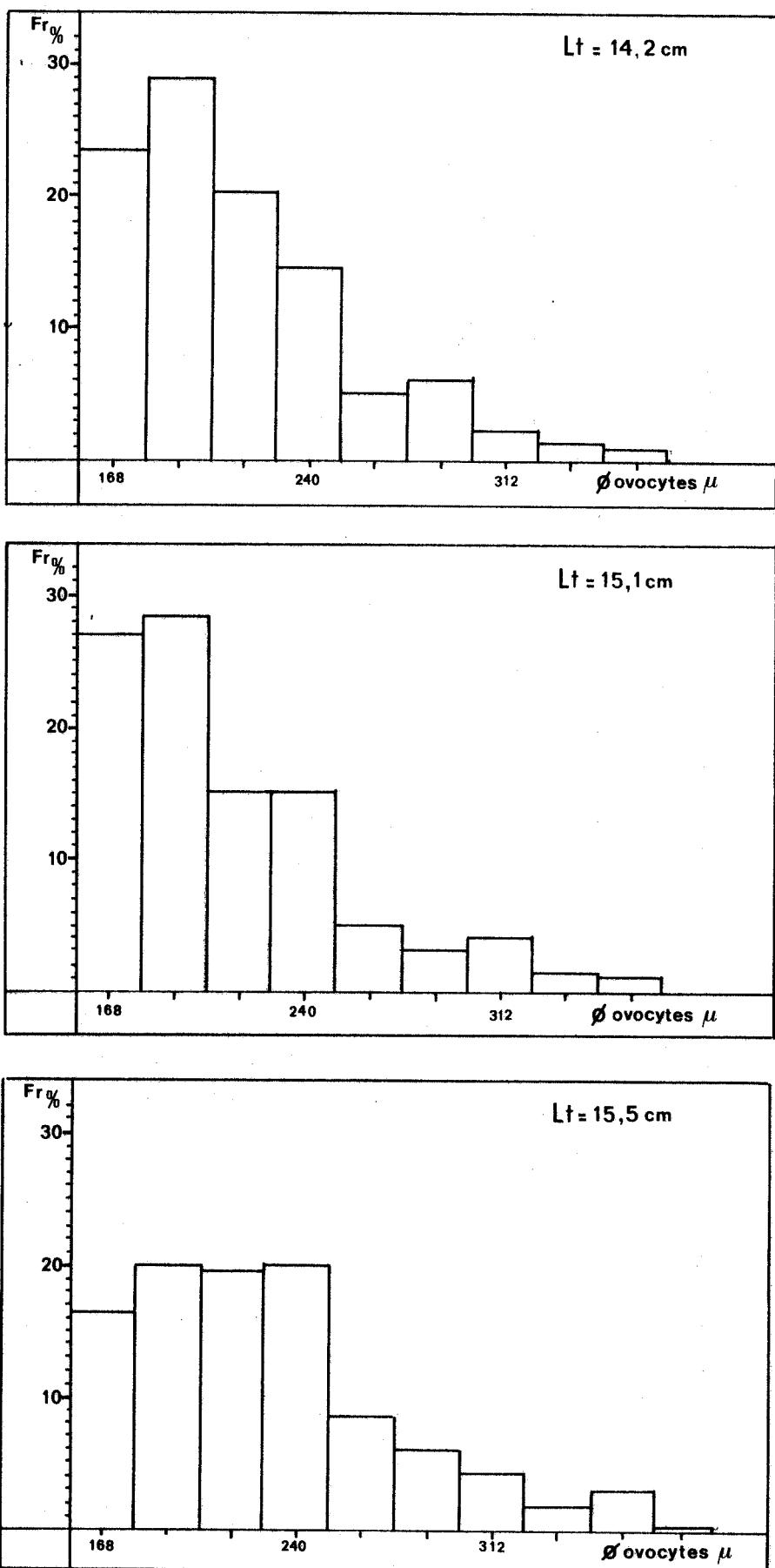


Fig. 35 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez cinq femelles d'*Armoglossus laterna* à la fin du mois d'avril.

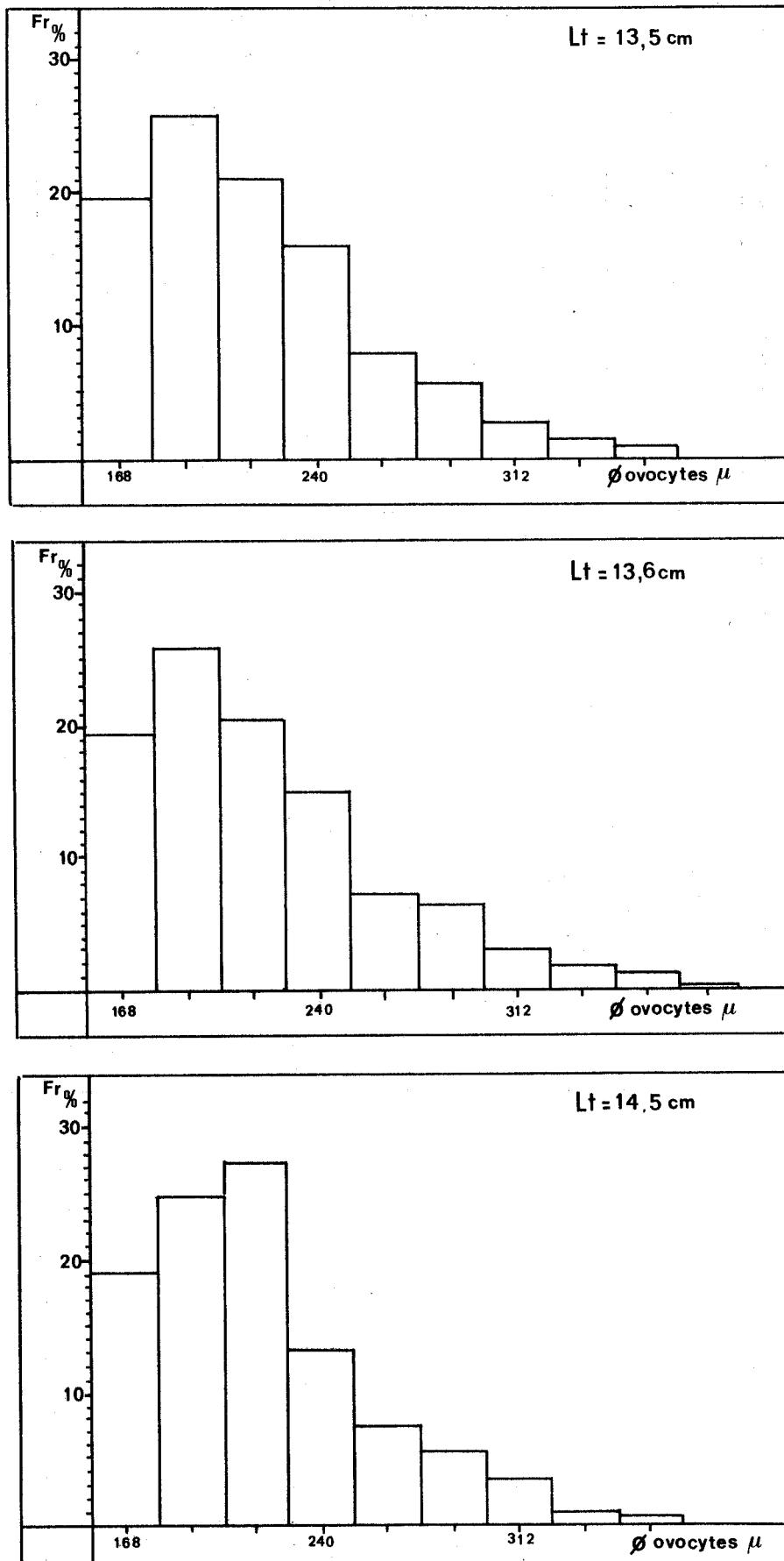


Fig. 36

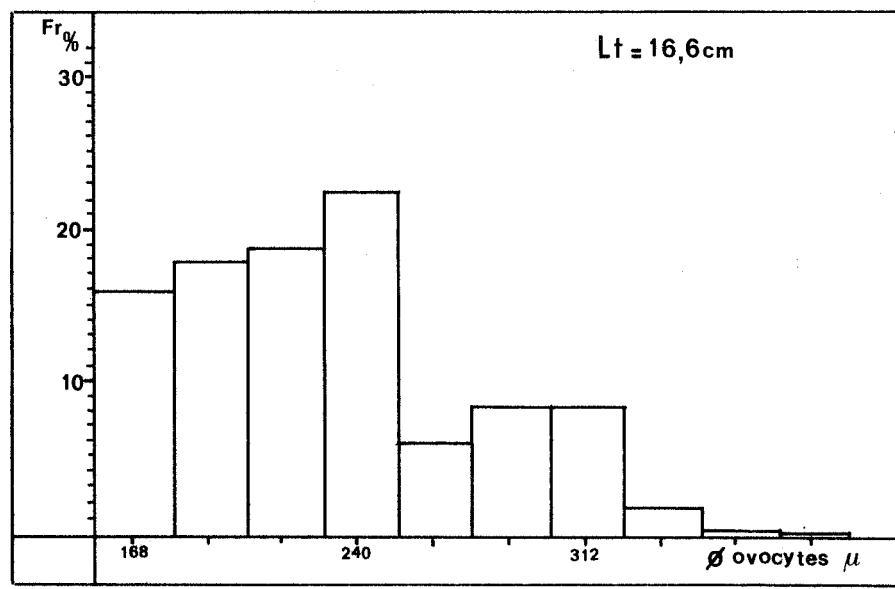
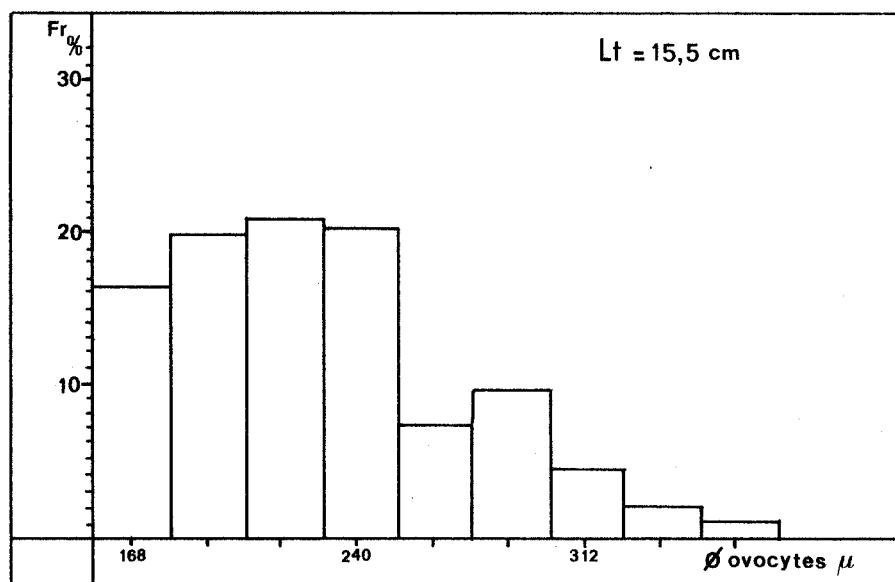


Fig. 36 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez cinq femelles d'*Arnoglossus laterna* au début du mois de juin.

• La fécondité absolue individuelle fluctue, chez les femelles d'*A. laterna* étudiées, entre $2,7 \times 10^4$ et 11×10^4 ; elle augmente avec la taille du poisson et, surtout, avec son poids.

La fécondité relative moyenne est de 2 562 œufs par gramme de poisson (Tableau 12).

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
12,2	15	1,1	3 ⁺	8,5	34 320	2 288
12,5	16	1,4	3 ⁺	10,2	44 200	2 762
12,6	18	1,3	3 ⁺	10,0	55 714	3 095
12,7	15	0,6	4 ⁺	5,0	27 600	1 840
13,1	19	1,4	3 ⁺	10,0	54 800	2 884
13,4	18	1,0	3 ⁺	6,7	51 500	2 861
13,5	22	2,2	4 ⁺	12,9	48 800	2 218
13,5	19	1,1	3 ⁺	6,9	53 533	2 817
13,6	19	1,2	3 ⁺	8,0	48 445	2 550
13,7	23	1,4	4 ⁺	7,3	53 550	2 328
14,2	28	1,8	4 ⁺	8,2	70 000	2 500
14,3	25	1,3	4 ⁺	5,9	76 143	3 046
14,4	26	1,5	6 ⁺	6,8	52 500	2 019
14,5	31	2,3	4 ⁺	9,6	84 333	2 720
14,7	25	1,4	4 ⁺	7,8	59 700	2 388
14,8	29	2,2	4 ⁺	9,2	69 200	2 386
15,0	30	1,4	5 ⁺	5,8	44 400	1 480
15,3	30	2,5	4 ⁺	10,0	99 535	3 318
15,5	35	2,4	4 ⁺	9,2	87 200	2 491
15,5	31	2,4	6 ⁺	9,6	92 571	2 986
16,6	39	3,0	6 ⁺	10,0	110 113	2 823

Tableau 12 - *Arnoglossus laterna* : fécondités absolue et relative des femelles.

La fécondité absolue des femelles d'*A. laterma* ne peut être significativement corrélée avec leur âge ($r = 0,197$). Les logarithmes de la longueur totale, du poids du poisson et du poids de ses ovaires, se révèlent par contre utilisables pour une prédition de la fécondité absolue de l'espèce : les coefficients de corrélation, avec le logarithme de la fécondité ($r = 0,657$; $r = 0,703$; $r = 0,716$) sont en effet significatifs au seuil de 1 %, d'après la table de FISHER (Fig. 37 et 38).

$$F = 2 \times 10^{-3} L_T^{3,468}$$

$$\log F = 3,468 \log L_T - 2,69897$$

$$r = 0,657$$

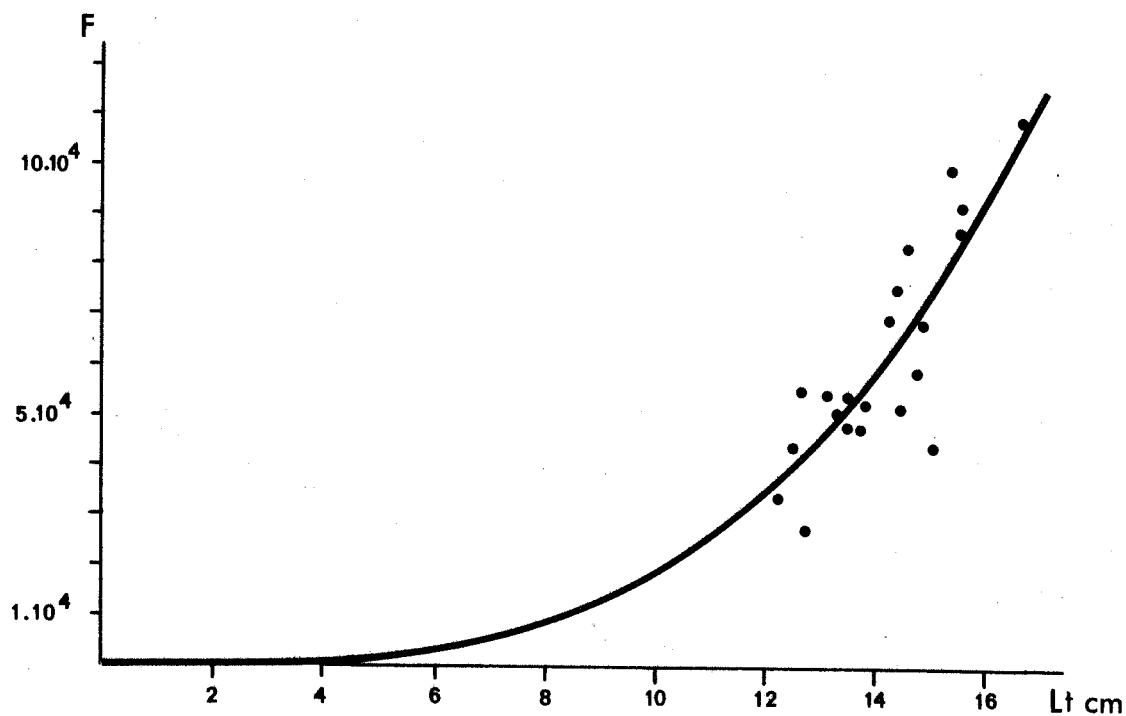


Fig. 37 - Relation fécondité absolue - longueur totale (F-L_T) chez *Arnoglossus laterma*.

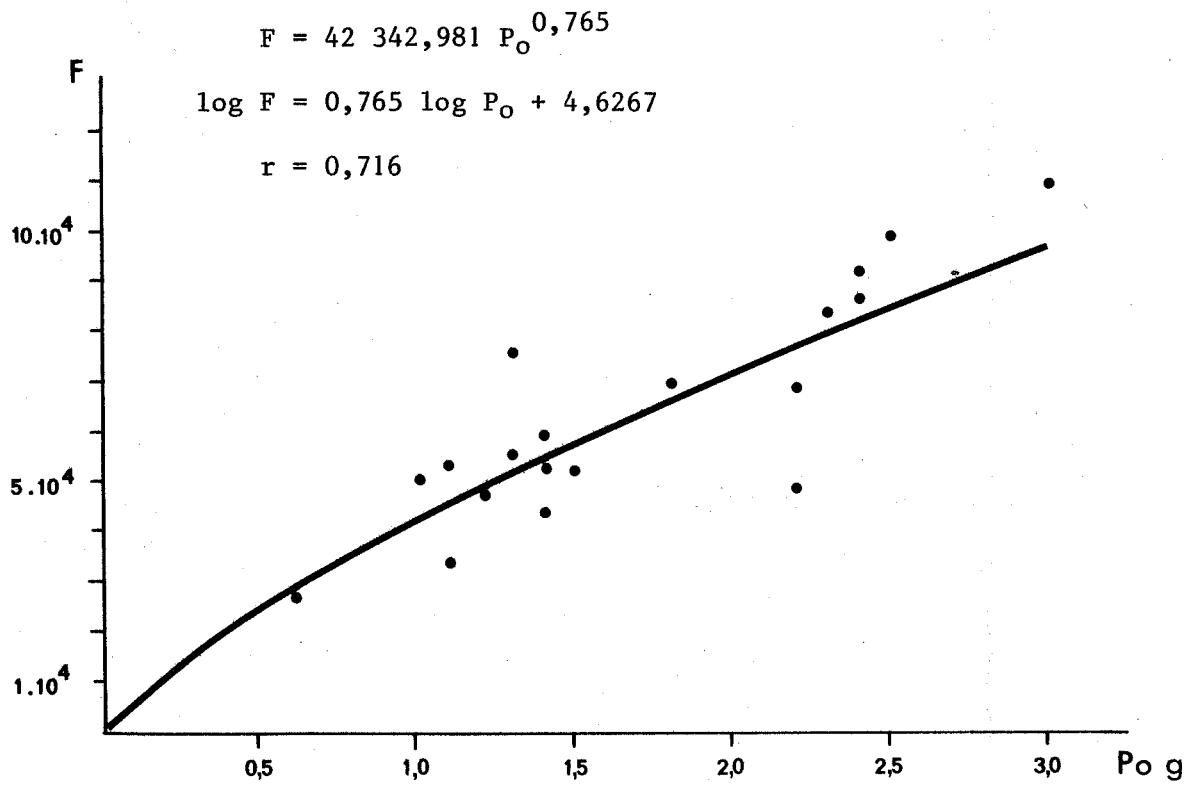
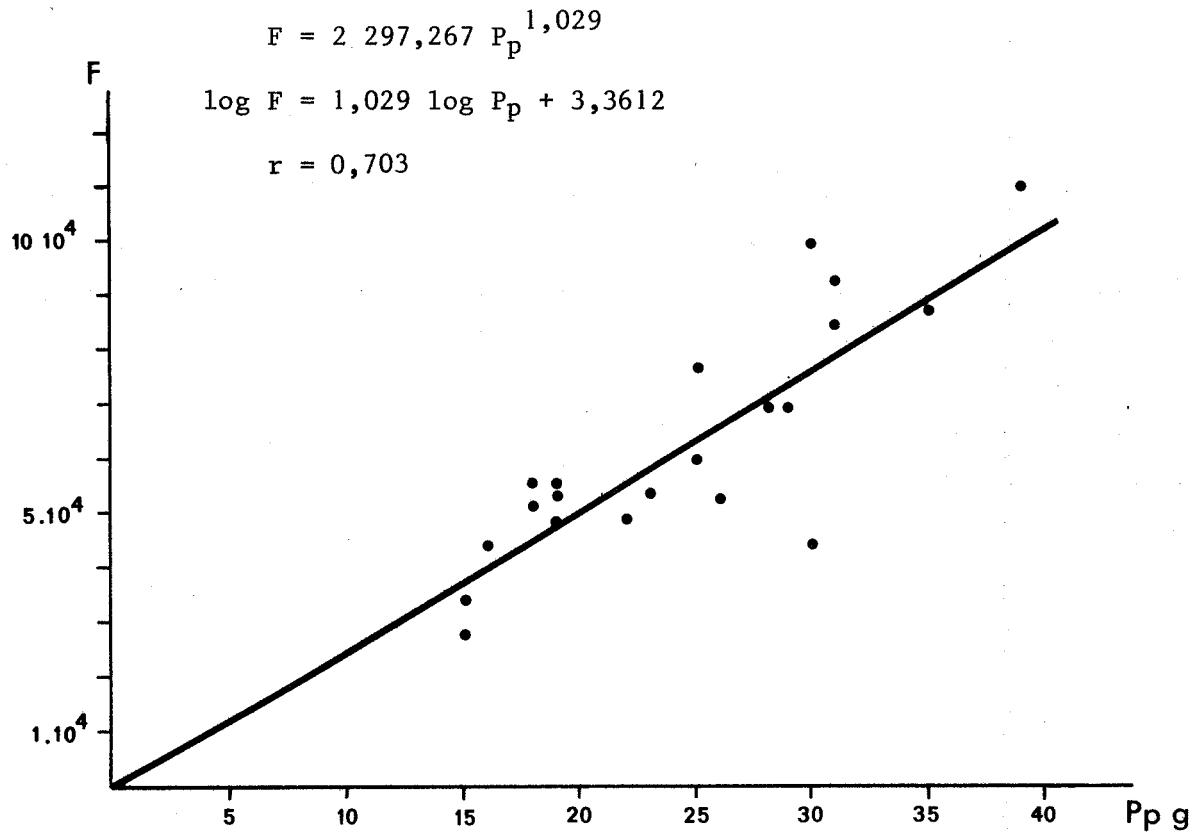


Fig. 38 - *Armoglossus laterna* :
Relations fécondité absolue - poids du poisson ($F-P_p$)
et fécondité absolue - poids des ovaires ($F-P_o$)

II - LA REPRODUCTION DES SCOPHTHALMIDAE

Les Scophthalmidae que nous avons étudiés ont, dans la plupart des zones de leur distribution géographique, des périodes de ponte printanières et estivales.

La Barbe *Scophthalmus rhombus* pond de mars à août en Mer du Nord selon POLL (1947), de mai à août selon JONES (1972). En Manche et mer d'Irlande l'espèce se reproduit d'avril à juillet (WHEELER, 1969) ; dans le golfe de Naples, la période de reproduction irait de février à avril (PADOA, 1956).

L'étude assez complète des œufs et des larves de *Phrynorhombus norvegicus* permet de situer sa période de ponte :

- de mars à juin en Manche ouest ;
- d'avril à août en Mer du Nord (SCHNAKENBECK, 1930) ;
- de juin à juillet en Islande, où il est rare.

Les larves se métamorphoseraient à 9-11 mm et les jeunes, complètement métamorphosés, mèneraient une vie benthique à partir de 13 mm.

Phrynorhombus regius se reproduirait :

- d'avril à juin en Manche ouest ;
- de décembre à janvier en Adriatique (PADOA, 1956).

Les post-larves apparaissent dans le plancton de mai à juillet en Manche occidentale (WHEELER, 1969).

La ponte de *Zeugopterus punctatus* a lieu en Manche occidentale de février à mai, selon WHEELER qui note la présence de post-larves dans le plancton de mai à juin ($L_T = 3$ à 8 mm). La reproduction serait plus tardive en Mer du Nord : de mars à juin d'après POLL qui cite *Z. punctatus* comme espèce nouvelle de la faune marine de Belgique en 1943. La fréquence des œufs dans le plancton des eaux irlandaises laisse supposer que l'espèce n'y est pas rare (KENNEDY *et al.*, 1973).

La saison de ponte du Turbot *Psetta maxima* varie peu suivant les auteurs, qui la situent :

- d'avril à août avec un maximum en juin, en Mer du Nord (POLL, 1947 ; WHEELER, 1969 ; RUSSELL, 1976) ;
- de mai à septembre en Manche ouest (WHEELER, 1969 ; RUSSELL, 1976) ;
- de fin mai à mi-juillet sur les côtes bretonnes (LAHAYE, 1972).

Les pêcheries commerciales mettent en évidence les rassemblements annuels de turbots pour la reproduction ; ils commencerait avant la maturité totale des produits génitaux : d'importantes concentrations ont lieu d'avril à août sur "Turbot" et "Aberdeen banks", en Mer du Nord, où il existe très certainement d'autres aires de ponte (RAE *et al.*, 1972).

Les œufs se développent à 9°-12°C en Mer du Nord, température de surface au moment de la ponte. Les larves éclosent neuf ou dix jours après la fécondation à 10°C ; l'incubation ne dure que sept jours à 12°C et cinq jours à 14°5C (JONES, 1972).

1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE

1.1. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES FEMELLES

Les très grandes barbues *S. rhombus* sont rares en baie de Douarnenez ; les jeunes individus, immatures pour la plupart, forment l'essentiel du peuplement.

Le rapport gonado-somatique des femelles des groupes 3⁺ et 4⁺ évolue peu pendant l'année : il oscille entre 0,5 % et 1 % de janvier à décembre (Fig. 39). Manifestement immatures, elles ne participent pas encore à la reproduction.

La rareté des reproductrices matures capturées nous réduit au seul examen de quelques R.G.S. individuels (Fig. 39).

La maturation des ovaires commence en automne, mais ne devient vraiment évidente qu'au début de l'hiver : le R.G.S. maximum approcherait alors de 5 %. La vitellogenèse, réalisée en période hivernale, rendrait les premières

pontes possibles au début du printemps : les ovaires de la femelle du groupe 5⁺ capturée en avril contenait des œufs transparents.

Les émissions d'œufs seraient terminées en été.

Malgré le petit nombre de femelles matures capturées au printemps, nous situerons donc la période de ponte de la Barbeau en baie de Douarnenez entre avril et juillet. Les œufs, larves et alevins, nous apporteront par la suite quelques éléments complémentaires.

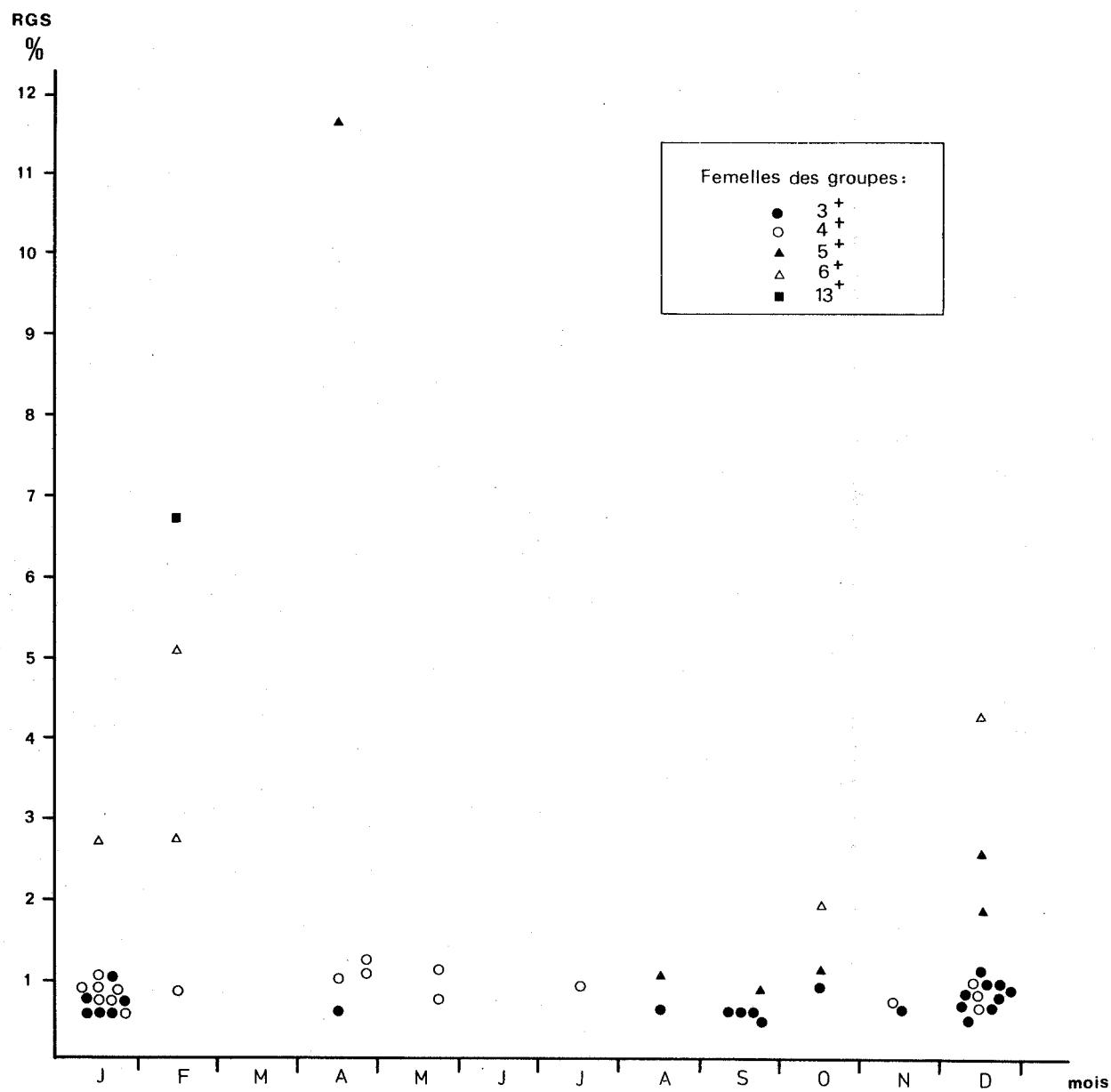


Fig. 39 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Barbeau *Scophthalmus rhombus*.

■ *Phrynorhombus regius* n'est peut-être pas rare en baie de Douarnenez, mais il apparaît très peu dans les captures au chalut : en quatre ans nous avons identifié quatre individus, aux caractéristiques suivantes :

DATE	L _T cm	L _{St} cm	P _p g	SEXE	STADE MATURETÉ	AGE	FOND
22/4/76	8,2	6,9	8,5	♂	-	-	20 m - Pointe de Morgat
24/5/76	14,4	12,0	55,5	♀	En maturation	5 ans	10 m - Ste-Anne Plage
22/7/76	10,4	9,7	28,5	♀	Fin de vitellogenèse	-	30 m - Milieu baie
22/8/77	4,0	3,3	1,0	-	-	1 an	20 m - Cap de la Chèvre

La présence, dans la baie, de femelles en maturation sexuelle et d'un jeune du groupe 1⁺ nous incite à penser que l'espèce s'y reproduit. La période de ponte serait printanière ou estivale.

■ Les très grands turbots *Psetta maxima*, comme les barbues, n'abondent pas en baie de Douarnenez ; ils n'y sont qu'occasionnels. Les poissons de trois ans et moins, immatures, constituent la majeure partie du peuplement ; leurs rapports gonado-somatiques ne dépassent pas 1 % (Fig. 40).

L'espèce ne se reproduirait donc pas dans la baie, mais à proximité immédiate. Cette hypothèse nous donne la possibilité d'utiliser les rapports gonado-somatiques de femelles matures, capturées sur d'autres fonds, pour la détermination de leur période de ponte.

Sur la côte nord du Finistère, le rapport gonado-somatique moyen des grands turbots femelles ($40,5 \text{ cm} < L_T < 81,0 \text{ cm}$) augmente de mai à juin et décroît en juillet (Fig. 41 ; Tab. 13).

Les R.G.S. individuels révèlent l'hétérogénéité des stades sexuels des reproductrices à cette époque (Fig. 42) :

- en mai certaines femelles ont déjà émis tous leurs œufs alors que d'autres sont en cours de ponte ou en fin de maturation ;
- en juin les pontes semblent continuer ; elles deviendraient plus rares en juillet et s'arrêteraient en août.

Les turbots pondraient donc surtout en mai et juin le long des côtes bretonnes ; de plus faibles émissions d'œufs auraient lieu en juillet.

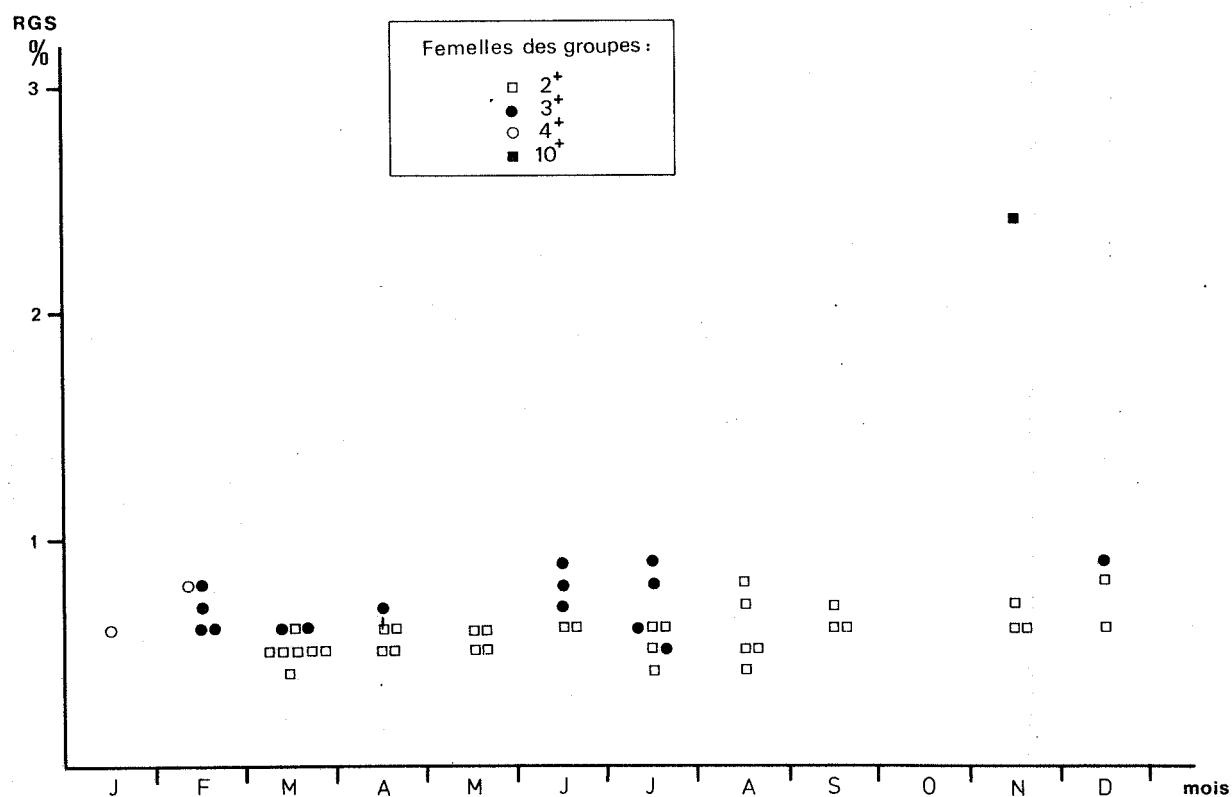


Fig. 40 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Turbot *Psetta maxima* en baie de Douarnenez.

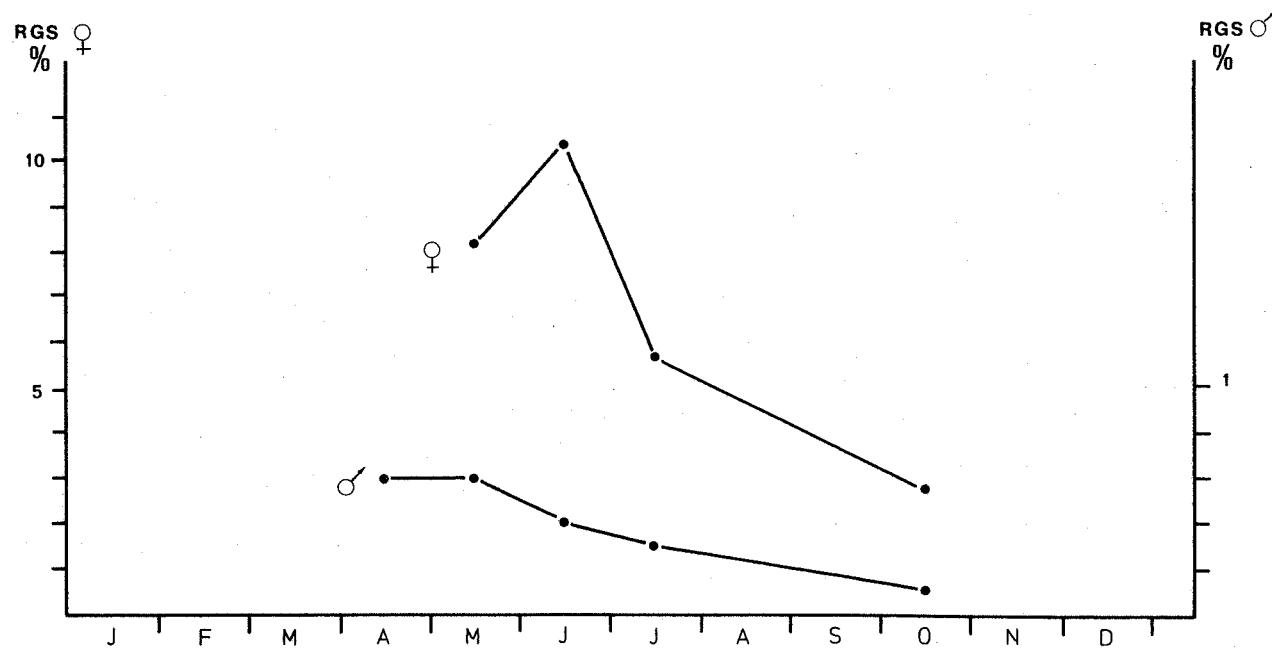


Fig. 41 - Evolution du rapport gonado-somatique moyen des femelles et des mâles de Turbot *Psetta maxima* de la côte nord du Finistère.

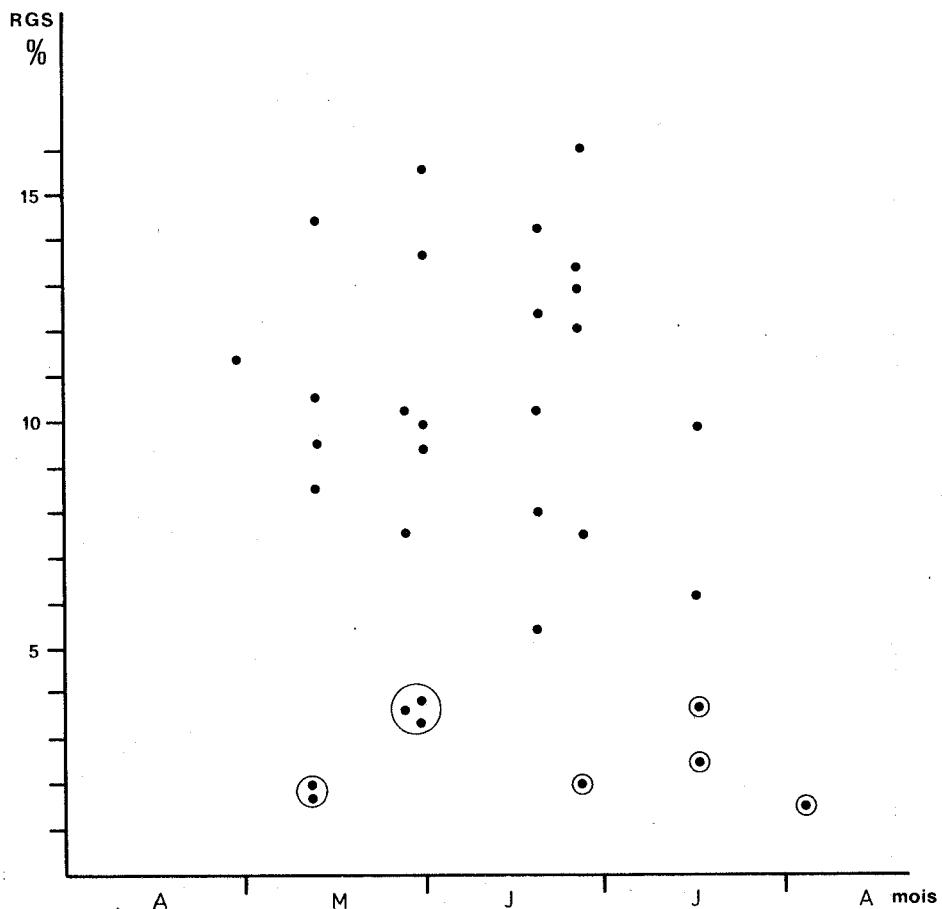


Fig. 42 - Rapports gonado-somatiques individuels des femelles de Turbot *Psetta maxima*, observés d'avril à août, le long de la côte nord du Finistère.
(valeurs encerclées : femelles en fin de ponte)

	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	1	15	11	4	1		3		1
R.G.S.	11,2	8,2	10,4	6,2 2,5 3,7 9,9	1,6		6,2 1,2 1,0		1,8
σ		4,5	4,1						
C.V. %		54,9	39,4						

Tableau 13 - *Psetta maxima* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	3	26	10	5	2	1	3		
R.G.S.	0,3 1,1	0,6	0,4	0,2 0,4 0,1 0,6 0,1	0,2 0,3	0,2	0,1 0,1 0,1		
σ	0,5	0,3	0,2						
C.V. %		50,0	50,0						

Tableau 14 - *Psetta maxima* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique des mâles.

1.2. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES MALES

La décroissance du rapport gonado-somatique des turbots mâles s'amorce en juin. Contrairement aux femelles, ils n'accèdent que lentement au repos sexuel établi, pour la plupart, en octobre (Fig. 41 ; Tab. 14). Leur activité sexuelle serait donc aussi maximale entre mai et juillet.

2. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS

2.1. ELEMENTS DU CYCLE SEXUEL DE *SCOPHTHALMUS RHOMBUS* (Tab. 15 ; Pl. 11)

La rareté des grandes barbues femelles, en baie de Douarnenez, nous a limité dans l'étude de leur cycle ; nous n'en donnerons que quelques éléments.

La vitellogenèse s'amorce en décembre dans les ovaires des jeunes barbues des groupes 2⁺ et 3⁺. Leurs plus gros ovocytes mesurent 140 µ de diamètre. Le rapport gonado-somatique, alors inférieur à 1 %, augmentera peu pendant les cinq mois suivants. Ces jeunes femelles ne se reproduiront probablement pas dans l'année malgré la présence, dans leurs ovaires, d'ovocytes en maturation assez avancée en avril (Tableau 16).

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
DECEMBRE	Vitellogenèse assez ou très avancée	240 - > 520 µ
JANVIER	Vitellogenèse assez avancée Vitellogenèse avancée	240 - 520 µ
FEVRIER	Vitellogenèse avancée ou très avancée	240 - > 520 µ
AVRIL	Vitellogenèse assez ou très avancée	240 - > 520 µ
MAI	Vitellogenèse assez avancée	140 - 240 µ

Tableau 15 - Quelques étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Scophthalmus rhombus*.

MOIS	LT (cm)	Gr (âge)	R.G.S. (%)	DIAMETRE MAXIMUM DES OVOCYTES			
				140 μ	240 μ	520 μ	> 520 μ
DECEMBRE	31,0	3+	0,9	●			
	33,0	2+	0,5	●			
	34,0	2+	0,7	●			
	35,0	3+	0,9	●			
	39,5	3+	0,6	●		●	
	40,5	3+	0,7	●			
	42,0	4+	0,9	●			
	46,0	4+	0,8		●		
	47,0	5+	1,8			●	
	50,5	5+	2,5			●	
	55,5	6+	4,2				●
JANVIER	34,5	3+	0,6	●			
	36,5	3+	0,8	●			
	37,0	3+	0,9	●			
	37,0	4+	0,9	●			
	37,5	4+	0,8		●		
	38,0	4+	0,7	●			
	42,0	4+	0,7		●		
	43,5	4+	0,7			●	
	50,5	6+	2,7				●
FEVRIER	37,0	4+	0,8		●		
	48,0	6+	5,2				●
	55,0	7+	2,7				●
	63,0	13+	6,7				●
AVRIL	37,0	3+	0,6		●		
	37,5	4+	1,1			●	
	38,0	4+	1,2			●	
	41,0	4+	1,0		●		
	45,5	5+	11,6				●
MAI	36,5	3+	0,5	●			
	41,0	4+	0,7	●			
	43,5	4	1,1		●		

Tableau 16 - Diamètre maximum des ovocytes de *Scophthalmus rhombus* en fonction de la longueur totale, de l'âge des femelles et de la saison.

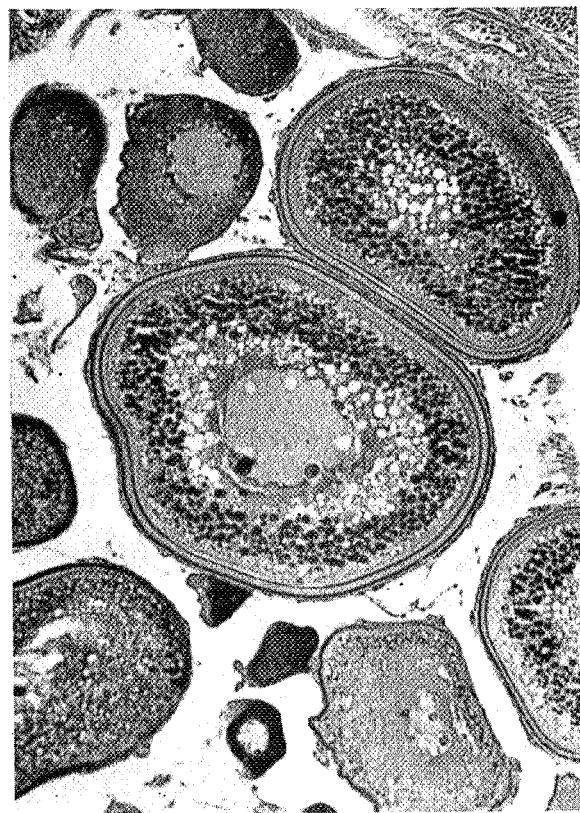
(diamètres relevés sur préparations histologiques)

Planche 11 - L'ovogenèse chez *Scophthalmus rhombus* :

- a - ovocytes immatures en accroissement lent (janvier)
- b - ovocytes en vitellogenèse assez avancée (février)
- c - ovocytes en vitellogenèse avancée (février)
- d - follicules atrésiques et restes de ponte (mai)

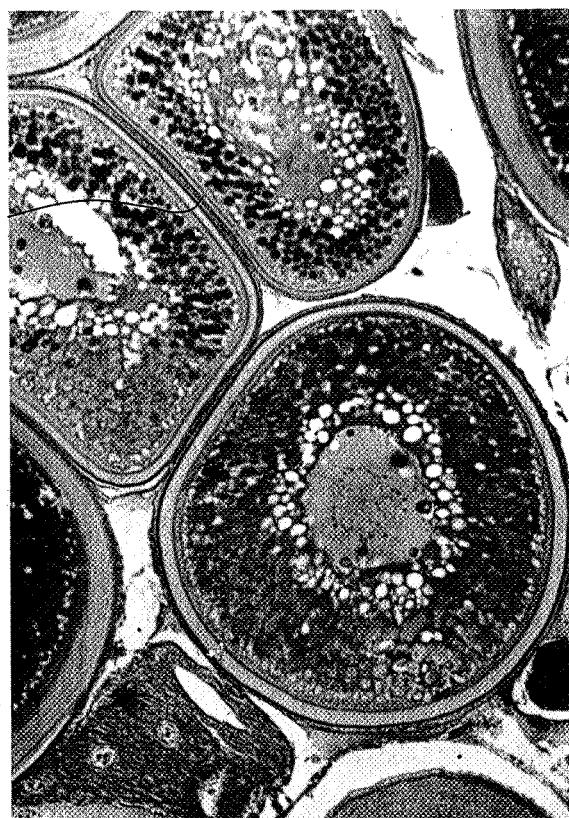


-a-

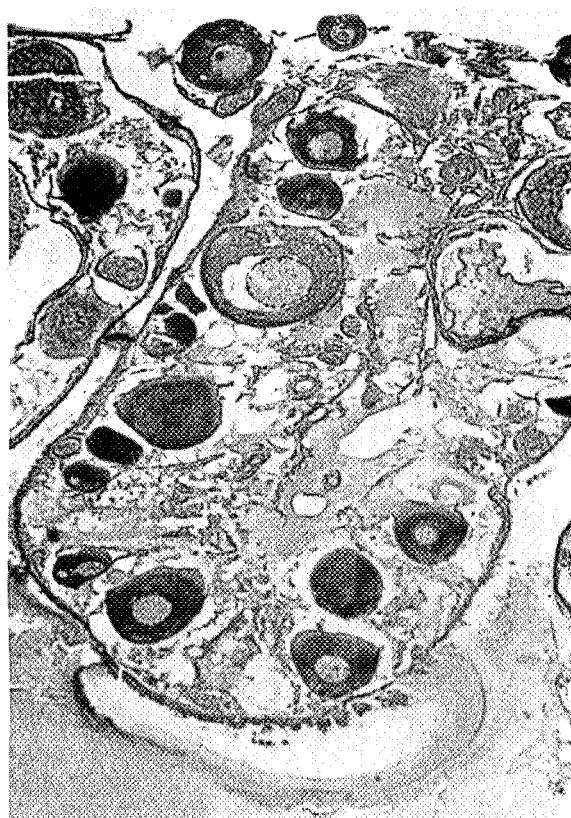


-b-

100μ



-c-



-d-

Nous n'avons suivi la vitellogenèse que chez les femelles de cinq ans et plus. La maturation de leurs ovocytes est bien avancée en décembre, mais les premières pontes semblent encore assez éloignées.

Les gros ovocytes, d'un diamètre supérieur à 520μ , deviennent de plus en plus nombreux dans les ovaires de ces grandes femelles, de février à avril. Les pontes sont alors possibles et la reproduction de l'espèce pourrait avoir lieu pendant ces trois mois.

2.2. LE CYCLE SEXUEL DE *PSETTA MAXIMA* (Tab. 17 ; Pl. 12)

Le Turbot ne se reproduit pas en baie de Douarnenez.

Comme nous l'avons fait pour l'étude du rapport gonado-somatique, nous emprunterons aux poissons de la côte nord du Finistère les éléments nécessaires à l'établissement de leur cycle.

Tous les ovocytes de turbot d'un diamètre inférieur à 100μ sont immatures ; leur cytoplasme devient hétérogène à partir de 130μ et les premiers globules vitellins apparaissent lorsqu'ils atteignent 170μ .

La vitellogenèse commence en décembre et progresse régulièrement pendant les trois premiers mois de l'année. Les ovocytes mûrissent en un seul lot dont la maturation approche de son terme en avril.

Les plus gros œufs, d'un diamètre compris entre 600μ et 700μ , sont émis en mai ; la ponte est commencée. Elle continue en juin : les stades de post-ponte ou de ponte en cours deviennent plus nombreux.

Les ovaires retiennent encore en juillet de gros ovocytes ($500-600 \mu$) qui seront bientôt expulsés.

Les pontes sont brèves et couvrent à peine trois mois : mai, juin et juillet ; elles sont finies en août.

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
OCTOBRE	Hétérogénéité cytoplasmique	100 - 130 µ
DECEMBRE	Début de vitellogenèse	170 - 190 µ
JANVIER	Début de vitellogenèse Vitellogenèse peu avancée	170 - 315 µ
AVRIL	Vitellogenèse avancée	450 µ
MAI	Vitellogenèse avancée ou très avancée Début de pontes Pontes en cours Stades de post-ponte	450 - 600 µ
JUIN	Vitellogenèse très avancée Pontes en cours Stades de post-ponte	450 - 600 µ
JUILLET	Pontes en cours Stades de post-ponte	500 - 600 µ
AOUT	Fin des pontes	100 µ

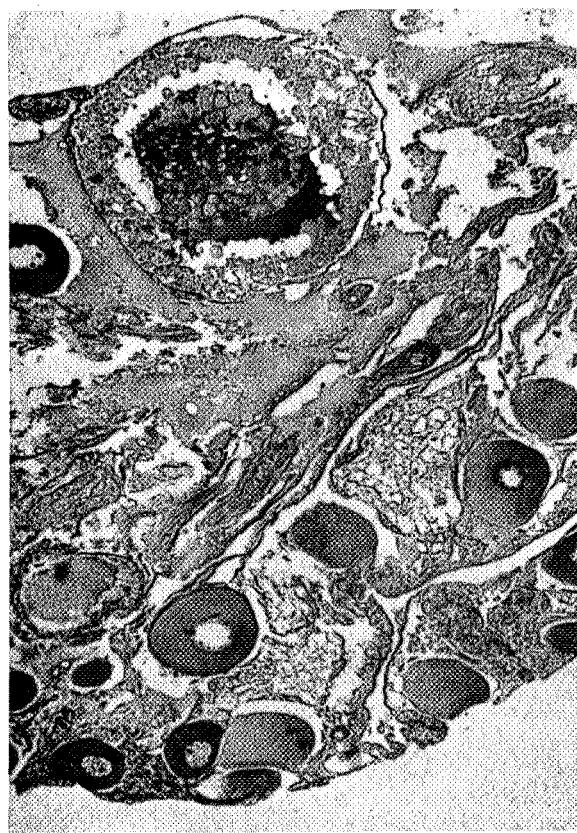
Tableau 17 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Psetta maxima*.



- a -



- b -



- c -

100μ

Planche 12 - L'ovogenèse chez *Psetta maxima* :
a - ovocytes immatures
b - ovocytes en vitellogenèse avancée (mai)
c - follicule atrésique et restes de ponte (juin)

III - LA REPRODUCTION DES PLEURONECTIDAE

La période de ponte de la Plie *Pleuronectes platessa* est hivernale sur la majorité des zones de sa distribution géographique. Les maxima d'émission des œufs sont toutefois décalés vers le printemps chez les peuplements qui commencent à pondre plus tard.

Les périodes moyennes de ponte et leur maximum peuvent ainsi être résumés, du Nord au Sud :

LOCALITE	J F M A M J J A S O N D	AUTEUR
.ISLANDE (SW)	—	WHEELER, 1969
.MER DU NORD :		
Borkum	—	SIMPSON, 1959a
Moray Firth	—	RAUCK, 1974
Flamborough	—	
Southern Bight	—	
.MANCHE EST	—	SIMPSON, 1959a HOUGHTON <i>et al.</i> , 1976
.MANCHE OUEST	—	LAHAYE, 1972 HOUGHTON <i>et al.</i> , 1976

La période de reproduction de la Limande *Limanda limanda* est printanière sur la plupart des zones géographiques de sa distribution, mais aurait un prolongement estival pour les populations les plus nordiques, aux pontes plus tardives. Du Nord au Sud elles auraient lieu :

LOCALITE	J F M A M J J A S O N D	AUTEUR
.BALTIQUE	—	
.KATTEGAT	—	POULSEN, 1933
.MER DU NORD	—	
.ISLANDE	—	JONSSON, 1966
.COTE BELGE	—	GILIS, 1966
.COTES BRITANNIQUES	—	RUSSELL, 1976

La période de ponte de la Limande apparaît assez variable en durée : elle varie en effet de 3 à 8 mois selon les auteurs. Elle est cependant toujours plus tardive que celle de la Plie.

Sur les côtes islandaises les mâles arrivent plus tôt sur les aires de ponte et y restent plus longtemps. A ce moment les femelles sont en moindre proportion (JONSSON, 1966).

Les principales aires de ponte de la Limande-Sole *Microstomus kitt* correspondent aux zones de grande concentration de l'espèce : côtes est de l'Ecosse, Féroë, côtes sud de l'Islande (RAE, 1965).

La période de ponte est longue : essentiellement printanière et estivale, elle se prolonge dans certaines régions jusqu'au début de l'automne (Tab. 18).

LOCALITE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
.OUEST ECOSSE												
.OUEST ORKNEYS												
.SHETLANDS												
.MORAY FIRTH												
.ABERDEENSHIRE												
.MER DU NORD (zones ouest)												

Tableau 18 - Périodes de ponte de la Limande-Sole *M. kitt* sur ses principales aires de reproduction (d'après RAE, 1965).

Le nombre d'oeufs pondus (470/g) place la Limande-sole parmi les poissons plats les moins féconds (NEWTON *et al.*, 1974). L'oeuf mesure de 1,13 mm à 1,45 mm de diamètre ; le développement embryonnaire dure 8 jours à 8°-9°5°C (WHEELER, 1969).

La larve, très reconnaissable, mesure de 4,7 mm à 5,5 mm à l'écllosion et se métamorphose à 15-20 mm. Les jeunes poissons métamorphosés sont capturables à des profondeurs variables : de 13 m à 150 m en Mer du Nord. Les très jeunes sont, en général, capturés avec les immatures de deux et trois ans (RAE, 1965).

Le Flet *Platichthys flesus flesus* ne se reproduit pas en eaux saumâtres : à l'approche de la période de ponte les poissons matures "descendent" en mer ; les immatures, à l'inverse, remontent le cours des fleuves vers des eaux plus dessalées (HARTLEY, 1947).

Les pontes commencent vers mi-janvier en Mer du Nord (Southern Bight) et se poursuivent jusqu'en avril sur les zones méridionales ; retardées vers le Nord, elles durent jusqu'au mois de juillet sur les zones septentrionales (SIMPSON, 1949).

Aux environs de Plymouth, la période de ponte s'étend de février à avril (RUSSELL, 1976) ; hivernale et printanière sur les côtes belges, elle couvre les mois de janvier à mai. L'émission des œufs se réalise ici sur des fonds de 20 à 40 m (POLL, 1947). Le chevauchement de la période de ponte du Flet, avec celle de la Plie *P. platessa*, favorise la production d'hybrides qui ne sont pas rares, tout comme les individus atteints d'anomalies pigmentaires ou morphologiques consécutives à un mauvais déroulement de la métamorphose.

1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE

1.1. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES FEMELLES

Le rapport gonado-somatique moyen des femelles de Plie *Pleuronectes platessa* en repos sexuel n'excède pas 2 % ; stabilisé de mai à août, il ne subit de variation sensible qu'en septembre. Les ovaires en maturation augmentent ensuite rapidement de volume et de poids, jusqu'à atteindre leur développement maximal en janvier. Les femelles sont alors, en moyenne, prêtes à pondre.

La décroissance brusque du R.G.S. entre janvier et mars traduit une émission rapide et maximale des œufs à cette époque.

A la fin du mois de mars les plies femelles ont, en moyenne, pondus tous leurs œufs. Leurs ovaires au stade de post-ponte retrouvent leur état de repos en un mois (Fig. 43 ; Tab. 19).

Une minorité d'ovocytes doit commencer à mûrir dès la fin de l'été, mais le nombre trop faible de poissons examinés ne nous permet pas de l'affirmer. Avec ce premier indice, nous situerons la période moyenne de reproduction de la Plie, dans la baie, entre janvier et mars.

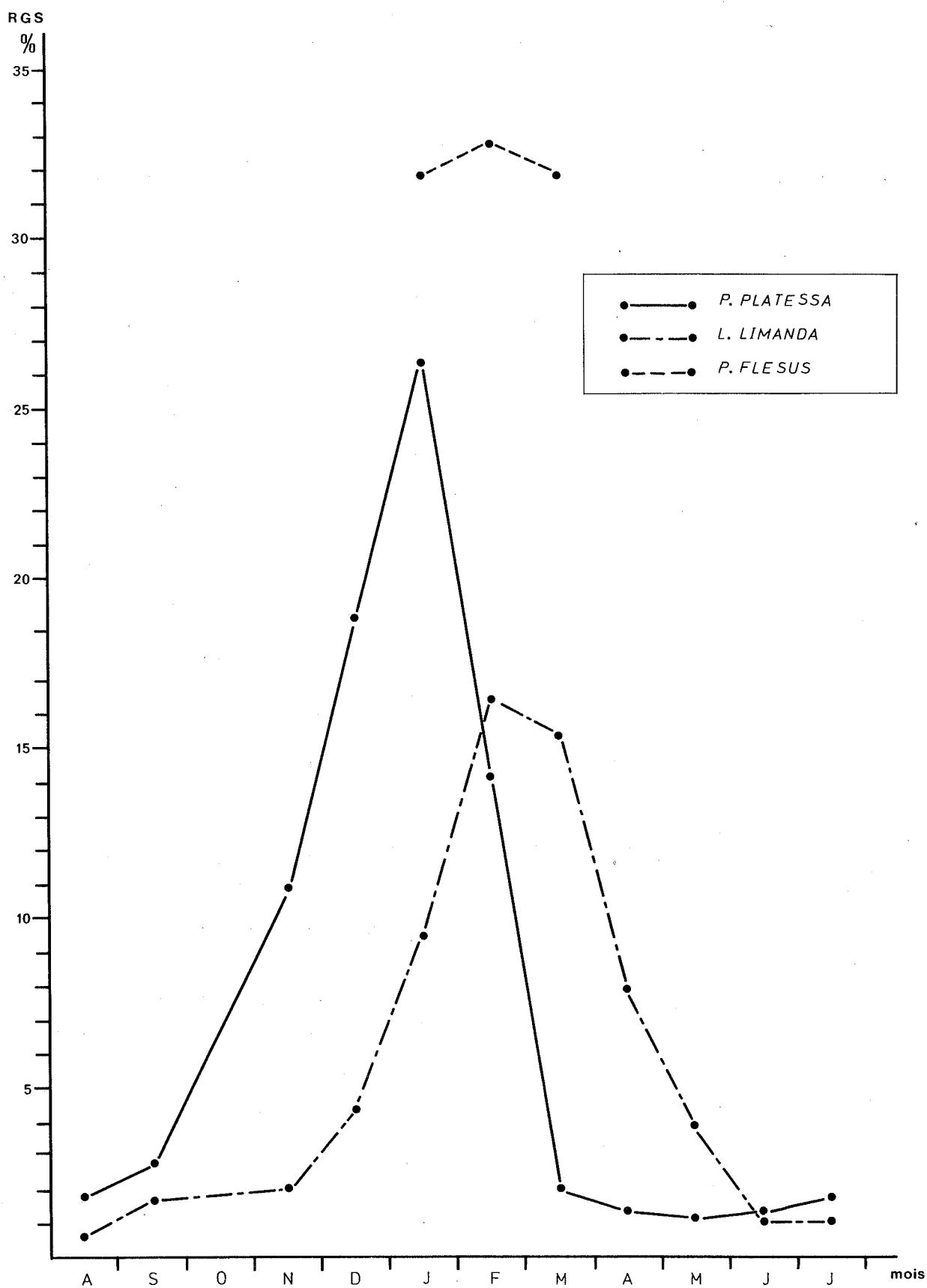


Fig. 43 - Evolution des rapports gonado-somatiques moyens des femelles de Plie *P. platessa*, de Limande *L. limanda* et de Flet *P. flesus flesus*.

Le suivi du R.G.S. moyen sur plusieurs années confirme l'existence d'une seule ponte annuelle et précise le caractère cyclique de la reproduction chez la Plie (Fig. 44).

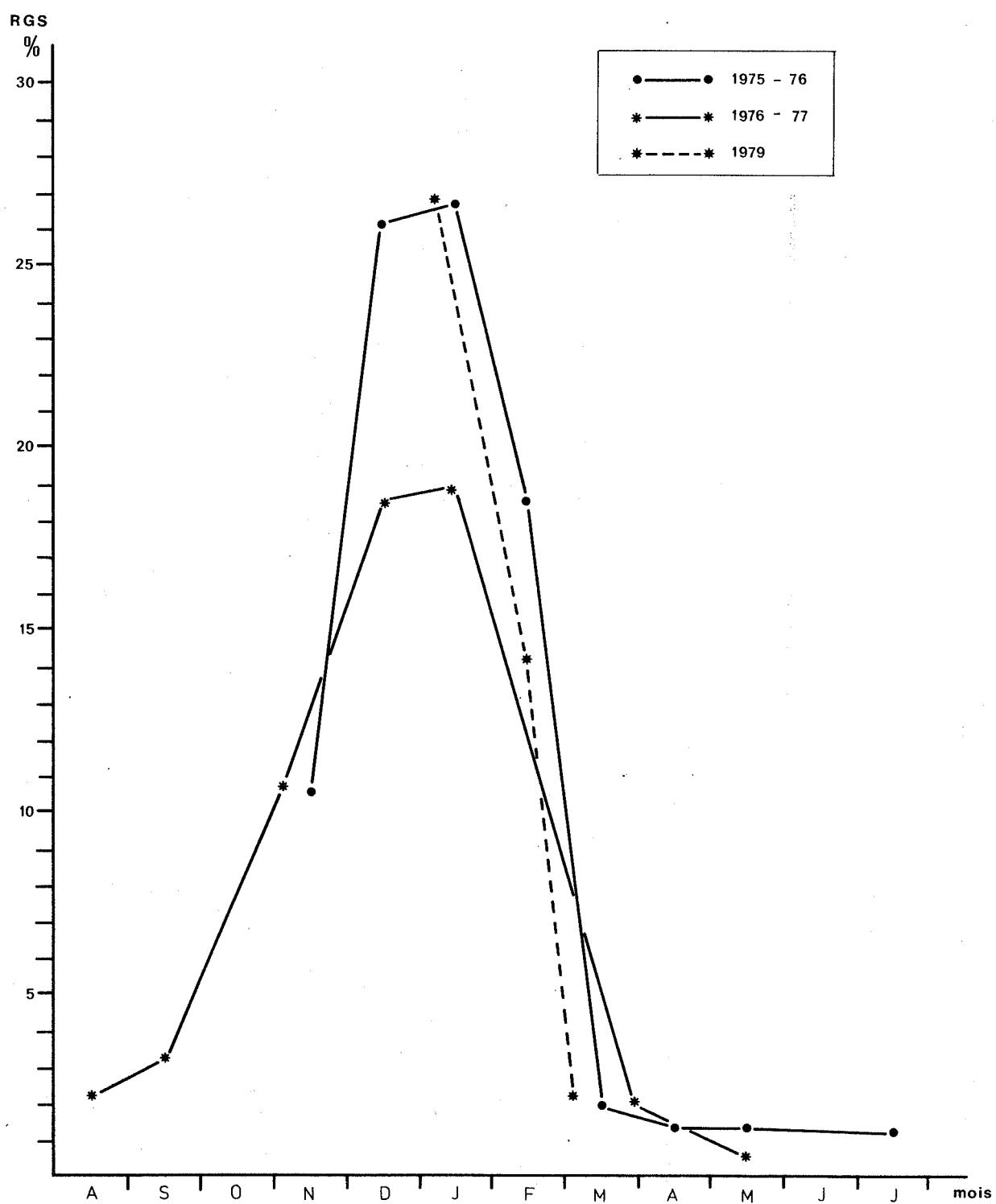


Fig. 44 - Evolution du rapport gonado-somatique moyen des femelles de Plie *Pleuronectes platessa* de 1975 à 1979.

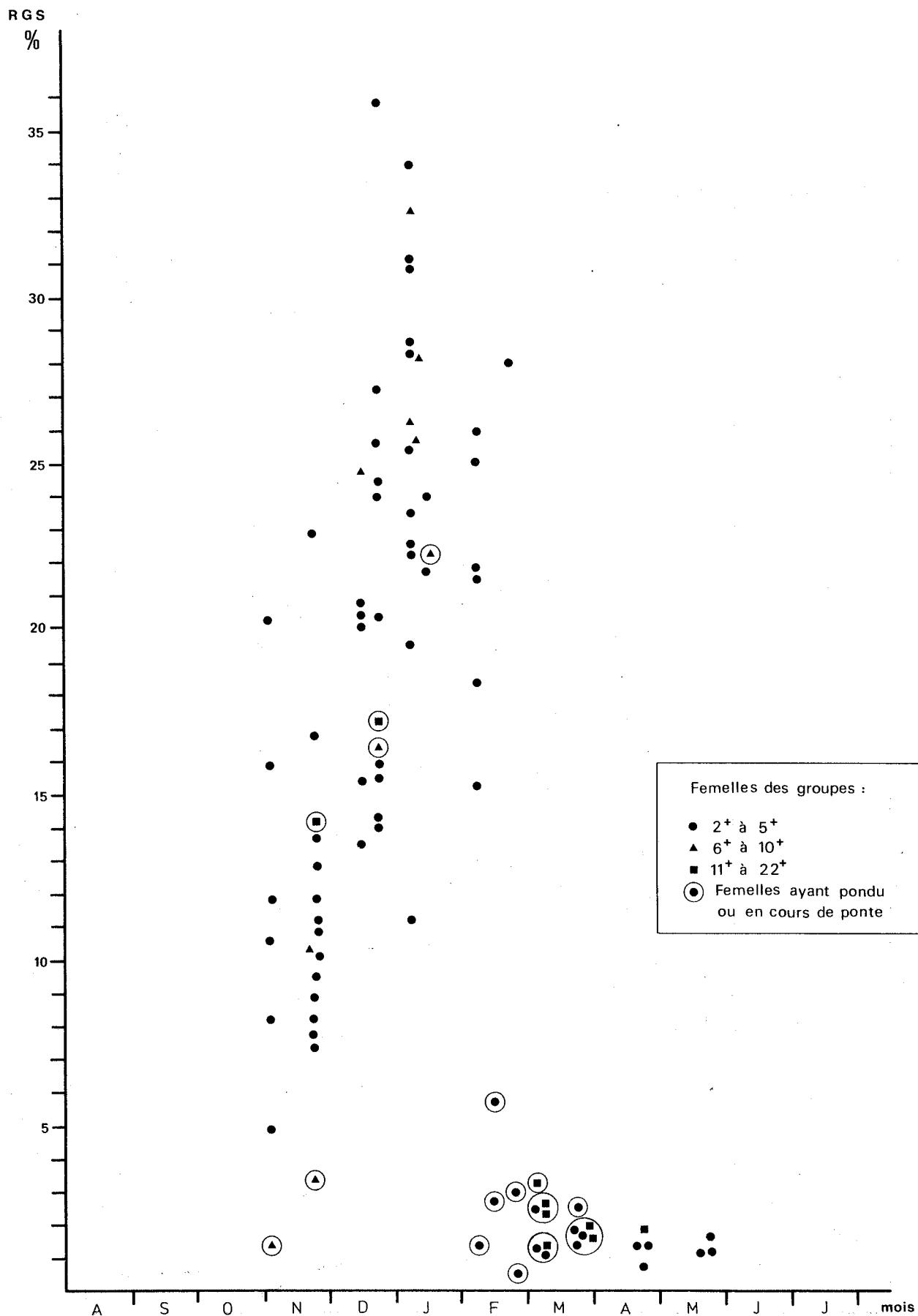


Fig. 45 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Plie *Pleuronectes platessa*.

Certaines plies, parmi les plus âgées, commencent à pondre dans la baie dès le mois de novembre (Fig. 45).

Les pontes continuent en décembre ; elles sont maximales en janvier, en raison, surtout, du nombre relativement élevé de jeunes femelles (moins de cinq ans) qui participent au frai. Certaines d'entre elles émettent encore leurs œufs en février alors que leurs aînées sont pratiquement toutes au stade de post-ponte. En mars, la reproduction est quasiment finie ; seules quelques jeunes femelles peuvent encore frayer.

En ajustant la période de ponte précédemment établie nous l'étendrons, en automne, aux mois de novembre et décembre ; vers le printemps nous la limiterons aux premiers jours de mars. La période d'émission maximale, d'après l'étude du rapport gonado-somatique moyen, est centrée sur janvier et février.

La ponte de la Plie, bien limitée dans le temps, apparaît ainsi rapide et quasi totale : la décroissance rapide du R.G.S. et ses basses valeurs observées fin février - début mars le confirment sans ambiguïté.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	20	13	17	4	7	3	2	3	6	-	29	25
R.G.S.	26,3	15,2	2,0	1,9	1,1	1,5	1,2	2,4	2,7	-	10,4	18,8
σ	6,4	10,9	0,6	0,7	0,4	1,3	2,2	2,1	0,8	-	4,9	5,6
C.V. %	24,3	71,7	30,0	1,4	36,4				55,5	-	47,1	29,8

Tableau 19 - *Pleuronectes platessa* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

- Le tracé des variations du rapport gonado-somatique moyen des limandes femelles *Limanda limanda* fait apparaître :
 - des pontes plus tardives que celles de la Plie ;
 - une décroissance moins rapide du poids des ovaires chez les femelles en cours de ponte (Fig. 43).

La maturation des ovaires chez la Limande ne commence à devenir évidente macroscopiquement qu'entre novembre et décembre. Sa progression régulière amène une femelle d'âge moyen en pré-ponte au mois de février.

La décroissance du rapport, moins nette que chez la Plie, et les ruptures de pente dans le tracé de son évolution pendant les émissions d'œufs nous incitent à la prudence quant à la localisation précise de la période de ponte (Fig. 46 ; Tab. 20).

Couplée avec celle du R.G.S., l'observation de l'état macroscopique des ovaires révèle qu'en avril et mai, des femelles qui, de toute évidence ont déjà pondu, conservent dans leurs ovaires un fort pourcentage d'oeufs transpa-

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	29	60	32	17	32	4	12	1	5	-	22	16
R.G.S.	9,4	16,4	15,3	7,8	3,8	1,4 0,7	1,0	0,6	1,0 2,1	-	2,0	4,4
σ	5,7	7,0	5,1	3,2	2,8	0,9 1,6	0,5		0,8 1,9	-	0,8	2,3
C.V. %	57,4	42,6	33,3	41,0	73,7		50,0		2,9	-	40,0	52,3

Tableau 20 - *Limanda limanda* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

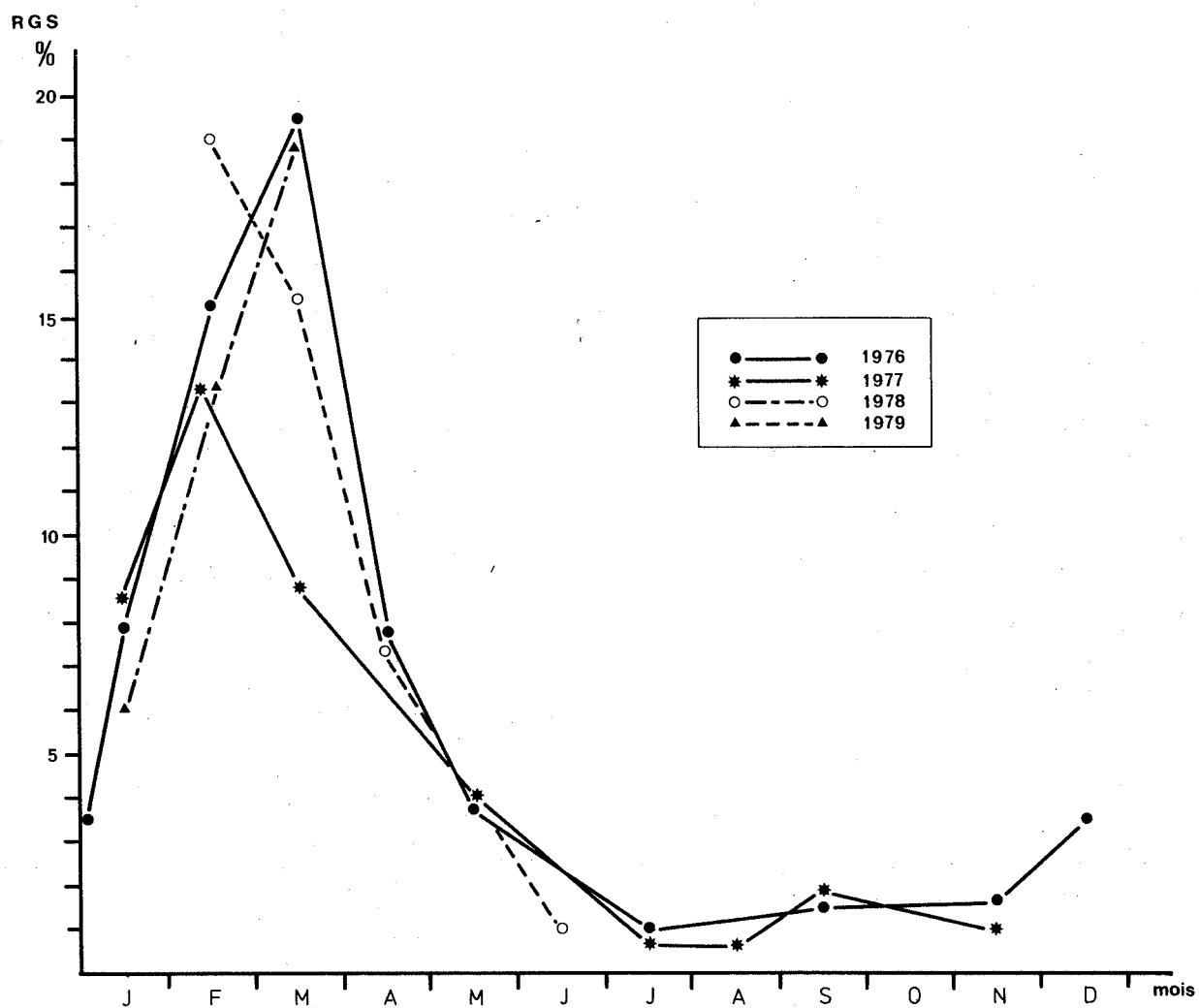


Fig. 46 - Evolution du rapport gonado-somatique moyen des femelles de *Limande Limanda limanda* de 1976 à 1979.

rents. Le rapport gonado-somatique ne permet pas, seul, de savoir s'ils seront effectivement émis ou non. Aussi retiendrons-nous, provisoirement, le mois d'avril comme fin probable des émissions. La période d'avril à juin ne correspondrait qu'à une phase atrésique des ovocytes non pondus, pendant laquelle les ovaires retrouveraient leur état de repos observé en juin, juillet et août. Les premiers signes de maturation pourraient apparaître en septembre.

La période moyenne de reproduction de la Limande en baie de Douarnenez s'étalerait donc de février à avril. Ses décalages dans le temps sont très faibles d'une année à l'autre (Fig. 46).

La reproduction de la Limande se révèle, à première vue, plus complexe que celle de la Plie (Fig. 47).

Les rapports gonado-somatiques des femelles de tous âges ne dépassent pas 15 % en janvier : l'occurrence de premières pontes à ce moment paraît peu probable.

En février et mars les grands écarts individuels de R.G.S. témoignent d'une activité reproductrice variable sur laquelle l'âge ne semble avoir que peu d'influence.

La rupture de pente observée sur le tracé du R.G.S. moyen se retrouve ici, en avril et mai : les rapports individuels, dans un premier temps stabilisés à 10 %, n'évoluent que très lentement vers les minima de juin ou juillet. Le groupement de points obtenu à ce moment contraste avec celui, triangulaire de février et mars.

L'évolution des valeurs maximales du R.G.S. par groupe d'âge montre le même palier, reflet possible d'un arrêt des pontes entre avril et mai (Fig. 47).

En absence d'informations complémentaires plus précises, nous situerons la période de ponte de la Limande en février et mars dans la baie de Douarnenez. Ces tracés évolutifs ne nous donnent en fait que peu d'éléments nouveaux et utiles pour la délimitation précise de la période de ponte de l'espèce ; ils nous montrent toutefois que :

- le R.G.S. des jeunes femelles de deux ans évolue comme celui des plus âgées ; leur participation effective à la ponte n'en est pas pour autant démontrée ;
- le R.G.S. maximum des femelles de deux et trois ans reste inférieur, en valeur absolue, à celui des poissons de quatre et cinq ans (Fig. 48).

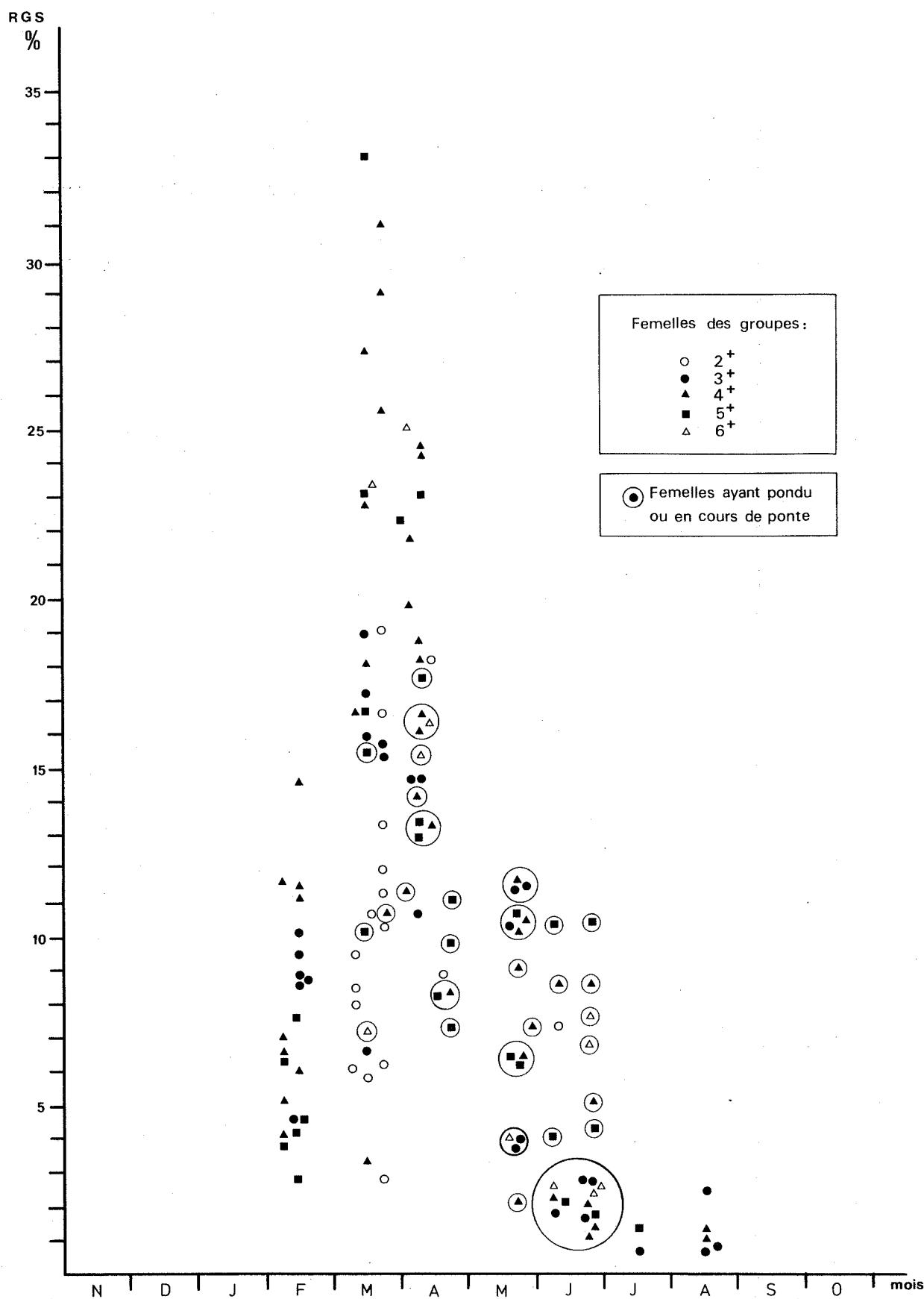


Fig. 47 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Limande *Limanda limanda*.

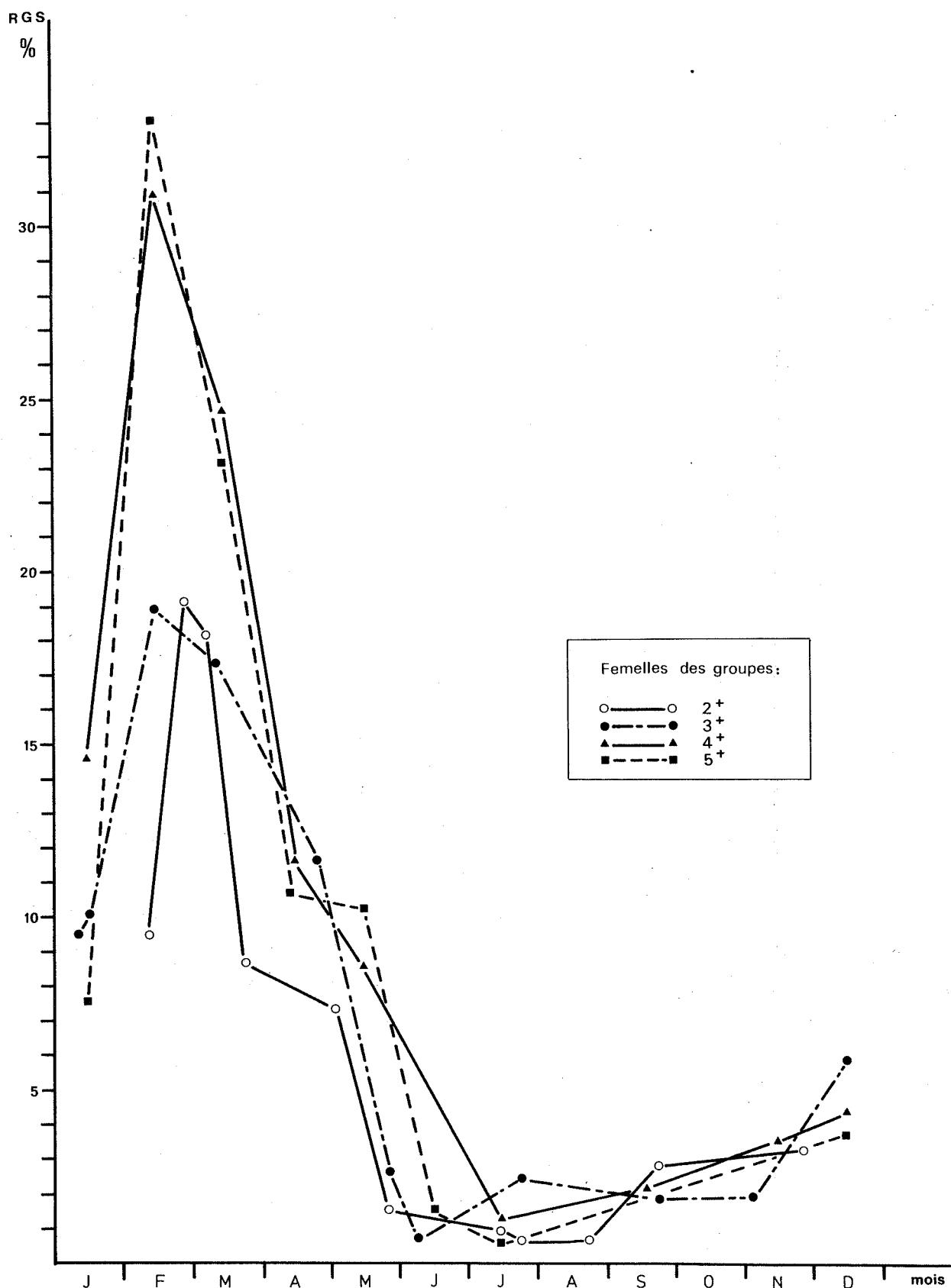


Fig. 48 - Evolution du rapport gonado-somatique maximum avec l'âge des femelles de Limande *Limanda limanda*.

■ Le tracé des variations du rapport gonado-somatique moyen des flets femelles *Platichthys flesus flesus* revêt une allure particulière en raison de la présence très temporaire des reproducteurs dans la baie : ils ne sont en effet capturables en mer qu'en janvier, février et mars. Ce tracé du R.G.S. moyen ne donne en fait qu'une bien faible représentation des variations observées ; les valeurs maximales et minimales ont, à notre sens, plus d'intérêt (Tableau 21). Les connaissances antérieures sur la reproduction de l'espèce, et nos observations, nous permettent toutefois de déterminer sa période de ponte :

- Le Flet vit habituellement en eaux saumâtres et ne vient en mer que pour se reproduire. La périodicité de ses apparitions au mois de janvier en baie de Douarnenez permet de situer les premières pontes à cette époque. Les reproducteurs, nombreux en mer en février, deviennent plus rares en mars ; il ne subsiste plus en avril que quelques individus isolés, bien souvent immatures.
- Les valeurs minimales du R.G.S. observées pendant les trois premiers mois de l'année confirment les émissions d'oeufs et la période de ponte pressentie : 43 % des femelles ont en février des R.G.S. inférieurs à 30 % (Fig. 49 ; Tab. 21).

Les femelles de flets ont les ovaires bien gonflés à leur arrivée sur les aires de ponte, au mois de janvier (Fig. 49) ; leur maturation débute donc en eaux saumâtres.

L'amplitude des variations du R.G.S. est maximale en février : certaines jeunes femelles ont déjà émis tous leurs oeufs ; d'autres plus âgées sont en début ou en cours de ponte. Quelques rares poissons, des jeunes pour la plupart, pondent encore au début du mois de mars.

La venue en mer des flets coïncide ainsi avec leur période de ponte : janvier, février, début mars.

	J	F	M
n	15	53	7
R.G.S.	31,8	32,8	31,9
σ	7,0	11,2	32,7
C.V. %	22,0	34,1	102,5
Max.	44,3	63,9	35,6
Min.	20,9	4,7	3,1

Tableau 21 - *Platichthys flesus flesus* : variations, de janvier à mars, du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

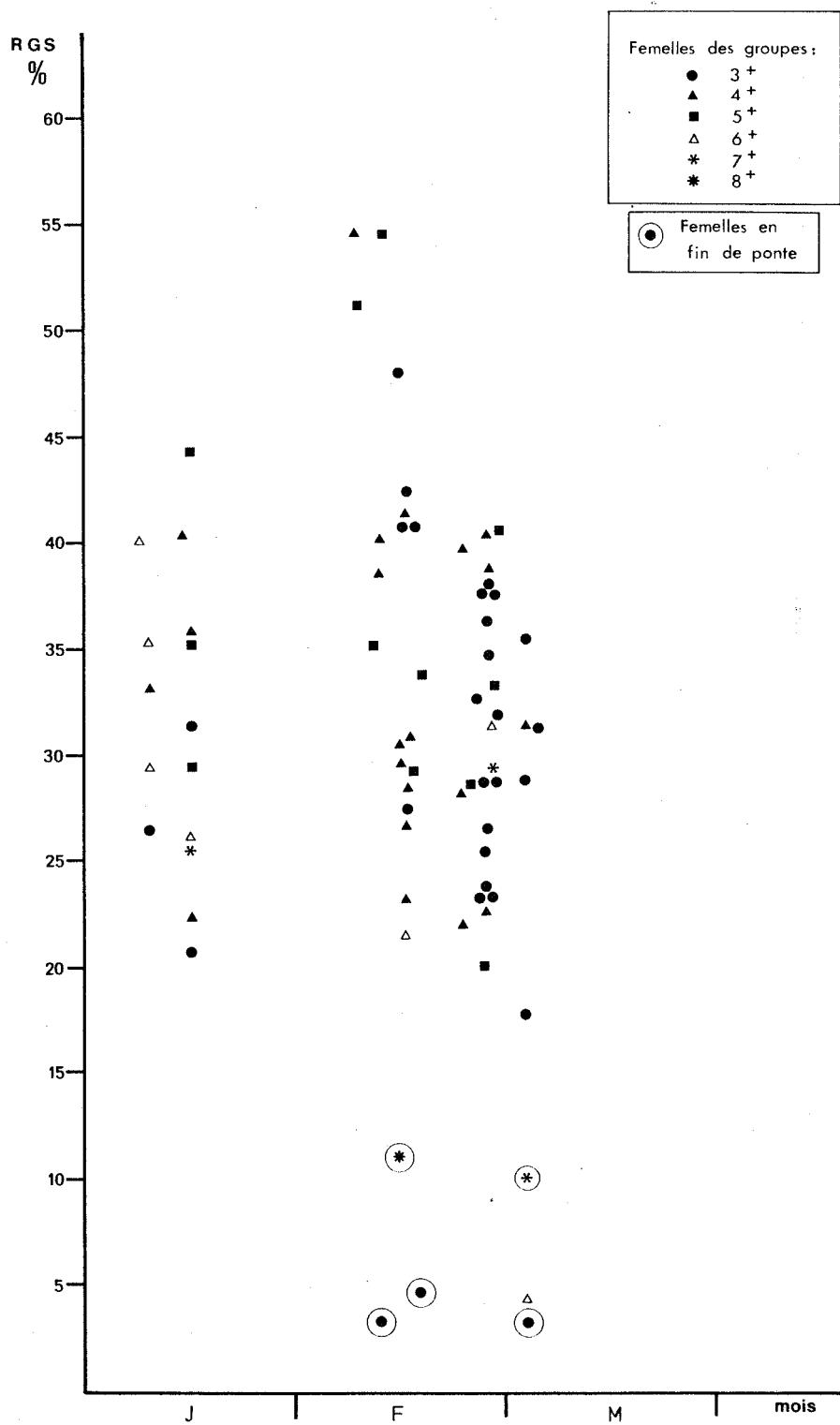


Fig. 49 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Flet *P. flesus flesus*.

1.2. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES MALES

■ Chez les plies, la maturation des testicules commence en octobre et s'accélère en novembre ; mûrs en décembre les mâles sont, en moyenne, prêts pour la reproduction un mois avant les femelles (Fig. 50). La décroissance rapide de leur rapport gonado-somatique de janvier à mars trahit leur participation massive au frai et confirme l'activité sexuelle maximale de l'espèce, établie en janvier-février. En mars ils ont, en moyenne, émis tous leurs produits génitaux et le poids de leurs testicules restera stable jusqu'au mois de septembre suivant (Tab. 22).

■ Chez la Limande, les mâles sont en moyenne sexuellement mûrs en décembre, soit environ deux mois avant les femelles (Fig. 50). Cependant ils ne doivent pas, pour la plupart, participer à la reproduction avant le mois de février : la plus grande variation de leur R.G.S. moyen apparaît alors. Leur activité sexuelle se poursuit sans doute jusqu'en avril ou mai bien que les variations du poids de leurs testicules ne le traduisent pas avec évidence (Tab. 23).

■ L'évolution du rapport gonado-somatique moyen des flets mâles, contrairement aux femelles, précise la période de reproduction de l'espèce. Les premiers mâles arrivés en mer en janvier sont mûrs et prêts à se reproduire ; la maturation de leurs produits génitaux se fait donc, aussi, en eaux saumâtres. Leurs émissions régulières épuisent rapidement les testicules des reproducteurs qui sont en moyenne, au mois de mars, proches de leur repos sexuel (Fig. 50 ; Tab. 24).

■ Quelques différences dépendantes du sexe et transcrites par le cycle évolutif du R.G.S. apparaissent ainsi chez ces trois espèces :

- La maturation des testicules est plus rapide que celle des ovaires ;
- Les mâles sont, en moyenne, mûrs plus tôt que les femelles, au cours d'un cycle de reproduction ;
- Les mâles peuvent commencer à libérer leurs produits génitaux avant les femelles.

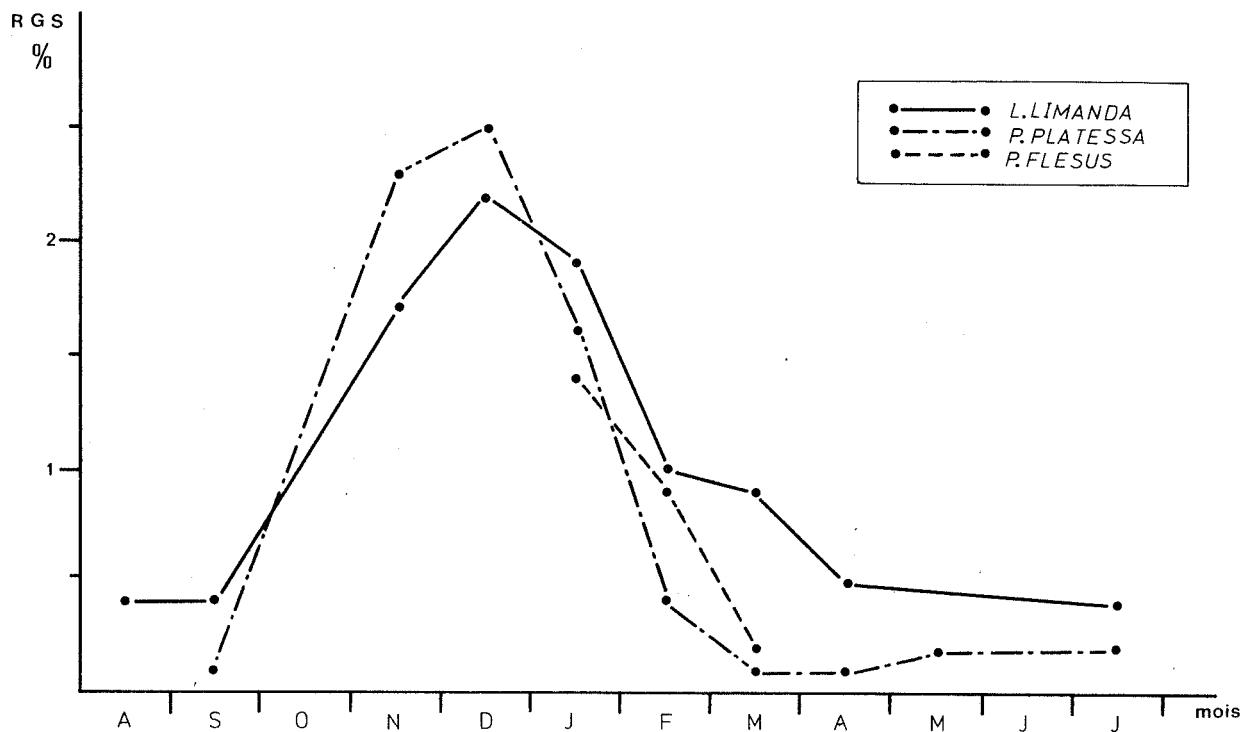


Fig. 50 - Evolution des rapports gonado-somatiques moyens des mâles de Plie *P. platessa*, de Limande *L. limanda* et de Flet *P. flesus flesus*.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	9	10	4	4	3	-	2	-	2	-	25	17
R.G.S.	1,6	0,4	0,1 0,2	0,2 0,1	0,1 0,2	-	0,2 0,2	-	0,1 0,1	-	2,3	2,5
σ	0,5	0,3	0,1 0,2	0,2 0,1	0,2	-	0,2	-	0,1	-	0,8	0,8
C.V. %	31,2	75,0				-		-	-	-	34,8	32,0

Tableau 22 - *Pleuronectes platessa* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	25	25	9	6	-	1	7	2	5	-	14	15
R.G.S.	1,9	1,0	0,9	0,5	-	0,3	0,4	0,2	0,5	-	1,7	2,2
σ	0,7	0,3	0,4	0,2	-		0,3	0,6	0,5	-	0,3	0,6
C.V. %	36,8	30,0	44,4	40,0	-		75,0		0,2	-	17,6	27,3

Tableau 23 - *Limanda limanda* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des mâles.

	J	F	M
n	11	14	4
R.G.S.	1,4	0,9	0,2 0,5
σ	0,5	0,6	0,1
C.V. %	35,7	66,7	0,1

Tableau 24 - *Platichthys flesus flesus* : variations, de janvier à mars, du rapport gonado-somatique moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	20	12	15	4	7	2	2	2	5	1	16	22
R.H.S.	2,3	1,6	1,4	2,0	1,7	2,6	1,7	2,2	2,5	2,6	2,0	2,2
σ	0,4	0,5	0,5	2,1	0,5	2,0	1,6		1,5		0,3	0,3
C.V. %	17,4	31,2	35,7	1,0	29,4				1,8		15,0	13,6

Tableau 25 - *Pleuronectes platessa* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	27	30	30	18	18	2	8	1	4	-	13	16
R.H.S.	3,9	4,3	3,7	2,8	2,5	2,6	3,1	3,1	2,7	-	2,9	3,7
σ	1,0	0,7	1,0	0,7	0,7	2,5	0,8		4,1		0,6	1,2
C.V. %	25,6	16,3	27,0	25,0	28,0		25,8		2,9		20,7	32,4

Tableau 26 - *Limanda limanda* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des femelles.

2. EVOLUTION DU RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE

2.1. LE RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE DES FEMELLES

■ La maturation des ovaires des plies et des limandes est accompagnée d'un accroissement mondéral du foie, particulièrement net chez la seconde espèce (Fig. 51 et 52 ; Tab. 25 et 26).

Le rapport hépato-somatique moyen atteint ses valeurs maximales en janvier chez *P. platessa*, en février chez *L. limanda* ; sa décroissance ultérieure témoigne d'une utilisation probable des réserves hépatiques pour la vitellogenèse.

Le stockage des lipides dans le foie ne commence qu'après le début de la maturation des ovaires et dure moins longtemps que l'ovogenèse, chez la Limande au moins (Fig. 52).

La coïncidence des maxima du R.H.S. et du R.G.S. moyens, imputable à l'utilisation de valeurs moyennes, fausse la réalité biologique : pour un même individu les deux rapports varient logiquement en sens inverses avant les premières émissions d'oeufs. Le transfert des réserves hépatiques vers les gonades ne s'effectue probablement qu'en fin de vitellogenèse ; elles participeraient alors à l'édification des dernières réserves vitellines des ovocytes. La rapidité de cette dernière étape de la maturation expliquerait aussi la simultanéité de décroissance des deux rapports moyens.

Le foie vidé de ses réserves atteint son poids minimum en fin de ponte, au mois de mars chez la Plie, en mai chez la Limande ; chez cette dernière, le décalage existant entre les minima de R.H.S. et de R.G.S. moyens renforce l'hypothèse d'un arrêt des pontes avant juin.

■ Les femelles de Flet sont, pour la plupart, en fin de maturation à leur arrivée sur les aires de ponte et ont déjà beaucoup puisé dans leurs réserves hépatiques. Leur rapport hépato-somatique moyen varie ainsi très peu pendant leur séjour en mer et il ne ressort de son étude aucune information complémentaire aux connaissances acquises.

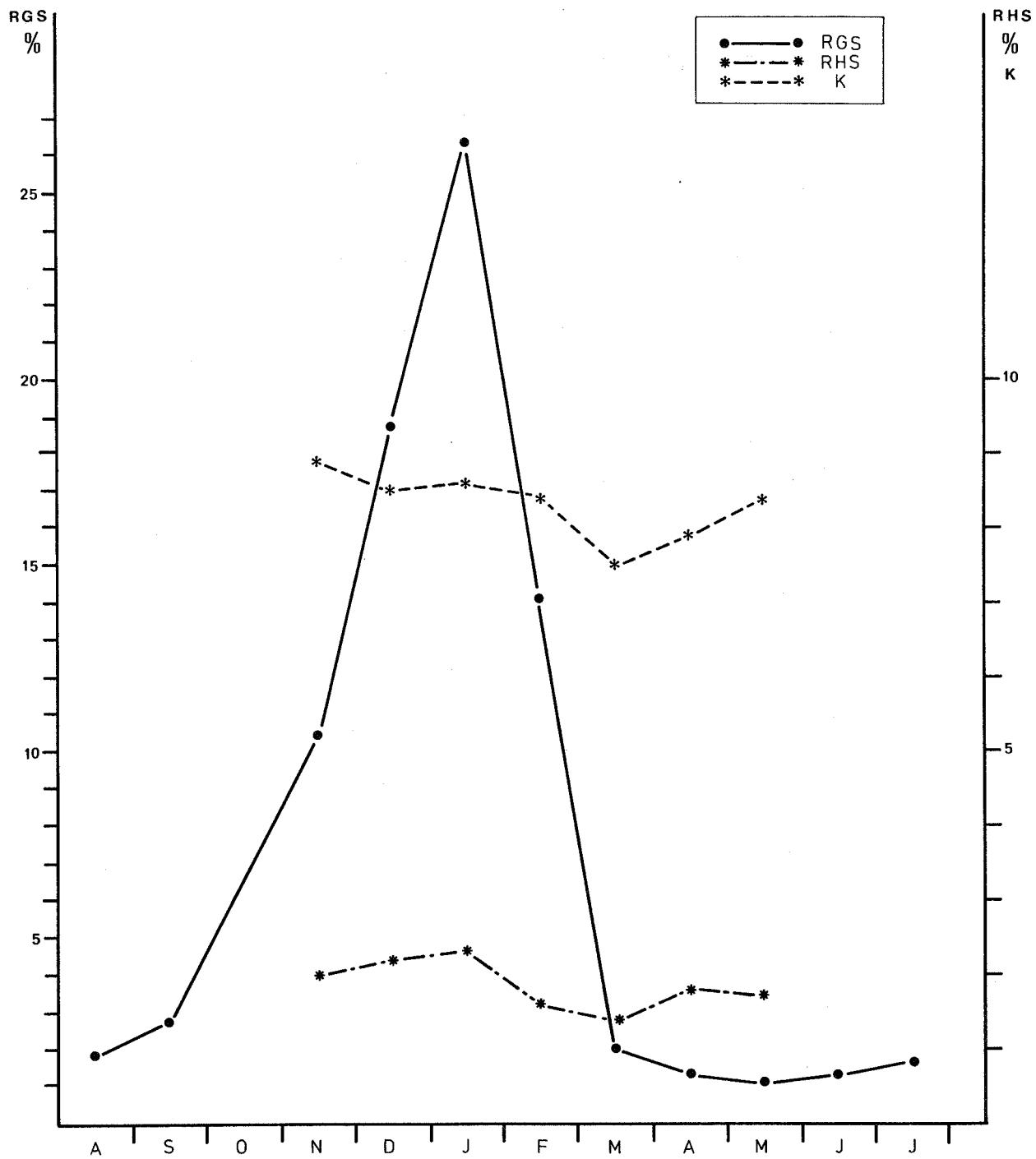


Fig. 51 - *Pleuronectes platessa* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyen des femelles.

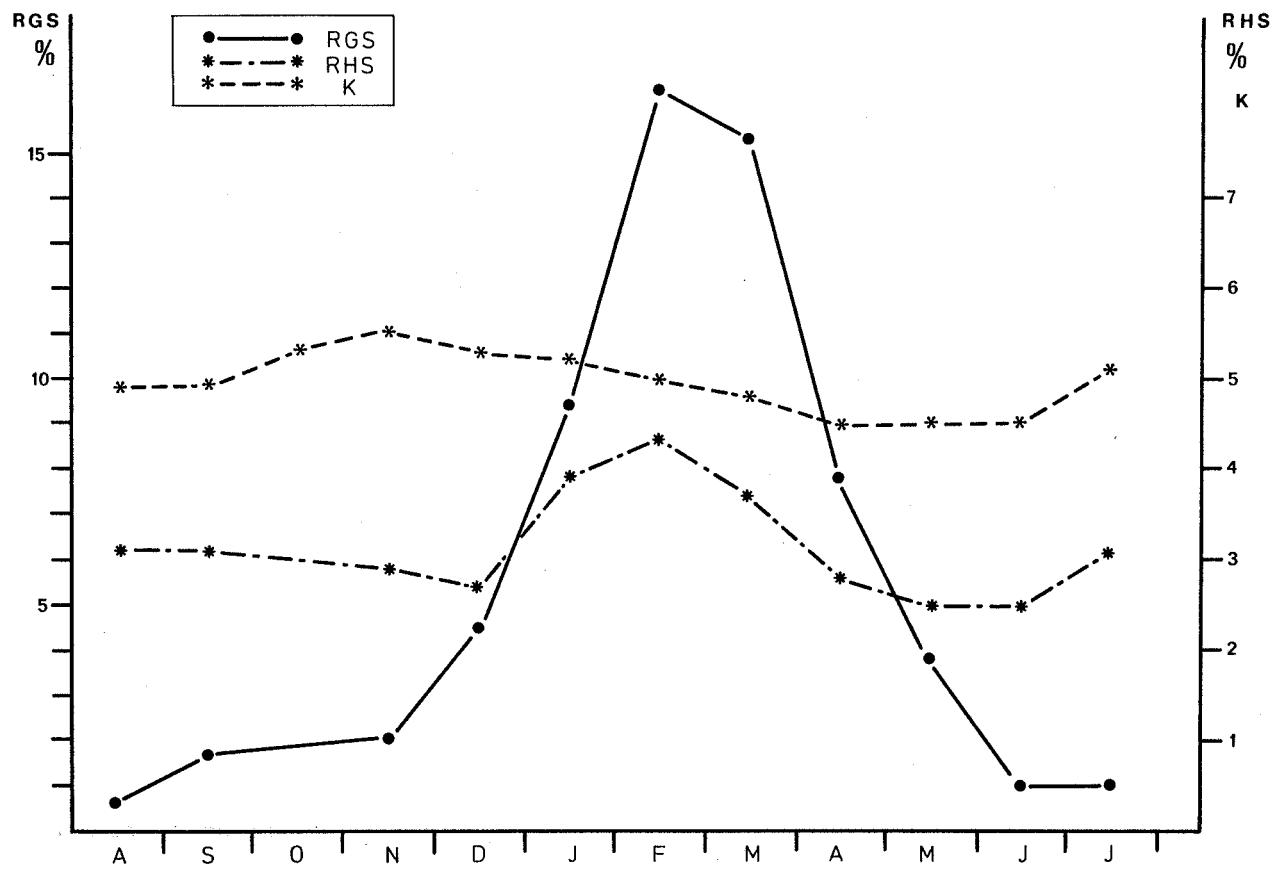


Fig. 52 - *Limanda limanda* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyens des femelles.

2.2. LE RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE DES MALES

L'interprétation du tracé évolutif du R.H.S. moyen des mâles est plus difficile et la participation du foie à la gamétopénèse bien moins évidente.

■ Chez la Plie, les valeurs minimales du R.H.S. varient entre 1,3 % et 0,8 % de novembre à mars ; le trop petit nombre de poissons examinés en période de repos sexuel ne nous permet pas de cerner avec certitude les valeurs maximales, probablement voisines de 2,0 - 2,5 %. Le stockage de réserves dans le foie pourrait commencer en avril (Fig. 53 ; Tab. 27).

■ Chez les limandes mâles le R.H.S. fluctue entre 2,0 et 2,5 % tout au long de l'année. La reproduction affecte peu le poids du foie dont les variations sont difficilement interprétables (Fig. 54 ; Tab. 28).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	15	16	6	5	7	-	2	-	2	-	8	18
R.H.S.	0,9	0,8	0,8	2,2 2,3	1,7	-	2,7 2,4	-	2,5 1,7	-	1,3	1,3
σ	0,3	0,2	0,1	2,4 3,3	0,4	-	-	-	-	-	0,3	0,4
C.V. %	33,3	25,0	12,5	1,5	23,5	-	-	-	-	-	23,1	30,8

Tableau 27 - *Pleuronectes platessa* : variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	24	25	9	9	6	1	9	3	6	-	14	15
R.H.S.	2,7	2,3	2,6	2,4	1,8	2,9	2,7	2,6 2,7 2,4	2,6	-	2,5	2,1
σ	1,2	1,1	0,6	0,9	0,4		1,1	2,4	0,8	-	0,7	0,8
C.V. %	44,4	47,8	23,1	37,5	22,2		40,7		30,8	-	28,0	38,1

Tableau 28 - *Limanda limanda* : variations mensuelles du rapport hépato-somatique moyen des mâles.

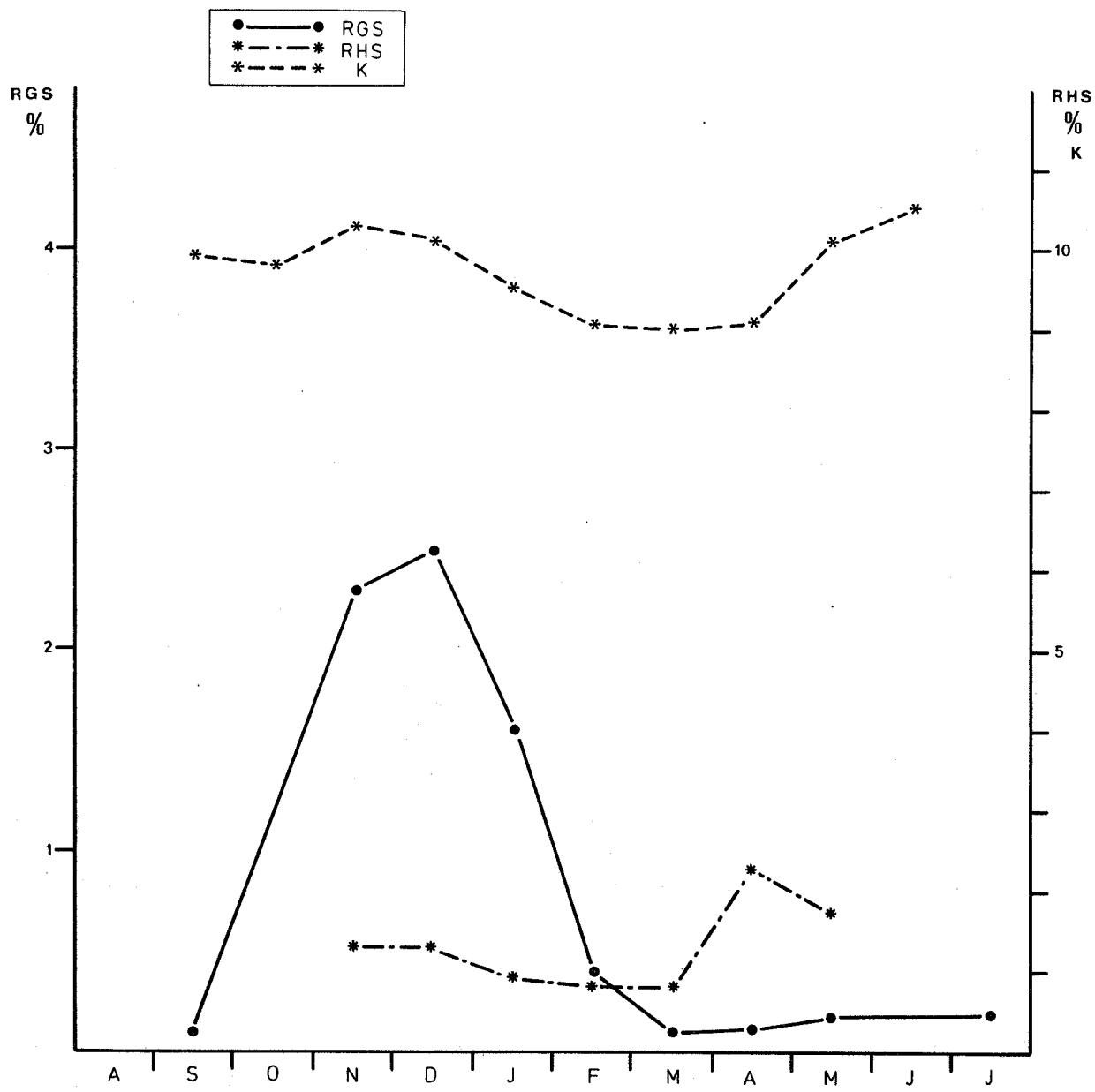


Fig. 53 - *Pleuronectes platessa* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyens des mâles.

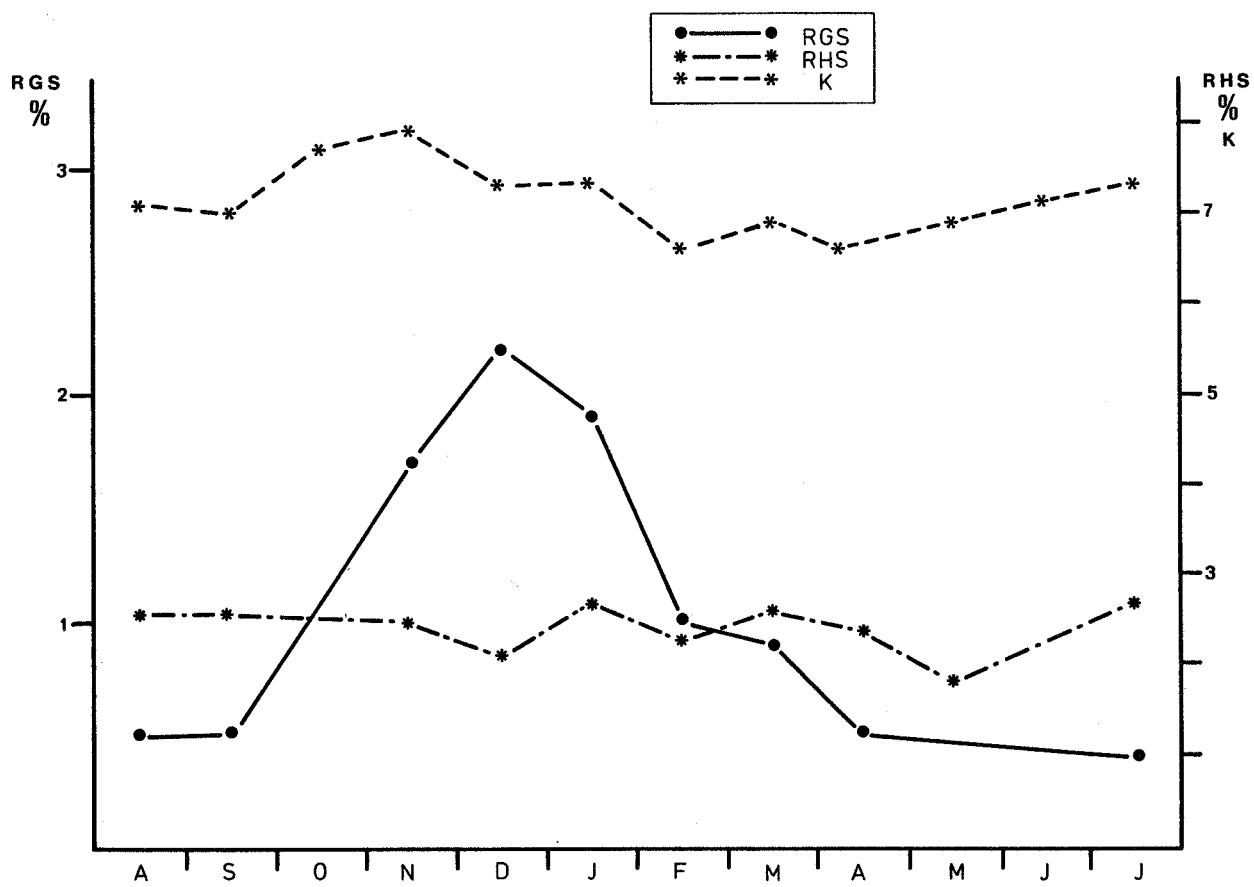


Fig. 54 - *Limanda limanda* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyens des mâles.

3. EVOLUTION DE L'INDICE PONDERAL

3.1. L'INDICE PONDERAL DES FEMELLES

■ Les femelles de plie, au stade de post-ponte, se distinguent aisément des autres reproductrices par leur maigreur évidente. L'indice pondéral moyen traduit ici très bien les variations de leur condition physique, l'amaigrissement qui les affecte pendant les pontes et la reprise de poids qui lui succède (Fig. 51 ; Tab. 29).

L'indice pondéral moyen décroît lentement de janvier à février, puis rapidement de février à mars où il atteint son minimum annuel : les femelles sont alors, en moyenne, dans leur plus mauvaise condition physique et ont, pour la plupart, fini de pondre. Les poissons, dont l'activité trophique s'accroît dès la ponte finie, reprennent alors rapidement et régulièrement du poids : l'indice pondéral moyen augmente en avril et mai. Complémentaire du R.G.S. et du R.H.S., il représente, dans le cas de la Plie, un indice non négligeable et confirme les hypothèses précédemment formulées sur la base de ces deux rapports.

■ Les variations de l'indice pondéral moyen des limandes femelles, au cours de l'année, sont de plus faible amplitude (Fig. 52) : les poissons, en bonne condition physique à l'entrée de l'hiver, perdent lentement du poids à partir de décembre, mais semblent moins affectés que les plies par leur activité reproductrice. Stabilisé en avril et mai, l'indice pondéral augmente en été mais surtout en automne chez la Limande ; il témoigne ainsi d'un regain d'embonpoint maximal en cette saison (Tab. 30).

Les plus fortes variations de l'indice pondéral coïncident avec celles du R.G.S. et du R.H.S. ; l'amaigrissement des femelles en février-mars-avril renforce l'hypothèse d'un maximum d'émissions d'oeufs pendant ces trois mois.

3.2. L'INDICE PONDERAL DES MALES

Les plies et les limandes mâles maigrissent aussi en période de reproduction (Fig. 53 & 54 ; Tab. 31 & 32).

■ L'indice pondéral moyen des plies, relativement stable pendant le repos sexuel, diminue régulièrement de décembre à février : la perte moyenne en poids est maximale à cette époque (Fig. 53).

La condition physique des mâles évolue peu jusqu'en avril, mais s'améliore rapidement en mai et juin.

Les plus grandes variations du poids corporel des plies mâles apparaissent donc en hiver et au printemps ; leur amaigrissement coïncide avec celui des femelles et confirme que l'activité sexuelle de l'espèce est maximale pendant les deux premiers mois de l'année.

■ L'indice pondéral moyen des limandes mâles reste relativement bas pendant quatre mois, de février à mai (Fig. 54). Il augmente au printemps et en été, mais surtout en automne : les mâles sont alors, comme les femelles, au mieux de leur condition physique. Les premières pertes de poids, en décembre, pourraient être liées à un ralentissement de l'activité trophique consécutif à la variation des paramètres physiques du milieu ; celles de février le seraient à l'activité sexuelle : le rapport gonado-somatique décroît en effet beaucoup au même moment.

Les plus faibles valeurs de l'indice pondéral en février, mars et avril, correspondent avec celles décroissantes du R.G.S. : la sexualité affaiblit alors les limandes mâles qui, en moyenne, récupèrent leur poids moins vite que les plies.

S'il n'introduit pas d'éléments bien nouveaux dans notre étude, le cycle de l'indice pondéral des limandes mâles se calque parfaitement sur celui des femelles qui vient, par là, étayer les hypothèses émises jusqu'alors.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	21	12	18	3	6	2	2	2	5	3	24	15
K	8,6	7,9	7,5	7,9	8,4	8,4	8,6	8,9	8,4	9,0	8,9	8,5
σ	1,2	0,4	0,6	1,6	0,7	0,2	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6
C.V. %	13,9	5,1	8,0	20,2	8,3	2,3	5,8	6,7	7,1	8,9	7,8	7,0

Tableau 29 - *Pleuronectes platessa* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	28	59	32	18	24	3	13	3	14	8	29	17
K	5,2	5,0	4,8	4,5	4,5	4,1 3,9	5,1	4,7 4,6	4,9	5,3	5,5	5,3
σ	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	5,4	0,5	5,4	0,4	0,5	0,4	0,5
C.V. %	7,7	10,0	10,4	11,1	11,1		9,8		8,2	9,4	7,3	9,4

Tableau 30 - *Limanda limanda* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	14	16	8	6	7	4	2	1	5	13	45	23
K	9,5	9,1	9,0	9,1	10,1	10,3 10,3	9,9 9,8	9,8	9,8 9,7	9,8	10,3	10,1
σ	0,6	0,5	0,5	1,5	0,5	10,2 11,4			10,4 9,4	0,7	0,9	0,5
C.V. %	6,3	5,5	5,5	16,5	4,9				10,4	7,1	8,7	4,9

Tableau 31 - *Pleuronectes platessa* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	25	21	9	9	15	5	9	5	7	5	25	15
K	7,3	6,6	6,9	6,6	6,9	6,6 7,3	7,3	8,2 6,8	7,0	7,4 8,6	7,9	7,3
σ	0,6	1,7	0,5	0,6	0,7	7,7 6,6	0,6 7,5	6,7 8,2	0,9 6,0	7,8 12,8	0,8 7,5	0,4 7,3
C.V. %	8,2	25,7	7,2	9,1	10,1					10,1		5,5

Tableau 32 - *Limanda limanda* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des mâles.

4. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS

4.1. LE CYCLE SEXUEL DE *PLEURONECTES PLATESSA* (Pl. 13 ; Tab. 33)

Chez la Plie *P. platessa*, les ovocytes du stock de réserve s'accroissent lentement dès le mois de mars. La variabilité de leur taille augmente dès qu'apparaissent les premiers globules vitellins, en mai : le diamètre des ovocytes les plus avancés avoisine alors 370 μ .

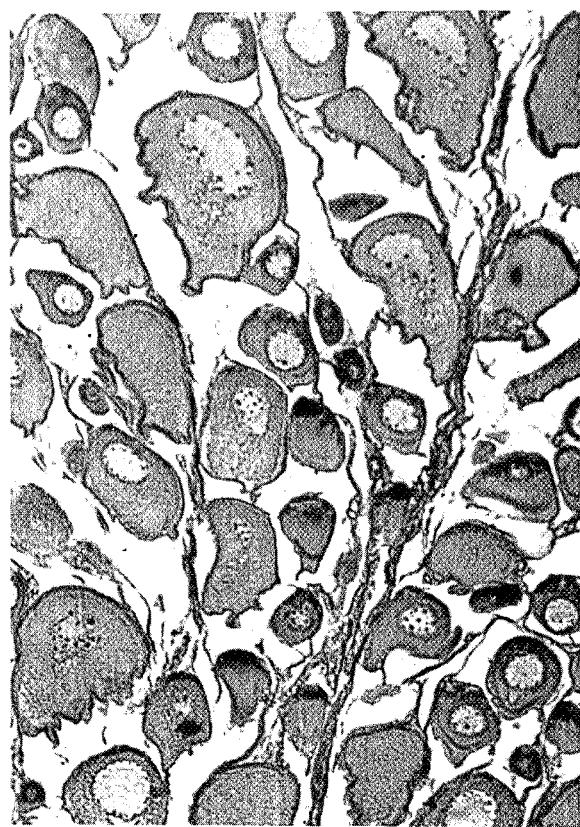
Pendant l'été la vitellogenèse gagne l'ensemble des ovocytes entrés en maturation au printemps. L'ovaire présente, en automne, un aspect histologique homogène et de gros ovocytes bien remplis de vitellus, d'un diamètre compris entre 680 μ et 735 μ pour les plus grands.

Les premiers oeufs mûrs sont expulsés en décembre (diamètre : 1 000 μ) ; les follicules vides, sphériques pendant un moment, ne tardent pas à prendre une forme lobée, aisément reconnaissable sur les coupes.

Le nombre de femelles en cours de ponte augmente en janvier. Les stades de post-ponte deviennent fréquents en février ; il ne subsiste alors dans les ovaires que de rares ovocytes mûrs qui vont s'atréssier et seront phagocytés. Le repos sexuel s'installe chez la plupart des reproductrices.

Planche 13 - L'ovogenèse chez *Pleuronectes platessa* :

- a - ovocytes immatures en accroissement lent (mars)
- b - ovocyte en vitellogenèse assez avancée (mai)
- c - ovocyte en vitellogenèse très avancée (décembre)

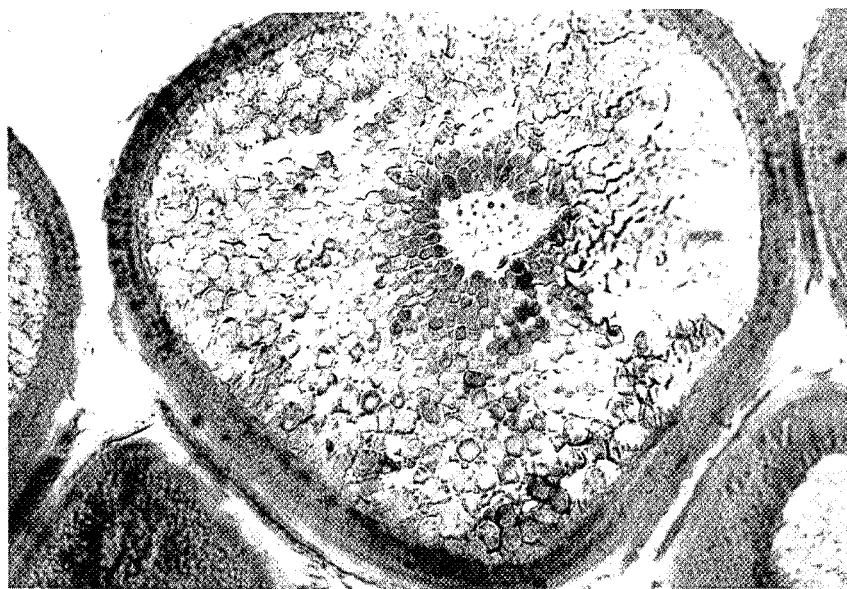


-a-



-b-

100μ



-c-

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
MARS	Accroissement lent	135 - 157 μ
AVRIL	Accroissement lent	135 - 157 μ
MAI	Ovocytes de taille variable Début de vitellogenèse	315 - 367 μ
JUILLET	Début de vitellogenèse	367 μ
AOUT	Vitellogenèse assez avancée	367 - 420 μ
SEPTEMBRE	Vitellogenèse bien avancée	470 - 525 μ
OCTOBRE	Vitellogenèse avancée	680 μ
NOVEMBRE	Vitellogenèse très avancée	680 - 735 μ
DECEMBRE	Vitellogenèse très avancée Début de pontes	735 - 990 μ
JANVIER	Vitellogenèse très avancée Pontes en cours	840 - 990 μ
FEVRIER	Pontes en cours Stades de post-ponte	840 - 990 μ

Tableau 33 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Pleuronectes platessa*.

4.2. LE CYCLE SEXUEL DE *LIMANDA LIMANDA* (Pl. 14 ; Tab. 34)

L'accroissement lent des ovocytes de Limande *L. limanda* commence au mois de juin, mais l'ovaire a encore un aspect histologique proche de celui des immatures.

Les premiers globules agencés en couronne n'apparaissent qu'en septembre ; les plus gros ovocytes mesurent alors 180 μ de diamètre. Les dépôts vitellins grossissent et s'accumulent pendant les trois mois suivants : en janvier, la vitellogenèse est bien avancée chez la plupart des femelles.

Les pontes commencent en février, mais restent très partielles. L'essentiel du contenu ovarien n'est pas encore pondu : les ovocytes restants, de diamètres homogènes, bourrés de réserves, ou hyalins, ne compriment encore que quelques rares follicules vides. Ceux-ci, plus nombreux en mars, témoignent d'émissions plus fréquentes à ce moment.

Les pontes continuent en avril, mais les ovaires conservent dans leurs parois de nombreux ovocytes dont certains présentent déjà des signes d'atrésie. La dégénérescence s'accentue en mai ; les petits ovocytes du stock de réserves contrastent alors avec les gros chargés de vitellus et atrésiques pour la plupart.

Les pontes sont terminées ; les femelles retrouvent leur repos sexuel qui, en fait, sera de courte durée.

L'étude histologique des ovaires révèle, chez la Limande, l'atrésie considérable dont le rapport gonado-somatique ne pouvait rendre compte. L'émission des œufs se termine en avril et non pas en mai ou juin comme le laissait pressentir le R.G.S. La rupture de pente observée sur son tracé correspond donc bien à un début de dégénérescence du contenu ovarien dont la totalité n'est pas émise. La décroissance plus lente du R.G.S. moyen en mai et juin ne traduit pas les pontes tardives de l'espèce, mais la résorption, lente, des ovocytes non pondus.

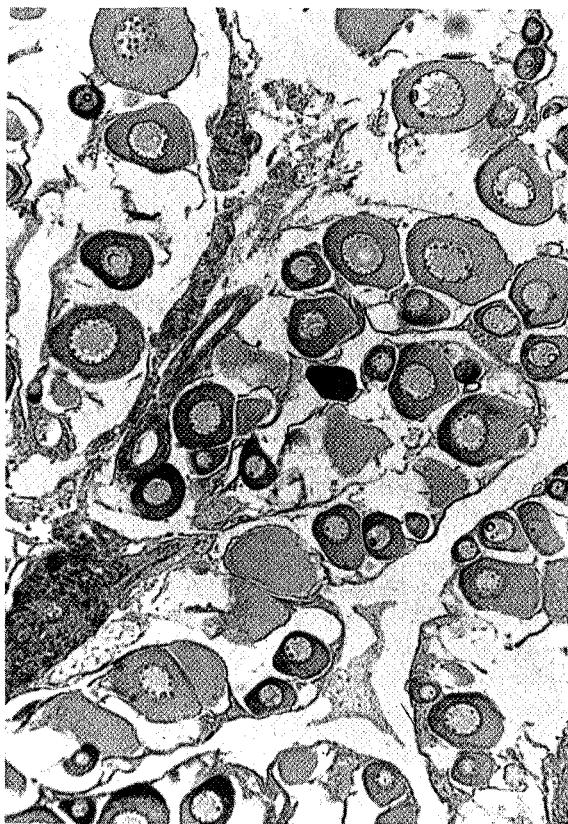
MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
JUIN	Début d'accroissement lent	70 - 95 μ
JUILLET	Accroissement lent Début d'hétérogénéité cytoplasmique	80 - 120 μ
SEPTEMBRE	Accroissement lent Début de vitellogenèse (globules en couronne)	85 - 180 μ
NOVEMBRE	Vitellogenèse peu avancée	130 - 190 μ
DECEMBRE	Vitellogenèse assez avancée	230 - 300 μ
JANVIER	Vitellogenèse avancée	230 - 365 μ
FEVRIER	Vitellogenèse assez ou très avancée Ovocytes de taille assez variable Début de pontes	250 - 485 μ
MARS	Pontes en cours Maturation très avancée	360 μ
AVRIL	Pontes en cours ou finies Gros ovocytes non pondus Début d'atrésie	300 - 325 μ
MAI	Stades de post-ponte Nombreux ovocytes atrésiques Ovocytes de taille très variable	70 - 85 μ

Tableau 34 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Limanda limanda*.

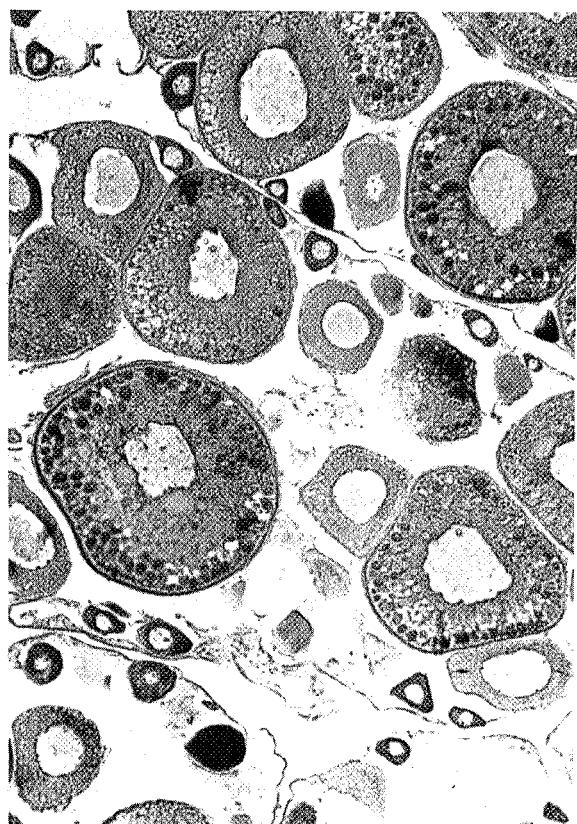
(Ø max. ovocytes : diamètres relevés sur préparations histologiques - ovocytes à inclusions vitellines individualisées)

Planche 14 - L'ovogenèse chez *Limanda limanda* :

- a - ovocytes immatures en accroissement lent (juillet)
- b - ovocytes en vitellogenèses peu et assez avancées (novembre)
- c - ovocytes en vitellogenèse avancée (décembre)
- d - follicules atrésiques (mai)

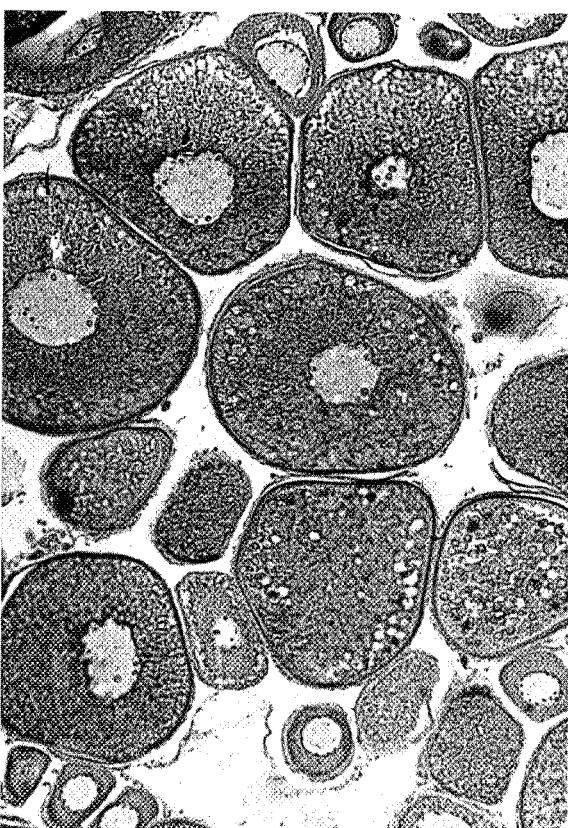


-a-

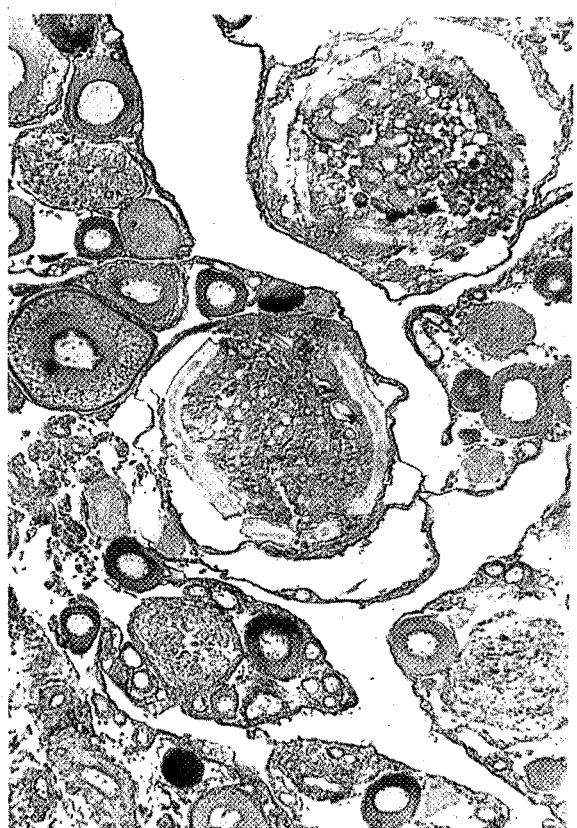


-b-

100μ



-c-



-d-

4.3. ELEMENTS DU CYCLE SEXUEL DE *PLATICHTHYS FLESUS FLESUS* (Tab.35 ; Pl.15)

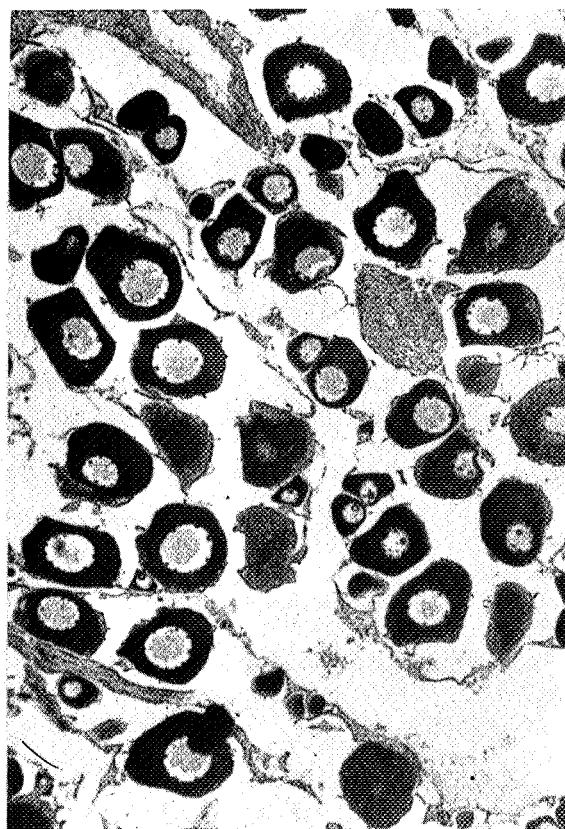
Le début de la vitellogenèse du Flet *P. flesus flesus* se réalise en eaux saumâtres, probablement pendant l'automne ; les femelles ne viennent en mer qu'à l'approche de la maturation finale, en janvier. Leurs ovocytes sont alors dans un état de maturation très avancée : les dernières plaquettes vitellines viennent encore grossir les ovocytes en vitellogenèse, auxquels se mêlent déjà quelques ovocytes mûrs hyalins (diamètre : 630 µ).

Bon nombre d'ovaires ont, en février, l'aspect désordonné révélateur des pontes en cours : les follicules vides en dégénérescence abondent parmi les ovocytes bourrés de réserves dont l'émission est imminente. Beaucoup de femelles ont aussi fini de pondre en mars. Seules quelques jeunes reproductrices se préparent à la ponte : le diamètre de leurs ovocytes en fin de maturation trahit, comme leur taille, une première participation à la reproduction.

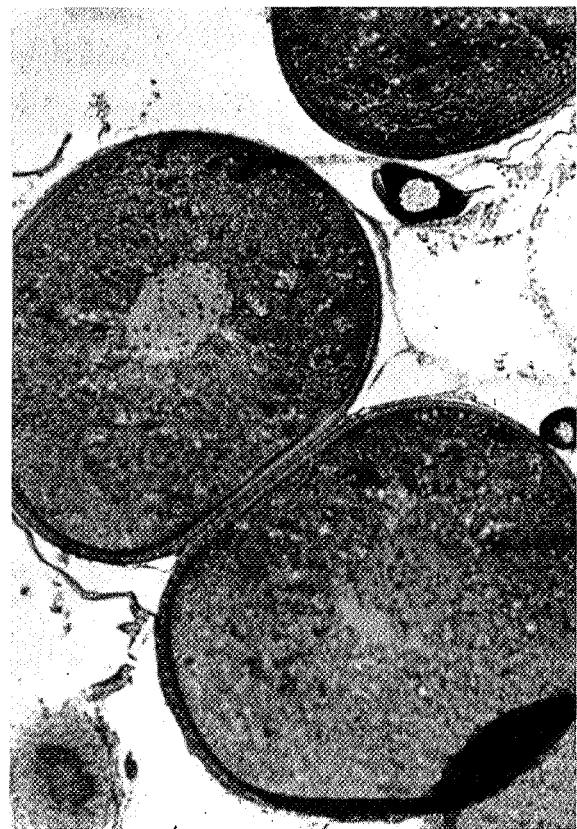
Quelques femelles capturées en mer pendant l'été avaient des ovocytes en accroissement lent.

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	Ø MAX. OVOCYTES
JUILLET	Accroissement lent	105 µ
JANVIER	Vitellogenèse très avancée Pontes en cours	472 - 525 µ
FÉVRIER	Vitellogenèse très avancée Pontes en cours ou finies	472 - 525 µ
MARS	Vitellogenèse très avancée Stades de post-ponte	420 µ

Tableau 35 - Quelques étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Platichthys flesus flesus*.

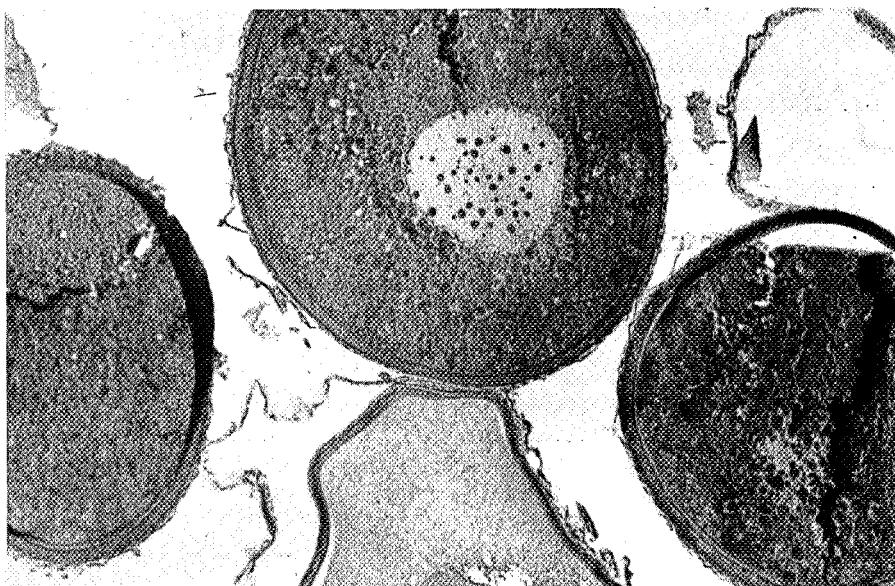


-a-



-b-

100 μ



-c-

Planche 15 - L'ovogenèse chez *Platichthys flesus flesus* :

- a - ovocytes immatures (juillet)
- b - ovocytes en vitellogenèse très avancée (février)
- c - ovocyte en vitellogenèse très avancée et ovocyte mûr hyalin (février)

4.4. ELEMENTS DU CYCLE SEXUEL DE *MICROSTOMUS KITT* (Tab.36 ; Pl.16)

La Limande-sole *M. kitt* n'est pas très abondante en baie de Douarnenez et sa préférence pour les fonds rocheux n'en facilite pas la capture au chalut. Nous n'avons ainsi examiné qu'un petit nombre de femelles dont l'état de maturation avancé des ovaires en rehaussait l'intérêt (Tableau 37).

L'accroissement lent des ovocytes des limandes-soles commence probablement en été et au début de l'automne : la maturation de leurs ovaires est en effet assez ou même très avancée en décembre. Deux lots d'ovocytes se différencient alors par leur taille et l'importance de leurs dépôts vitellins : les ovocytes les plus avancés déjà bien chargés de réserves vitellines mesurent, au maximum, 420 μ de diamètre ; ceux du deuxième lot, moins riches en vitellus, ne dépassent pas 315 μ . L'écart se creuse en janvier lorsque les gros ovocytes approchent de la maturité.

Certaines femelles sont aussi bien mûres en février.

La Limande-sole se reproduirait ainsi pendant les premiers mois de l'année, en baie de Douarnenez ; les pontes, réalisées en plusieurs vagues successives d'émissions comme chez la Sole, auraient surtout lieu en janvier, février et mars.

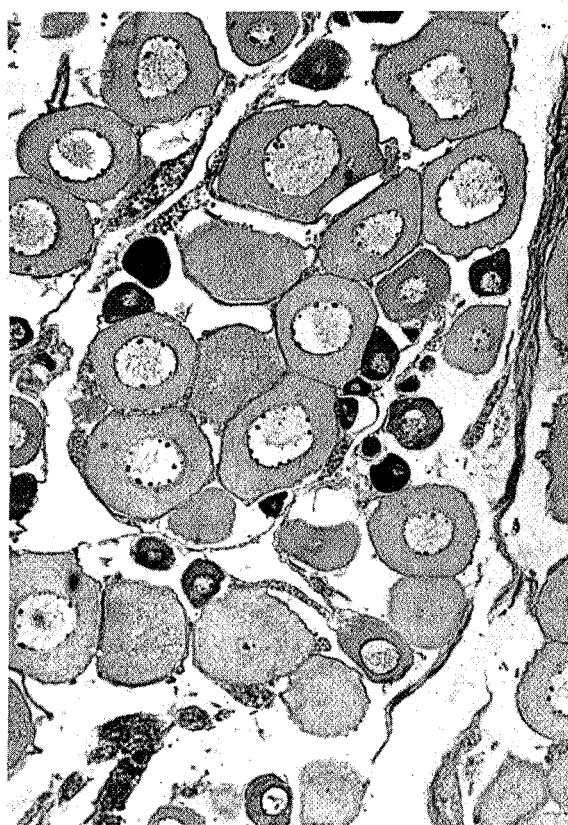
MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	\varnothing MAX. OVOCYTES
NOVEMBRE	Vitellogenèse peu avancée	220 μ
DECEMBRE	Vitellogenèse très avancée Ovocytes de taille variable (deux lots)	315 μ 420 μ
JANVIER	Ovocytes de taille variable Vitellogenèse très avancée (premier lot) Vitellogenèse peu avancée (deuxième lot)	260 μ 525 μ
FEVRIER	Ovocytes de taille variable Vitellogenèse assez avancée (premier lot) Vitellogenèse peu avancée (deuxième lot)	240 μ 360 μ

Tableau 36 - Quelques étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Microstomus kitt*.

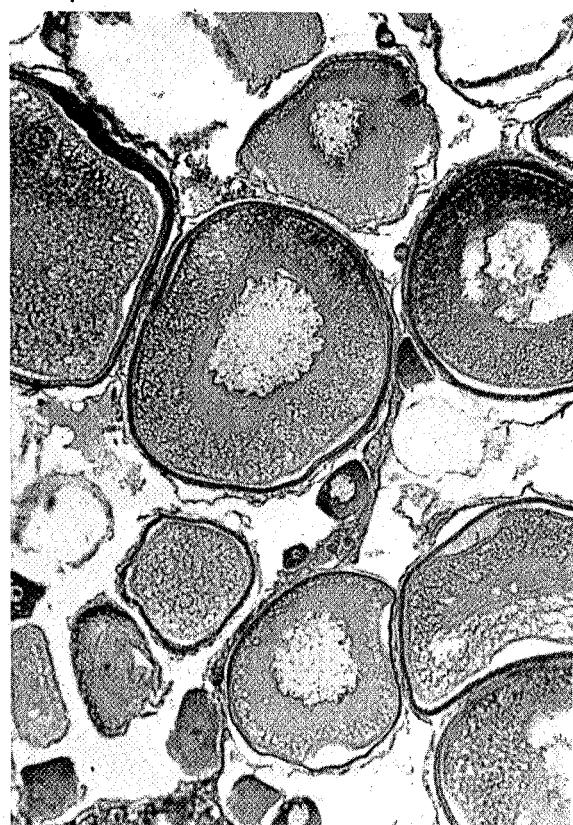
(\varnothing max. ovocytes : ovocytes à inclusions vitellines individualisées)

MOIS	L_T (cm)	Gr (âge)	R.G.S. (%)	DIAMETRE MAXIMUM DES OVOCYTES			
				220 μ	350 μ	420 μ	530 μ
NOVEMBRE	32,0	4 ⁺	0,9	●			
DECEMBRE	41,0	6 ⁺	4,7	●			
	34,0	5 ⁺	2,9		●		
	34,5	5 ⁺	1,7			●	
JANVIER	36,0	6 ⁺	4,7	●			
	26,5	5 ⁺	2,1	●	●		
	38,5	7 ⁺	4,0			●	
	37,5	6 ⁺	7,1				
	39,5	7 ⁺	5,8				●
FEVRIER	30,0	5 ⁺	2,9	●	●		

Tableau 37 - Diamètre maximum des ovocytes de *Microstomus kitt* en fonction de la longueur totale, de l'âge des femelles et de la saison.



-a-



-b-

100 μ



-c-

Planche 16 - L'ovogenèse chez *Microstomus kitt* :

- a - ovocytes immatures en accroissement lent (décembre)
- b - ovocytes en début de vitellogenèse et en vitellogenèse peu avancée (février)
- c - ovocytes en vitellogenèse avancée (décembre)

5. LA FECONDITE DES ESPECES

5.1. LA FECONDITE DE *PLEURONECTES PLATESSA**

Nous avons, pour cette étude, sélectionné quinze femelles de longueurs totales comprises entre 33,5 cm et 68,0 cm. Les plus grandes ont été capturées le 13 décembre 1977, les sept autres l'ont été une semaine plus tard, le 20 décembre.

■ Dès le début du mois de décembre, de gros ovocytes en cours de maturation garnissent les ovaires des femelles de 45 cm à 68 cm de longueur totale (Fig. 55). Les plus petites femelles, de longueurs totales inférieures à 45 cm, sont à la même époque sexuellement moins avancées que leurs aînées : leurs ovocytes, en majorité plus petits, ne sont encore qu'en début de vitellogenèse (Fig. 56). Les plus grandes femelles, qui sont aussi les plus âgées comme nous l'avons vu dans l'étude du R.G.S., mûrissent et pondent donc les premières.

■ Chez la Plie, seuls les ovocytes d'un diamètre supérieur à 400 μ arriveront à maturité et seront pondus dans l'année. Les follicules atrésiques sont peu nombreux dans les ovaires de femelles en post-ponte ; l'erreur sur la fécondité absolue en est minimisée.

Le nombre d'oeufs susceptibles d'être pondus augmente avec la longueur, le poids total, le poids des ovaires et l'âge de la femelle (Fig. 57 et 58). Les meilleurs coefficients de corrélation sont obtenus ici entre le logarithme de la fécondité et le logarithme du poids du poisson ($r = 0,930$) et celui des ovaires ($r = 0,882$).

La fécondité relative moyenne est de 225 œufs par gramme de poisson (Tab. 38).

*Etude réalisée avec la collaboration de L. MIOSSEC.

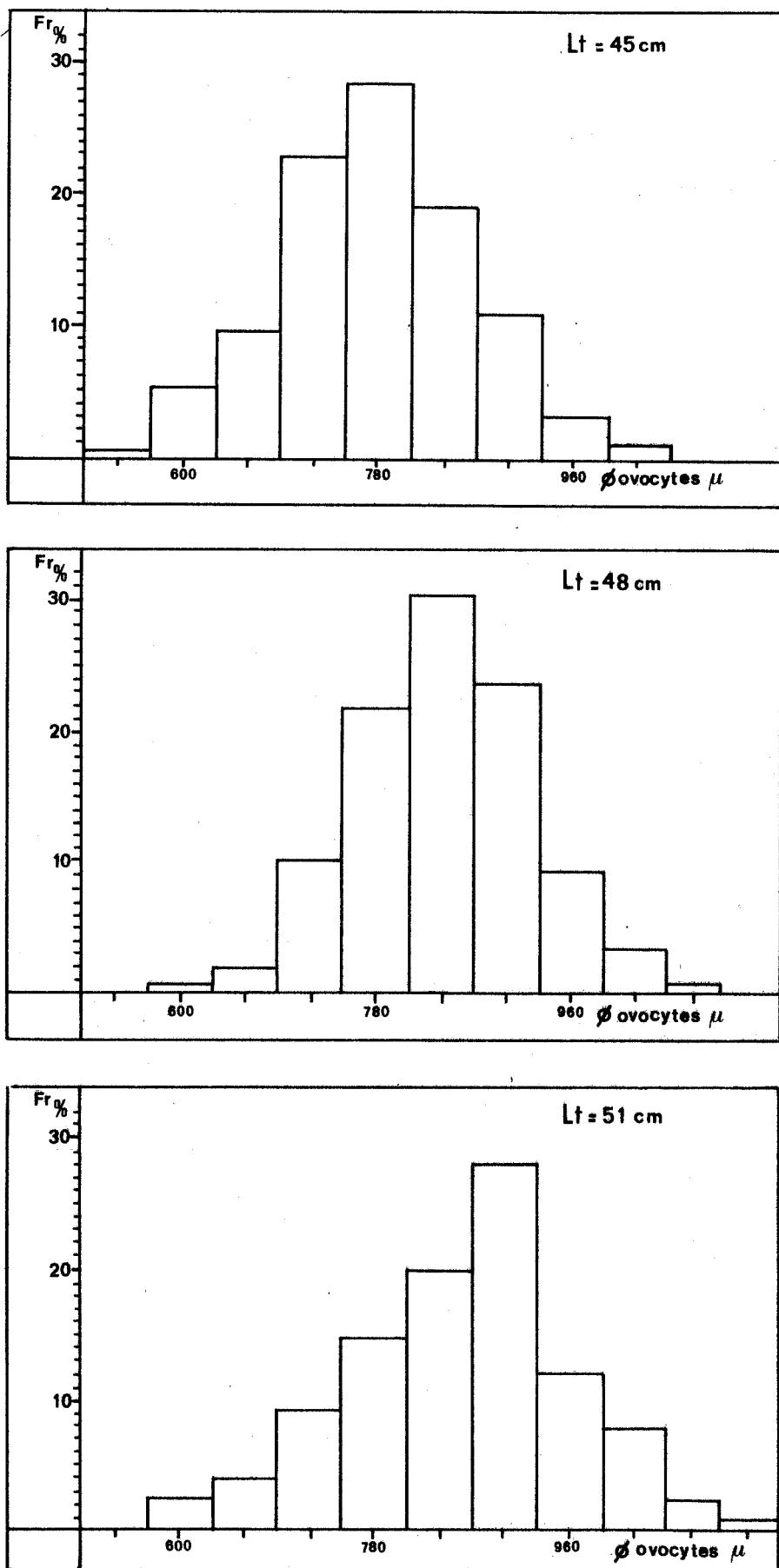


Fig. 55

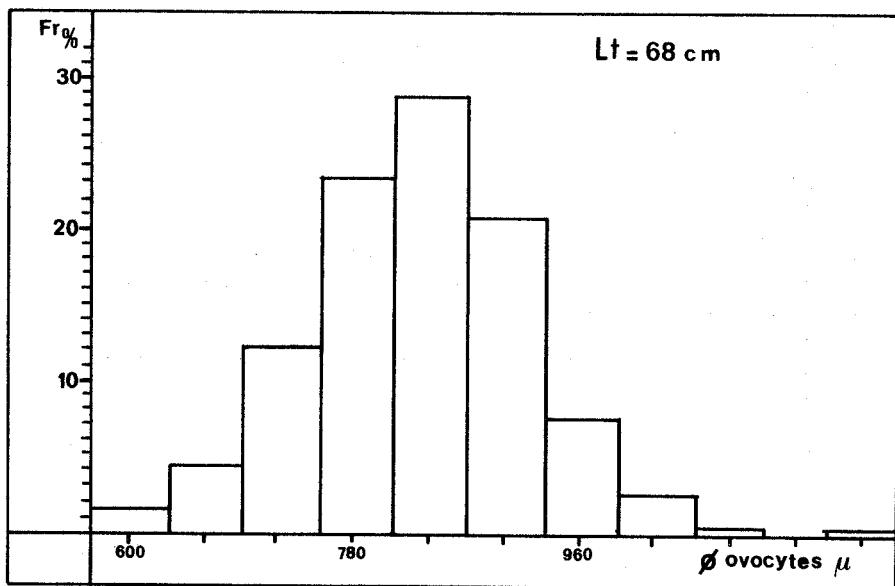
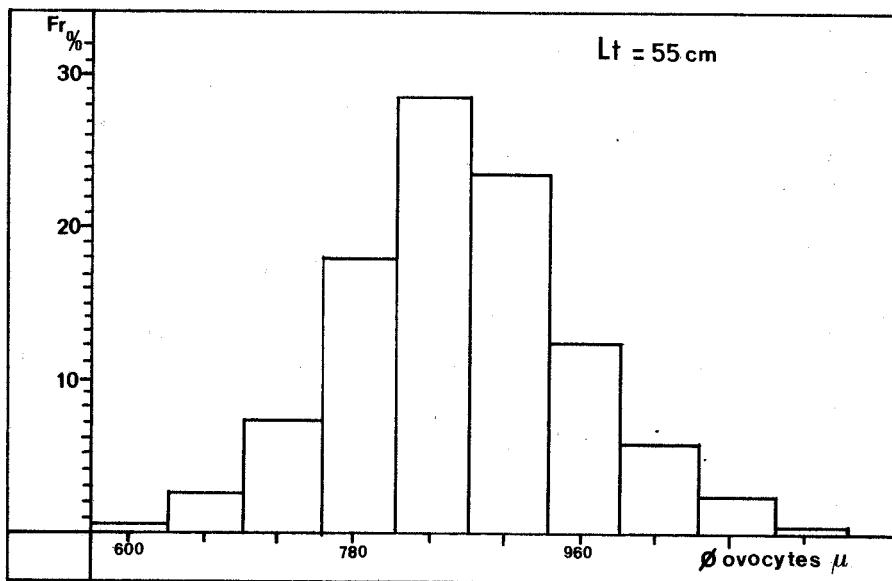


Fig. 55 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez cinq grandes femelles de Plie *P. platessa* au début du mois de décembre.

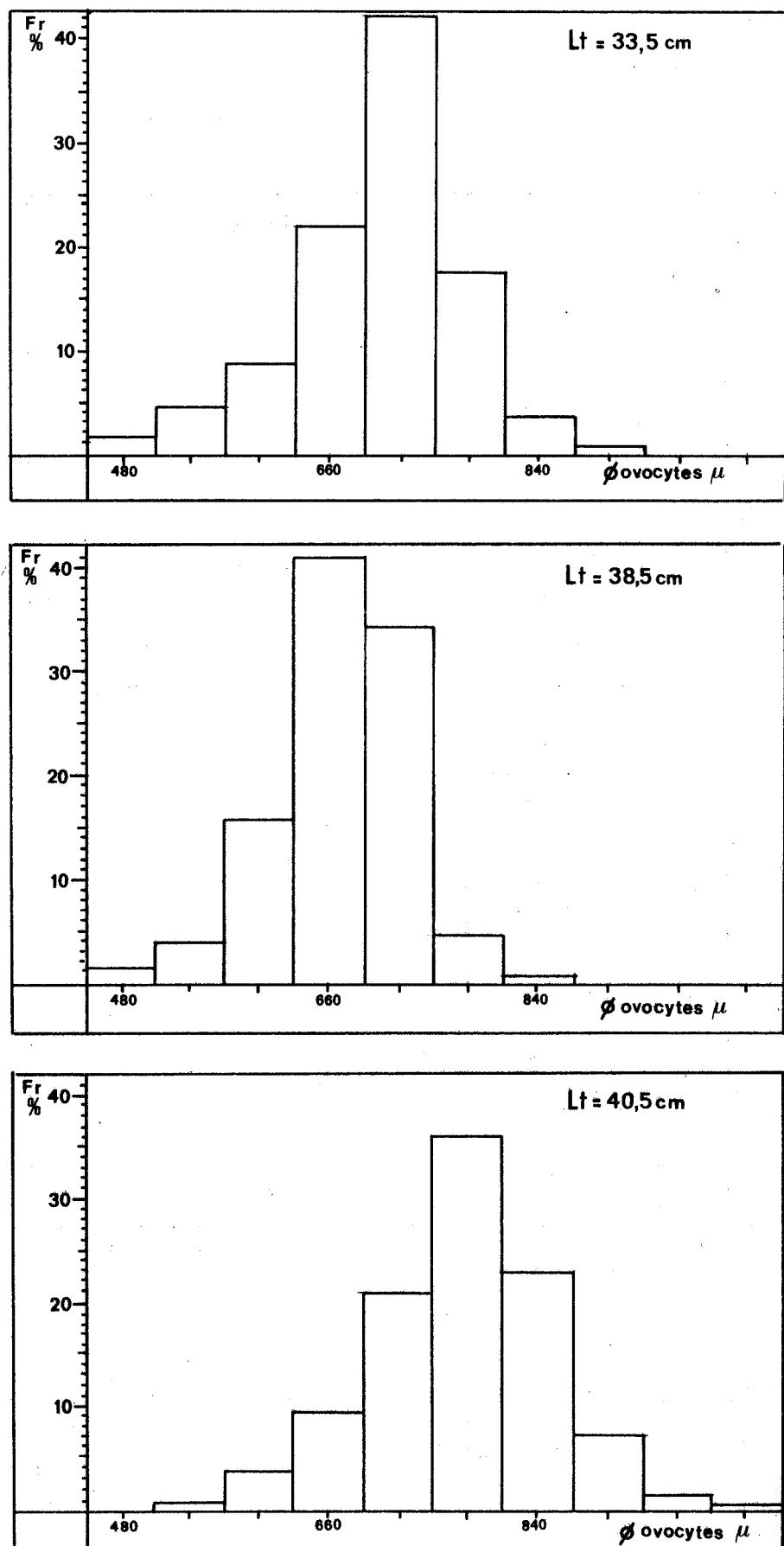


Fig. 56

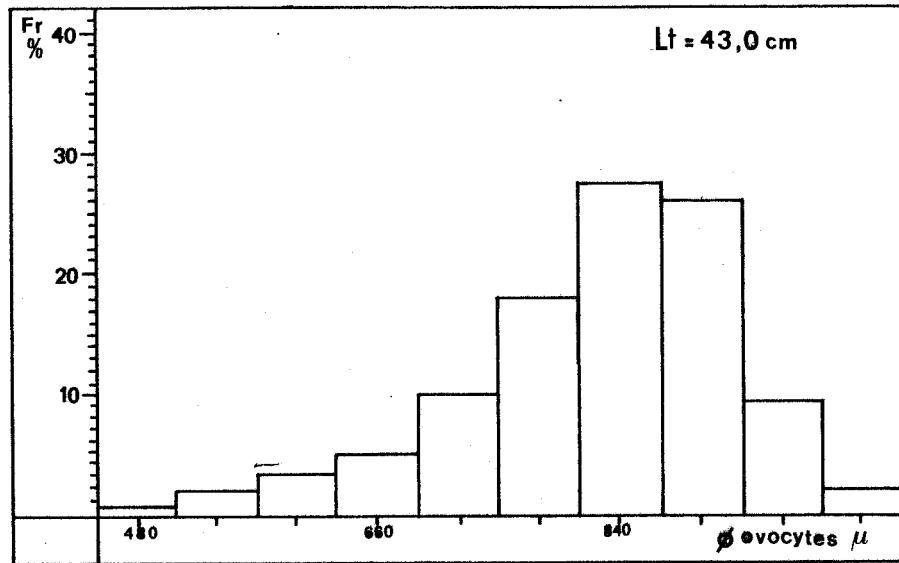
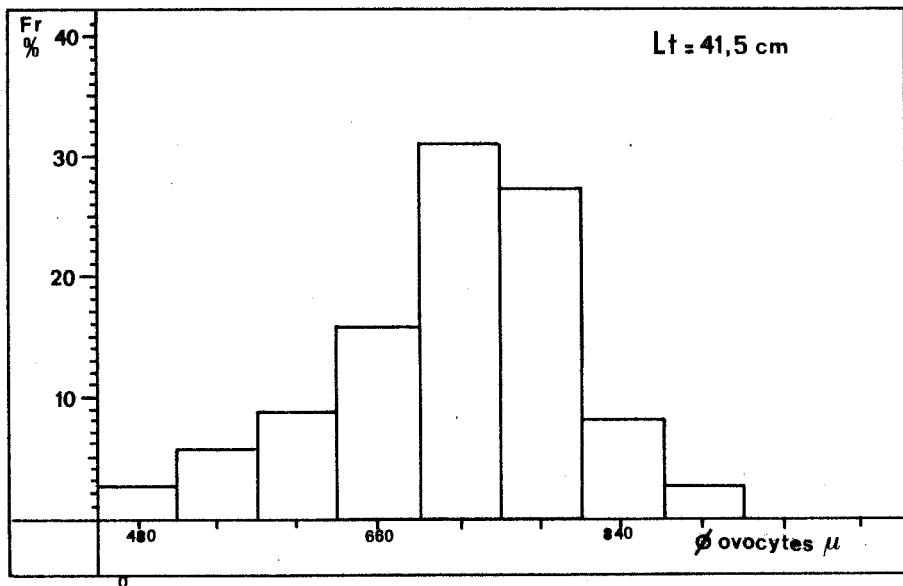


Fig. 56 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez cinq petites femelles de Plie *R. platesa* au mois de décembre.

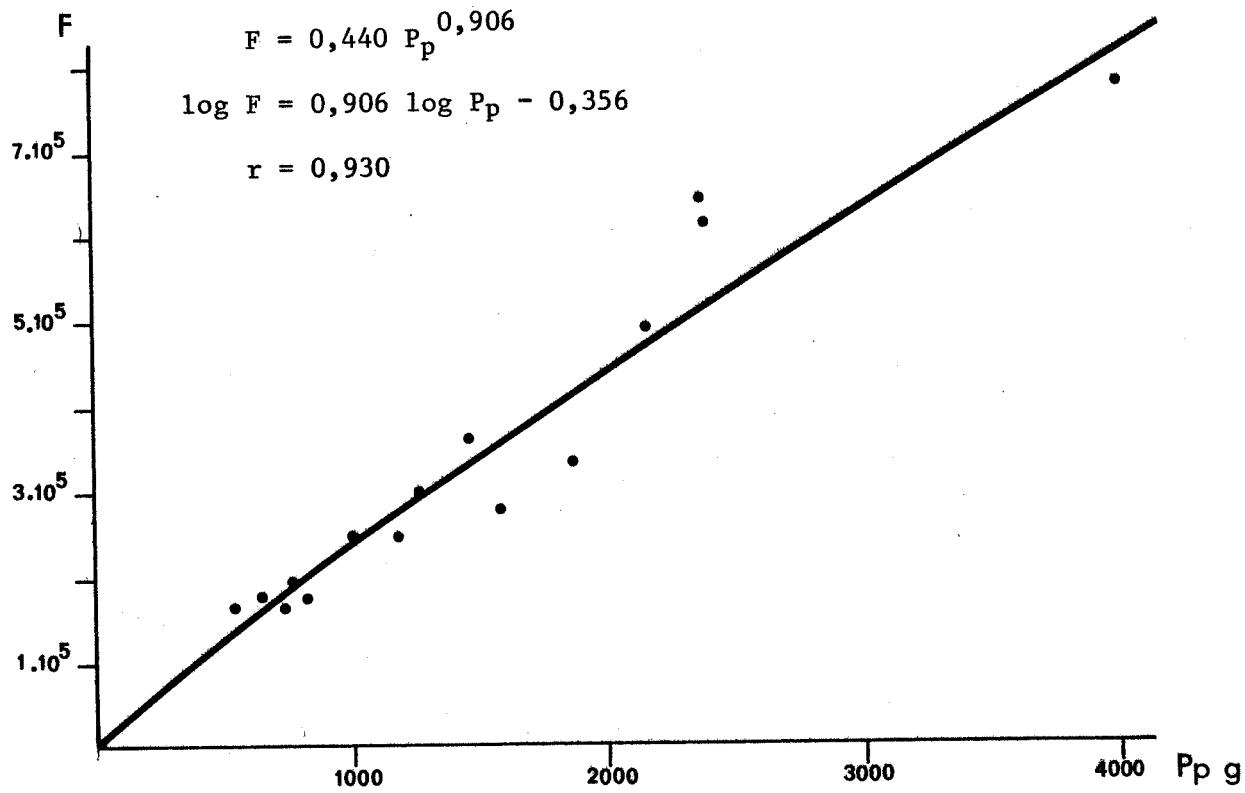
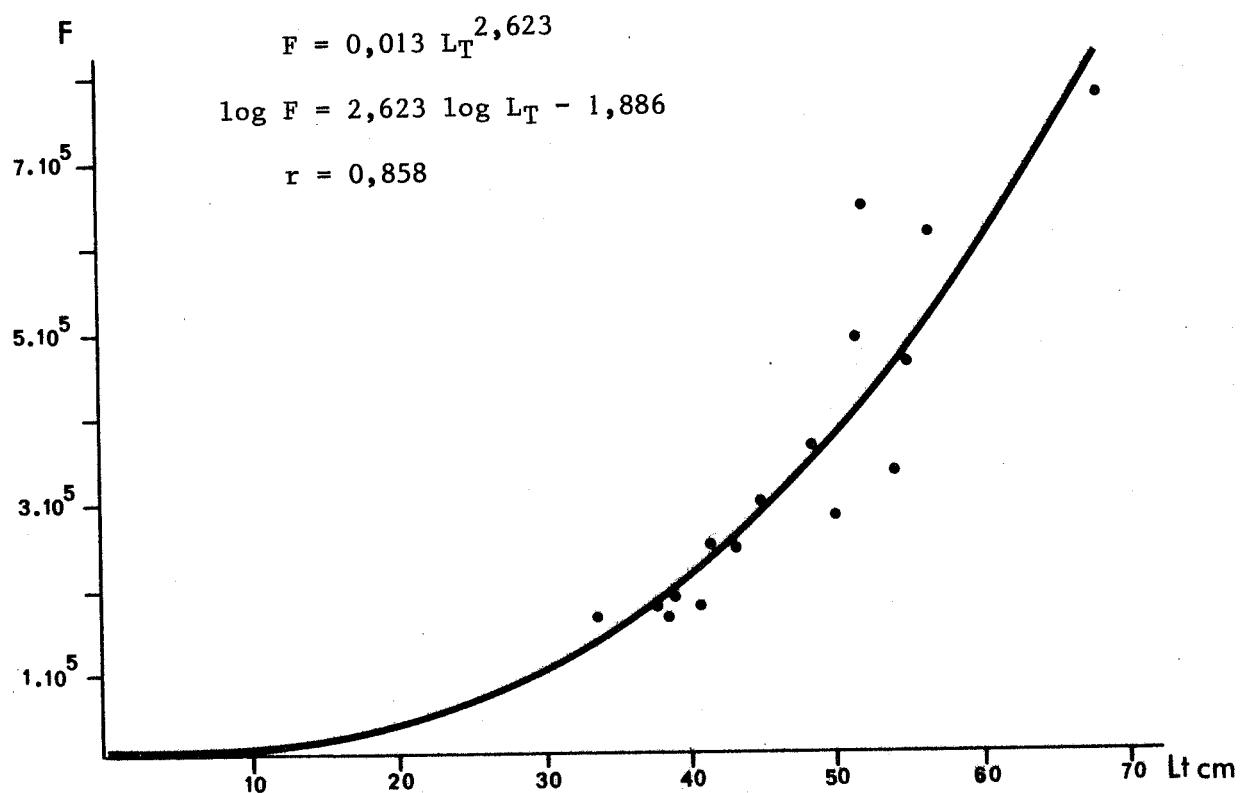


Fig. 57 - *Pleuronectes platessa* :
Relations fécondité absolue - longueur totale (F-LT)
et fécondité absolue - poids du poisson (F-Pp)

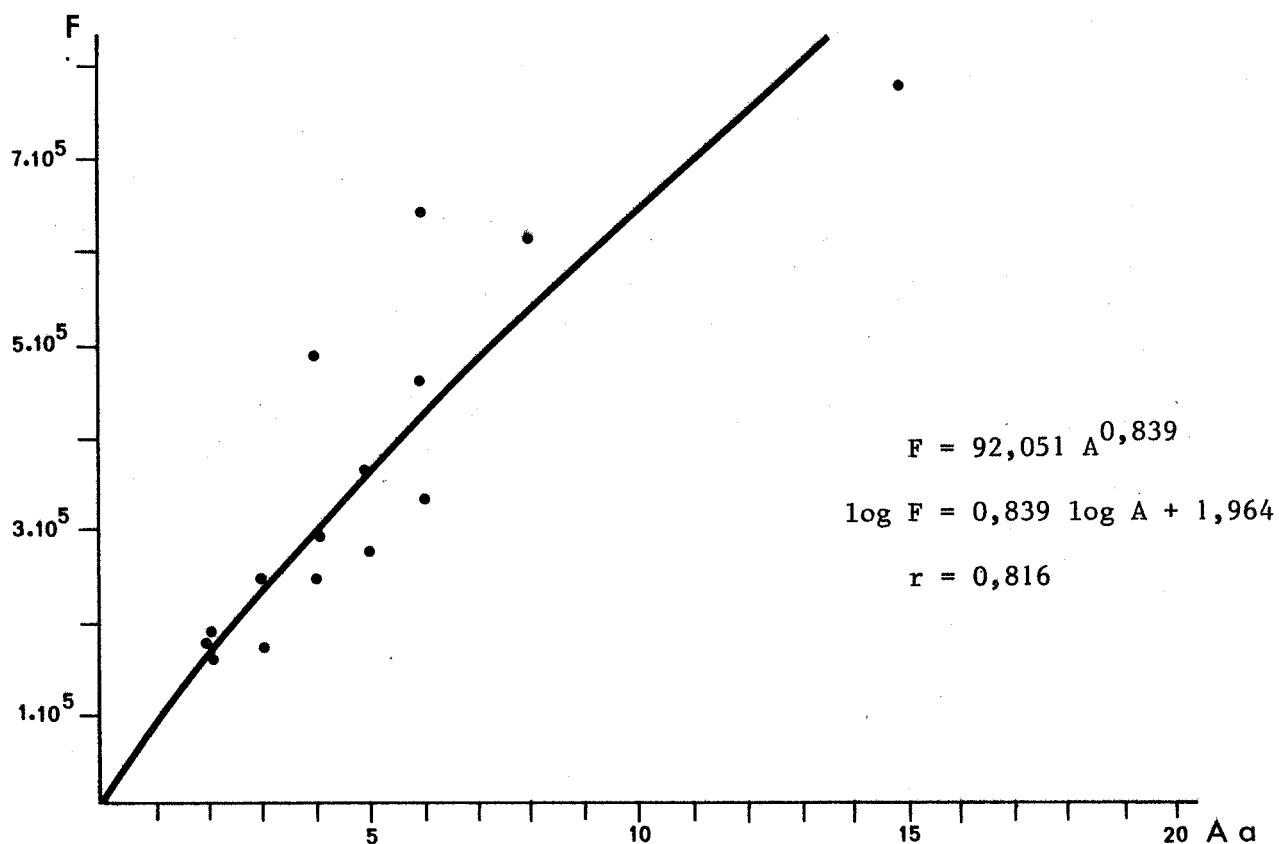
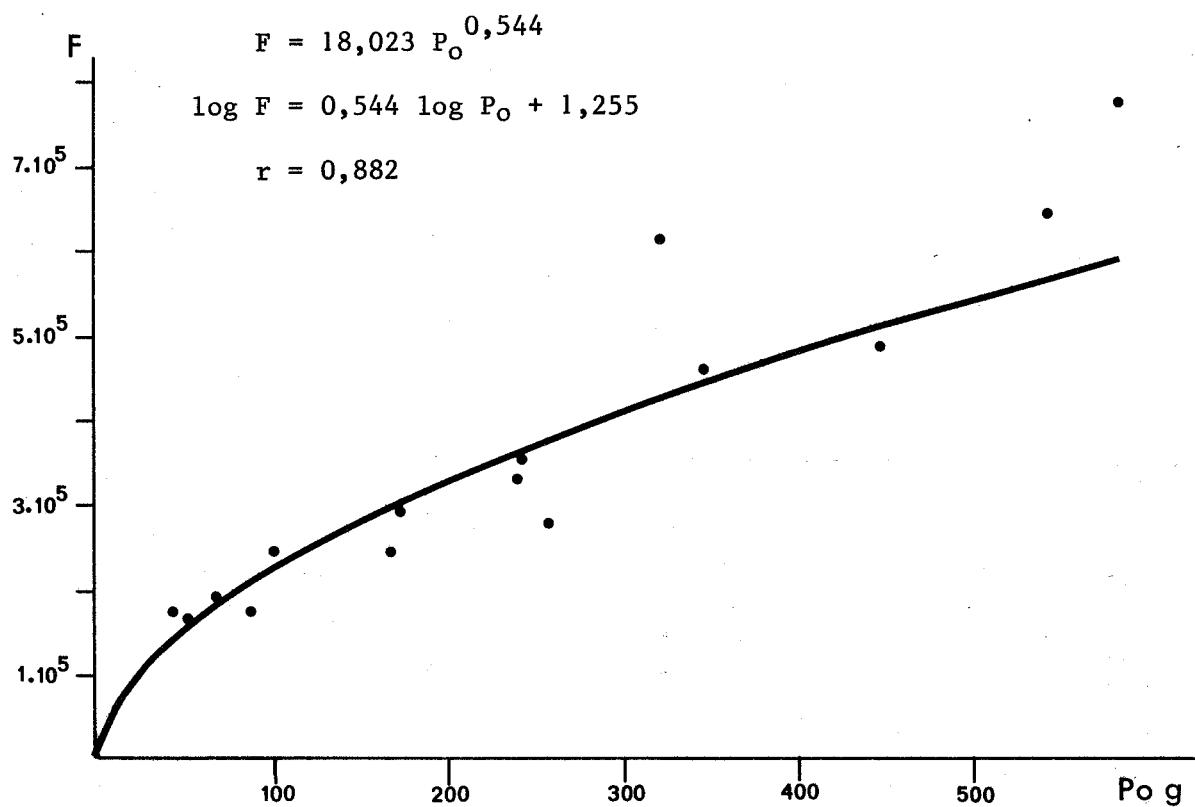


Fig. 58 - *Pleuronectes platessa* :
Relations fécondité absolue - poids des ovaires ($F-P_O$)
et fécondité absolue - âge ($F-A$)

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
33,5	538	51,6	2 ⁺	11,2	156 100	290
37,5	643	42,9	2 ⁺	7,7	169 600	264
38,5	737	52,4	2 ⁺	8,1	156 200	212
38,5	784	67,5	2 ⁺	10,0	184 600	235
40,5	825	86,7	3 ⁺	12,4	167 000	202
41,5	1 007	101,1	3 ⁺	12,0	240 600	239
43,0	1 179	166,7	4 ⁺	17,5	239 400	203
45,0	1 275	170,9	4 ⁺	16,0	288 300	226
48,5	1 460	241,2	5 ⁺	20,8	354 400	243
50,0	1 580	257,7	5 ⁺	20,2	271 000	171
51,5	2 165	447,4	4 ⁺	27,2	481 300	222
52,0	2 370	542,4	6 ⁺	31,2	634 500	268
54,0	1 865	240,1	6 ⁺	15,5	325 200	174
55,0	2 115	346,3	6 ⁺	20,4	452 900	214
56,5	2 390	322,8	8 ⁺	16,4	604 500	253
68,0	4 000	583,0	15 ⁺	17,2	765 900	191

Tableau 38 - *Pleuronectes platessa* : fécondités absolue et relative des femelles.

5.2. LA FECONDITE DE *LIMANDA LIMANDA*

Quinze limandes femelles, d'une longueur totale comprise entre 22,5 cm et 40,0 cm, ont fourni les ovaires nécessaires à cette étude. Capturées au mois de février, elles étaient toutes en cours de maturation, mais aucune d'entre elles n'avaient commencé à pondre.

A la fin du mois de février les petites femelles, comme les plus grandes, ont des ovaires en maturation assez avancée. Les gros ovocytes sont encore assez rares, mais présents chez tous les individus de l'intervalle de tailles étudié. L'état de maturation apparaît, dans le détail, très variable d'une femelle à l'autre : les plus grandes ne mûrissent et ne pondront pas nécessairement les premières (Fig. 59).

Chez la Limande tous les ovocytes d'un diamètre supérieur ou égal à 160 μ entrent en maturation et peuvent être pondus dans l'année. En fait beaucoup d'entre eux, pourtant mûrs, ne seront pas émis et dégénèreront pendant ou après la ponte (le R.G.S. moyen correspondant à cette phase atrésique du cycle avoisine 8 %). La fécondité absolue déterminée ici ne sera donc qu'une fécondité potentielle surestimée par rapport à la fécondité absolue réelle.

Cette fécondité varie, chez la Limande, de 45×10^4 à 26×10^5 œufs (Tableau 39) ; elle augmente avec la longueur totale, le poids du poisson et celui des ovaires. L'âge représente, pour l'espèce, le plus mauvais paramètre d'estimation (Fig. 60 et 61).

La fécondité relative moyenne atteint 3 000 œufs par gramme de poisson.

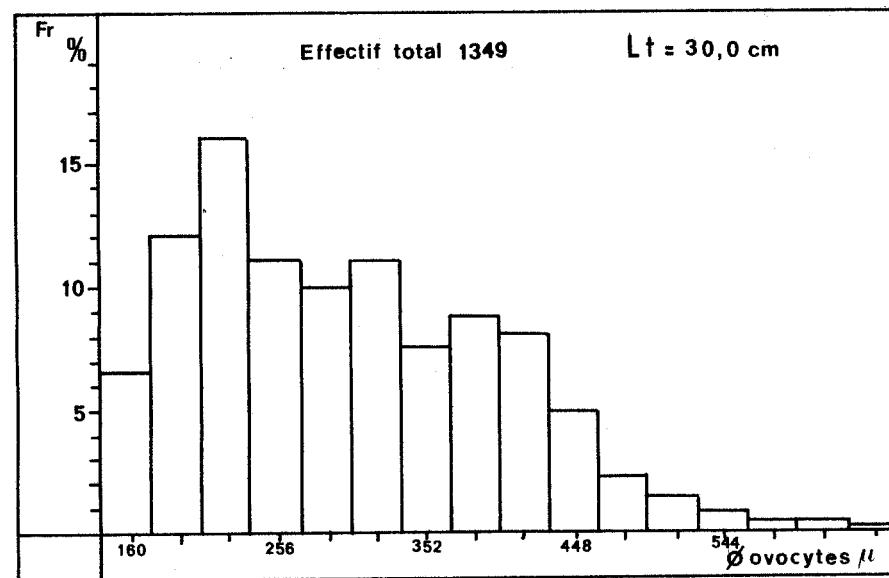
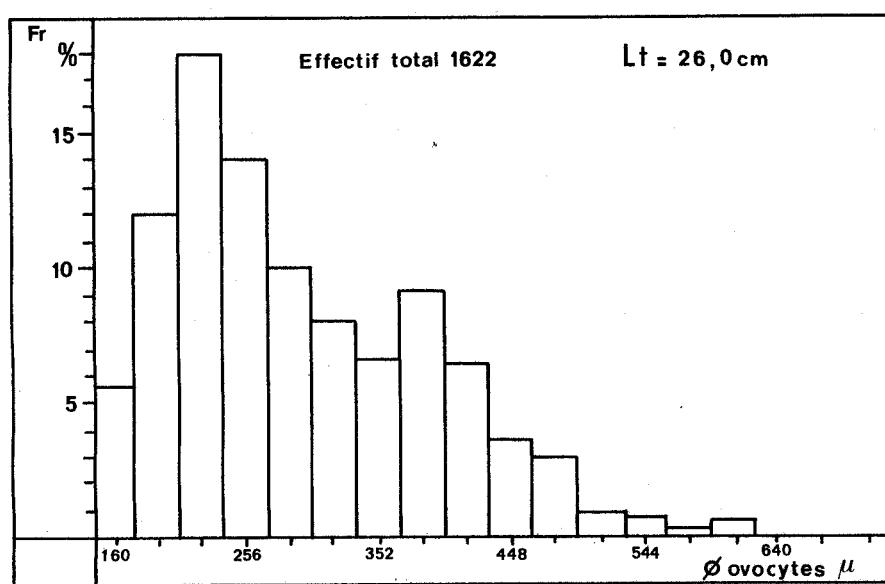
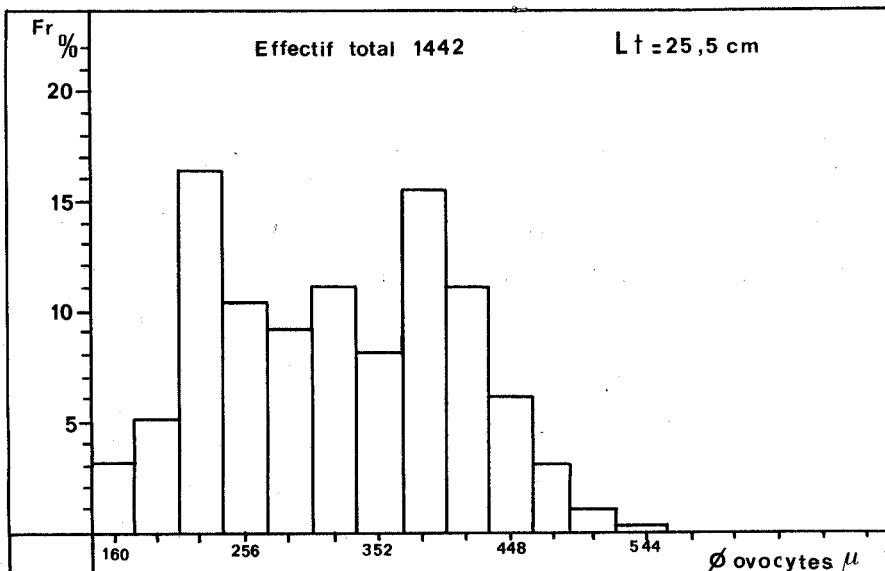


Fig. 59 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez six femelles de Limande *L. limanda* à la fin du mois de février.

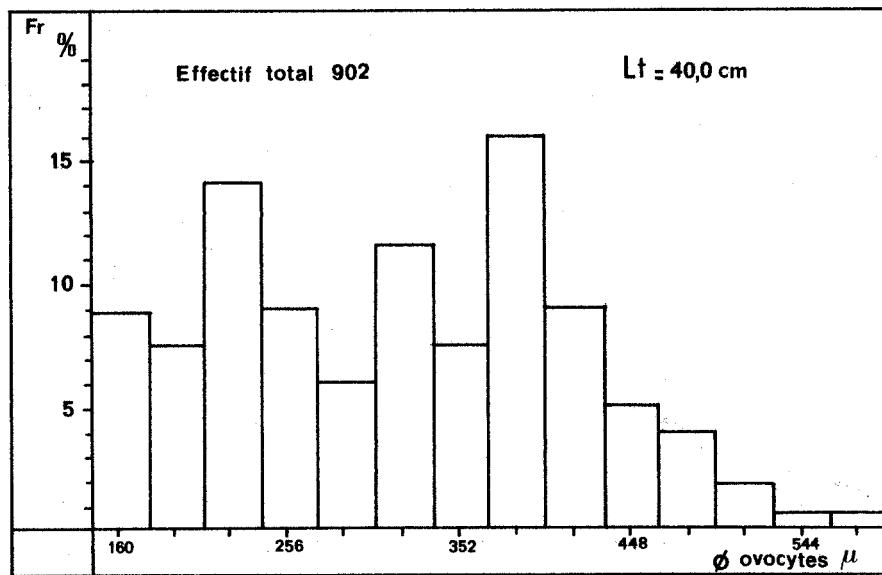
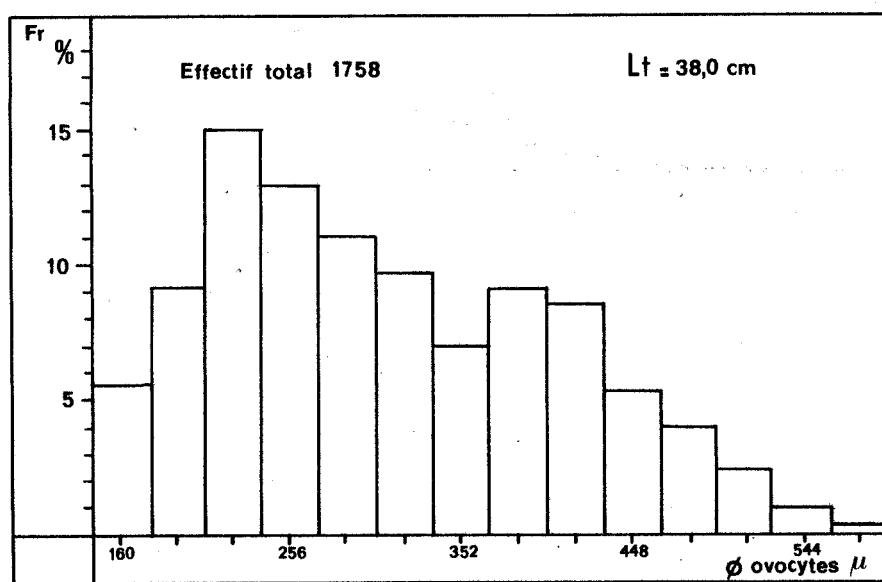
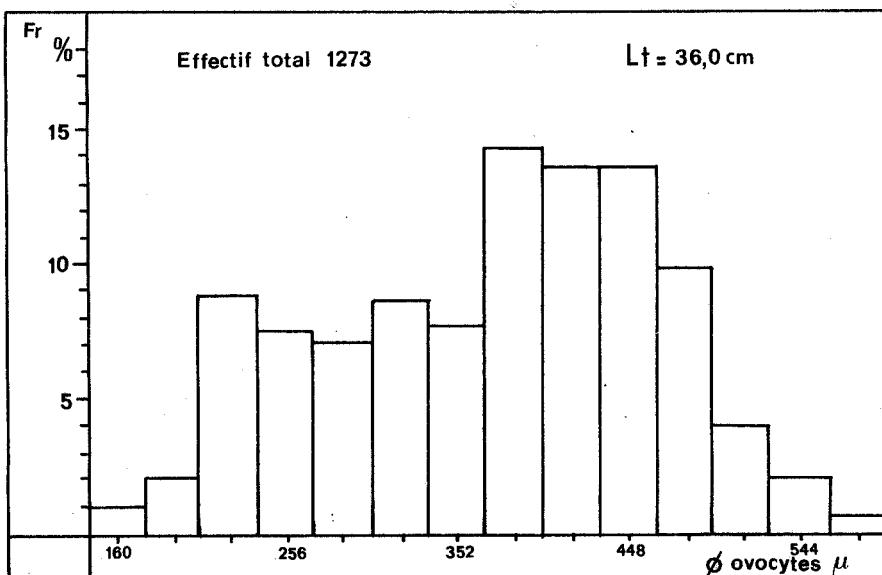


Fig. 59

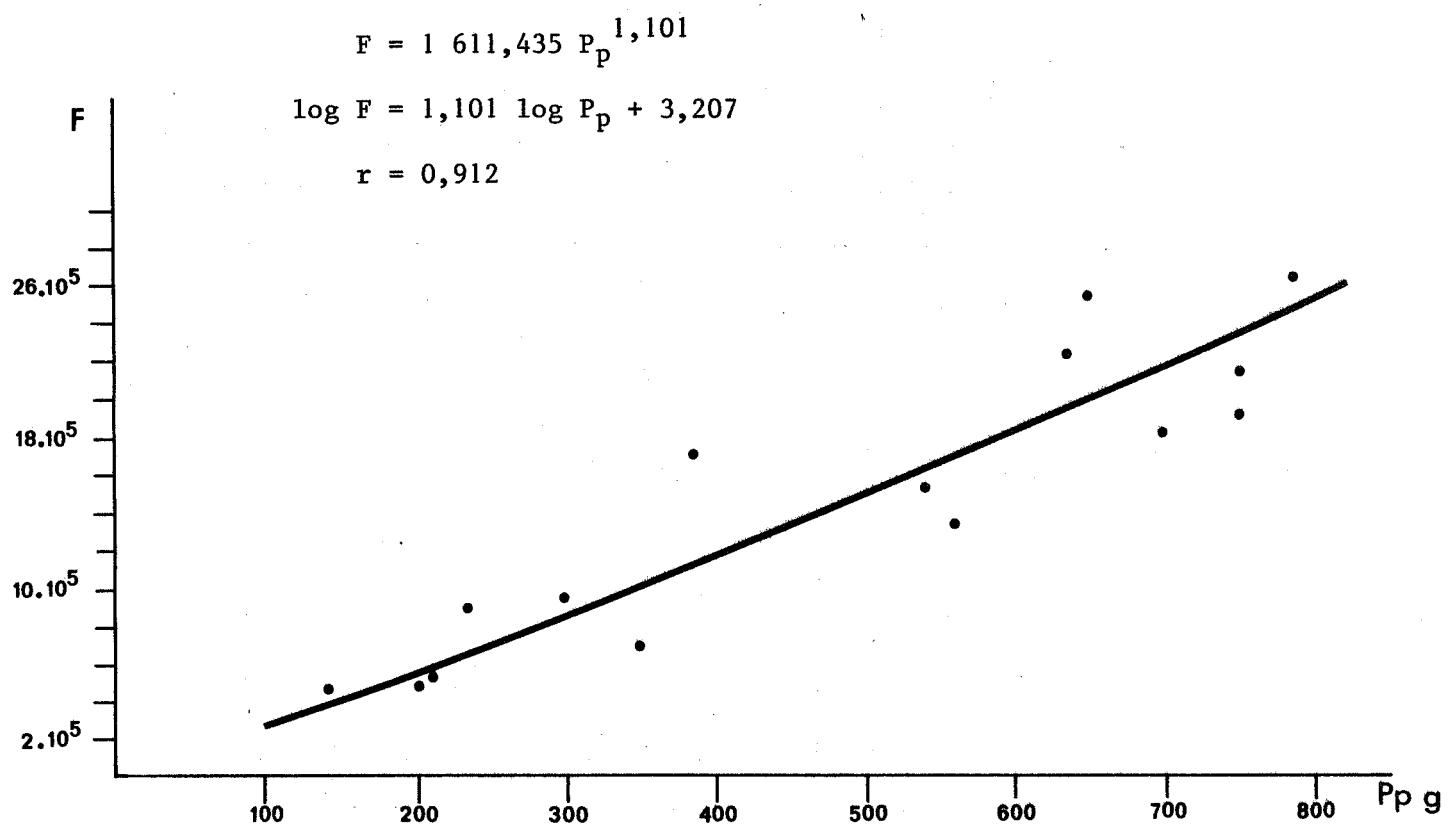
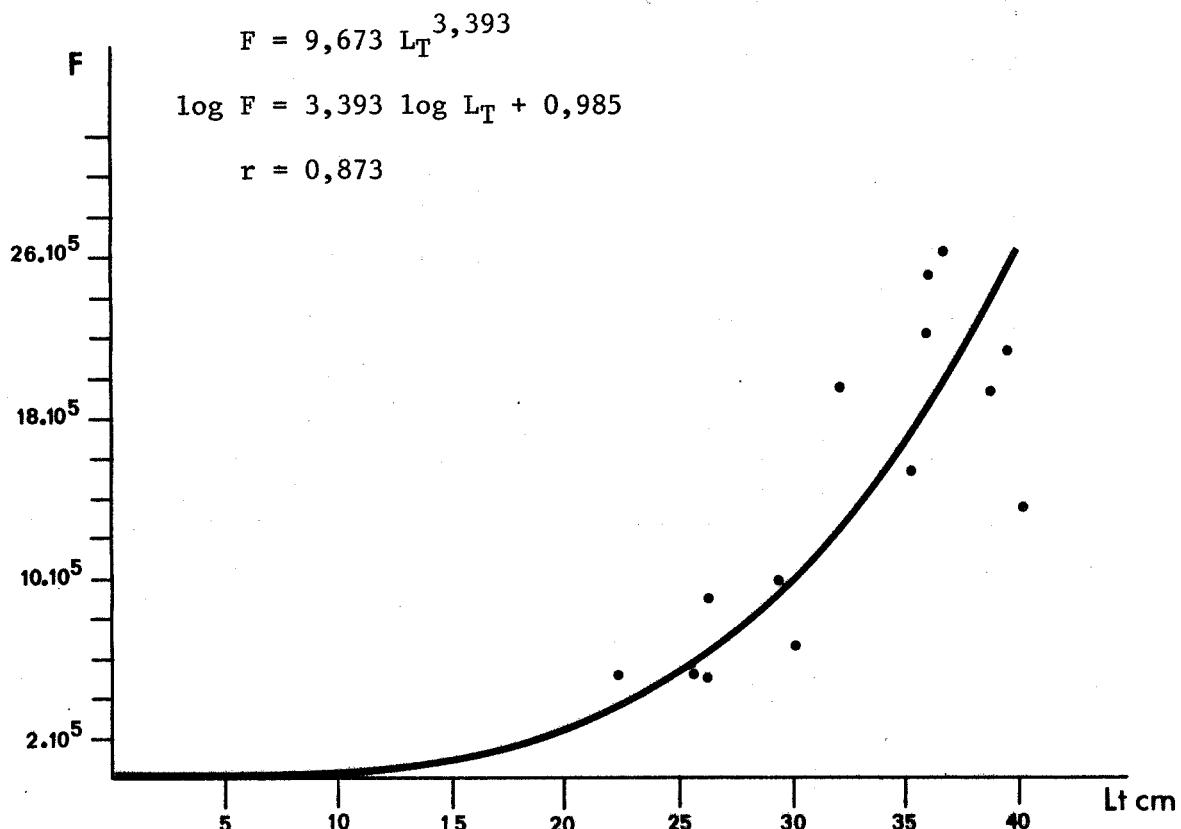


Fig. 60 - *Limanda limanda* :
Relations fécondité absolue - longueur totale (F-L_T)
et fécondité absolue - poids du poisson (F-P_p)

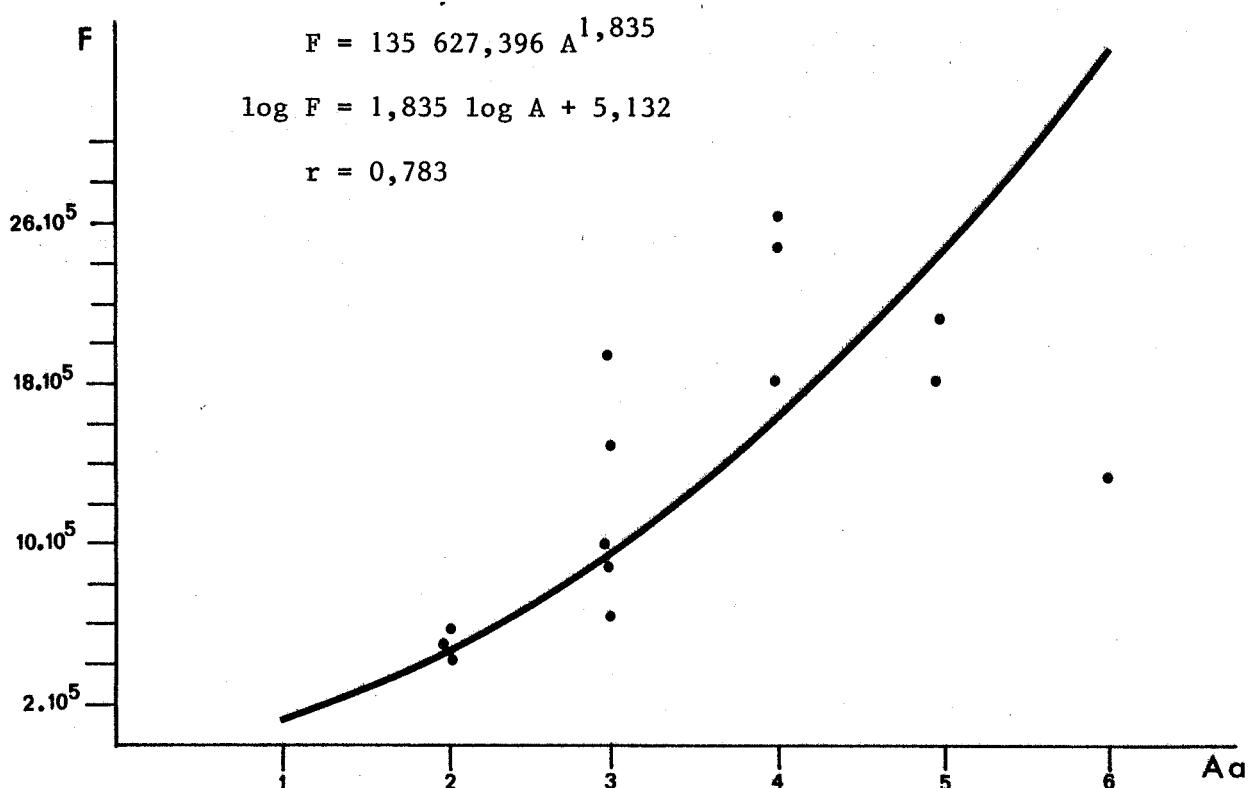
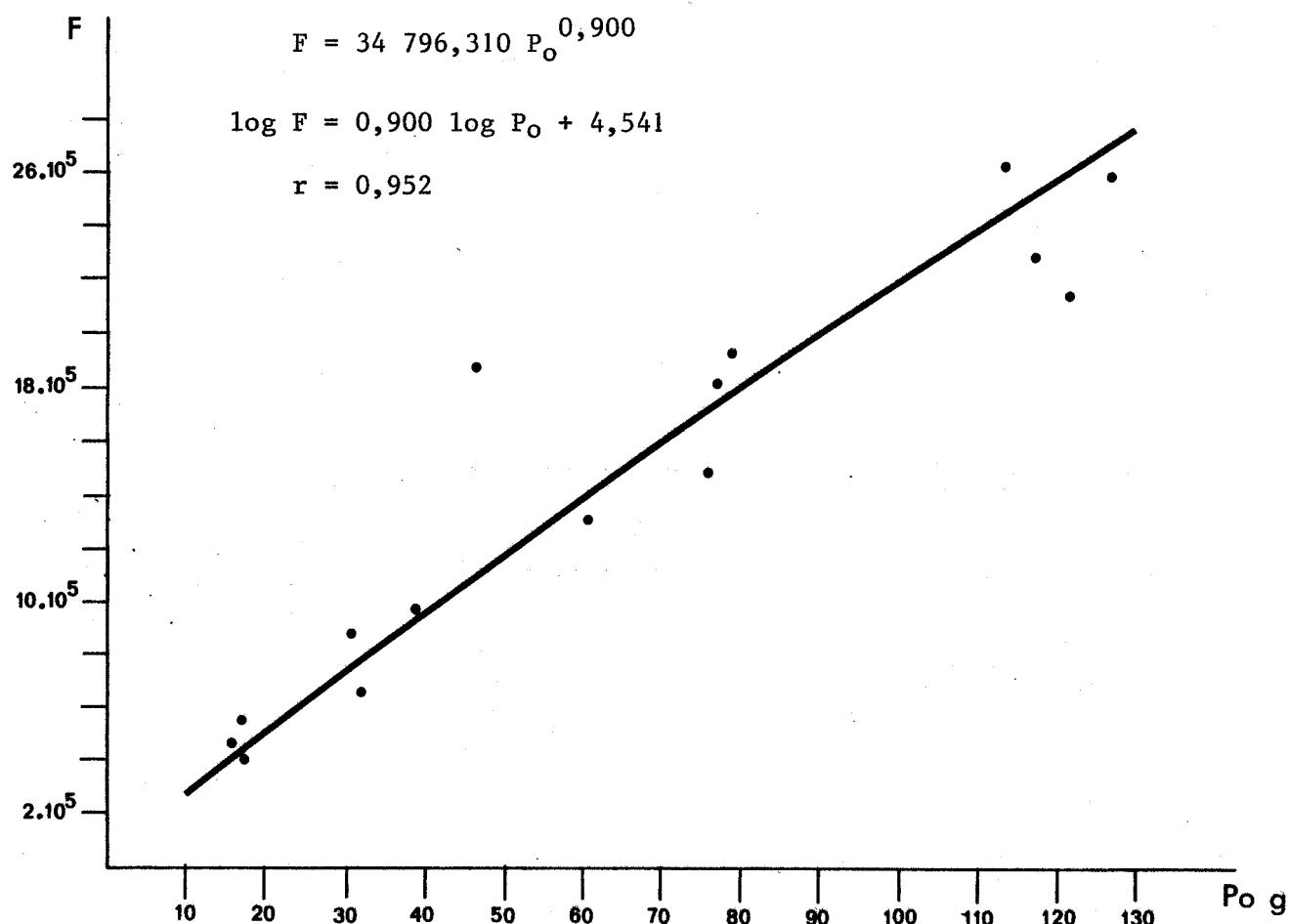


Fig. 61 - *Limanda limanda* :
Relations fécondité absolue - poids des ovaires (F-P_O)
et fécondité absolue - âge (F-A)

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
22,5	138	19,0	2 ⁺	18,1	449 350	3 256
25,0	209	19,4	2 ⁺	12,0	548 000	2 622
26,0	206	18,5	2 ⁺	10,6	474 525	2 303
26,0	234	31,8	3 ⁺	17,3	893 050	3 816
29,0	300	40,0	3 ⁺	16,7	965 454	3 218
30,0	351	33,4	3 ⁺	11,9	631 435	1 798
32,0	380	46,0	3 ⁺	16,4	1 948 100	5 126
35,0	540	73,9	3 ⁺	17,4	1 511 994	2 800
36,0	660	126,0	4 ⁺	26,2	2 552 869	3 868
36,0	630	117,0	4 ⁺	24,3	2 254 909	3 579
37,0	780	112,0	4 ⁺	18,7	2 632 000	3 374
37,0	702	77,7	4 ⁺	14,2	1 811 520	2 580
38,0	752	80,8	5 ⁺	12,9	1 893 952	2 518
39,0	750	122,0	5 ⁺	21,0	2 105 826	2 807
40,0	560	62,0	6 ⁺	16,8	1 328 571	2 372

Tableau 39 - *Limanda limanda* : fécondités absolue et relative des femelles.

5.3. LA FECONDITE DE *PLATICHTHYS FLESUS FLESUS**

■ Afin de préciser l'évolution des ovocytes chez les femelles de Flet pendant leur séjour en mer, avant la ponte, nous avons prélevé et échantillonné leurs ovaires à trois périodes différentes : au début du mois de janvier, au début et à la fin du mois de février.

L'imminence des premières pontes ne facilite pas l'étude de la fécondité de l'espèce ; nous avons écarté les femelles en cours de ponte en ne conservant que celles ayant de fortes valeurs de R.G.S.

Nous avons ainsi étudié :

- trois femelles du 10 janvier ;
- quatre femelles du 14 février ;
- huit femelles du 28 février 1978.

Leurs longueurs totales variaient entre 23,5 cm et 46 cm.

Dès leur arrivée les femelles de Flet ont des ovaires bien mûrs ; la distribution de fréquence du diamètre des ovocytes révèle la présence d'un lot en fin de vitellogenèse chez la plus grande des trois femelles capturées en janvier. Ces ovocytes restent toutefois peu nombreux ; la première ponte n'a pas encore eu lieu (Fig. 62).

Au début du mois de février la distribution unimodale des ovocytes est encore nette chez les plus petites femelles (Fig. 63).

Le lot de gros oeufs et le R.G.S. relativement bas (21,7 %) de la plus grande femelle alors étudiée ($L_T = 37$ cm) trahissent un individu en cours de ponte lors de sa capture. Les poissons présentant des distributions de fréquences de ce type deviennent plus abondants à la fin du mois : ils sont pour la plupart, et quelle que soit leur taille, en pleine émission d'oeufs (Fig. 64). Les plus faibles valeurs de rapports gonado-somatiques (inférieurs à 30 %) nous ont alors permis d'éliminer les femelles ayant déjà pondu des calculs de fécondité.

La fécondité absolue individuelle varie de un à plusieurs millions d'oeufs. Elle augmente avec la longueur totale, le poids du poisson et celui des ovaires qui se présente ici comme le meilleur paramètre d'estimation (Fig. 65).

La fécondité relative moyenne atteint 2 600 œufs par gramme de poisson.

*Etude réalisée avec la collaboration de L. MIOSSEC.

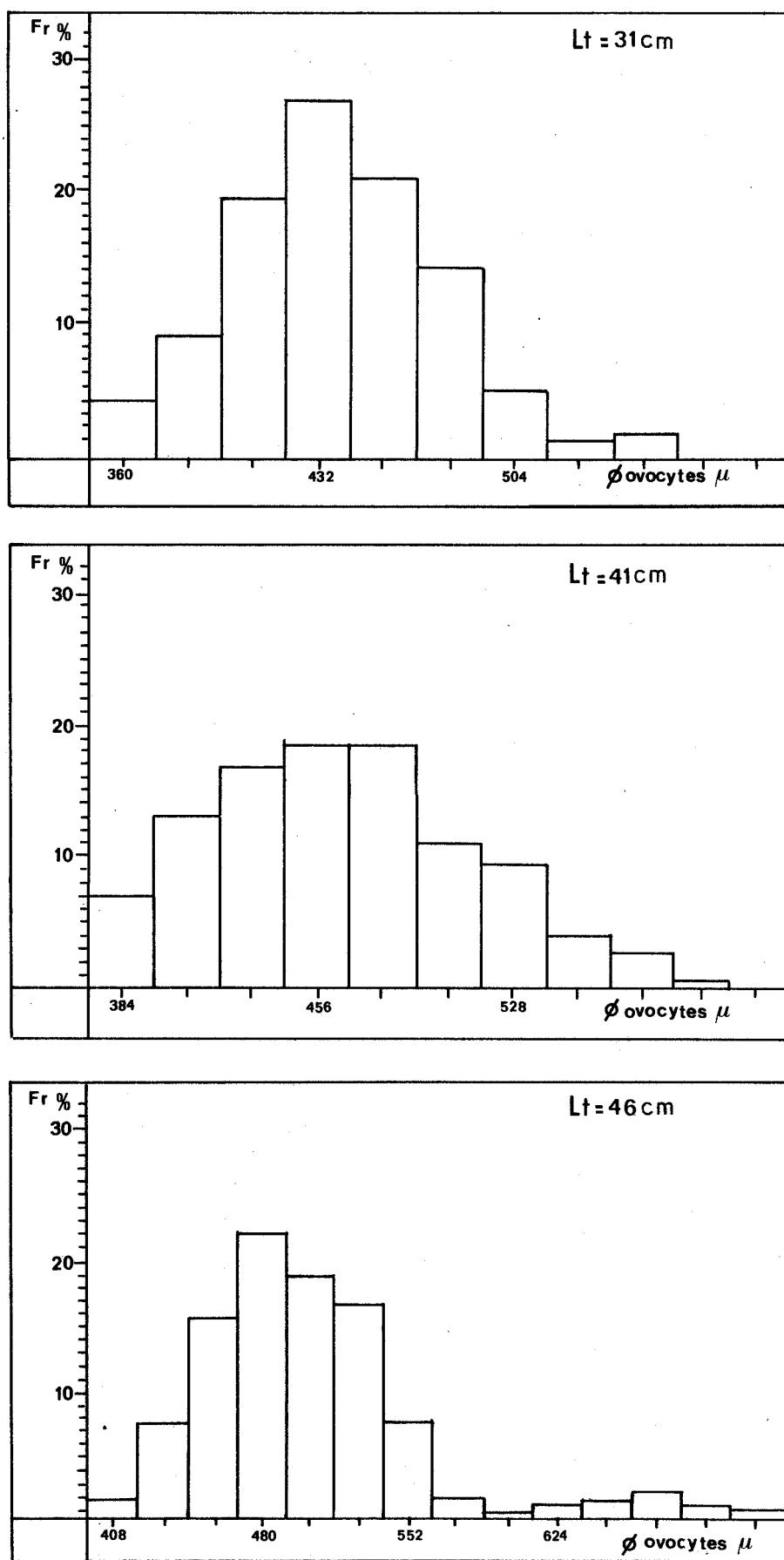


Fig. 62 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez trois femelles de Flet *P. flesus flesus* au début du mois de janvier.

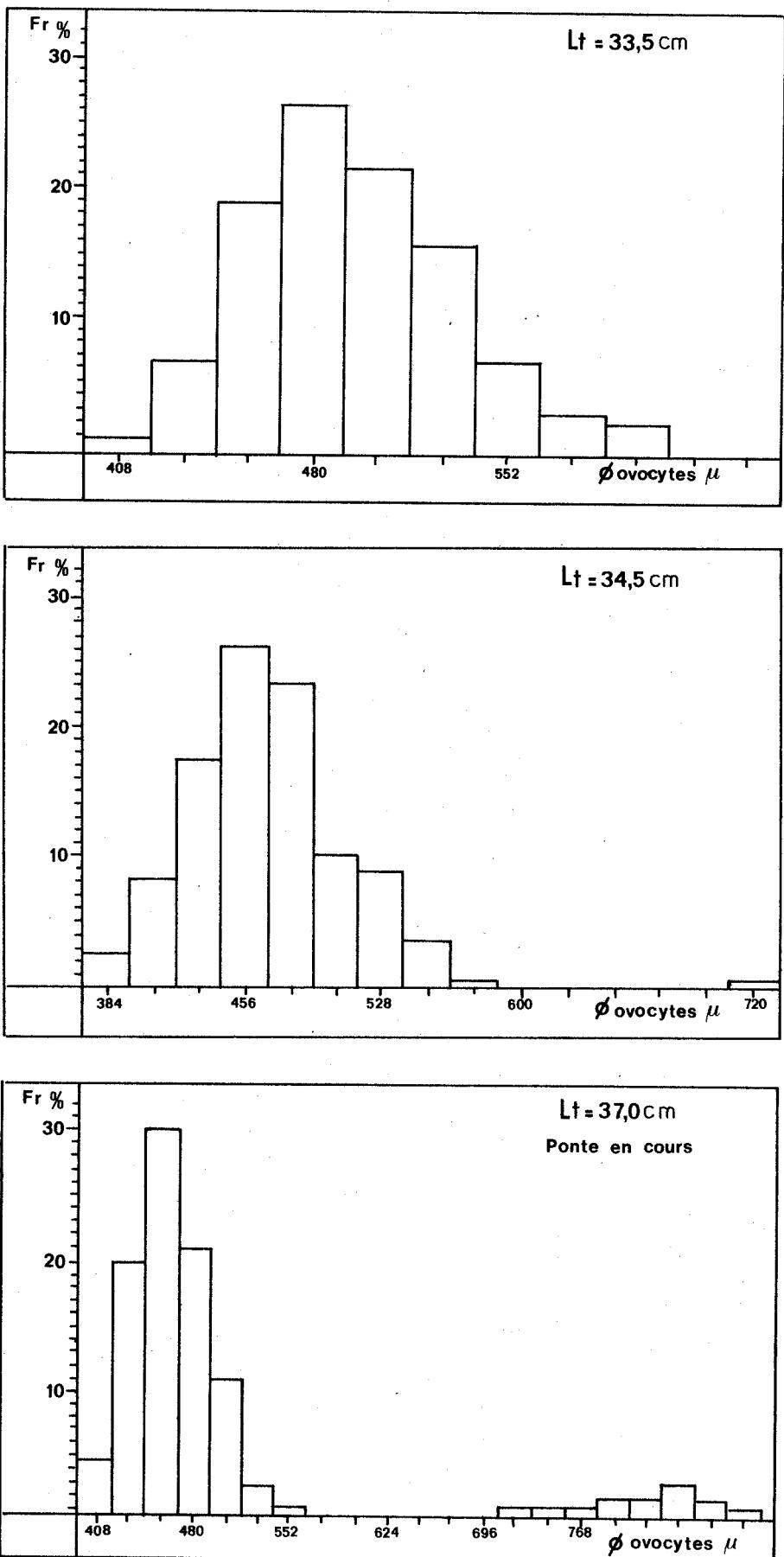


Fig. 63 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez trois femelles de Flet *P. flesus flesus* au début du mois de février.

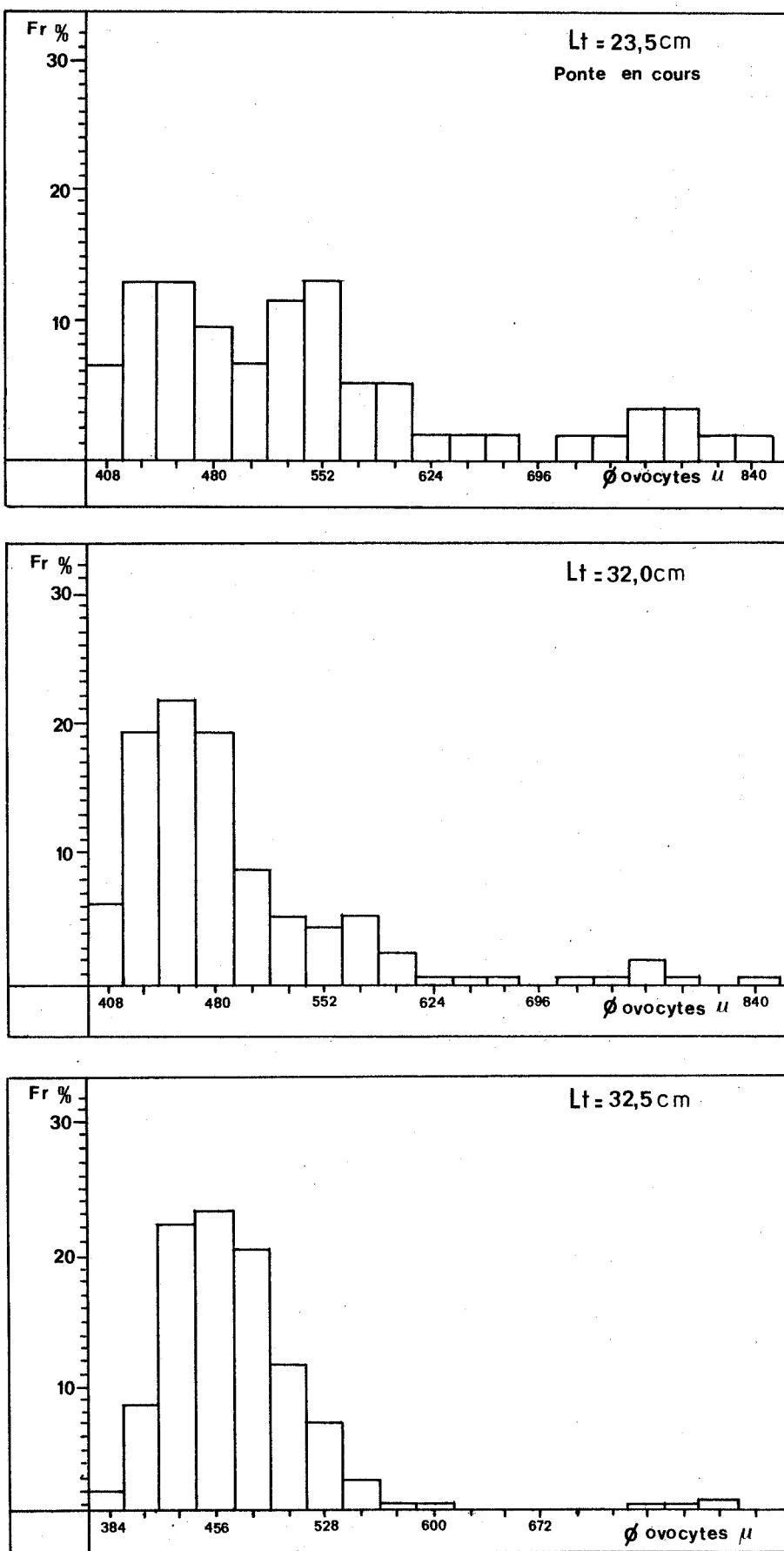


Fig. 64 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez six femelles de Flet *P. flesus flesus* à la fin du mois de février.

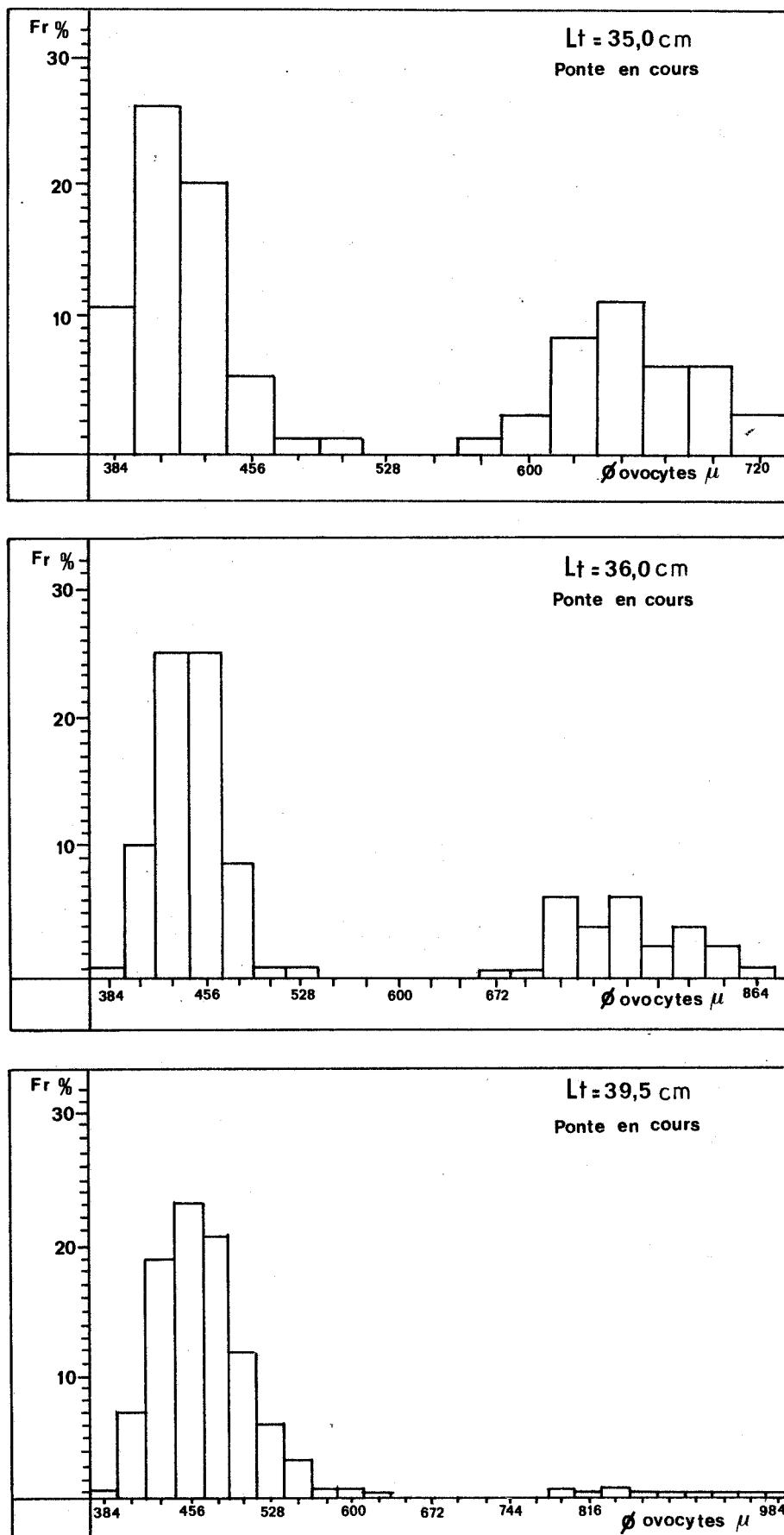


Fig. 64

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
* 23,5	147	27,0	3 ⁺	23,3	132 800	-
31,0	362	71,8	3 ⁺	26,6	1 047 700	2 894
31,0	450	98,2	3 ⁺	31,2	1 134 700	2 521
32,0	434	120,2	3 ⁺	42,0	774 400	1 784
32,5	570	177,9	3 ⁺	48,1	1 922 600	3 373
32,5	444	101,0	3 ⁺	31,9	1 056 500	2 379
33,5	500	105,0	4 ⁺	29,6	1 196 100	2 392
34,0	516	102,5	4 ⁺	26,9	1 642 800	3 184
34,5	589	163,9	4 ⁺	41,2	1 846 700	3 135
* 35,0	515	100,7	3 ⁺	26,6	497 500	-
36,0	616	159,7	4 ⁺	38,8	918 800	1 491
* 37,0	578	94,1	7 ⁺	21,7	575 000	-
37,0	769	192,1	-	35,6	1 646 500	2 141
* 39,5	856	183,6	4 ⁺	29,3	1 356 500	-
39,5	1 141	278,8	3 ⁺	34,8	2 909 100	2 550
41,0	1 110	303,9	5 ⁺	40,2	4 590 100	4 135
46,0	1 555	337,1	6 ⁺	29,4	3 094 800	1 990

Tableau 40 - *Platichthys flesus flesus* : fécondités absolue et relative des femelles.

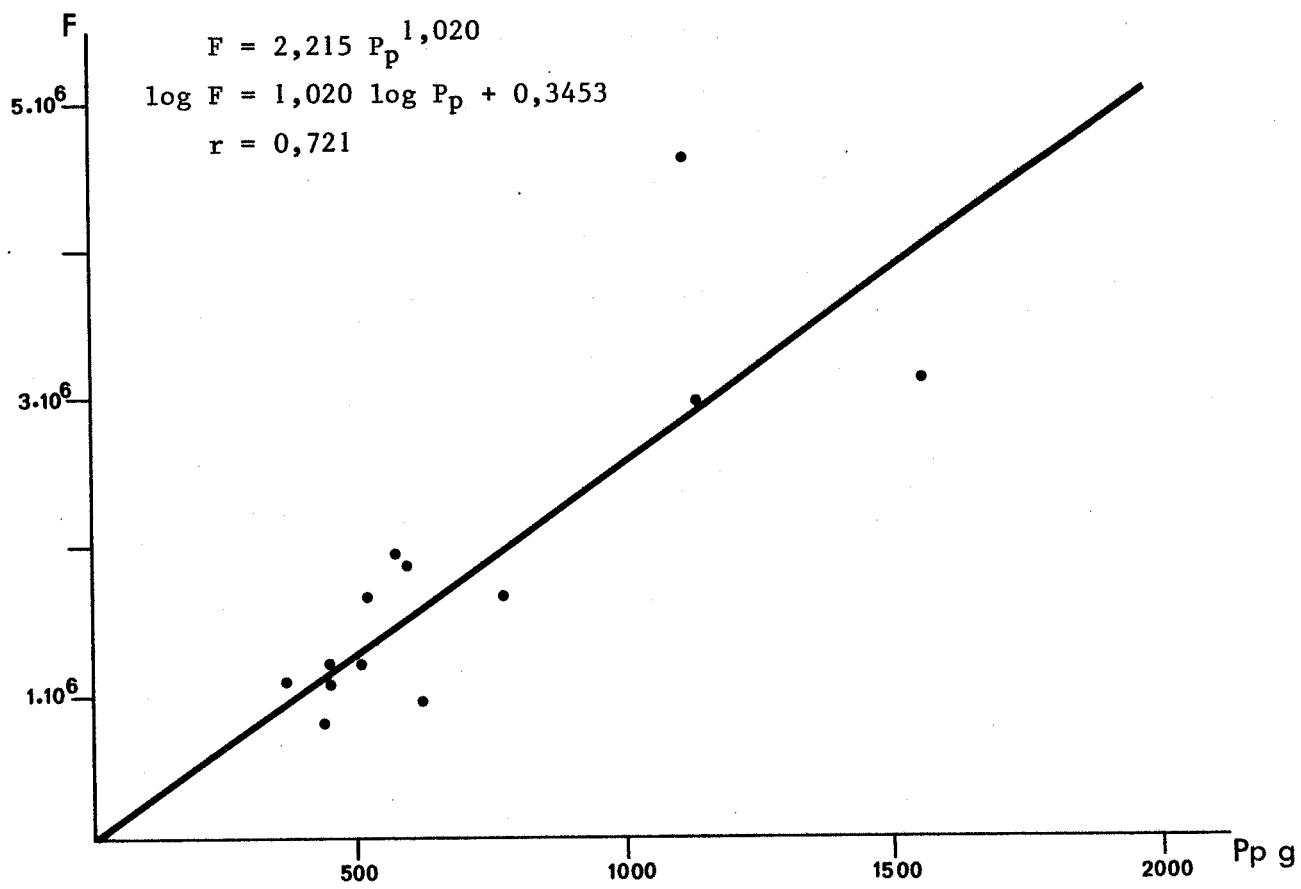
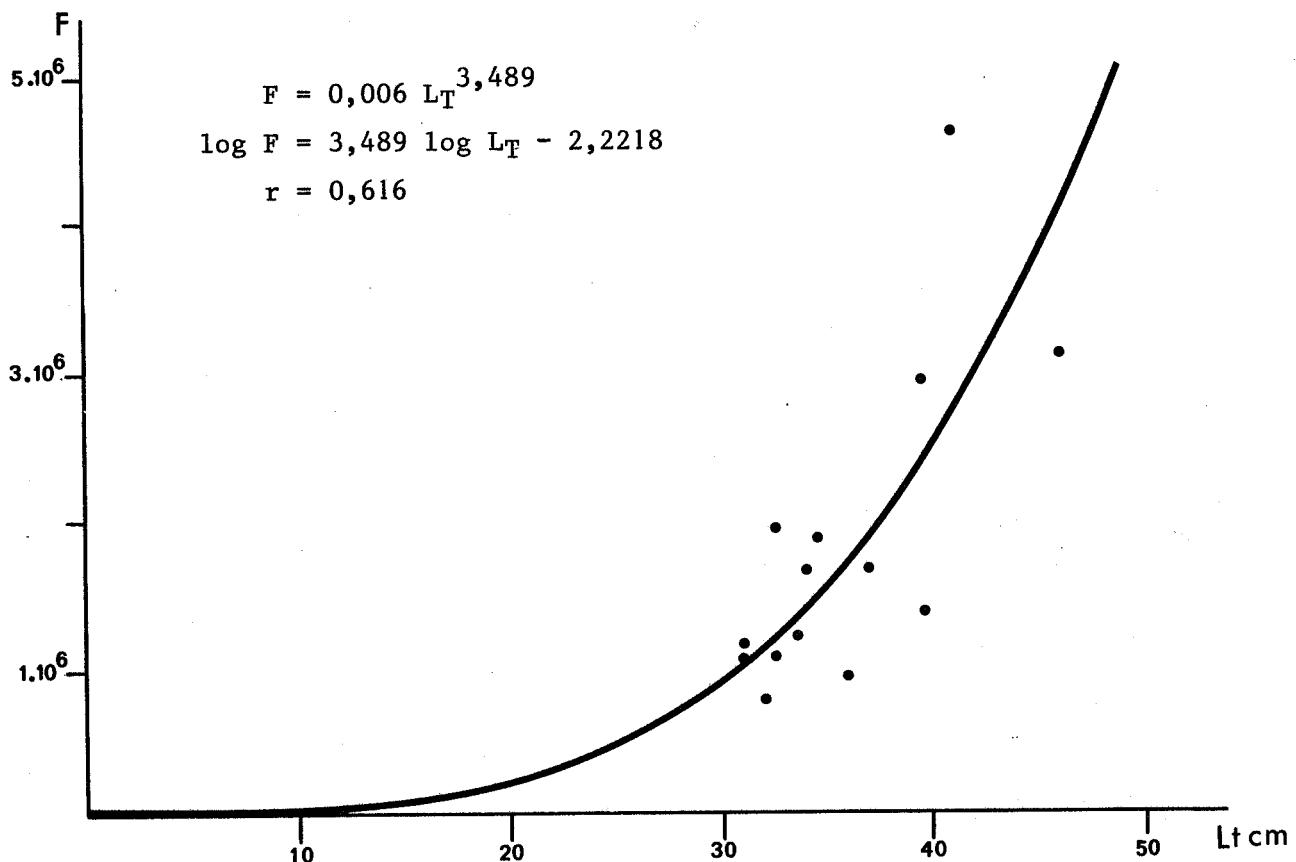


Fig. 65 - *Platichthys flesus flesus* :
Relations fécondité absolue - longueur totale ($F-L_t$)
et fécondité absolue - poids du poisson ($F-P_p$)

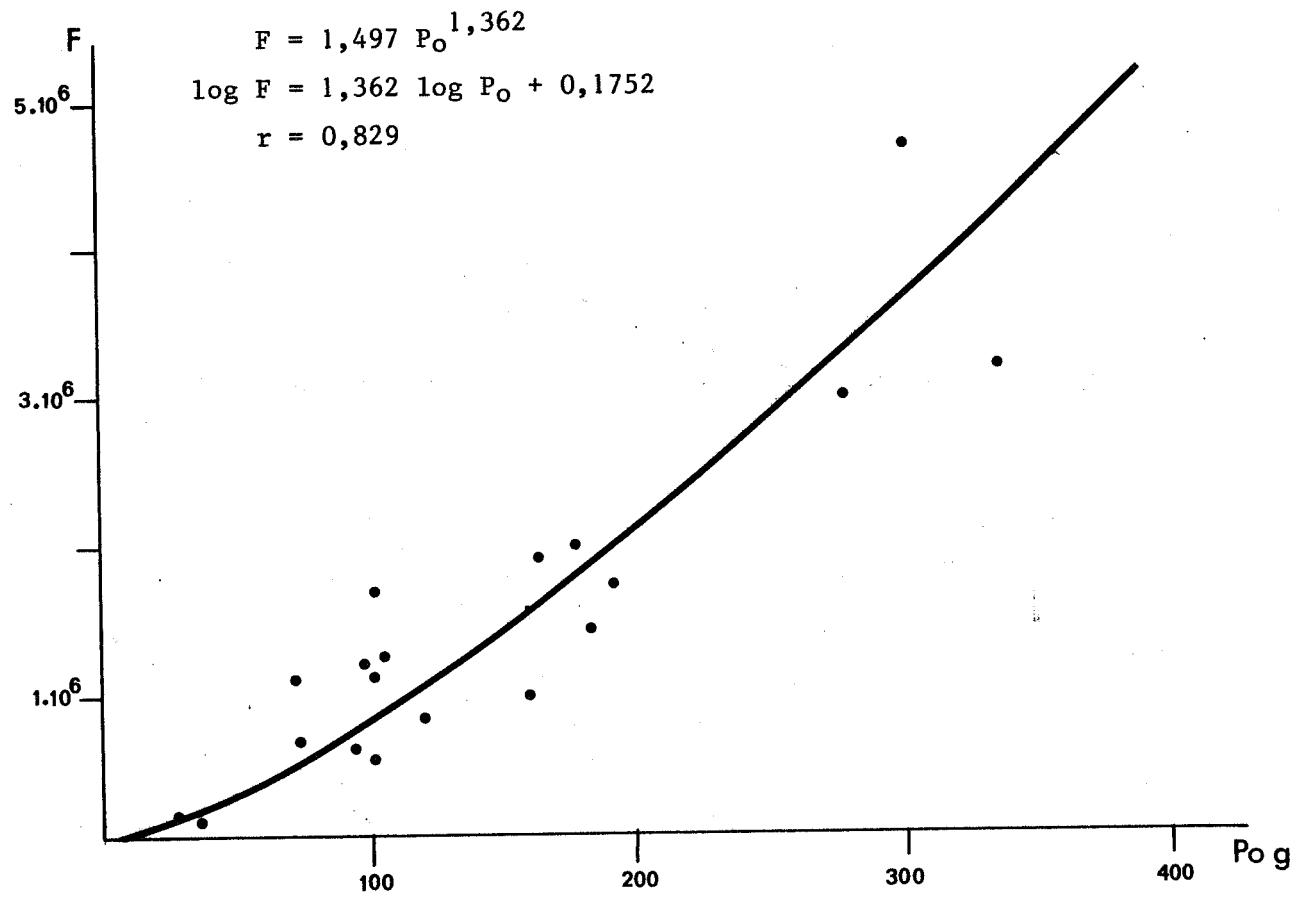


Fig. 66 - *Platichthys flesus flesus* :
Relation fécondité absolue - poids des ovaires (F-P_O)

IV - LA REPRODUCTION DES SOLEIDAE

La ponte de la Sole *Solea vulgaris* est hivernale le long des côtes atlantiques françaises ; plus tardive chez les poissons de Manche et de Mer du Nord, elle est décalée vers le printemps. Les périodes moyennes de ponte et leurs maxima se résument ainsi, du Sud vers le Nord :

LOCALITE	J F M A M J J A S O N D	AUTEUR
.GOLFE DE GASCOGNE	—	GUILLOU, 1978
.GOLFE DE GASCOGNE	—	ARBAULT, 1969
.FINISTERE NORD	—	LAHAYE, 1972
.ILES BRITANNIQUES côtes S, SW, W	—	RUSSELL, 1976
.MER DU NORD	—	DE VEEN, 1970

En Méditerranée la période de ponte s'étale, selon SARDOU (1970), de mi-février à fin mai pour les soles des côtes françaises proches de Villefranche-sur-Mer. Influencées par des températures relativement basses (inférieures à 16-17°C), les pontes sont de plus en plus précoce de Naples vers l'Ouest. Elles ont d'abord lieu à Marseille, puis à Villefranche et enfin à Naples.

En Mer du Nord un seuil de température de 5°C déclenche la migration de reproduction pour la plupart des populations du stock qui conservent chacune leurs propres aires de pontes. Les soles les plus âgées pondent les premières, les plus jeunes ensuite (DE VEEN, 1970).

L'émission des œufs a lieu en plusieurs vagues successives, en au moins deux lots, sur des fonds de 10 à 20 mètres selon FABRE-DOMERGUE et BIETRIX (1905), à qui nous devons d'excellents dessins sur le développement larvaire de l'espèce.

La biologie de la Solette *Solea lascaris*, rare sur les zones nordiques de son aire de répartition, est peu connue en Mer du Nord et mer d'Irlande, ainsi qu'en Manche et le long des côtes atlantiques françaises où l'espèce est pourtant plus fréquente.

La Solette se reproduit de mai à août le long des côtes anglaises ; les pontes maximales apparaissent au mois de juillet en Manche occidentale (WHEELER, 1969).

La reproduction commencerait en avril sur les côtes nord du Finistère ; en octobre, certaines femelles ont encore dans leurs ovaires quelques gros ovocytes susceptibles d'être pondus (LAHAYE, 1972).

Des œufs embryonnés flottent en mer en août dans le golfe de Gascogne (ARBAULT *et al.*, 1969) et aux abords de Villefranche-sur-Mer (SARDOU, 1970).

La période de ponte de *Buglossidium luteum* s'étalerait de début mai à fin août en Mer du Nord.

Les œufs dans le plancton sont plus nombreux que ceux de *Solea vulgaris* ; les larves y apparaissent de mai à octobre, avec une fréquence maximale en juin et juillet aux abords de Plymouth (RUSSELL, 1976).

L'émission des œufs serait plutôt hivernale et printanière pour les solenettes du golfe de Gascogne : elle débuterait en février et se terminerait au printemps, en juin (ARBAULT *et al.*, 1969).

La Sole panachée *Microchirus variegatus* pond en Manche d'avril à mai (RUSSELL, 1976).

Sur la plateforme continentale du golfe de Gascogne les émissions d'œufs sont hivernales et printanières : maximales en mars sur les zones méridionales du golfe, elles sont décalées, au Nord, vers le mois de mai. Sur nos côtes atlantiques, la période de ponte couvrirait les mois de mars à juin (ARBAULT *et al.*, 1969).

1. EVOLUTION DU RAPPORT GONADO-SOMATIQUE

1.1. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES FEMELLES

Du premier examen des cycles évolutifs de R.G.S. moyens des femelles de Soleidae étudiées, il ressort que :

- Les deux espèces les plus exploitées en baie de Douarnenez, *Solea vulgaris* et *S. lascaris*, ont des périodes de ponte nettement séparées : la première pond en hiver, la seconde au printemps et en été (Fig. 67) ;
- Les deux autres Soleidae, *Microchirus variegatus* et *Buglossidium luteum*, se reproduisent surtout au printemps, mais probablement aussi en été (Fig. 68) ;
- La période de ponte de *S. vulgaris* est plus courte que celle des trois autres espèces.

• La maturation des ovaires de *S. vulgaris* commence, en moyenne, au mois d'octobre, mais ne devient vraiment évidente, à l'examen macroscopique, qu'en novembre. Quelques femelles commencent à pondre en décembre et les R.G.S. très bas de certaines, assez âgées, permettent de penser qu'elles ont déjà fini d'émettre tous leurs œufs (Fig. 69). Les pontes continuent en janvier et février avec une intensité accrue. Une hétérogénéité évidente de l'état sexuel des reproductrices caractérise ces deux mois : beaucoup de femelles sont en cours de ponte, certaines n'ont pas encore commencé à frayer, d'autres ont fini.

Avec le mois de mars arrive la fin des pontes pour la plupart des soles ; seuls quelques rares individus, des jeunes bien souvent, émettent encore des œufs.

Avril marque la fin du frai pour l'espèce, en baie de Douarnenez.

Nous situerons la période de reproduction de la Sole *S. vulgaris* entre décembre et mars, en retenant les mois de janvier et février comme époque d'une activité sexuelle maximale.

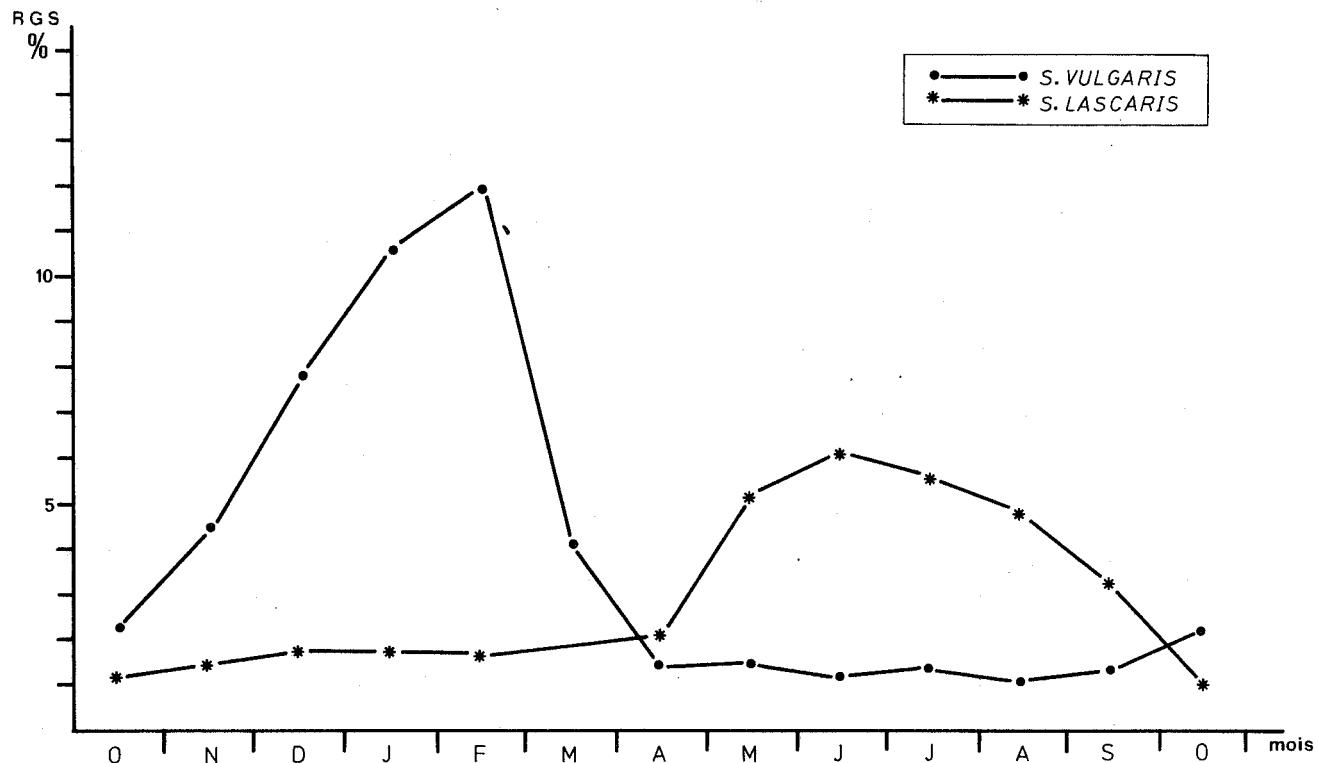


Fig. 67 - Evolution des rapports gonado-somatiques moyens des femelles de Sole *S. vulgaris* et de Solette *S. lascaris*.

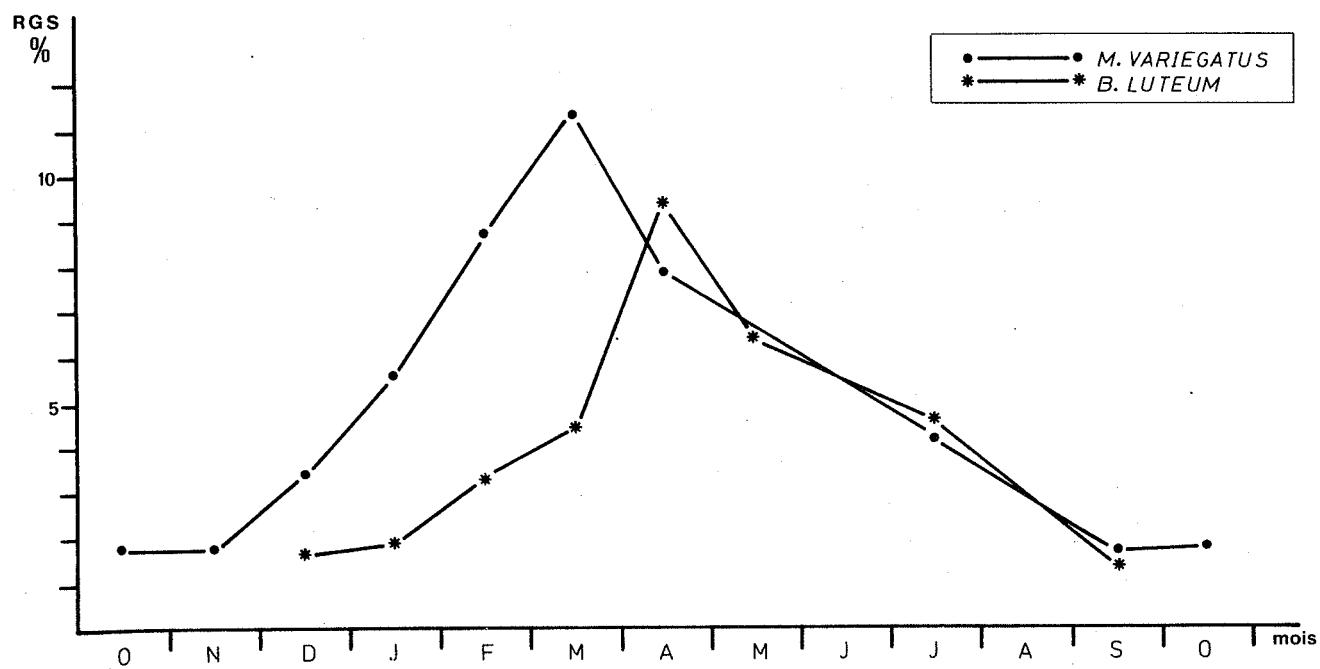


Fig. 68 - Evolution des rapports gonado-somatiques moyens des femelles de *Buglossidium luteum* et de *Microchirus variegatus*.

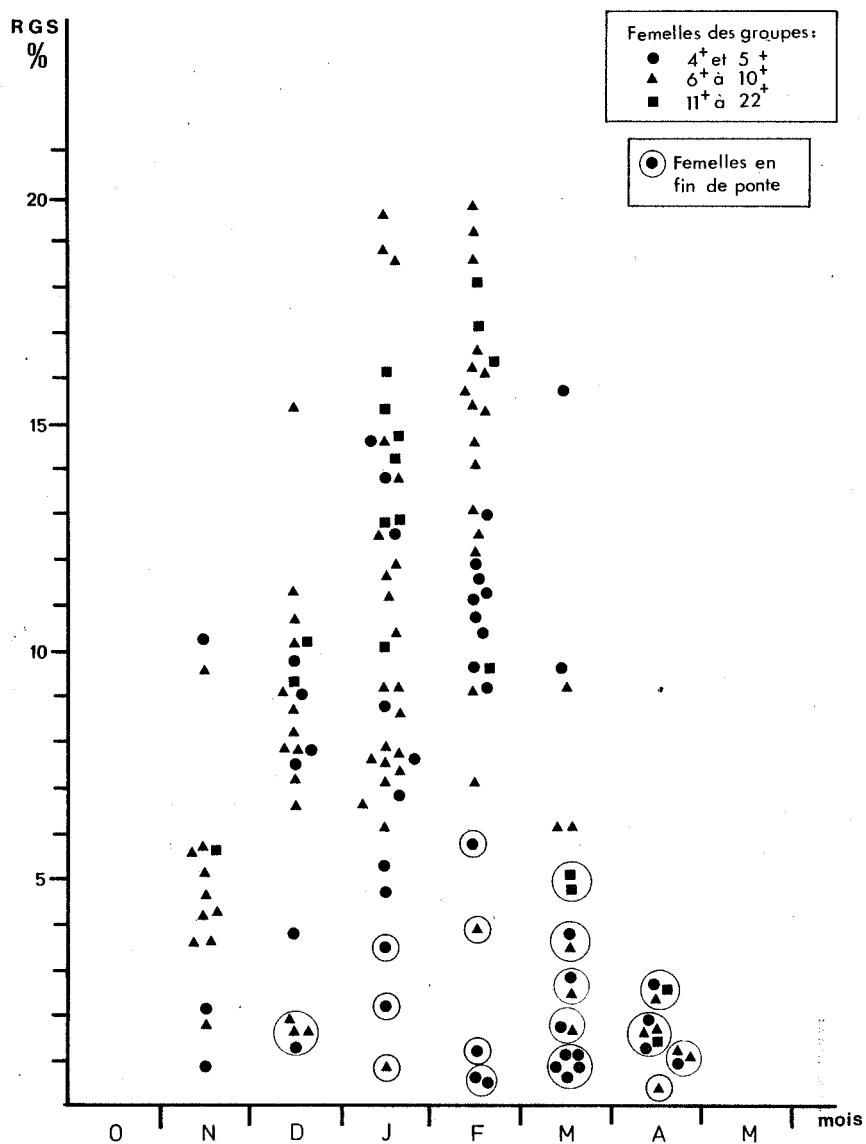


Fig. 69 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Sole *S. vulgaris*.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	45	34	19	24	20	19	15	13	34	6	16	25
R.G.S.	10,5	11,9	4,1	1,4	1,5	1,2	1,4	1,1	1,4	2,3	4,3	7,7
σ	4,3	5,2	3,9	0,6	0,7	0,3	1,4	0,4	0,6	0,9	2,7	3,4
C.V. %	40,9	43,7	95,1	42,8	46,7	25,0	100,0	36,4	42,8	39,1	62,8	44,1

Tableau 41 - *Solea vulgaris* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	19	21	-	17	14	19	22	32	31	2	13	10
R.G.S.	1,7	1,6	-	2,1	5,2	6,1	5,6	4,9	3,3	0,9 1,4	1,4	1,7
σ	0,5	0,6	-	0,9	2,1	2,7	2,5	1,6	1,1	0,3	0,3	0,4
C.V. %	29,4	37,5	-	42,8	40,4	44,3	44,6	32,6	33,3	21,4	21,4	23,5

Tableau 42 - *Solea lascaris* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	16	15	72	16	32	-	3	-	4	-	-	7
R.G.S.	1,8	3,3	4,4	9,4	6,5	-	2,7 5,2	-	1,2 1,4	-	-	1,6
σ	0,3	1,2	1,9	1,9	2,9	-	5,9	-	1,2 1,3	-	-	0,4
C.V. %	16,7	36,4	43,2	20,2	44,6	-		-		-	-	25,0

Tableau 43 - *Buglossidium luteum* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	34	18	2	4	-	1	6	-	6	11	2	18
R.G.S.	5,6	8,7	16,3 6,6	6,8 7,5 9,3 7,9	-	4,1	4,2	-	1,7	1,8	1,8 1,7	3,4
σ	2,4	3,9			-		0,7	-	0,5	0,6		0,9
C.V. %	42,8	44,8			-		16,7	-	29,4	33,3		26,5

Tableau 44 - *Microchirus variegatus* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des femelles.

■ Le repos sexuel de la Solette femelle *Solea lascaris*, comme celui de la Sole, dure environ six mois (Fig. 67). La maturation des ovaires s'amorce en avril et augmente rapidement avec les conditions physiques plus clémentes du printemps, en mai et juin. Les femelles sont alors, en moyenne, prêtes à pondre.

Les pontes s'échelonnent de mai à septembre. La grande variabilité des rapports gonado-somatiques individuels pendant cette période ne facilite pas la détermination du maximum d'activité sexuelle qui pourrait se situer en juin et juillet (Fig. 70).

Les plus faibles variations d'août et septembre annoncent la fin des pontes, effective en octobre.

Les jeunes femelles de moins de cinq ans, majoritaires dans le stock de reproductrices, sont probablement responsables de cette prolongation des pontes à la fin de l'été. Leur décalage dans le temps dépend en effet beaucoup de l'âge des poissons (Fig. 71) : les œufs proviennent au début des pontes de femelles âgées (6 à 8 ans) alors qu'ils sont surtout issus de jeunes femelles (4 et 5 ans) en fin de ponte.

La période de reproduction de *S. lascaris* en baie semble donc s'étendre sur cinq mois, de mai à septembre. L'étude histologique des ovaires s'avère toutefois nécessaire ici pour :

- confirmer les premières et, surtout, les dernières émissions d'œufs ;
- déterminer les modalités de ponte des reproductrices.

■ Le gonflement des ovaires, premier signe macroscopique de la maturation, commence en décembre chez *Buglossidium luteum* ; la mise en place des dernières réserves vitellines, entre mars et avril, accroît rapidement le volume et le poids des ovaires des femelles alors, en moyenne, prêtes à pondre. Les pontes ont surtout lieu en avril et mai ; la lente décroissance ultérieure du R.G.S. moyen permet d'envisager, soit leur prolongement vers l'été, soit une atrésie folliculaire importante (Fig. 68). L'étude détaillée des R.G.S. individuels et l'examen microscopique des ovaires s'imposent donc.

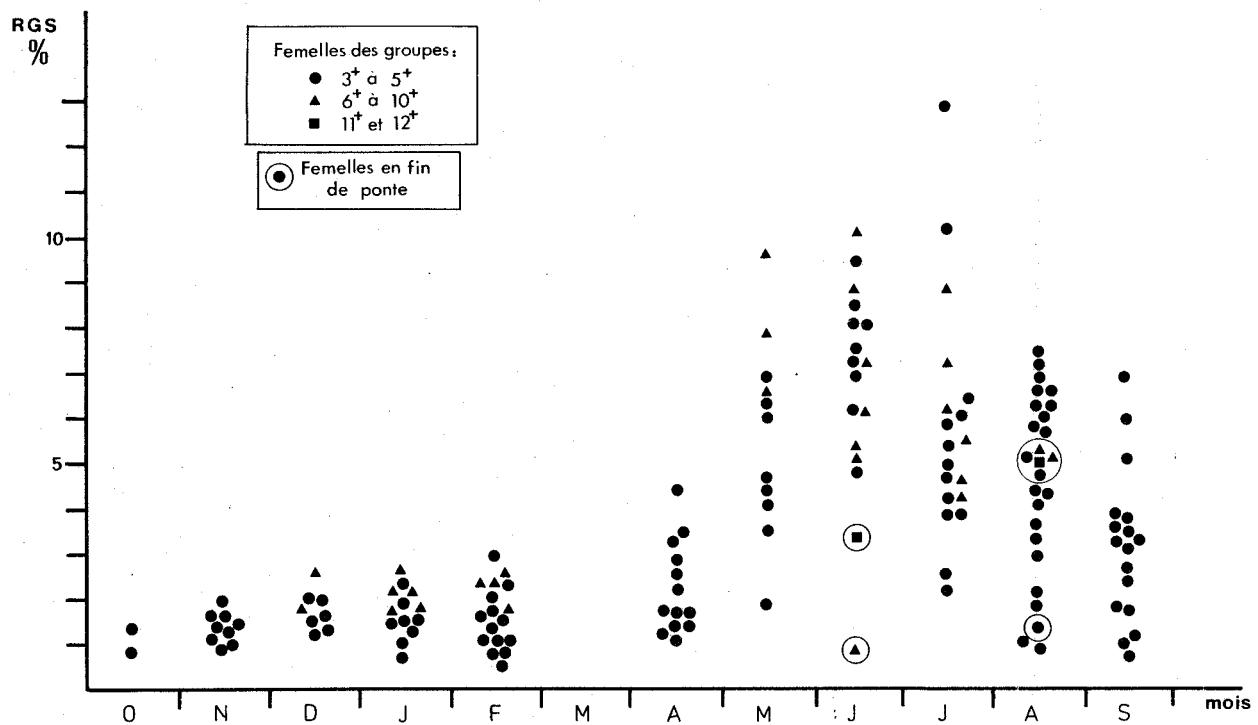


Fig. 70 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de Solette *S. lascaris*.

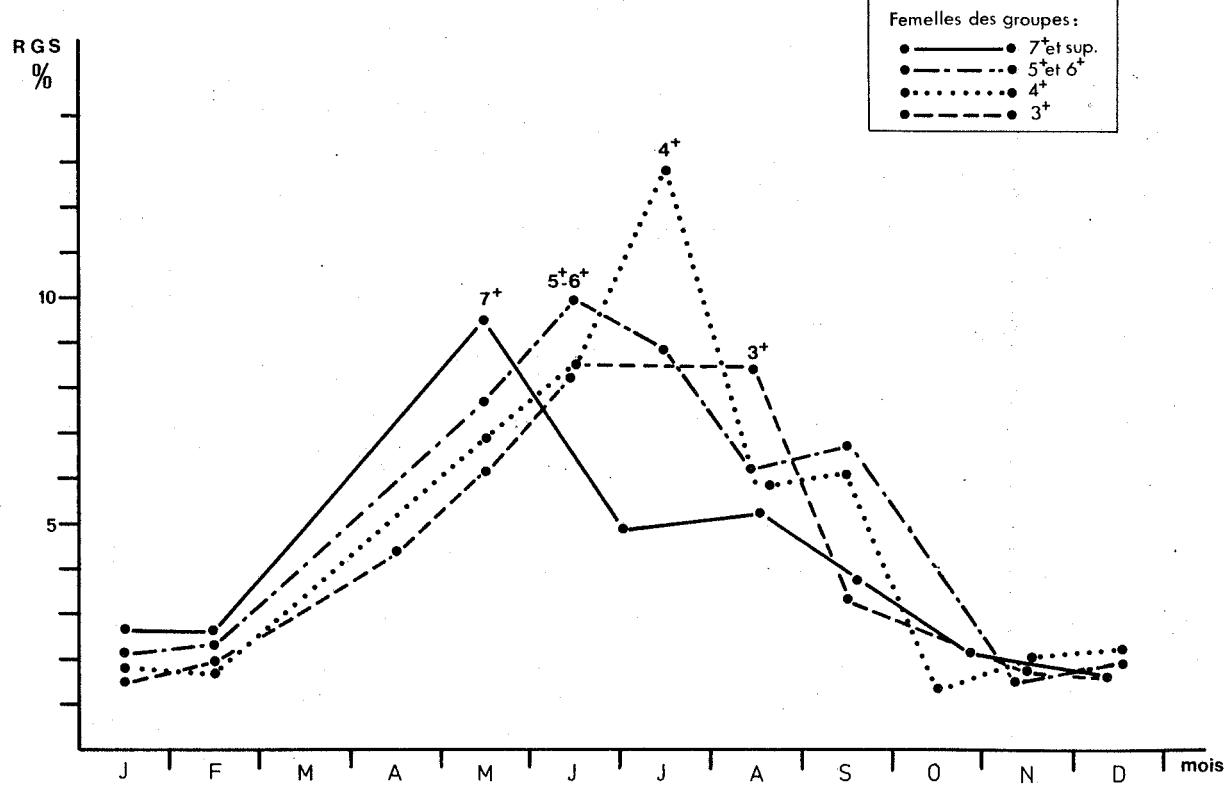


Fig. 71 - Evolution des rapports gonado-somatiques maxima de solettes des groupes 3⁺ à 7⁺.

La maturation sexuelle des jeunes femelles est synchrone de celle des plus âgées : en février, aucune d'entre elles n'a encore émis ses premiers œufs (Fig. 72). En mars, seules les plus âgées peuvent avoir pondu : les R.G.S., très bas, des femelles de dix ans et plus, le prouvent sans équivoque.

En avril, mais surtout en mai, se retrouve l'hétérogénéité de l'état sexuel typique des Soleidae : tous les stades ovariens se rencontrent alors et ceux de post-ponte ne sont pas rares.

Les pontes continueraient en juin (fortes valeurs de R.G.S. en mai) ; elles seraient, par contre, proches de leur arrêt total en juillet.

En baie de Douarnenez, la période de ponte de *Buglossidium luteum* irait ainsi de mars à juin (ou juillet) ; les émissions maximales d'œufs auraient lieu en avril et mai.

■ La maturation des ovaires de la Sole panachée *Microchirus variegatus* semble plus régulière et progressive que celle de *B. luteum* (Fig. 68). Elle dure environ quatre mois : amorcée en novembre-décembre elle arrive, en moyenne, à son terme en mars. Les pontes, alors possibles, se dérouleraient suivant les mêmes modalités que chez *B. luteum* : les décroissances de R.G.S. moyens suivent en effet des tracés similaires. L'activité sexuelle, maximale en mars et avril, s'atténue lentement ensuite sans vraiment disparaître au printemps, ni même en été semble-t-il.

L'examen des R.G.S. individuels et leurs variations avec l'âge appor-tent, comme pour l'espèce précédente, d'intéressants éléments complémentaires aux moyennes (Fig. 73).

La proportion de femelles âgées capturées domine celle des plus jeunes, mais le maillage des chaluts utilisés peut en être la cause.

En janvier, toutes les femelles observées sont en cours de maturation. Les plus âgées commencent à pondre les premières en février, mais la plupart des femelles ne sont pas encore sexuellement mûres à cette époque : les œufs transparents restent peu nombreux dans leurs ovaires. Les pontes auraient donc surtout lieu en mars et avril. En juin et juillet, les rapports gonado-somatiques fluctuent entre 3 % et 5 %. L'étude histologique s'avère ici indispensable pour préciser les étapes du cycle et la période de ponte de *M. variegatus*, que nous si-tuerons provisoirement entre février et juin (ou juillet) en baie de Douarnenez.

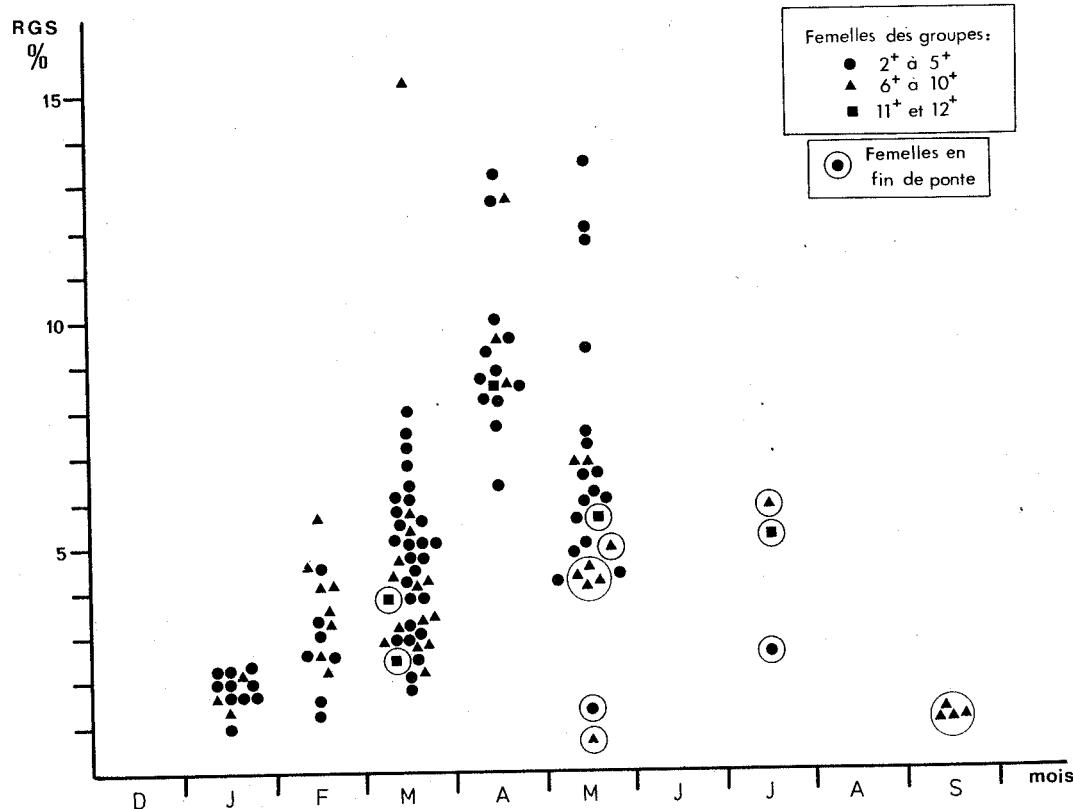


Fig. 72 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Buglossidium luteum*.

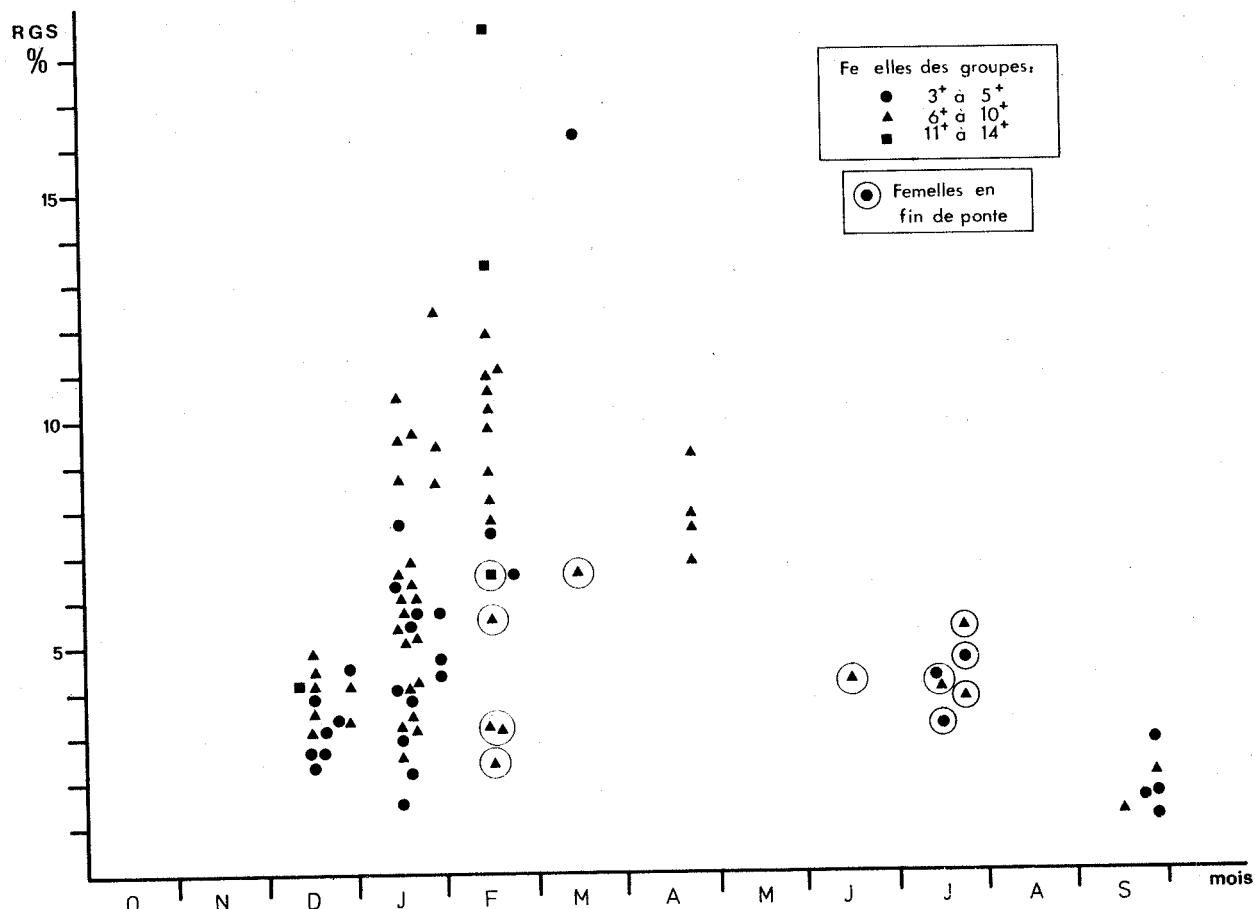


Fig. 73 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Microchirus variegatus*.

1.2. LE RAPPORT GONADO-SOMATIQUE DES MALES

Nous avons suivi l'évolution du rapport gonado-somatique moyen des mâles de *Solea vulgaris* et de *S. lascaris* (Fig. 74 ; Tab. 45 et 46).

• Les soles mâles, comme les solettes, ont de petits testicules dont l'accroissement moyen en poids n'est vraiment sensible qu'en novembre et janvier ; le R.G.S. moyen culmine alors à 0,2 %. Il décroît pendant les trois premiers mois de l'année et atteint sa valeur minimale en avril.

L'activité reproductrice des mâles se déclenche ainsi en même temps que celle des femelles ; elle ne dure pas plus longtemps et s'établit, en moyenne, en janvier, février et mars. Les reproducteurs entrent en repos sexuel au mois d'avril au plus tard.

• Les mâles de *Solea lascaris* sont, en moyenne, sexuellement mûrs en avril, soit un mois plus tôt que les femelles. Leur R.G.S. moyen varie peu jusqu'en juin ; il chute rapidement en juillet et atteint en août une valeur proche de celle du repos sexuel.

L'activité reproductrice des mâles commencerait donc en avril mais ne serait maximale qu'entre mai et juillet ; quelques individus, plus rares, pourraient encore frayer en août et peut-être en septembre.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	10	18	8	6	2	3	14	3	24	-	8	4
R.G.S.	0,20	0,12	0,07	0,04	0,04 0,04	0,04 0,05	0,05	0,07 0,08	0,09	-	0,09	0,04 0,07
σ	0,10	0,06	0,03	0,03			0,02	0,05	0,08	-	0,03	0,13 0,06
C.V. %	50,0	50,0	42,8	75,0			40,0		88,9	-	33,3	

Tableau 45 - *Solea vulgaris* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	9	9	1	4	6	7	14	39	17	-	10	2
R.G.S.	0,15	0,19	0,15	0,32 0,30	0,33	0,32	0,20	0,17	0,18	-	0,13	0,20 0,14
σ	0,05	0,05		0,36 0,33	0,20	0,09	0,10	0,11	0,07	-	0,04	
C.V. %	33,3	26,3		66,7	28,1	50,0	64,7	38,9		-	30,8	

Tableau 46 - *Solea lascaris* : variations mensuelles du rapport gonado-somatique moyen des mâles.

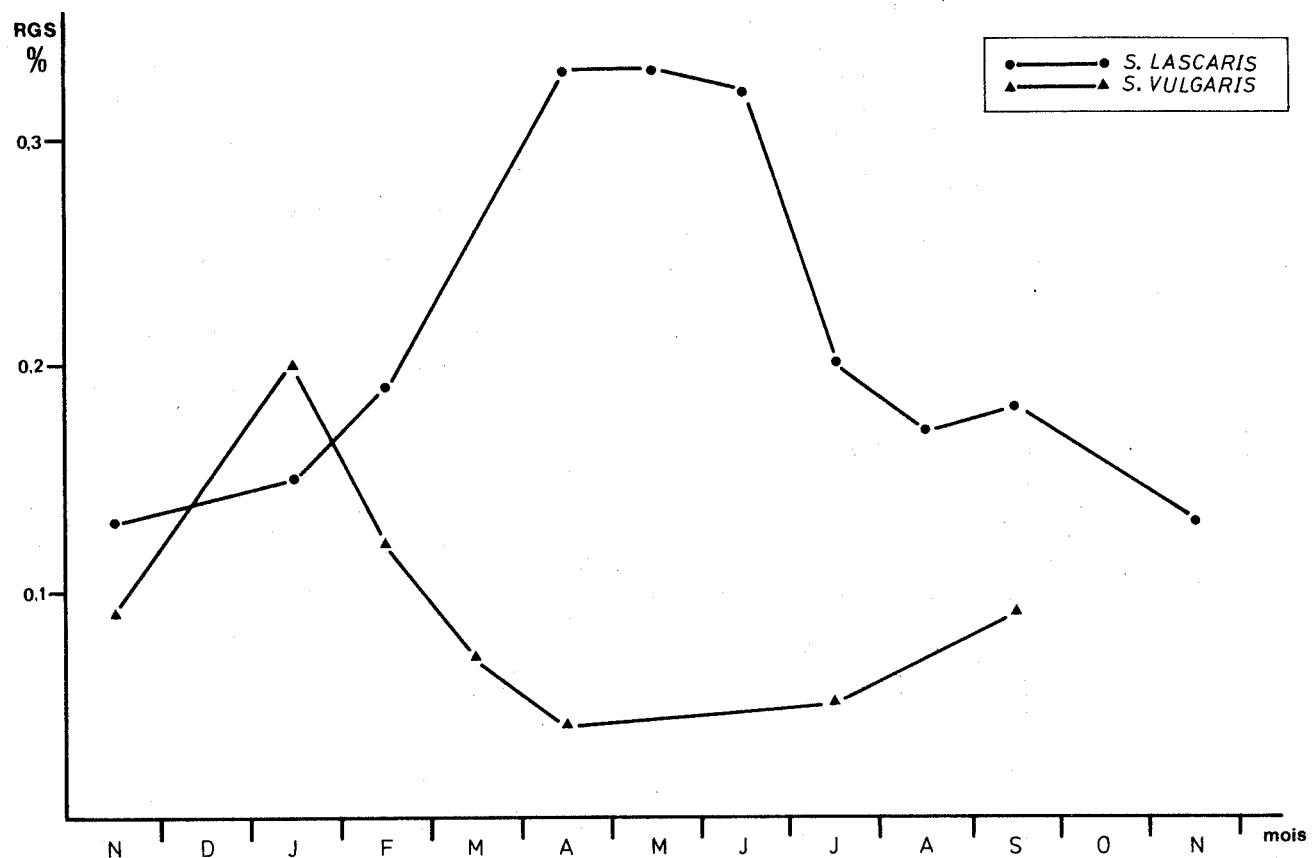


Fig. 74 - Evolution des rapports gonado-somatiques moyens des mâles de Sole *S. vulgaris* et de Solette *S. lascaris*.

2. EVOLUTION DU RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE

2.1. LE RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE DES FEMELLES

■ Le rapport hépato-somatique moyen des *Solea vulgaris* femelles ne dépasse pas 1 % en période de repos sexuel (Fig. 75). L'augmentation en poids du foie suit celle des ovaires, mais le stockage des réserves hépatiques se termine, en moyenne, en janvier ; il précède d'un mois le terme moyen de la maturation ovarienne. La décroissance en poids du foie commence avant celle des ovaires : il participerait, chez la Sole, à l'élaboration des dernières réserves vitellines.

En mars, le R.H.S. moyen rejoint une valeur proche de l'unité : l'utilisation des réserves hépatiques pour les besoins de la reproduction des femelles est alors, en moyenne, terminée (Tab. 47).

■ La plus grande variation du poids du foie apparaît entre avril et mai chez *Solea lascaris* : les accroissements synchrones et rapides des R.G.S. et R.H.S. moyens préludent au début des premières pontes (Fig. 76).

Le transfert des réserves hépatiques vers les ovaires commencerait, en moyenne, en mai et juin : à cette époque le R.H.S. et le R.G.S. moyens varient en sens inverse.

Le R.H.S. moyen (comme le R.G.S.) décroît ensuite lentement en juillet, août et septembre (Tab. 48).

■ Le R.H.S. moyen des femelles de *Buglossidium luteum* fluctue entre 1,0 % et 1,3 % de décembre à février ; il est alors encore très proche de son minimum annuel.

Le stockage des réserves dans le foie ne commencerait qu'en mars et serait, en moyenne, maximal au milieu du printemps. L'utilisation de ces réserves semble terminée en juillet ; le nombre trop faible de mesures rend toutefois bien délicate l'interprétation du tracé obtenu (Fig. 77 ; Tab. 49).

■ Le trop petit nombre de R.H.S. individuels relevés entre mars et juillet ne nous permet pas d'établir le cycle complet du rapport hépato-somatique de *M. variegatus*.

Le R.H.S. moyen avoisine 1,5 % pendant le repos sexuel ; il augmenterait en hiver pour atteindre, en mars-avril, les valeurs maximales moyennes de 2,5 % - 3,0 % (Fig. 78 ; Tab. 50).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	44	38	30	26	26	12	20	13	30	6	15	25
R.H.S.	1,7	1,6	1,1	1,3	1,0	1,0	0,8	0,9	0,9	1,1	1,5	1,5
σ	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4
C.V. %	23,5	25,0	27,3	23,1	30,0	20,0	37,5	33,3	33,3	18,2	33,3	26,7

Tableau 47 - *Solea vulgaris* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	19	20	3	4	14	11	25	41	31	2	10	10
R.H.S.	1,5	1,5	1,4 1,9	1,7 1,2	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	0,7 1,0	1,3	1,6
σ	0,3	0,3	1,3	1,1 1,0	0,6	0,4	0,8	0,7	0,5	0,2	0,2	0,5
C.V. %	20,0	20,0			27,3	19,0	42,1	41,2	33,3		15,4	31,2

Tableau 48 - *Solea lascaris* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des femelles.

	D	J	F	M	A	M	J	J
n	6	16	16	6	13	21	-	5
R.H.S.	1,0	1,3	1,3	1,8	1,7	2,0	-	1,0 1,4
σ	0,4	0,3	0,4	0,2	0,7	1,0	-	0,7 0,8
C.V. %	40,0	23,1	30,8	11,1	41,2	50,0	-	2,3

Tableau 49 - *Buglossidium luteum* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des femelles.

	J	F	M	A	A	S	O	N	D
n	34	18	2	4	6	6	7	2	18
R.H.S.	1,8	1,6	1,7 1,1	2,4 2,9	1,6	1,5	1,5	1,8 1,7	1,4
σ	0,4	0,4	3,2 3,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
C.V. %	22,2	25,0			6,2	26,7	26,7		28,6

Tableau 50 - *Microchirus variegatus* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des femelles.

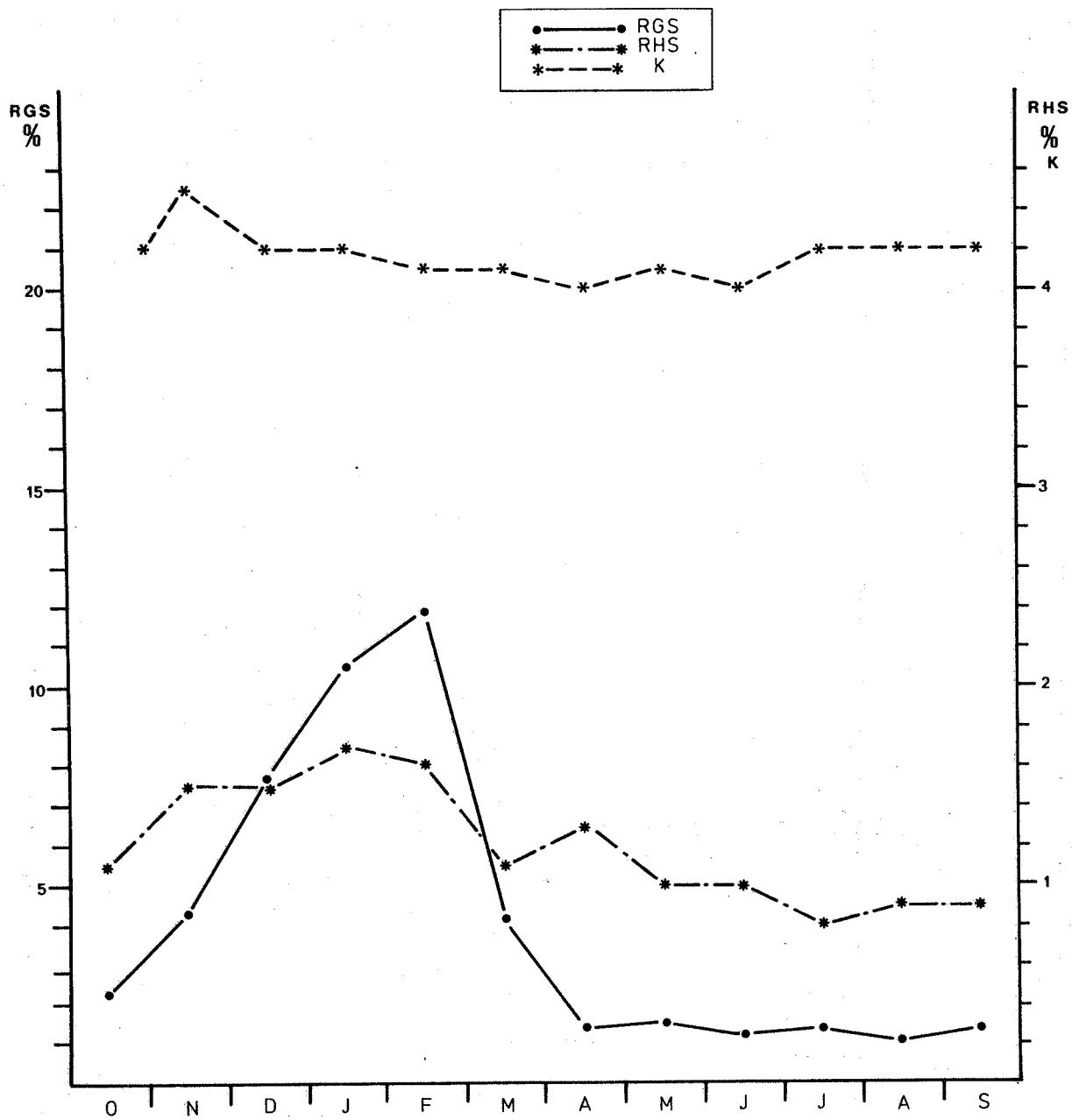


Fig. 75 - *Solea vulgaris* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyens des femelles.

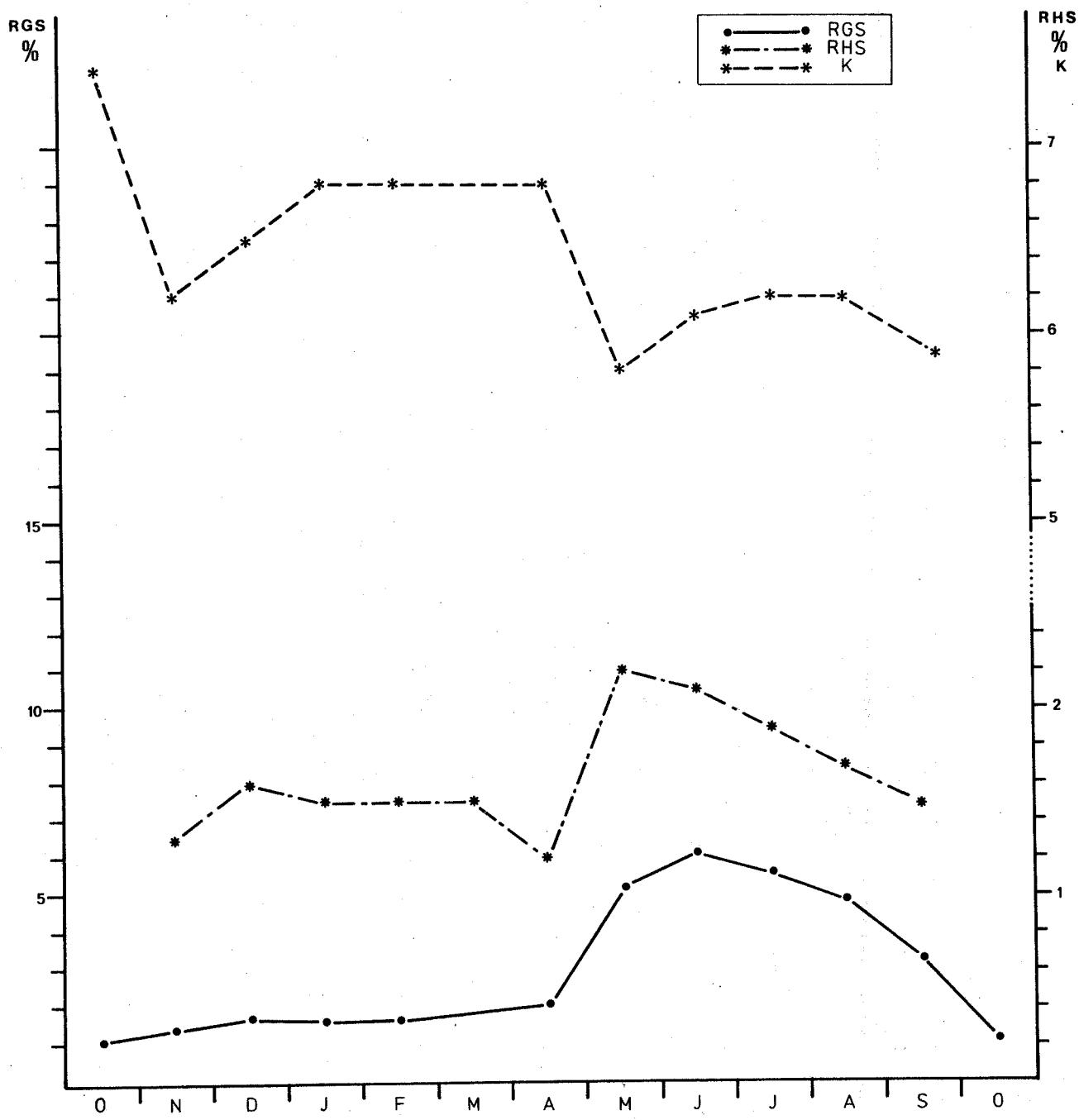


Fig. 76 - *Solea laskarisi* : évolution des rapports gonado-somatique, hépatosomatique et de l'indice pondéral moyen des femelles.

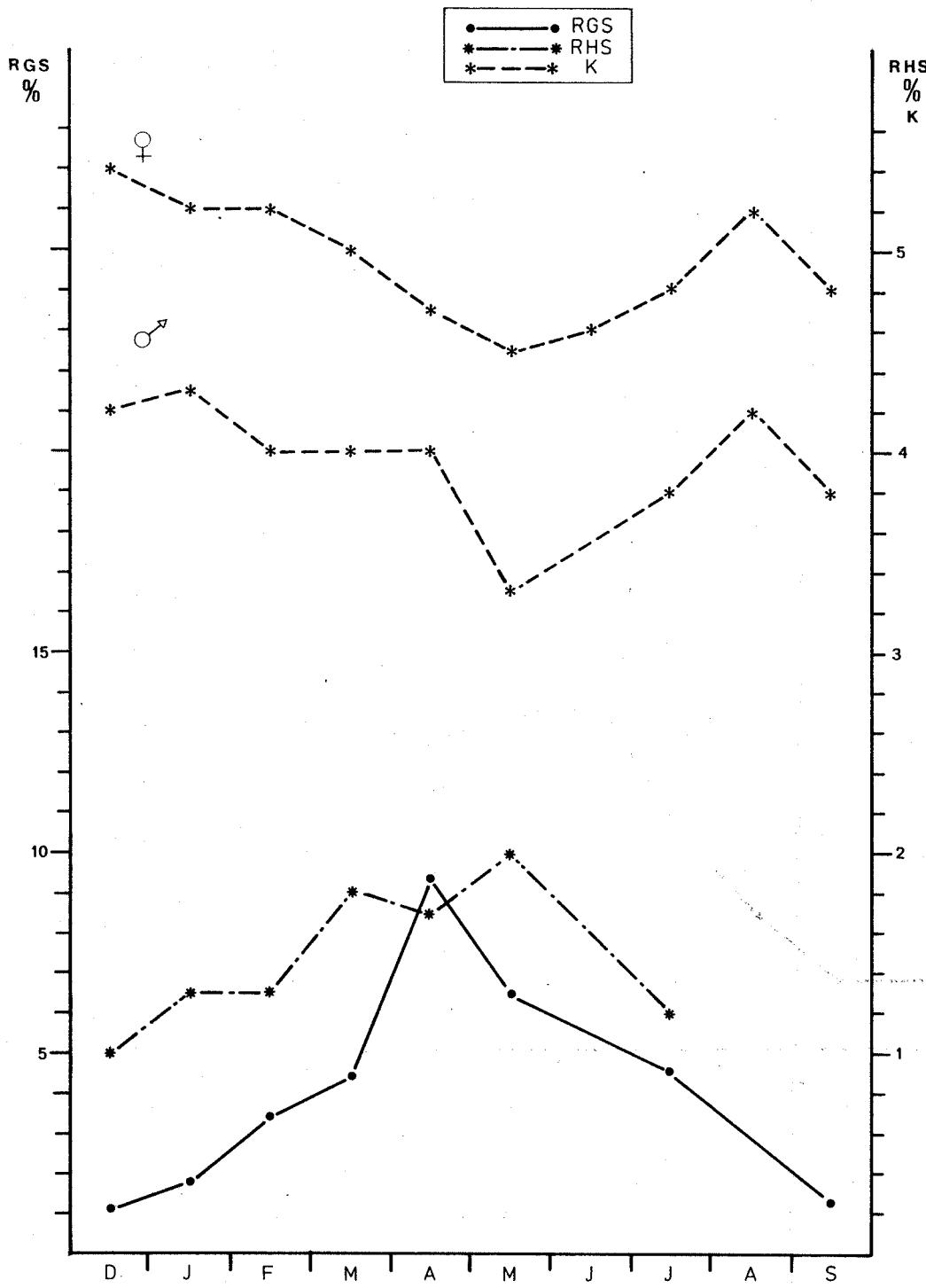


Fig. 77 - *Buglossidium luteum* : évolution des rapports gonado-somatique et hépato-somatique moyens des femelles.
Evolution des indices pondéraux moyens des mâles et des femelles.

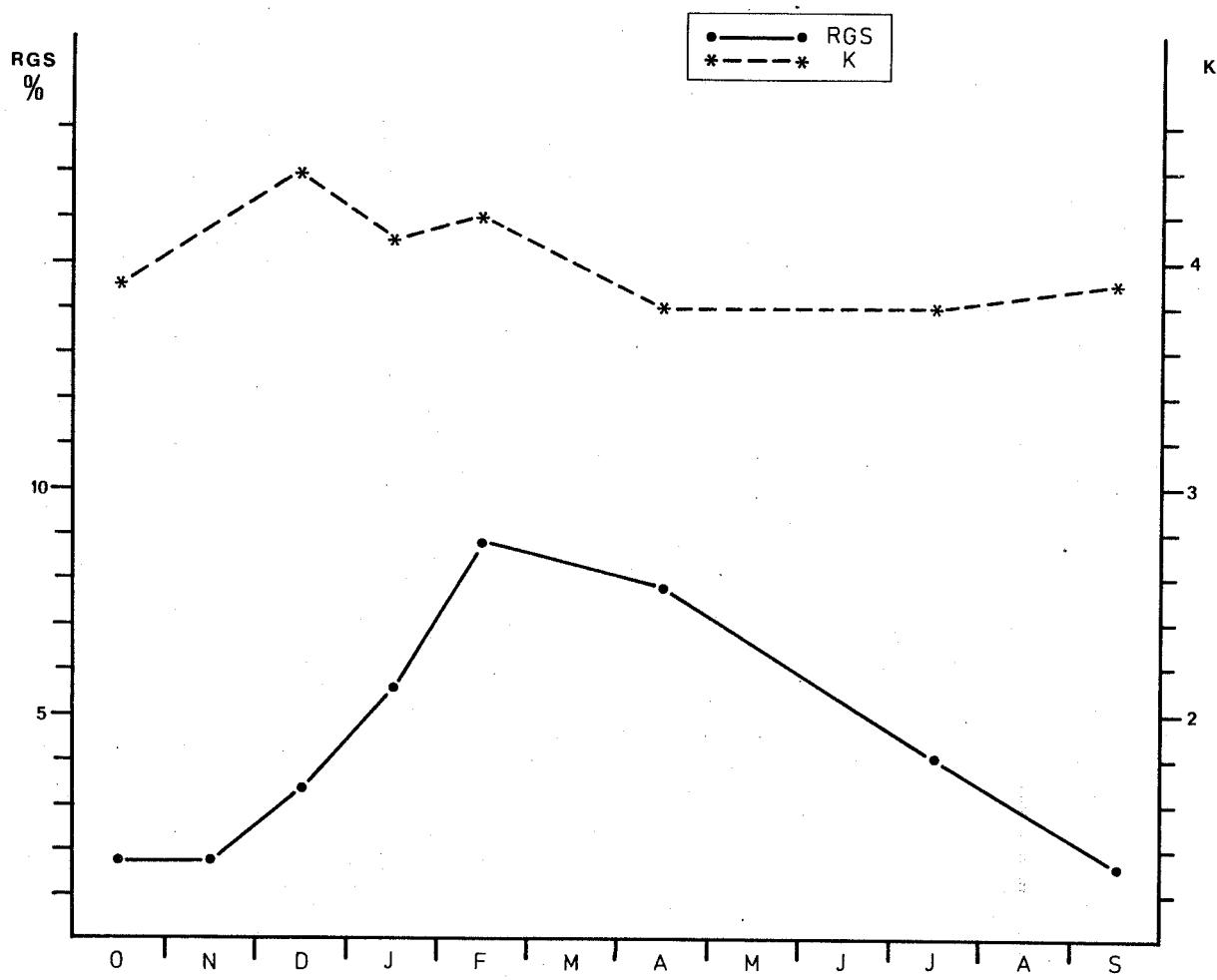


Fig. 78 - *Microchirus variegatus* : évolution du rapport gonado-somatique et de l'indice pondéral moyens des femelles.

2.2. LE RAPPORT HEPATO-SOMATIQUE DES MALES

- Le R.H.S. moyen des soles mâles varie peu au cours de l'année et reste proche de 1 % (Fig. 79 ; Tab. 51).

Le tracé de son évolution s'infléchit légèrement et régulièrement de janvier à mars : les réserves du foie seraient alors utilisées pour les besoins de la reproduction. La faible amplitude des variations du R.H.S. moyen permet cependant d'en douter.

- Le poids du foie des mâles de *Solea lascaris* ne subit aucun accroissement marqué susceptible d'aider à la détermination de la période maximale d'activité sexuelle (Fig. 80 ; Tab. 52).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	10	24	15	6	4	7	18	3	19	1	9	3
R.H.S.	1,1	0,9	0,7	1,0	0,8 1,1	1,0	0,9	1,2 0,9 0,6	0,8	0,7	0,9	1,1 0,9 1,0
σ	0,2	0,2	0,2	0,2	0,9 0,8	0,2	0,4	0,2 0,6	0,2		0,2	
C.V. %	18,2	22,2	28,6	20,0		20,0	44,4		25,0		22,2	

Tableau 51 - *Solea vulgaris* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	9	9	1	6	5	6	13	39	22	-	10	7
R.H.S.	1,2	1,4	1,3	1,1	1,2 2,2	1,3	1,1	1,1	1,1	-	1,1	1,5
σ	0,3	0,3		0,2	1,3 1,3	0,3	0,7	0,3	0,3	-	0,2	0,6
C.V. %	25,0	21,4		18,2	0,9	23,1	63,6	27,3	27,3	-	18,2	40,0

Tableau 52 - *Solea lascaris* : variations mensuelles du rapport hépatosomatique moyen des mâles.

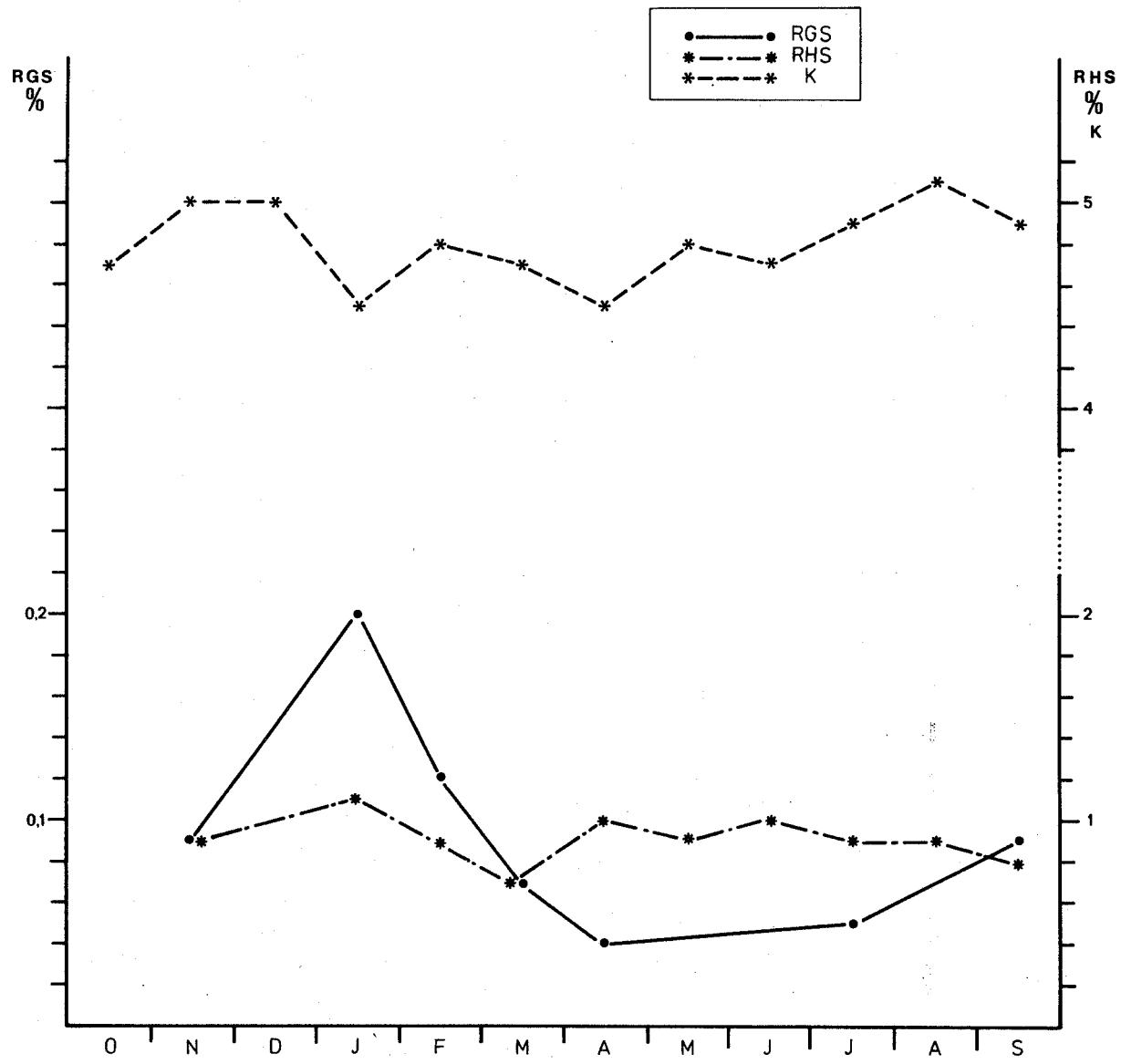


Fig. 79 - *Solea vulgaris* : évolution des rapports gonado-somatique, hépatosomatique et de l'indice pondéral moyens des mâles.

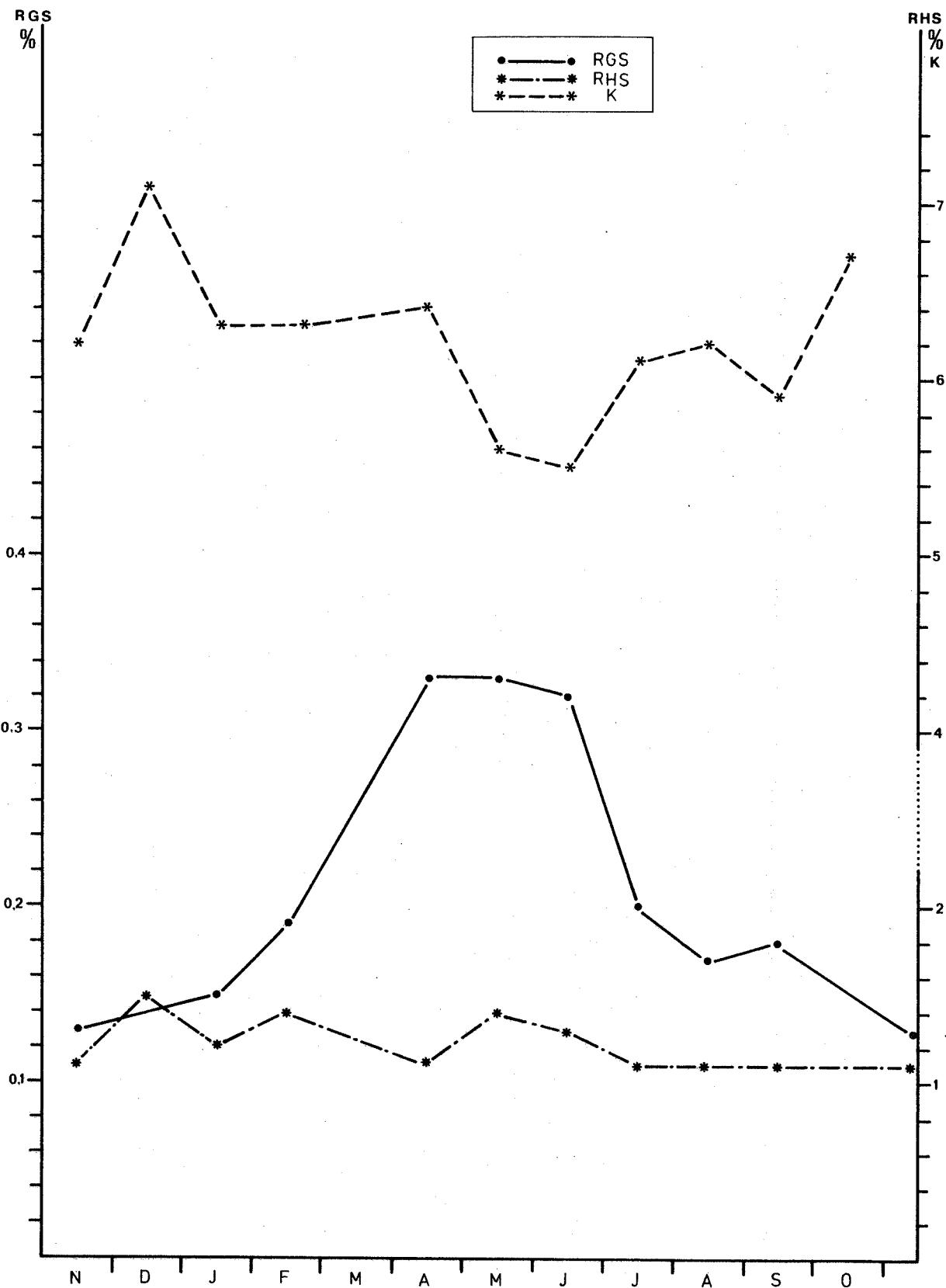


Fig. 80 - *Solea lascaris* : évolution des rapports gonado-somatique, hépato-somatique et de l'indice pondéral moyens des mâles.

3. EVOLUTION DE L'INDICE PONDERAL

3.1. L'INDICE PONDERAL DES FEMELLES

■ L'indice pondéral moyen des femelles de *Solea vulgaris* oscille entre 4,0 et 4,2 de décembre à octobre : leur condition physique ne varie donc pas au cours de l'année (Fig. 75). L'activité sexuelle n'a aucune influence directe sur leur embonpoint ; elles ne maigrissent pas en se reproduisant (Tab. 53).

■ La condition des solettes femelles apparaît bien plus variable (Fig. 76). Leur indice pondéral moyen descend en mai vers des valeurs relativement faibles qu'il conserve pendant tout l'été ; avec quelques fluctuations mensuelles, il remonte en automne et en hiver pour se stabiliser à de plus fortes valeurs pendant les quatre premiers mois de l'année (Tab. 54).

La condition physique des solettes femelles serait donc bonne en hiver et commencerait à se dégrader au printemps. Les reproductrices passeraient l'été en assez mauvaise condition et ne reprendraient du poids qu'en automne.

Aux valeurs croissantes du rapport gonado-somatique correspondent celles, décroissantes, de l'indice pondéral moyen dont les maximales coïncident aussi avec les minimales du poids des ovaires en repos sexuel : la condition physique des solettes femelles semble donc étroitement liée à leur activité sexuelle.

■ La décroissance de l'indice pondéral moyen des femelles de *Buglossidium luteum* s'amorce au mois de mars ; il atteint ses valeurs minimales en mai-juin et commence à augmenter en automne (Fig. 77). Maximal, il varie peu de décembre à février : les femelles sont alors au mieux de leur condition physique. Elles s'amaigrissent au printemps et, en moyenne, engrangent en automne.

Comme chez *S. lascaris*, les variations de l'indice pondéral suivent celles du rapport gonado-somatique : chez *B. luteum*, reproduction et perte de poids vont, sans aucun doute, de pair.

L'indice pondéral, s'il ne donne pas pour cette espèce les limites précises de la période de ponte, permet de la situer dans le temps : elle serait printanière et estivale d'après les seules observations de K (Tab. 55).

Les variations de l'indice pondéral moyen des femelles de *Microchirus variegatus* doivent être plus faibles que celles des deux espèces précédentes ; nos observations, insuffisantes au printemps et en été (période probable de reproduction de l'espèce), ne nous permettront pas d'en préciser l'amplitude. Elles auraient, d'après nos mesures hivernales, la même périodicité que celle décrite pour *B. luteum* : les soles panachées femelles, en bonne condition physique de décembre à février, maigriraient au printemps et en été. La reprise de poids serait assez lente et aurait lieu, en moyenne, en automne (Fig. 77).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	45	38	35	35	55	31	23	18	52	15	24	32
K	4,2	4,1	4,1	4,0	4,1	4,0	4,2	4,2	4,2	4,2	4,5	4,2
σ	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5
C.V. %	9,5	9,7	9,7	10,0	7,3	10,0	16,7	11,9	11,9	11,9	8,9	11,9

Tableau 53 - *Solea vulgaris* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	19	21	4	19	24	25	40	60	57	16	16	10
K	6,8	6,8	5,0	6,8	5,8	6,1	6,2	6,2	5,9	7,4	6,2	6,5
σ	1,2	1,1	5,4	1,0	0,7	1,0	1,3	1,1	0,8	0,5	1,1	0,5
C.V. %	17,6	16,2		14,7	12,1	16,4	21,0	17,7	13,5	6,7	17,7	7,7

Tableau 54 - *Solea lascaris* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	19	20	84	42	26	10	30	10	6	1	1	35
K	5,2	5,2	5,0	4,7	4,5	4,6	4,8	5,2	4,8	4,8	4,9	5,4
σ	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,9	0,4	0,5	0,2			0,4
C.V. %	11,5	15,4	10,0	12,8	11,1	19,6	8,3	9,6	4,2			7,4

Tableau 55 - *Buglossidium luteum* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	35	18	2	4	1	1	6	-	6	12	2	18
K	4,1	4,2	4,2	4,2	3,9	3,5	3,8	-	3,9	3,9	4,1	4,4
σ	0,5	0,4	3,7	4,1			0,4	-	0,3	0,3	4,4	0,4
C.V. %	12,2	9,5		3,4			10,5	-	7,7	7,7		9,1

Tableau 56 - *Microchirus variegatus* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des femelles.

3.2. L'INDICE PONDERAL DES MALES

Nous retrouvons dans l'évolution de l'indice pondéral moyen des mâles de *S. vulgaris*, de *S. lascaris* et de *B. luteum*, les différences spécifiques mises en évidence chez les femelles.

■ Les mâles de *S. vulgaris* se distinguent de ceux des autres espèces par la stabilité de leur condition physique pendant l'année (Fig. 79 ; Tab. 57).

Ils ne maigrissent pas en hiver et ne semblent pas affectés par leur activité sexuelle, maximale de janvier à fin mars.

■ L'indice pondéral et le rapport gonado-somatique moyens des solettes mâles varient en sens inverse d'avril à juillet (Fig. 80 ; Tab. 58).

Dans l'ensemble, l'évolution de leur indice pondéral moyen est similaire à celui des femelles : ils maigrissent et grossissent aux mêmes saisons et, comme elles, se ressentent de leur activité reproductrice. Ils sont au plus bas de leur condition au printemps et en été.

■ L'indice pondéral moyen des mâles de *B. luteum* suit aussi celui des femelles (Fig. 77 ; Tab. 59).

Ils sont, en moyenne, plus maigres au printemps et en été qu'en automne ou en hiver. L'étude combinée du rapport gonado-somatique et des indices pondéraux met en évidence deux mois importants au printemps : avril et mai. Le R.G.S. des femelles est maximum au cours du premier et les indices pondéraux atteignent, dans les deux sexes, leurs valeurs minimales pendant le second.

La reproduction de *B. luteum* est donc probablement axée sur ces deux mois.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	10	27	21	17	27	20	22	13	39	11	14	6
\bar{X}	4,5	4,8	4,7	4,5	4,8	4,7	4,9	5,1	4,9	4,7	5,0	5,0
σ	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,4	0,6	0,3
C.V. %	8,9	6,2	8,5	8,9	6,2	8,5	10,2	9,8	6,1	8,5	12,0	6,0

Tableau 57 - *Solea vulgaris* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	10	9	1	9	7	12	29	51	39	20	18	7
\bar{X}	6,3	6,3	5,3	6,4	5,6	5,5	6,1	6,1	5,9	6,7	6,2	7,1
σ	0,9	1,1		1,3	1,2	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0
C.V. %	14,3	17,5		20,3	21,4	16,4	14,7	16,4	15,2	14,9	14,5	14,1

Tableau 58 - *Solea lascaris* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des mâles.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
n	12	16	55	20	17	-	6	7	6	1	1	22
\bar{X}	4,3	4,0	4,0	4,0	3,3	-	3,8	4,2	3,8	2,9	4,8	4,2
σ	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	-	0,4	0,3	0,5			0,3
C.V. %	9,3	12,5	12,5	10,0	9,1	-	10,5	7,1	13,1			7,1

Tableau 59 - *Buglossidium luteum* : variations mensuelles de l'indice pondéral moyen des mâles.



4. ETUDE HISTOLOGIQUE DES CYCLES SEXUELS

4.1. LE CYCLE SEXUEL DE *SOLEA VULGARIS* (Pl. 17 ; Tab. 60)

Les ovocytes de Sole *S. vulgaris* entrent dans leur phase d'accroissement lent en avril et mai : ils mesurent, au plus, 240 μ de diamètre. Certains acquièrent en juin leurs premiers globules vitellins, mais pour beaucoup de femelles la vitellogenèse ne commence vraiment qu'en juillet. Elle progresse régulièrement d'août à novembre : la fréquence des ovocytes chargés de réserves et la variabilité de leur taille s'accroissent alors simultanément. Deux lots s'individualisent en décembre :

- Un lot de gros ovocytes (de 350 μ à 600-700 μ de diamètre), en vitellogenèse assez ou très avancée, qui sera pondu le premier ;
- Un lot d'ovocytes plus petits (de 210 μ à 300 μ) en début de vitellogenèse, dont la maturation ne s'achèvera qu'après l'émission des plus grands œufs.

La maturation des ovocytes et la ponte se réalisent donc en deux vagues successives au moins.

Les premiers œufs peuvent être émis en décembre : certaines femelles, encore rares, ont dans leurs ovaires des ovocytes de 600 à 700 μ ; la fréquence de ces œufs très mûrs augmente en janvier et février. Bien que les pontes soient nombreuses pendant ces deux mois, les ovaires ne présentent pas l'aspect histologique désordonné observable chez la Plie ou le Flet : les ovocytes du second lot en maturation remplacent ceux déjà pondus.

Les ovocytes sont encore de tailles variables en mars, mais les stades de post-ponte deviennent plus nombreux : les pontes s'achèvent chez la plupart des reproductrices.

La quasi-totalité du contenu de l'ovaire est pondue : l'atrésie ne touche qu'un petit nombre d'ovocytes.

Le repos sexuel semble être de courte durée.

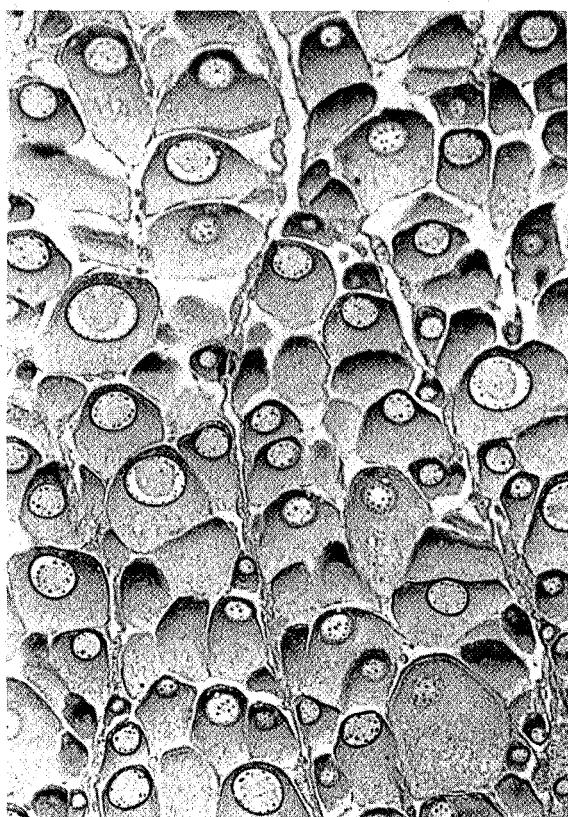
MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	\varnothing MAX. OVOCYTES
AVRIL	Accroissement lent	160 - 210 μ
MAI	Accroissement lent Hétérogénéité cytoplasmique	210 - 240 μ
JUIN	Accroissement lent Hétérogénéité cytoplasmique Premiers globules vitellins	148 - 240 μ
JUILLET	Accroissement lent Hétérogénéité cytoplasmique Début de vitellogenèse	130 - 240 μ
AOUT	Début de vitellogenèse Vitellogenèse assez avancée	160 - 315 μ
SEPTEMBRE	Début de vitellogenèse Vitellogenèse assez avancée	315 μ
OCTOBRE	Début de vitellogenèse Vitellogenèse assez avancée	130 - 410 μ
NOVEMBRE	Début de vitellogenèse Vitellogenèse avancée	260 - 470 μ
DECEMBRE	Début de vitellogenèse Vitellogenèse assez et très avancée Fin de vitellogenèse Début possible de pontes	180 - 650 μ
JANVIER	Ovocytes de taille très variable Vitellogenèse assez et très avancée Début de pontes	590 - 695 μ
FEVRIER	Ovocytes de taille très variable Vitellogenèse très avancée ou finie Pontes en cours	525 - 680 μ
MARS	Ovocytes de taille très variable Pontes en cours et finies	525 - 630 μ

Tableau 60 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Solea vulgaris*.

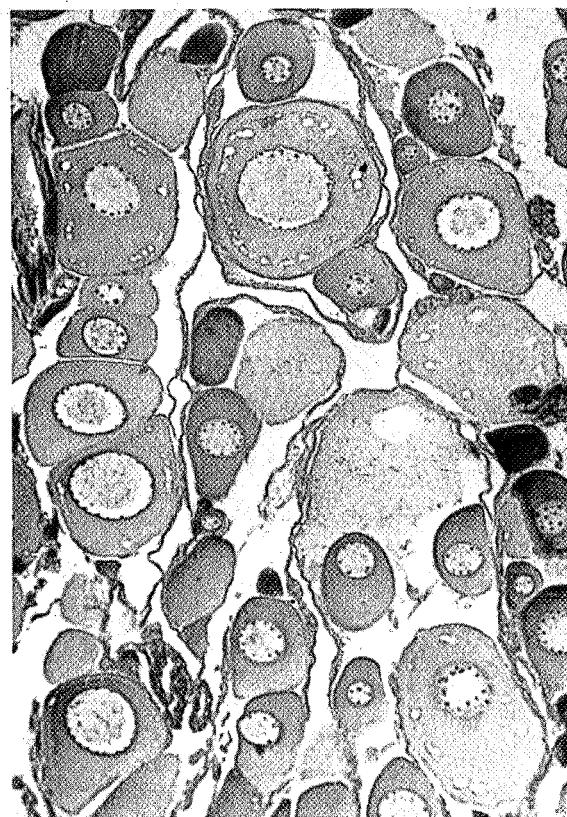
(\varnothing max. ovocytes : diamètres relevés sur préparations histologiques - ovocytes à inclusions vitellines individualisées)

Planche 17 - L'ovogenèse chez *Solea vulgaris* :

- a - ovocytes immatures (juin)
- b - ovocytes en début de vitellogenèse (juin)
- c - ovocytes en vitellogenèses peu et assez avancées (août)
- d - ovocyte en vitellogenèse peu avancée : les inclusions et la membrane (septembre)

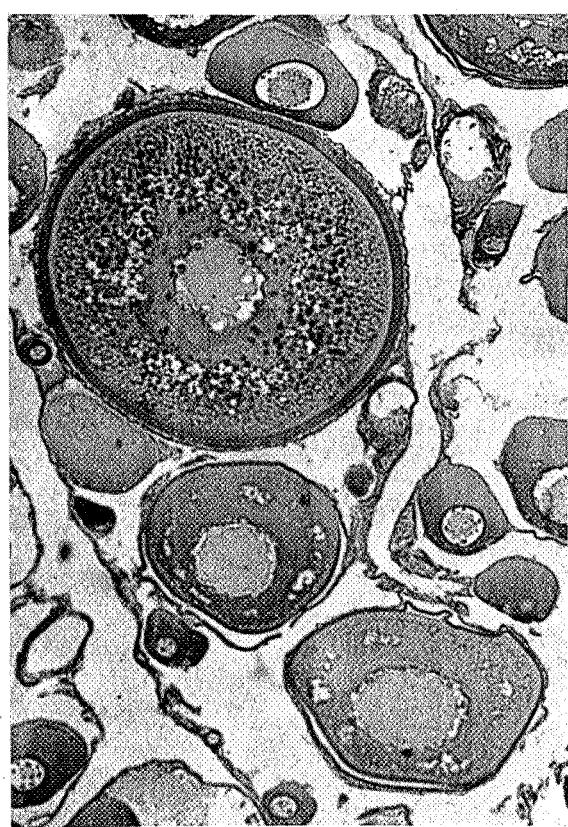


-a-

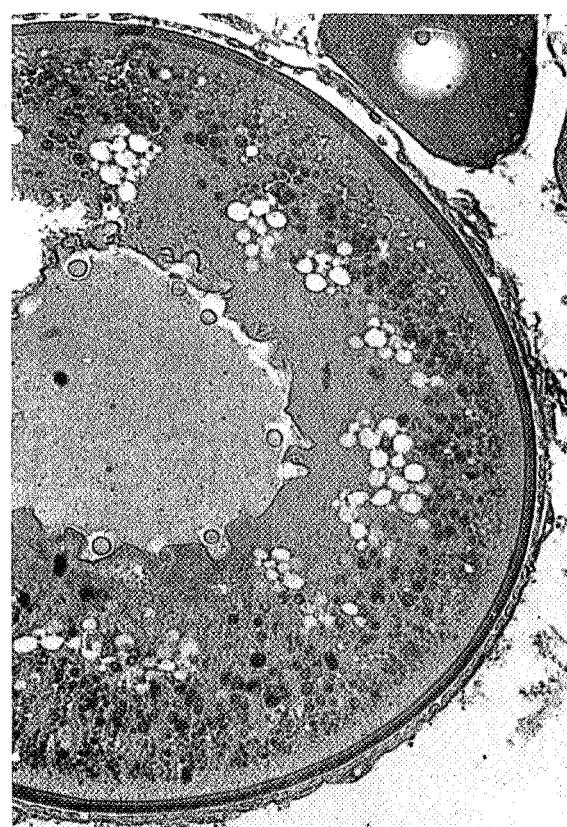


-b-

100μ



-c-



-d-

100μ

4.2. LE CYCLE SEXUEL DE *SOLEA LASCARIS* (Tab.61 ; Pl.18)

Les premiers globules vitellins se différencient en novembre dans les ovocytes de Solettes *S. lascaris*.

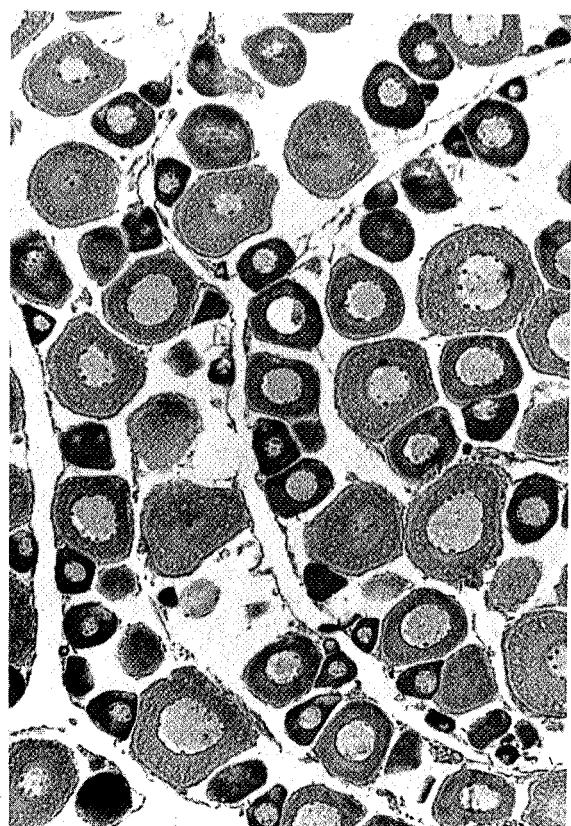
En février, les inclusions devenues beaucoup plus grosses envahissent la zone cytoplasmique centrale des ovocytes les plus avancés ; certaines femelles n'en sont pourtant encore qu'au début de leur vitellogenèse.

En avril, l'importance des réserves vitellines annonce l'imminence des premières pontes, effectives en mai. Les ovocytes, mûrs, mesurent alors plus de 500 μ de diamètre.

L'aspect histologique des ovaires change peu en juin : toutes les étapes de la vitellogenèse y sont représentées ; les ovocytes du deuxième lot grossissent alors rapidement et remplacent peu à peu les œufs pondus. Ils seront surtout émis en juillet et août. Des ovocytes de diamètres très variés garnissent la paroi de l'ovaire pendant tout l'été ; il n'apparaît jamais vraiment vide, même en septembre lorsque la ponte est finie. Les ovocytes mûrs atrésiques se mêlent alors à d'autres, bloqués en cours de vitellogenèse et qui dégénèrent plus tard. Les femelles accèdent au repos sexuel.

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	\varnothing MAX. OVOCYTES
NOVEMBRE	Accroissement lent Début de vitellogenèse	105 - 210 μ
DECEMBRE	Accroissement lent Début de vitellogenèse	105 - 210 μ
JANVIER	Accroissement lent Début de vitellogenèse	105 - 210 μ
FEVRIER	Début de vitellogenèse Vitellogenèse peu ou assez avancée	210 - 370 μ
MARS	Début de vitellogenèse	157 - 210 μ
AVRIL	Début de vitellogenèse Vitellogenèse avancée	260 - 420 μ
MAI	Vitellogenèse peu ou très avancée Début de ponte	315 - 525 μ
JUIN	Vitellogenèse très avancée Vitellogenèse peu avancée (deuxième lot) Ponte en cours	370 - 525 μ
JUILLET	Vitellogenèse avancée Ponte en cours	470 μ
SEPTEMBRE	Stades de post-ponte	470 μ

Tableau 61 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Solea lascaris*.

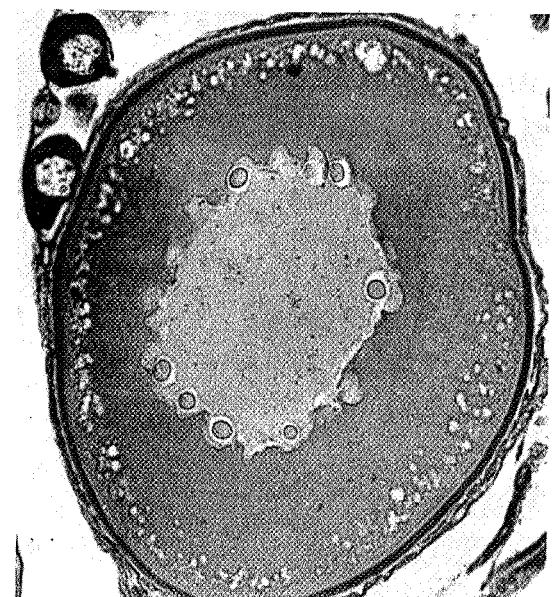


-a-

100 μ

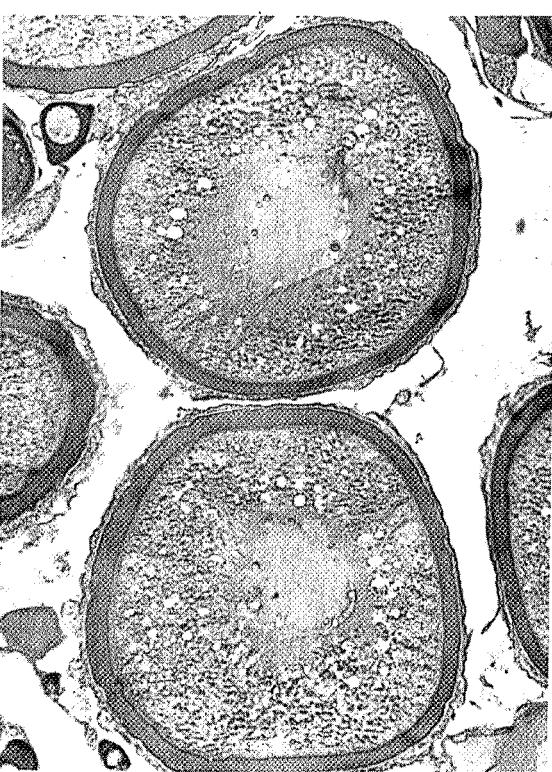


-b-



-c-

100 μ



-d-

Planche 18 - L'ovogenèse chez *Solea laskaris* :

- a - ovocytes immatures en accroissement lent (janvier)
- b - ovocytes en début de vitellogenèse et en vitellogenèse peu avancée (mai)
- c - ovocyte en début de vitellogenèse : les inclusions (mai)
- d - ovocytes du premier lot en vitellogenèse avancée (avril)

4.3. LE CYCLE SEXUEL DE *BUGLOSSIDIUM LUTEUM* (Tab.62 ; Pl.19)

Quelques ovocytes du stock de réserve commencent à s'accroître en septembre, mais les premiers globules vitellins ne s'y disposeront en couronne qu'au mois de janvier. Les deux ou trois mois suivants leur apporteront la maturité nécessaire à leur fécondation.

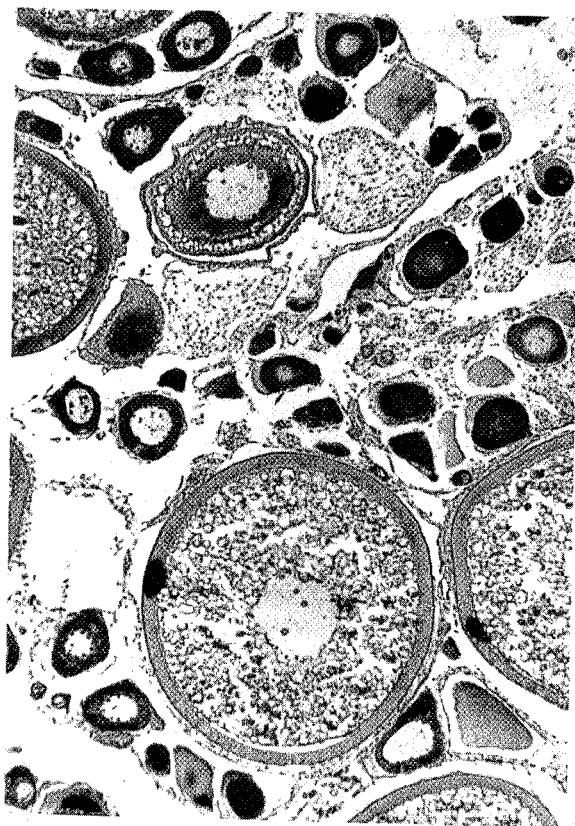
Comme chez la Sole, deux lots d'ovocytes se différencient par leur état de maturation et leur diamètre dans les ovaires de *Buglossidium luteum* en cours de vitellogenèse. La variabilité des tailles apparaît distinctement en février quand les réserves vitellines accumulées commencent à gonfler les ovocytes du premier lot.

Les premiers oeufs mûrs peuvent être pondus vers la fin du mois de mars, mais les follicules vides se trouvent surtout dans les ovaires de femelles capturées en avril, mai ou juin. Les petits ovocytes, dont la maturation a progressé depuis février, ne dépassent pas 300 μ de diamètre en mai : ils seront pondus en juin et juillet.

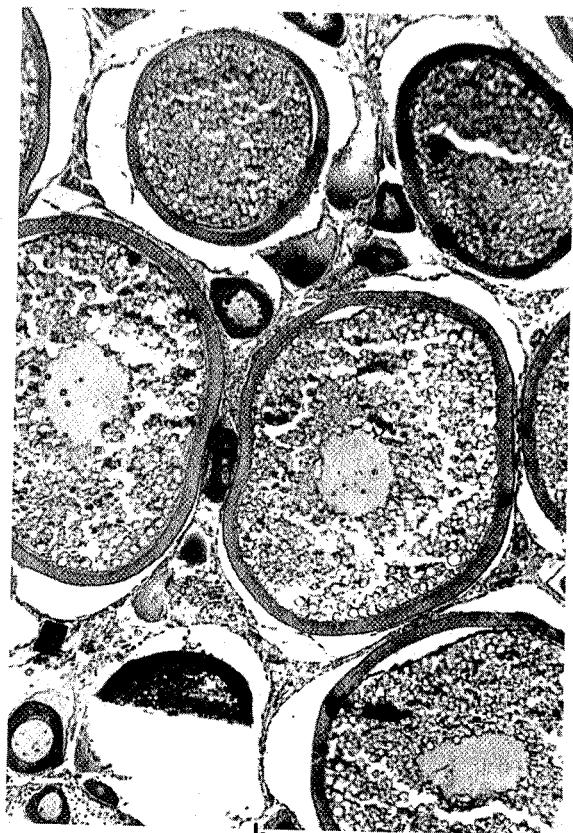
La plupart des femelles retrouvent leur repos sexuel en août, mais des émissions d'oeufs tardives, dues surtout aux jeunes, ne peuvent pas être exclues.

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	\varnothing MAX. OVOCYTES
SEPTEMBRE	Début d'accroissement lent	85 μ
DECEMBRE	Accroissement lent Hétérogénéité cytoplasmique	135 μ
JANVIER	Début de vitellogenèse (globules en couronne)	160 - 180 μ
FEVRIER	Ovocytes de taille très variable (deux lots) Vitellogenèse peu ou assez avancée	150 - 160 μ 210 - 275 μ
MARS	Ovocytes de taille très variable Vitellogenèse avancée Début possible des pontes	135 - 145 μ 360 - 380 μ
AVRIL	Ovocytes de taille très variable Ponte en cours	180 - 275 μ 370 - 420 μ
MAI	Ovocytes de taille très variable Ponte en cours	250 - 300 μ 420 μ
JUIN	Ponte en cours	400 μ
JUILLET	Ponte en cours Fin de ponte du deuxième lot	230 - 380 μ

Tableau 62 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Buglossidium luteum*.

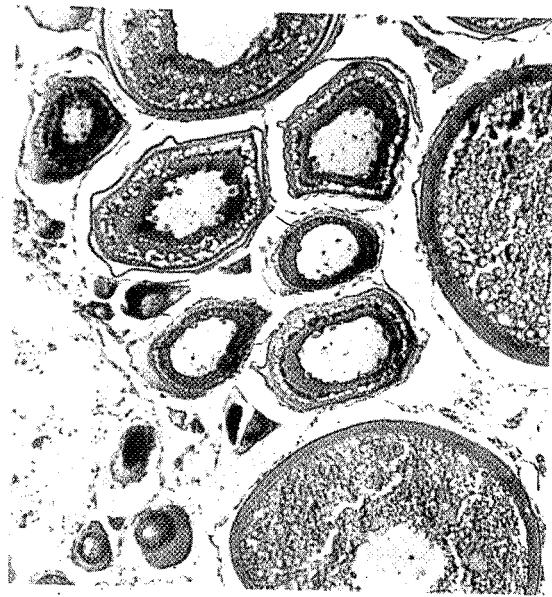


-a-

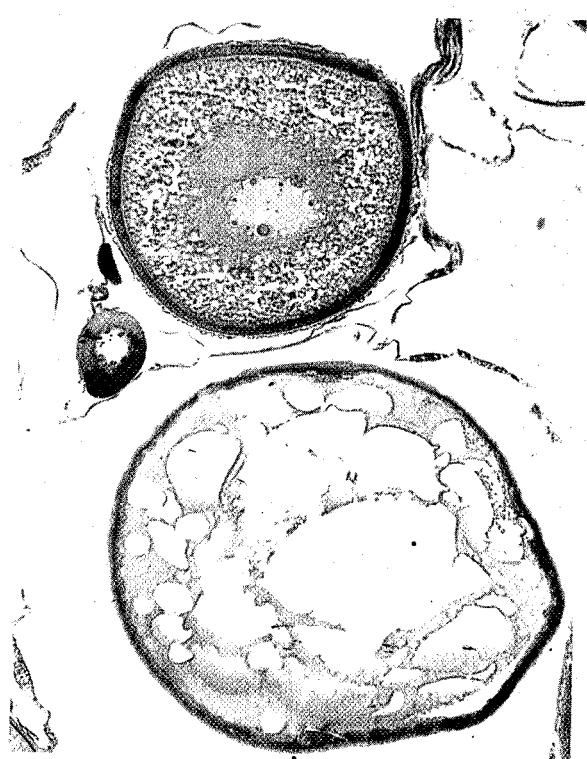


-b-

100 μ



-c-



-d-

Planche 19 - L'ovogénèse chez *B. luteum* :

- ovocytes immatures du lot de réserve et ovocytes en maturation (février)
- ovocytes du premier lot en vitello-génèse avancée (février)
- ovocytes du second lot en début de vitellogenèse (février)
- ovocyte en vitellogenèse assez avancée et ovocyte mûr hyalin (avril)

4.4. LE CYCLE SEXUEL DE *MICROCHIRUS VARIEGATUS* (Tab.63 ; Pl.20)

L'accroissement lent des ovocytes de *Microchirus variegatus* débute en octobre. Les deux lots du stock qui sera pondu s'isolent en novembre : les plus gros œufs mesurent 470 μ de diamètre ; les plus petits n'en sont encore qu'au début de leur vitellogenèse et ne dépassent pas 210 μ .

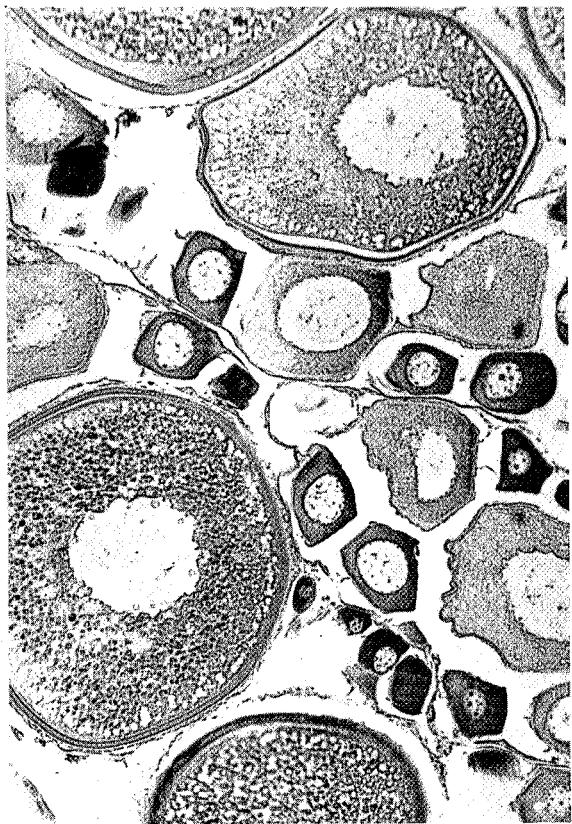
Déposés pendant l'hiver, les globules vitellins remplissent en mars les œufs du premier lot qui commencent à quitter l'ovaire dans le courant du mois.

Les pontes continuent et deviennent de plus en plus nombreuses en avril-mai ; les ovocytes du second lot tendent à remplacer alors les plus grands, expulsés pendant les premières émissions. Ils constitueront l'essentiel des pontes en juin et juillet ; celles-ci, déjà rares en août, deviennent nulles en septembre. Tous les ovocytes mûrs ne sont pas pondus : une petite proportion reste dans l'ovaire et y dégénérera.

En septembre de nombreux petits ovocytes entourent les follicules en atrésie. Certains commencent déjà à s'accroître, mais ils mesurent pour la plupart moins de 100 μ .

MOIS	ETAPES DE LA MATURATION	\varnothing MAX. OVOCYTES
OCTOBRE	Accroissement lent Hétérogénéité cytoplasmique	105 - 160 μ
NOVEMBRE	Début de vitellogenèse Vitellogenèse assez avancée Deux lots d'ovocytes	210 μ 420 - 470 μ
DECEMBRE	Vitellogenèse avancée Vitellogenèse assez avancée (deuxième lot)	315 μ 470 - 525 μ
JANVIER	Vitellogenèse très avancée	525 - 580 μ
FEVRIER	Vitellogenèse très avancée Début vitellogenèse (deuxième lot)	273 μ 580 μ
MARS	Vitellogenèse très avancée Début de ponte	580 - 630 μ
AVRIL	Vitellogenèse très avancée Ponte en cours	580 - 630 μ
MAI	Vitellogenèse très avancée Ponte en cours Stades de post-ponte Nouvelle poussée d'ovocytes	525 - 580 μ
JUILLET	Vitellogenèse très avancée Ponte en cours Stades de post-ponte	525 - 560 μ
SEPTEMBRE	Ponte finie Ovocytes atrésiques Début d'accroissement lent	105 μ

Tableau 63 - Les étapes du cycle sexuel et de la maturation des ovaires chez *Microchirus variegatus*.



-a-

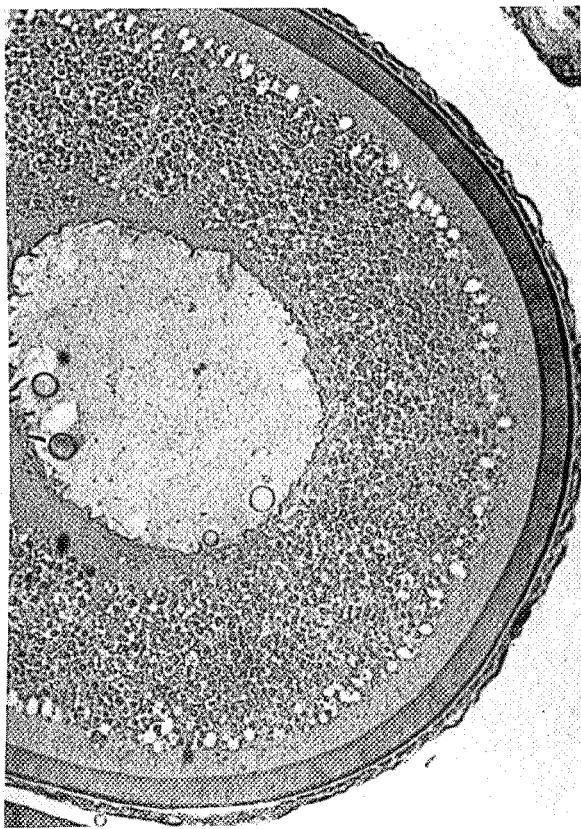


-b-

100 μ



-c-



-d-

100 μ

Planche 20 - L'ovogenèse chez *M. variegatus* :

- a - les deux lots d'ovocytes en maturation (novembre)
- b - ovocytes en accroissement lent, en début de vitellogenèse et en vitello-génèse assez avancée (juillet)
- c - ovocyte en début de vitellogenèse : les inclusions (juillet)
- d - ovocytes en vitellogenèse assez avancée : les inclusions et la membrane (juillet)

5. LA FECONDITE DES ESPECES

5.1. LA FECONDITE DE *SOLEA VULGARIS**

Nous avons étudié la distribution des ovocytes et suivi leur évolution chez vingt-six soles de longueurs totales comprises entre 34,5 cm et 54,0 cm. Vingt-deux femelles, capturées en décembre et en janvier, n'avaient pas encore pondu ; leurs ovaires nous ont permis d'en établir les fécondités absolues et relatives. Quatre femelles, pêchées en février, étaient en cours ou en fin de ponte : nous les avons éliminées des calculs de fécondités.

• Chez la Sole, tous les ovocytes de diamètres inférieurs à 240 μ entrent dans le stock de réserve ; ceux de diamètres supérieurs seront pondus dans l'année.

Au mois de décembre les soles matures de toutes tailles ont dans leurs ovaires des ovocytes à tous les stades de maturation. Les gros ovocytes ne sont pas rares mais ceux en début de vitellogenèse sont toujours les plus abondants (Fig. 81).

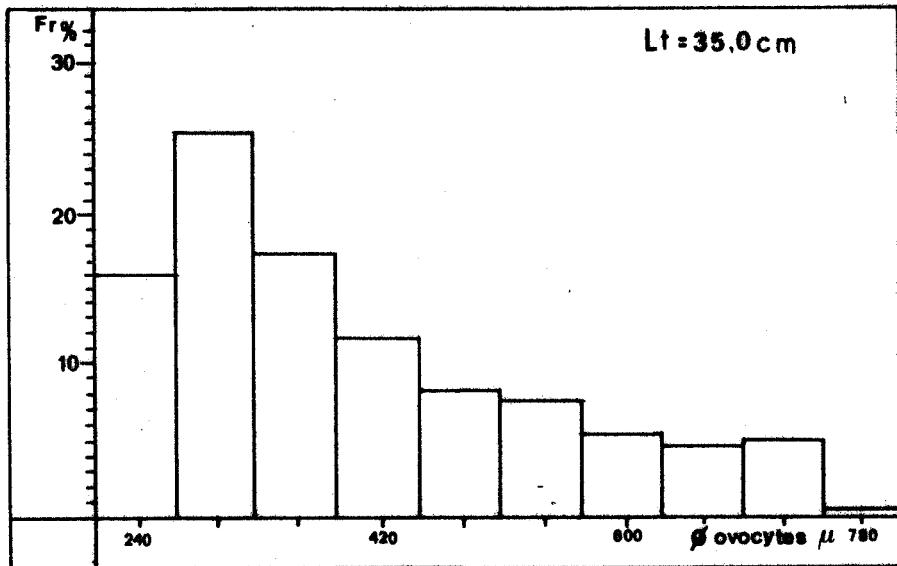


Fig. 81

*Etude réalisée avec la collaboration de A. LE FOLL.

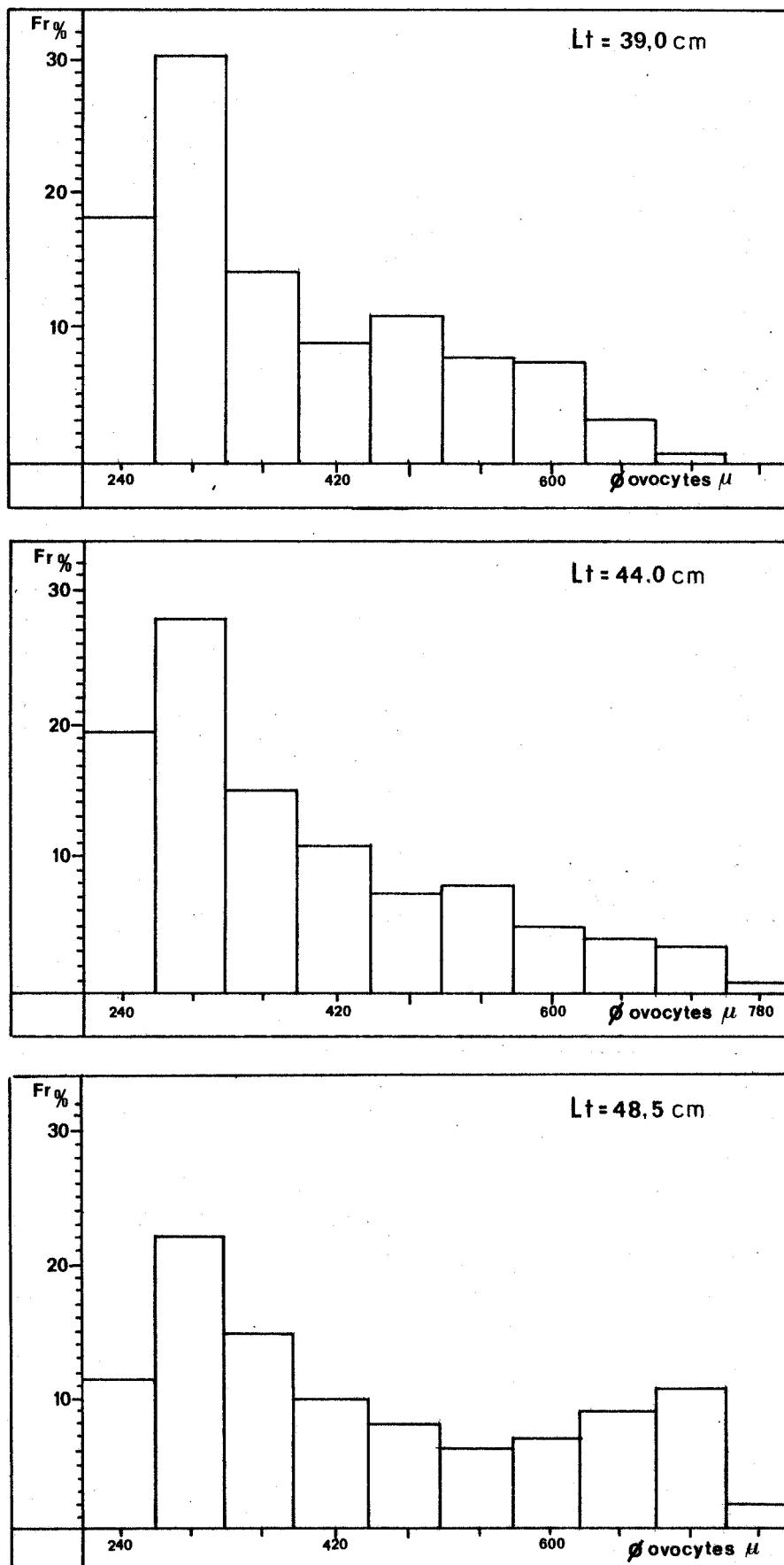


Fig. 81 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez quatre Soles *S. vulgaris* à la fin du mois de décembre.

L'hétérogénéité des diamètres d'ovocytes s'accentue en janvier, surtout chez les grandes femelles (Fig. 82). La proportion d'oeufs proches de leur maturité complète devient plus importante et les fréquences de taille des ovocytes tendent à s'uniformiser. Ceux en début de maturation, moins nombreux, restent toujours présents. Vers la fin du mois de janvier l'uniformité des fréquences gagne les plus petites femelles (Fig. 83).

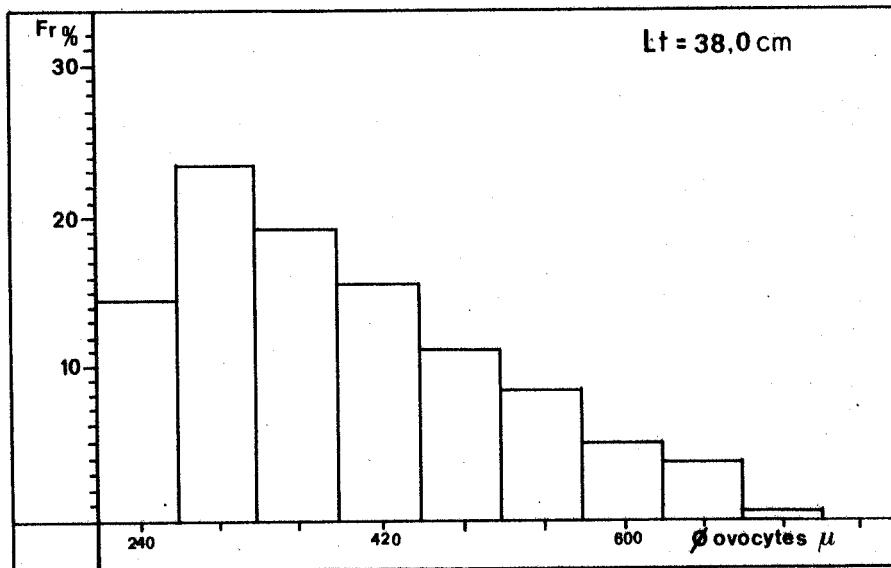
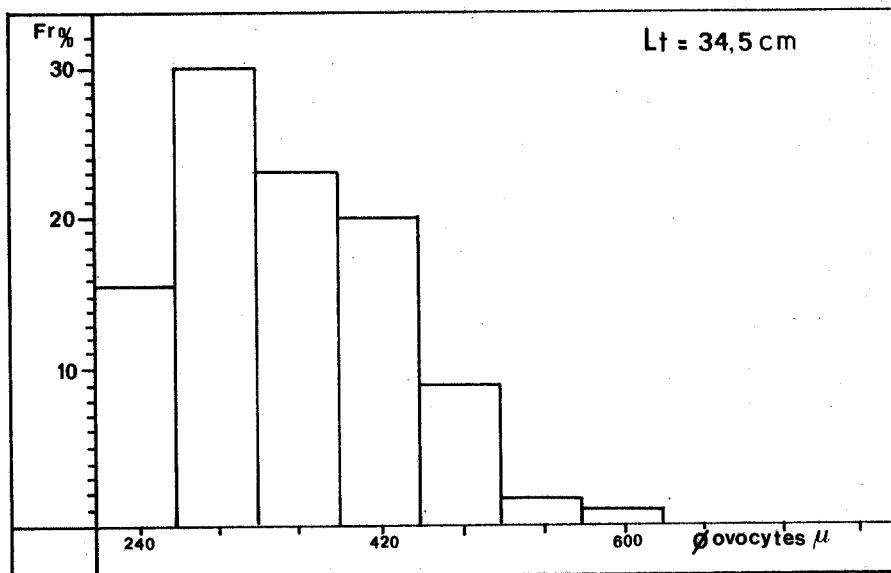


Fig. 82

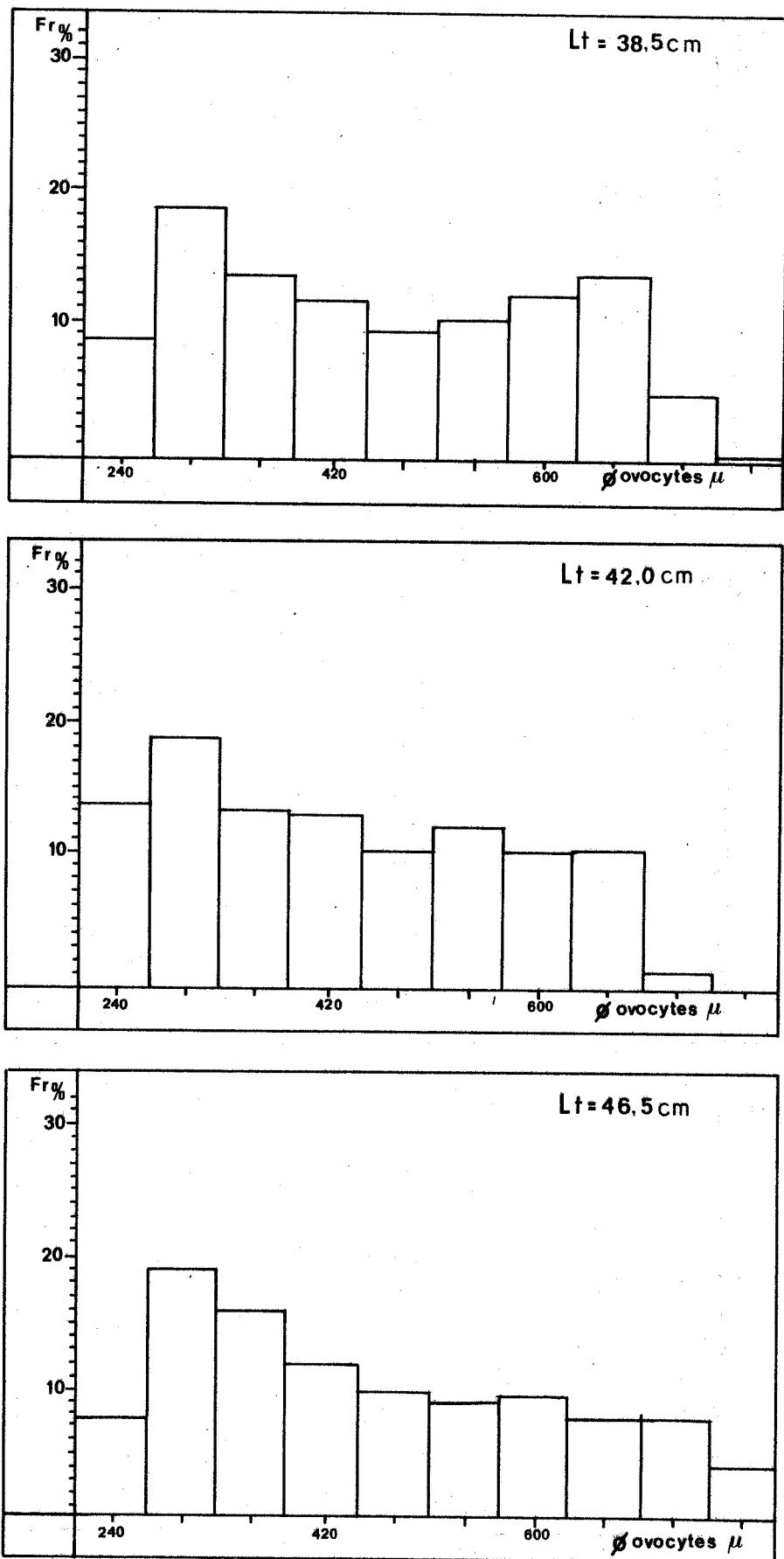


Fig. 82 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez cinq Soles *S. vulgaris* au début du mois de janvier.

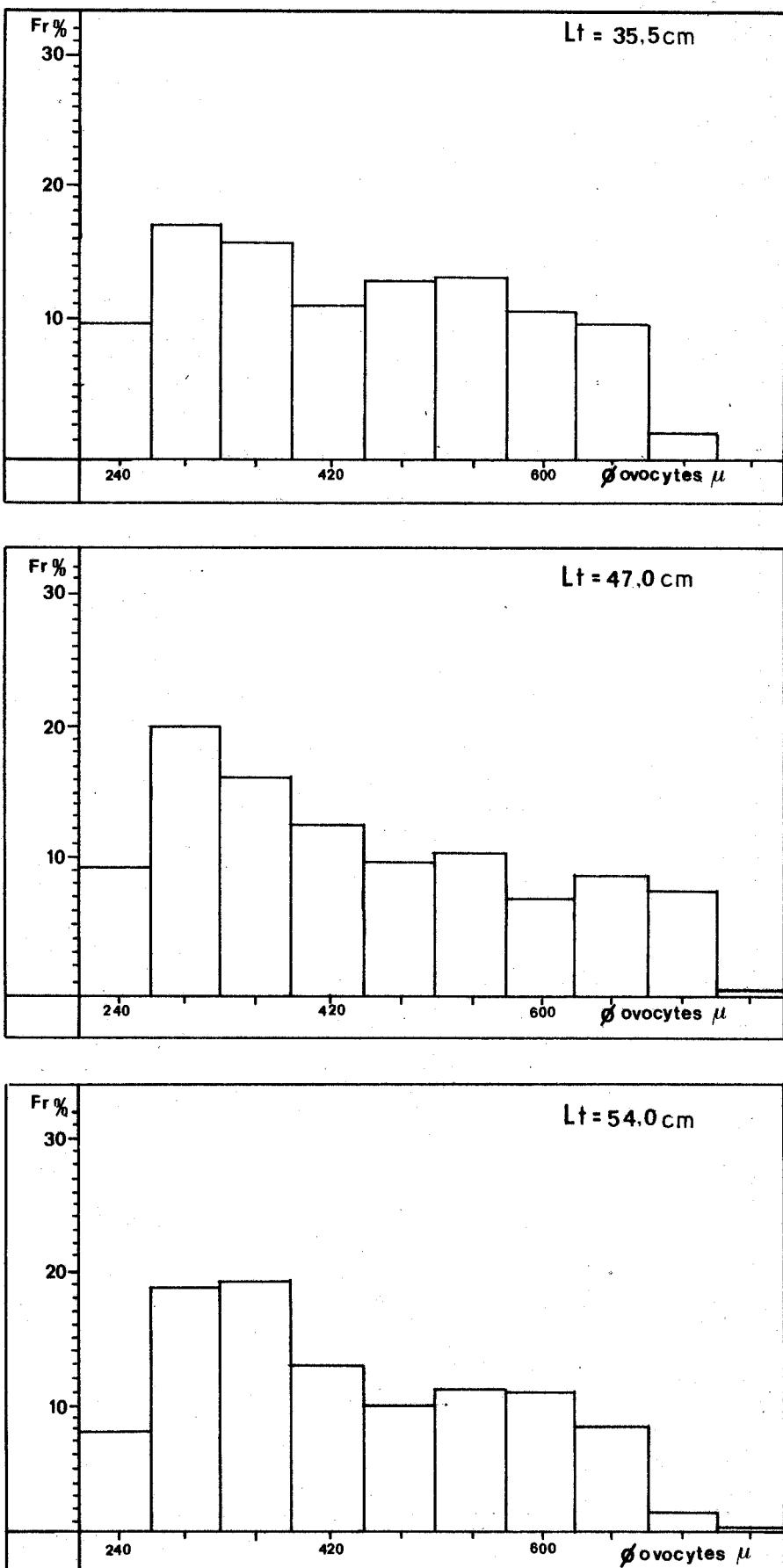


Fig. 83 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez trois Soles *S. vulgaris* au milieu du mois de janvier.

A la fin de février, les petits ovocytes deviennent beaucoup plus rares et l'ensemble des lots se décale vers de plus grands diamètres (Fig. 84). La plupart des poissons ont émis une partie de leurs oeufs, d'autres sont en fin de ponte. Il n'existe plus en février de nouvelles maturations d'ovocytes.

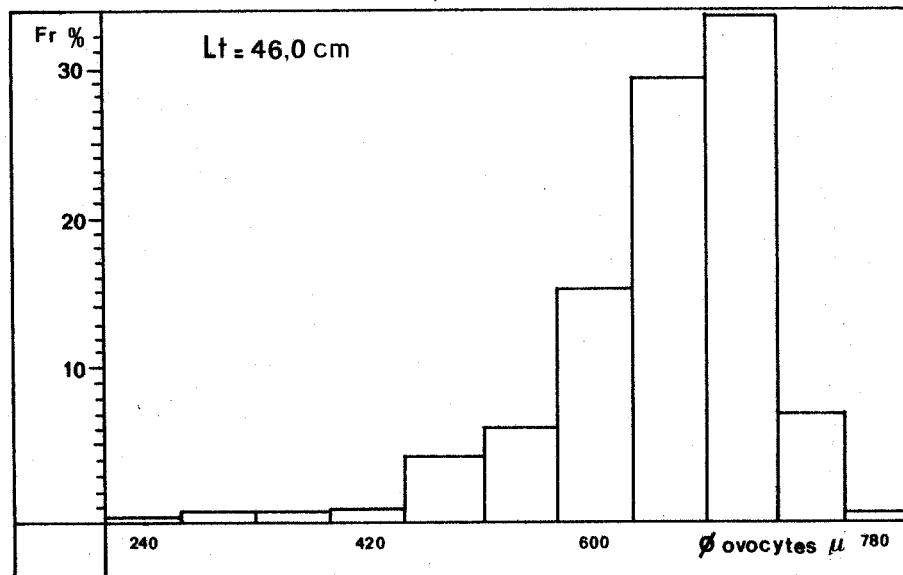
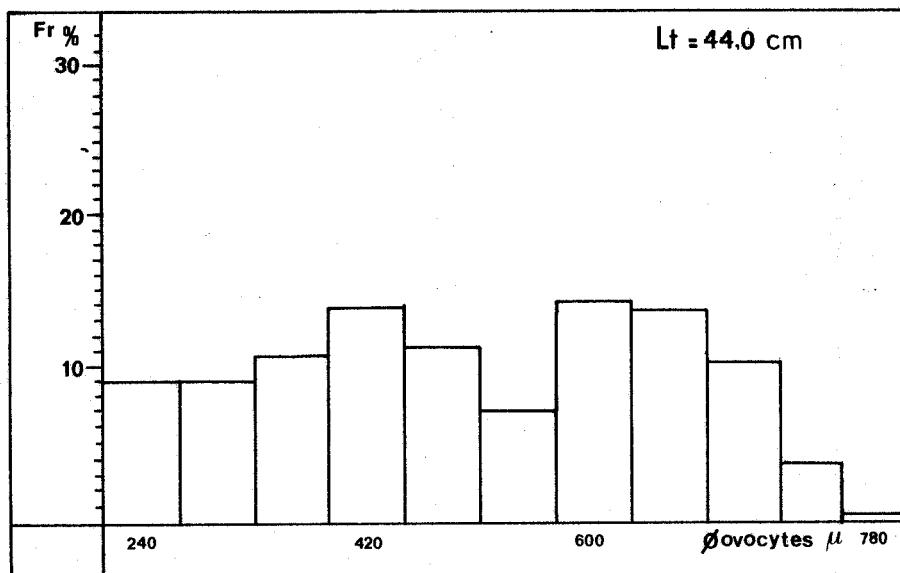


Fig. 84 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez deux Soles *S. vulgaris* à la fin du mois de février.

• La fécondité absolue individuelle varie de $1,3 \times 10^5$ à $9,0 \times 10^5$ œufs ; elle dépend de la longueur, mais surtout du poids du poisson, et augmente avec le poids des ovaires. L'âge se présente, encore une fois, comme la plus mauvaise référence de prédiction (Fig. 85 et 86 ; Tab. 64).

La fécondité relative moyenne est de 519 œufs par gramme de poisson.

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
34,5	435	9,0	5 ⁺	2,2	134 557	309
35,0	432	29,3	4 ⁺	7,8	218 920	507
35,5	540	36,4	5 ⁺	7,7	222 000	411
37,0	565	47,7	4 ⁺	9,8	302 412	535
37,5	455	20,7	5 ⁺	5,2	181 037	398
37,5	643	50,6	4 ⁺	9,1	359 512	559
38,0	600	35,5	4 ⁺	6,8	248 761	415
38,0	550	44,5	5 ⁺	9,3	289 372	526
38,0	620	36,3	6 ⁺	6,7	387 073	624
38,5	715	67,9	6 ⁺	10,9	292 250	409
39,0	693	44,7	5 ⁺	7,5	536 423	774
39,5	765	67,1	6 ⁺	10,3	435 944	570
41,0	978	84,5	6 ⁺	10,2	557 593	570
41,5	880	83,2	8 ⁺	11,1	322 081	366
42,0	745	48,7	6 ⁺	7,5	378 955	509
44,0	912	61,6	8 ⁺	7,8	582 348	639
44,0	1 050	79,0	7 ⁺	8,6	472 630	450
46,5	1 340	176,5	14 ⁺	16,0	725 325	541
47,0	1 090	107,6	7 ⁺	11,9	506 779	465
48,5	1 270	101,0	17 ⁺	9,3	591 855	602
49,0	1 350	157,4	10 ⁺	14,3	813 061	511
53,8	1 590	119,1	15 ⁺	8,6	897 092	564

Tableau 64 - *Solea vulgaris* : fécondités absolue et relative des femelles.

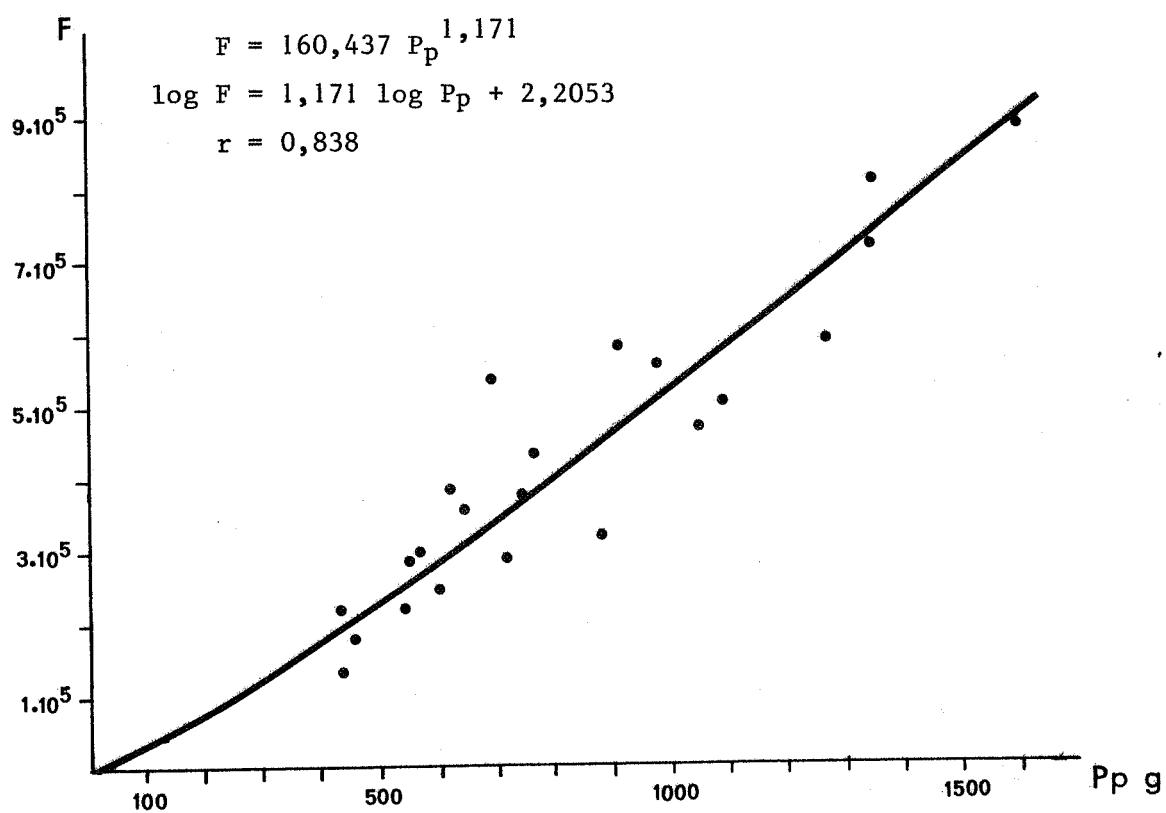
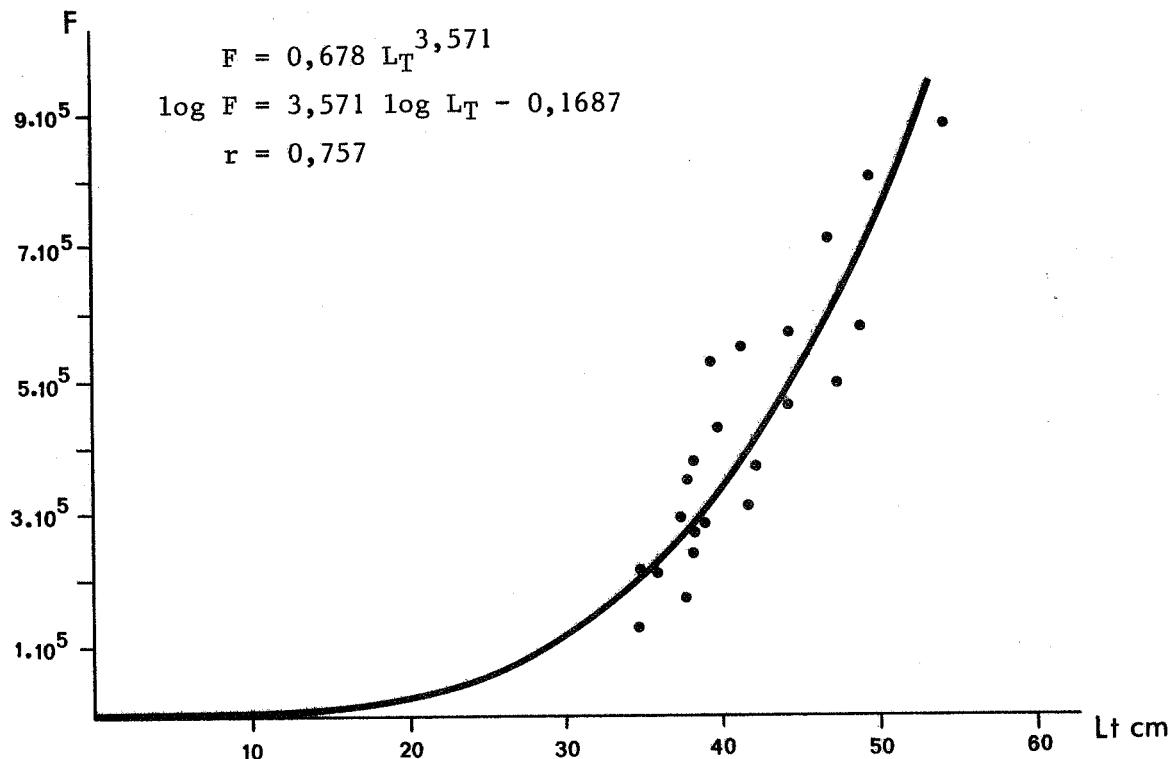


Fig. 85 - *Solea vulgaris* :
Relations fécondité absolue - longueur totale ($F-L_T$)
et fécondité absolue - poids du poisson ($F-P_p$)

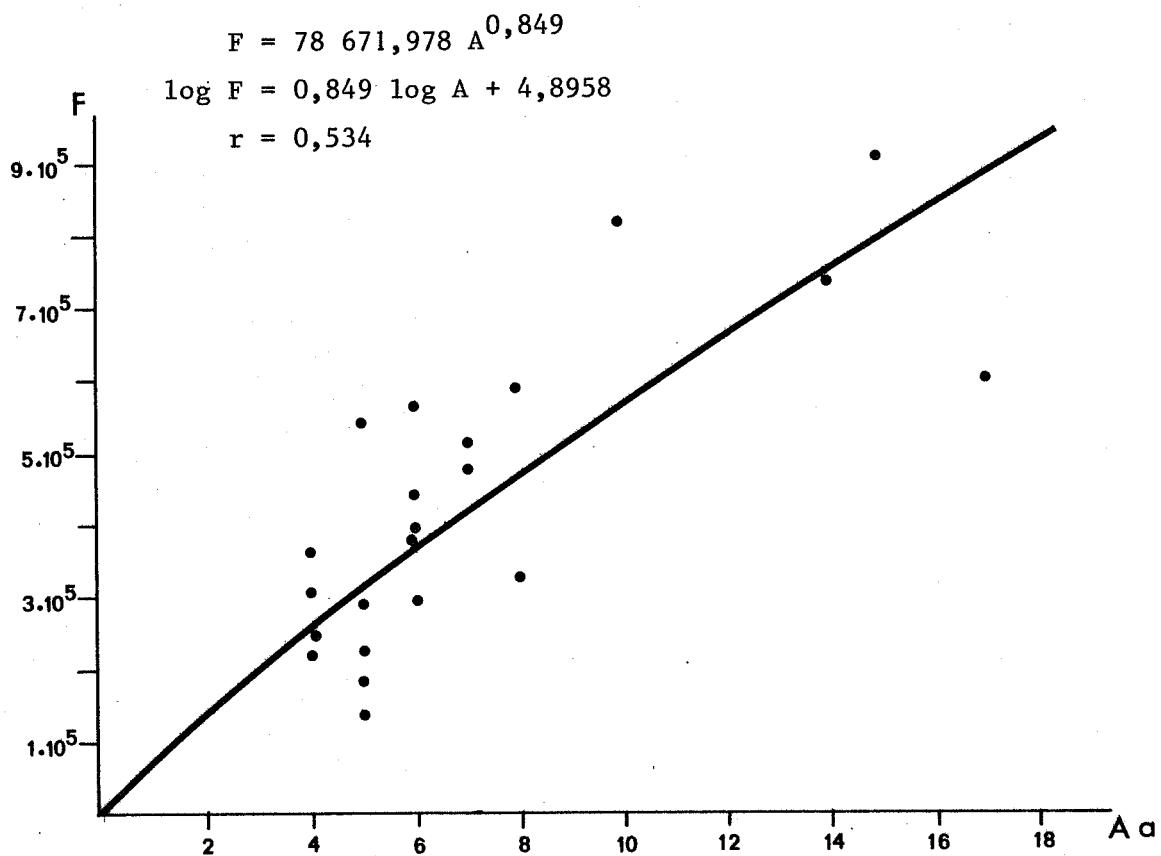
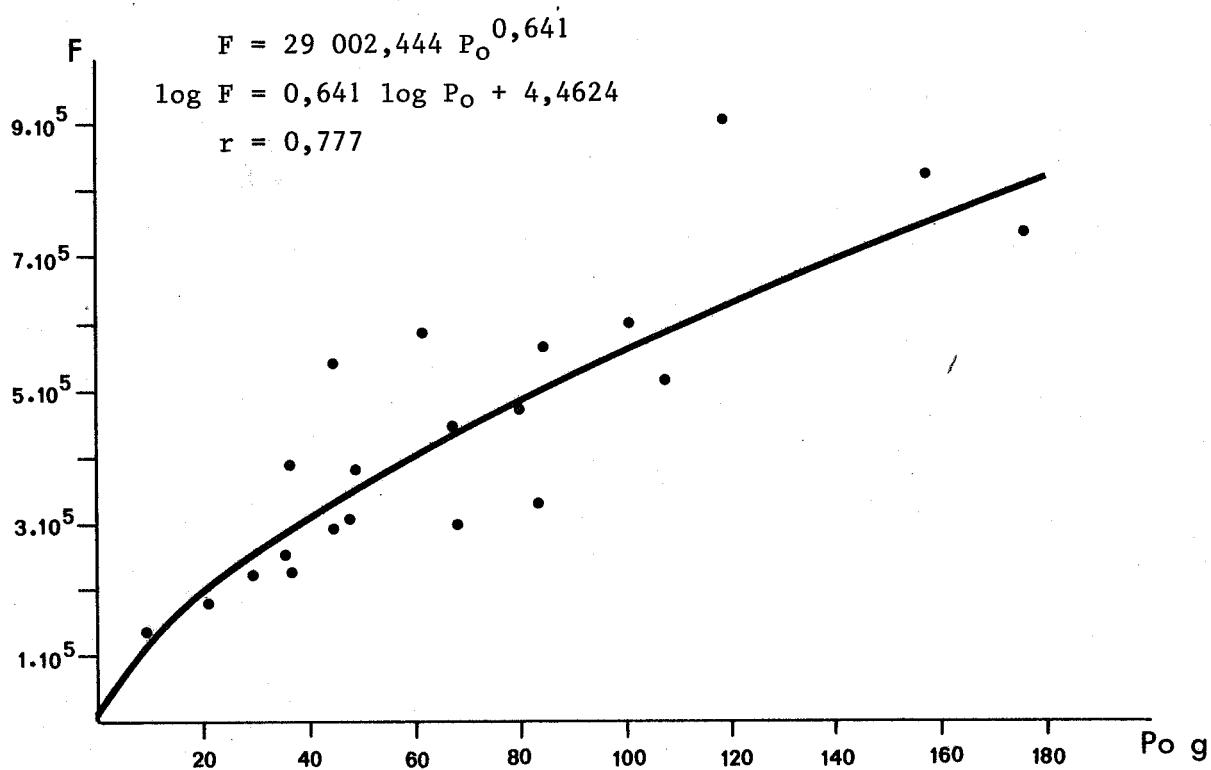


Fig. 86 - *Solea vulgaris* :
Relations fécondité absolue - poids des ovaires (F-Po)
et fécondité absolue - âge (F-A)

5.2. LA FECONDITE DE *BUGLOSSIDIUM LUTEUM**

Nous avons, pour cette étude, capturé trente-et-une femelles à la fin du mois d'avril 1978 et au début du mois de mars 1979 ; leurs longueurs totales variaient de 7,5 cm à 12,7 cm.

La distinction du lot d'ovocytes de réserve ne peut être faite, chez cette espèce, sans étude histologique préalable : il n'apparaît pas, en effet, au terme d'un examen de distribution de fréquence des diamètres d'oeufs (Fig. 87).

Seuls les ovocytes d'un diamètre supérieur ou égal à 140 μ sont susceptibles d'être pondus dans l'année ; les autres forment le lot de réserve.

Au début du mois de mars la maturation des ovaires des plus petites femelles n'est pas très avancée ; elle l'est bien plus chez les grands individus qui possèdent déjà de gros ovocytes dans leurs ovaires (Fig. 88). Les œufs en début de maturation prédominent, mais comme chez la Sole, en côtoient d'autres à des stades très variés de l'ovogenèse.

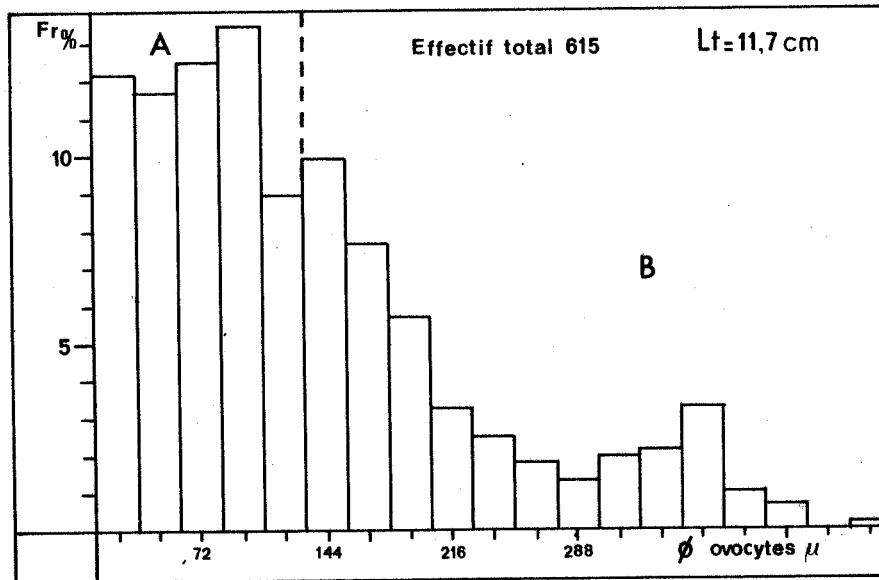


Fig. 87 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez *Buglossidium luteum* au mois de mars.
A - Ovocytes du lot de réserve.
B - Ovocytes susceptibles d'être pondus dans l'année.

*Etude réalisée avec la collaboration de G. AXIOTIS.

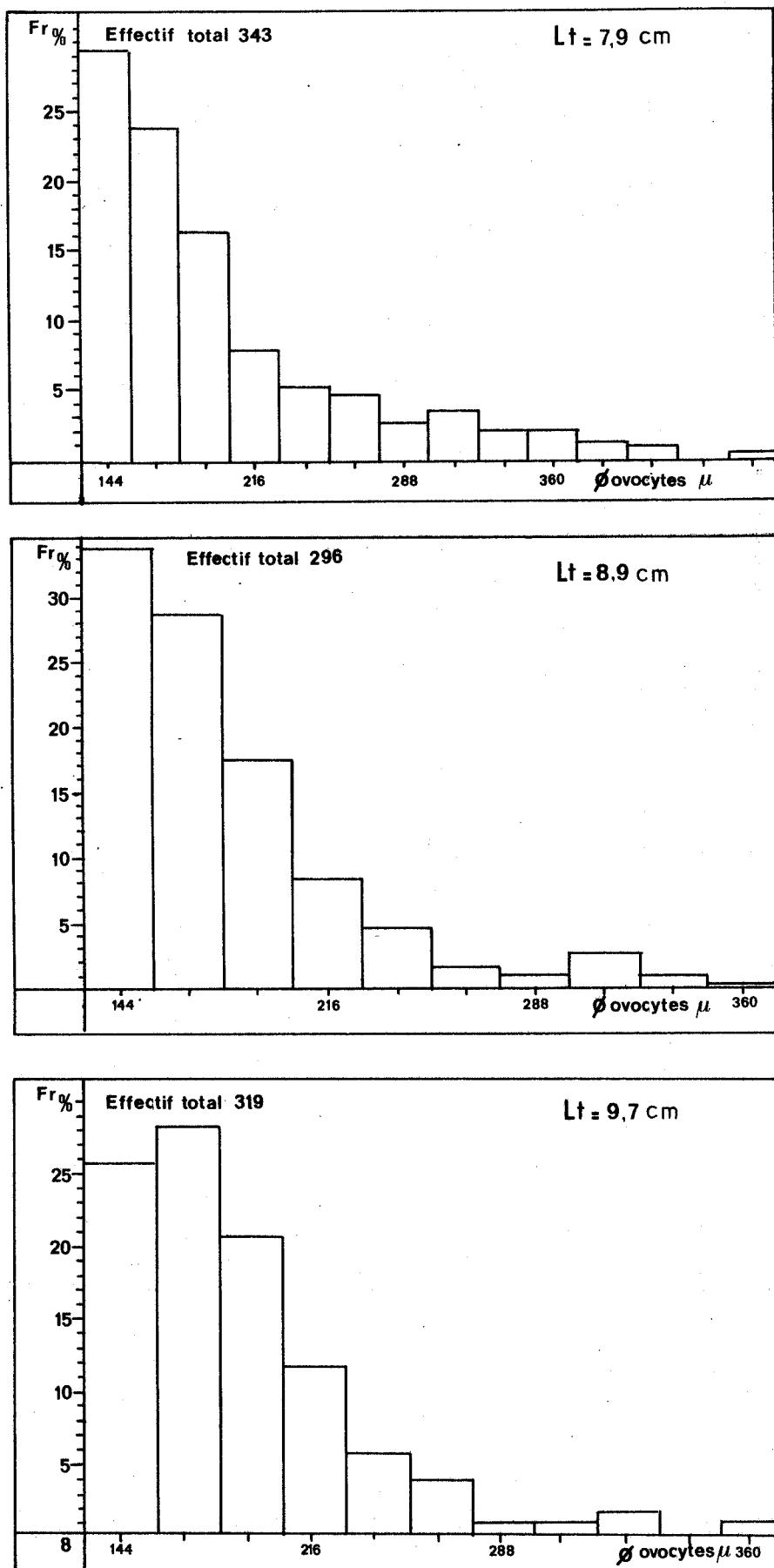


Fig. 88 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez six *Buglossidium luteum* au début du mois de mars.

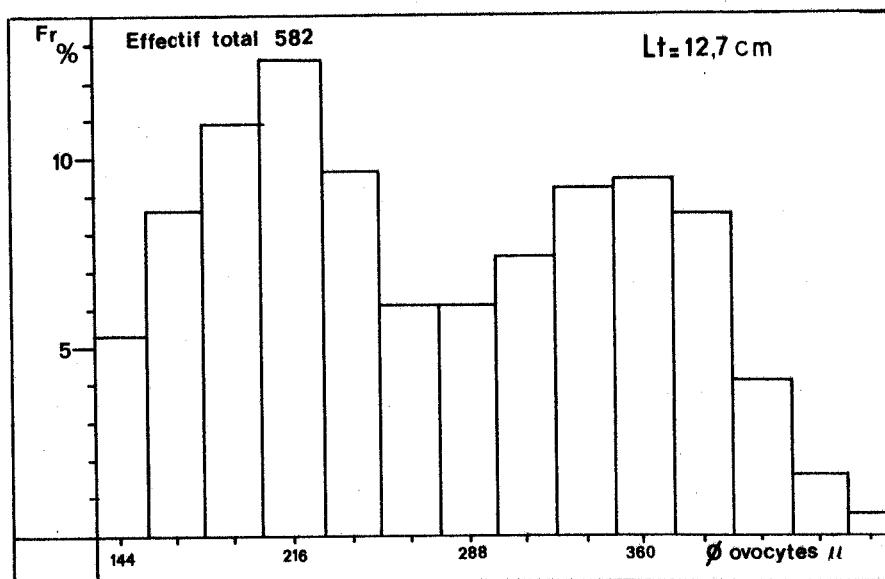
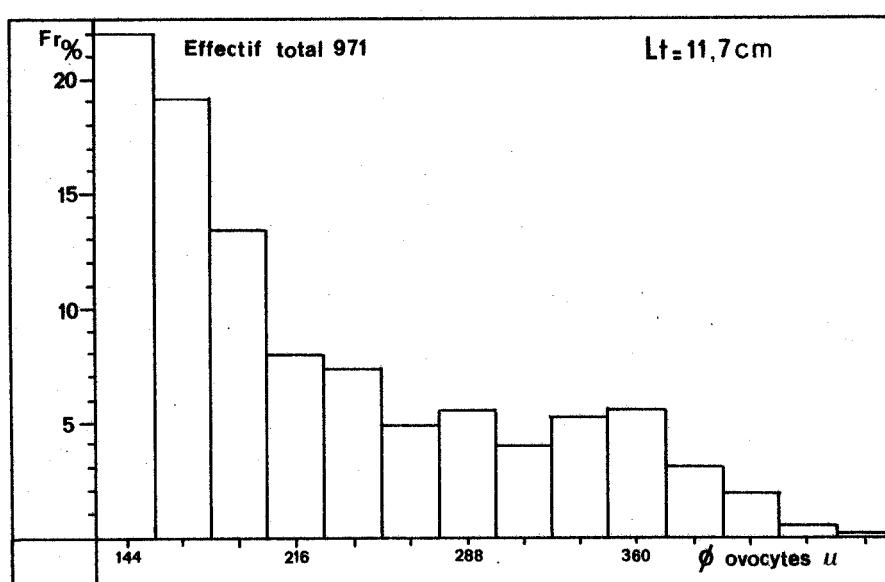
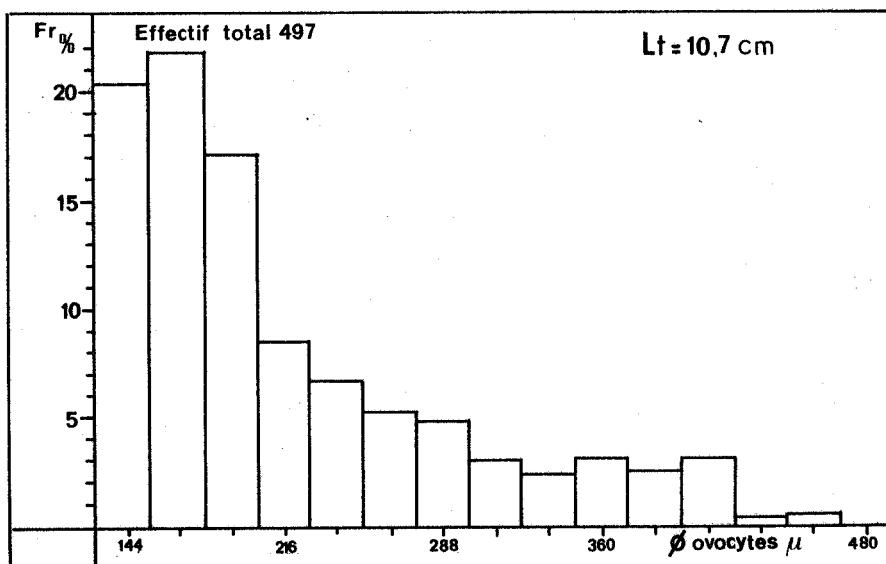


Fig. 88

La proportion d'ovocytes en fin de vitellogenèse augmente avec la taille. Chez les grandes femelles, ils forment un lot distinct qui sera émis le premier.

Les pontes de *B. luteum* seraient donc échelonnées dans le temps et se réaliseraient en deux vagues successives au moins. Les plus grandes femelles pondraient les premières.

A la fin du mois d'avril l'état de maturation des ovaires varie d'une femelle à l'autre (Fig. 89). Elles ne sont pas toutes prêtes à pondre, mais certaines ont déjà émis une partie de leurs œufs. Il n'y a pas, comme chez la Sole, de nouvelles poussées d'ovocytes après les premières pontes.

■ La fécondité absolue individuelle varie de $0,3 \times 10^4$ à $3,2 \times 10^4$ œufs ; elle augmente avec la longueur totale du poisson, mais, à tailles égales, les variations individuelles restent très grandes.

La fécondité absolue moyenne de l'espèce s'établit à 17 700 œufs.

Malgré un coefficient de corrélation significatif, l'âge des femelles devra être utilisé avec prudence pour une estimation de la fécondité de l'espèce. La longueur totale, le poids du poisson et le poids de ses ovaires, en donneront les meilleures valeurs approchées (Fig. 90 et 91).

La fécondité relative moyenne de *B. luteum* est de 1 340 œufs par gramme de poisson.

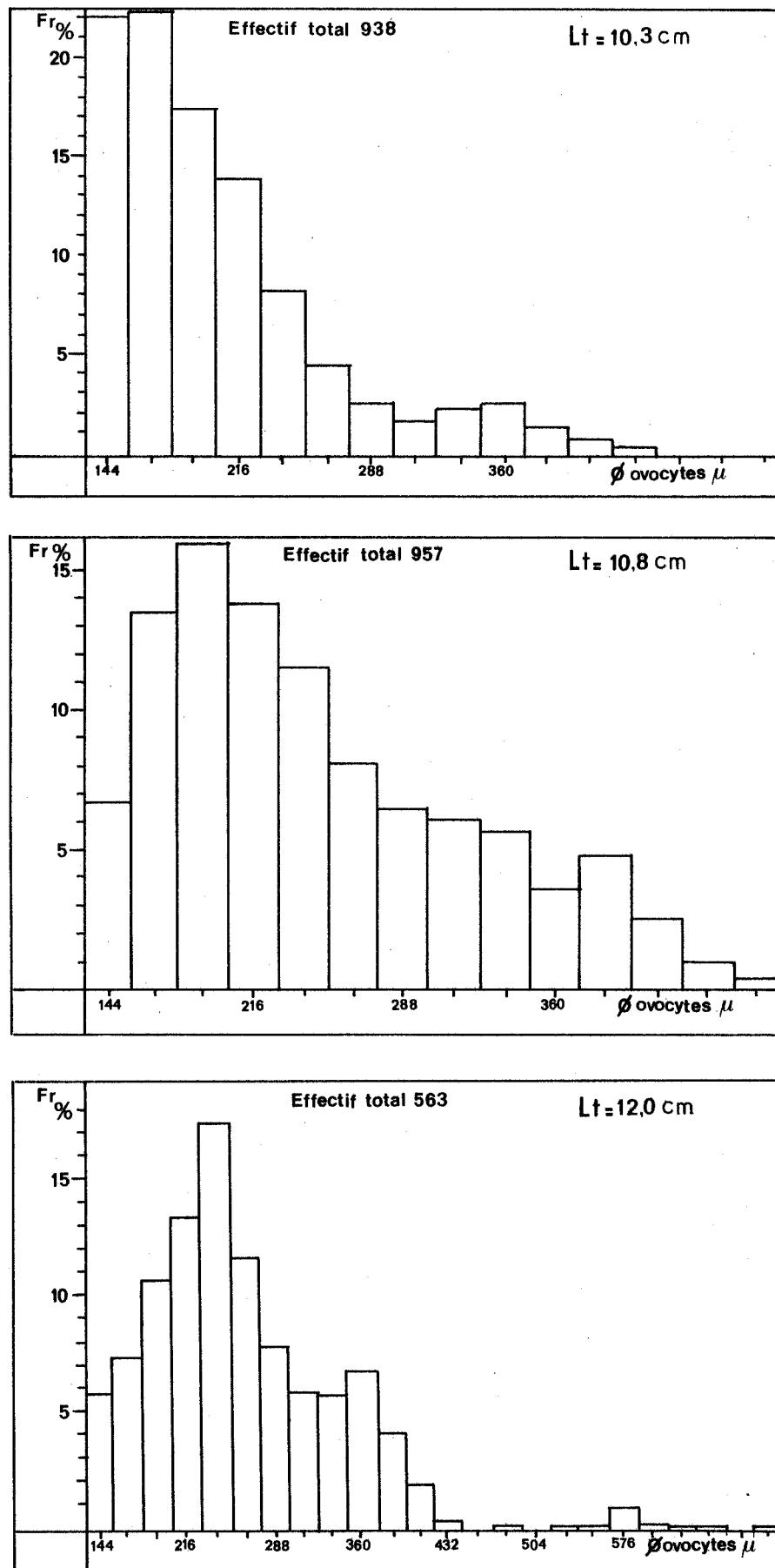


Fig. 89 - Distribution de fréquence des diamètres d'ovocytes chez trois *Buglossidium luteum* à la fin du mois d'avril.

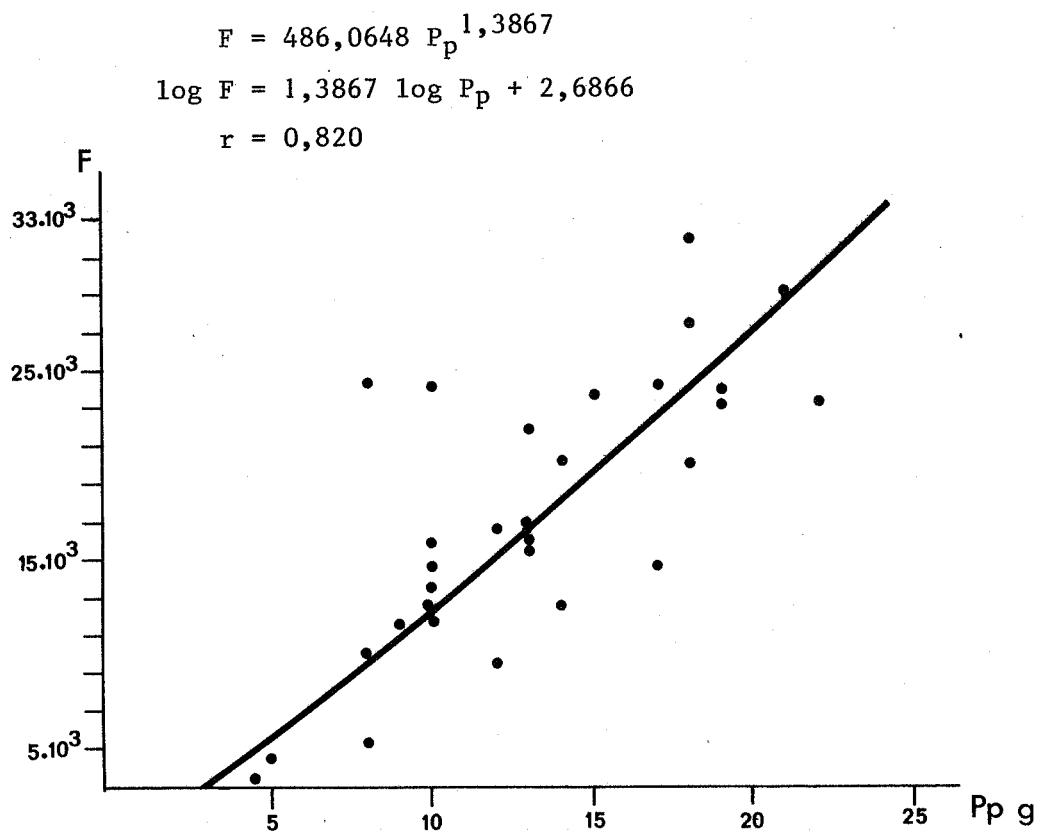
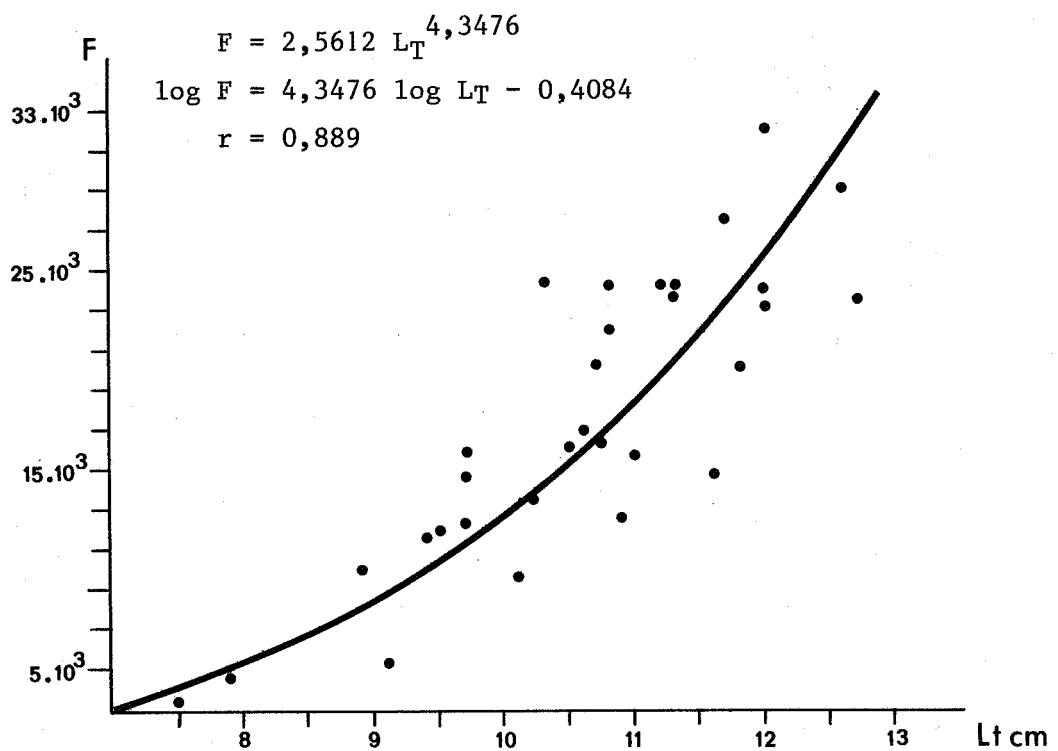


Fig. 90 - *Buglossidium luteum* :
Relations fécondité absolue - longueur totale ($F-L_T$)
et fécondité absolue - poids du poisson ($F-P_p$)

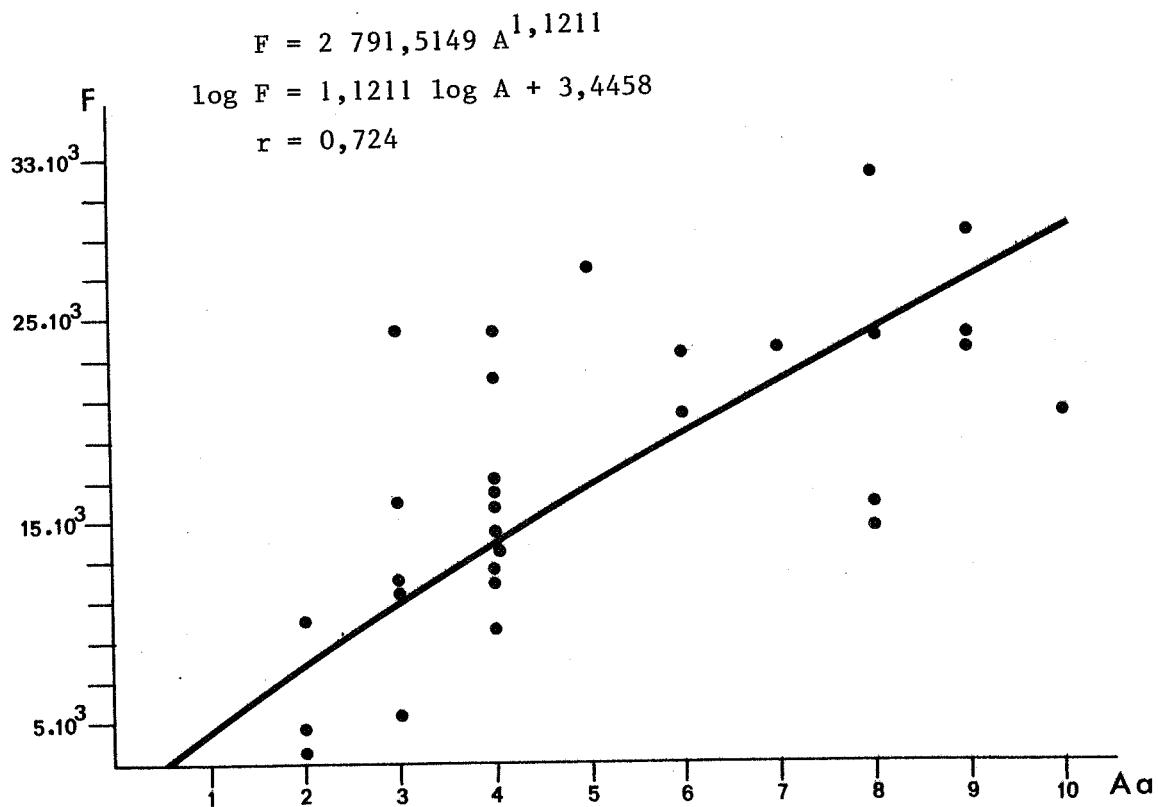
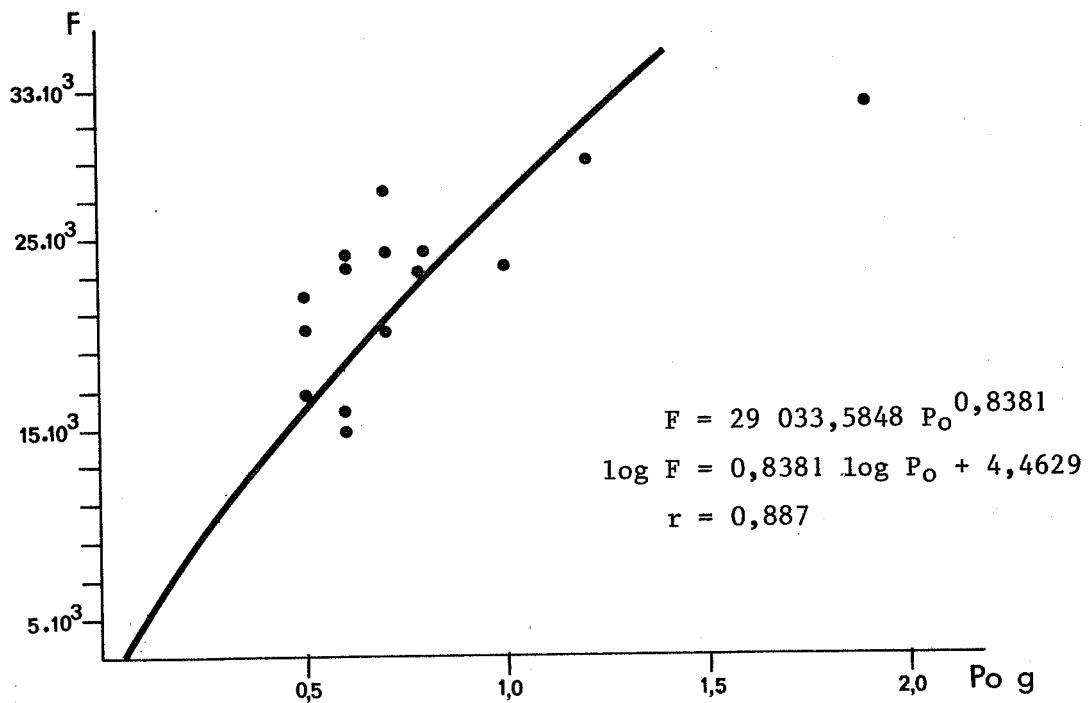


Fig. 91 - *Buglossidium luteum* :
Relations fécondité absolue - poids des ovaires ($F-P_o$)
et fécondité absolue - âge ($F-A_a$)

L_T (cm)	P_p (g)	P_o (g)	GROUPE (âge)	R.G.S.	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
7,5	4	0,1	2 ⁺	2,4	3 300	733
7,9	5	0,1	2 ⁺	1,8	4 560	912
8,9	8	0,5	2 ⁺	7,1	9 900	1 237
9,1	8	0,2	3 ⁺	2,7	5 300	662
9,4	9	0,4	3 ⁺	5,0	11 600	1 289
9,5	10	0,3	3 ⁺	3,7	11 900	1 190
9,7	10	0,3	4 ⁺	3,4	12 300	1 230
9,7	10	0,3	4 ⁺	3,3	14 700	1 470
9,7	10	0,3	3 ⁺	3,9	15 900	1 590
10,1	12	0,5	4 ⁺	5,0	9 600	800
10,2	10	0,3	4 ⁺	3,3	13 600	1 360
10,3	8	0,8	3 ⁺	13,3	24 400	3 050
10,5	13	0,6	4 ⁺	5,0	16 000	1 231
10,6	13	0,5	4 ⁺	4,2	16 850	1 296
10,7	12	0,5	4 ⁺	5,0	16 600	1 283
10,7	14	0,7	10 ⁺	5,8	20 250	1 446
10,8	10	0,7	4 ⁺	8,7	24 200	2 420
10,8	13	0,5	4 ⁺	4,2	22 000	1 692
10,9	14	0,5	4 ⁺	4,2	12 600	900
11,0	13	0,3	8 ⁺	2,5	15 700	1 208
11,2	17	0,7	8 ⁺	4,7	24 300	1 429
11,3	17	0,8	8 ⁺	5,3	24 200	1 423
11,3	15	0,6	9 ⁺	4,6	23 700	1 580
11,6	17	0,6	8 ⁺	3,7	14 800	670
11,7	18	0,7	5 ⁺	4,4	27 500	1 528
11,8	18	0,5	6 ⁺	3,1	20 200	1 122
12,0	18	1,9	8 ⁺	12,7	32 100	1 783
12,0	19	0,6	9 ⁺	3,5	24 000	1 263
12,0	19	0,8	6 ⁺	4,7	23 200	1 221
12,6	21	2,2	9 ⁺	6,7	29 200	1 390
12,7	22	2,0	7 ⁺	5,3	23 520	1 069

Tableau 65 - *Buglossidium luteum* : fécondités absolue et relative des femelles.

V. LES OEUFS ET LES LARVES : LEURS PERIODES D'APPARITION DANS LE PLANCTON*

1. LES OEUFS ET LES LARVES DE BOTHIDAE

Les œufs pondus et fécondés des arnoglosses mesurent moins d'un millimètre de diamètre :

- de 0,60 à 0,76 mm pour *Arnoglossus laterna*
- de 0,72 à 0,74 mm pour *Arnoglossus thori*
- de 0,75 à 0,76 mm pour *Arnoglossus imperialis*

Leur vitellus n'est pas segmenté et ils possèdent tous un globule huileux. La détermination des larves âgées n'est pas aisée et fait appel bien souvent au comptage de rayons des nageoires ou de vertèbres caudales. Quelques caractères morphologiques temporaires peuvent aider à les reconnaître ; ce sont :

- de petites épines distribuées sur la nageoire caudale, les contours pelvien et abdominal ;
- un filament tentaculaire frontal ;
- une vessie natatoire (RUSSELL, 1976).

Les larves d'*A. laterna* se métamorphosent à une taille variable, croissante du Nord au Sud : à 16 mm en Mer du Nord ; à 26-30 mm dans le golfe de Gascogne et à 20-24 mm en Méditerranée (PADOA, 1956). Elles apparaissent dans le plancton de Manche ouest de juin à octobre, mais sont plus abondantes en août et septembre (RUSSELL, 1976).

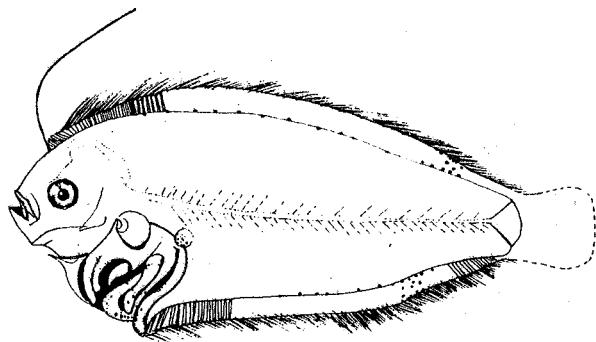


Fig. 92 - Larve d'*Arnoglossus thori* ($L_T = 130$ mm).

*Etude réalisée avec la participation de M.W. RABENEVANANA.

Les larves d'*A. thori* se métamorphosent à 20-25 mm ; celles d'*A. imperialis* auraient une vie planctonique plus longue et ne se métamorphoseraient pas avant 30 millimètres.

Nous avons attribué les quelques larves de Bothidae récoltées en baie de Douarnenez à *A. thori* (Fig. 92) bien que les critères de distinction avec celles d'*A. laterna* ne soient pas très évidents. Capturées en septembre 1976 le long de la côte du cap de la Chèvre, elles mesuraient 130 millimètres de longueur totale.

2. LES ŒUFS ET LES LARVES DE SCOPHTHALMIDAE

■ L'oeuf de Barbue *S. rhombus* mesure de 1,20 mm à 1,50 mm de diamètre et renferme un globule huileux. Plus gros que celui du Turbot, il s'en distingue par la pigmentation jaune de son vitellus.

La larve à l'éclosion mesure de 3,8 à 4,0 mm de long. Les xanthophores et les mélanophores enchevêtrés lui donnent une coloration très vive. De formes variables (punctiformes, étoilés, en mailles fines), ils se distribuent sur tout le corps sauf dans la partie postérieure. Sur la primordiale, ils forment une barre post-anale et une grosse tache au-dessus de la région anale. Ils enveloppent le vitellus d'un réseau très serré (Fig. 93). Les œufs et les larves de Barbue apparaissent dans le plancton de surface de la baie au mois de mars.

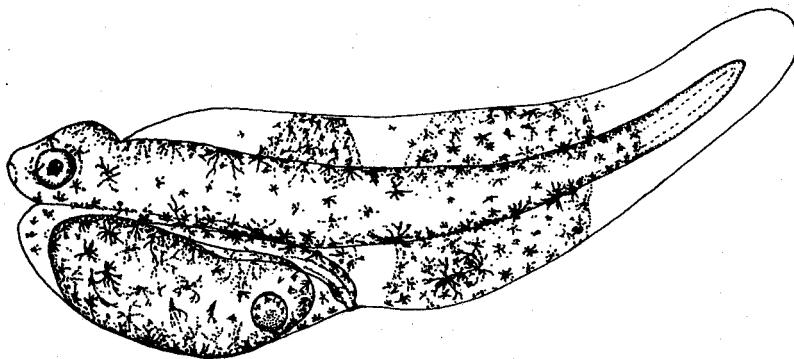


Fig. 93 - Larve de Barbue *S. rhombus* à l'éclosion ($L_T = 3,8$ mm).

• Les œufs embryonnés de *Zeugopterus punctatus* sont plus gros que ceux des *Phrynorhombus*. Les intervalles de diamètres donnés par KENNEDY (1973), sensiblement identiques à ceux rapportés par RUSSELL (1976), permettent d'éviter la confusion, assez fréquente, entre les deux genres.

<i>Zeugopterus punctatus</i>	0,92-1,07 mm	globule : 0,17 - 0,20 mm
<i>Phrynorhombus regius</i>	0,75-0,99 mm	globule : 0,14 - 0,18 mm
<i>Phrynorhombus norvegicus</i>	0,72-0,92 mm	globule : 0,094 - 0,157 mm

A l'éclosion la larve de *Z. punctatus* mesure 2,5-3,0 mm de long ; la résorption du vitellus est complète lorsqu'elle atteint 3,8-4,1 mm. Des larves de ce stade se récoltent en surface dans la baie de Douarnenez aux mois d'avril et mai (Fig. 94).

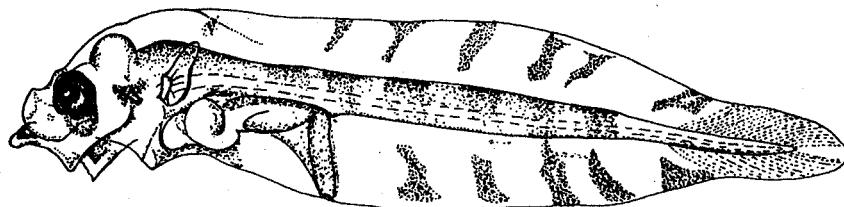


Fig. 94 - Larve de *Zeugopterus punctatus* ($L_T = 3,8$ mm)

La pigmentation, jaune et noire, caractéristique de la primordiale, en facilite la détermination ; elle rappelle celle de la larve de *Microstomus kitt*, mais s'en distingue par la forme conique de ses taches (huit dorsales, cinq ventrales). Les épines otocystiques de la région antérieure, la forme allongée du museau et la papille anale assez écartée du sac vitellin, sont autant de critères qui aideront à déterminer les larves de l'espèce.

• Les œufs de Turbot *P. maxima*, sphériques, mesurent de 0,91 mm à 1,20 mm de diamètre ; ils possèdent un globule de 0,15 mm à 0,22 mm.

Les larves éclosent neuf à dix jours après la fécondation à 10°C ; l'incubation ne dure que sept jours à 12°C et cinq jours à 14,5°C (JONES, 1972).

La larve à l'éclosion mesure de 2,7 mm à 3,0 mm. La distribution de ses

chromatophores ressemble à celle des larves de barbues mais les pigments sont, chez le Turbot, rouges et noirs. La larve reste vésiculée jusqu'à 3,9 mm ; la métamorphose commence vers 15 mm et se termine, selon les individus, à 27-35 mm. Les jeunes turbots mènent alors une vie benthique sur les nurseries infralittorales, à très faible profondeur.

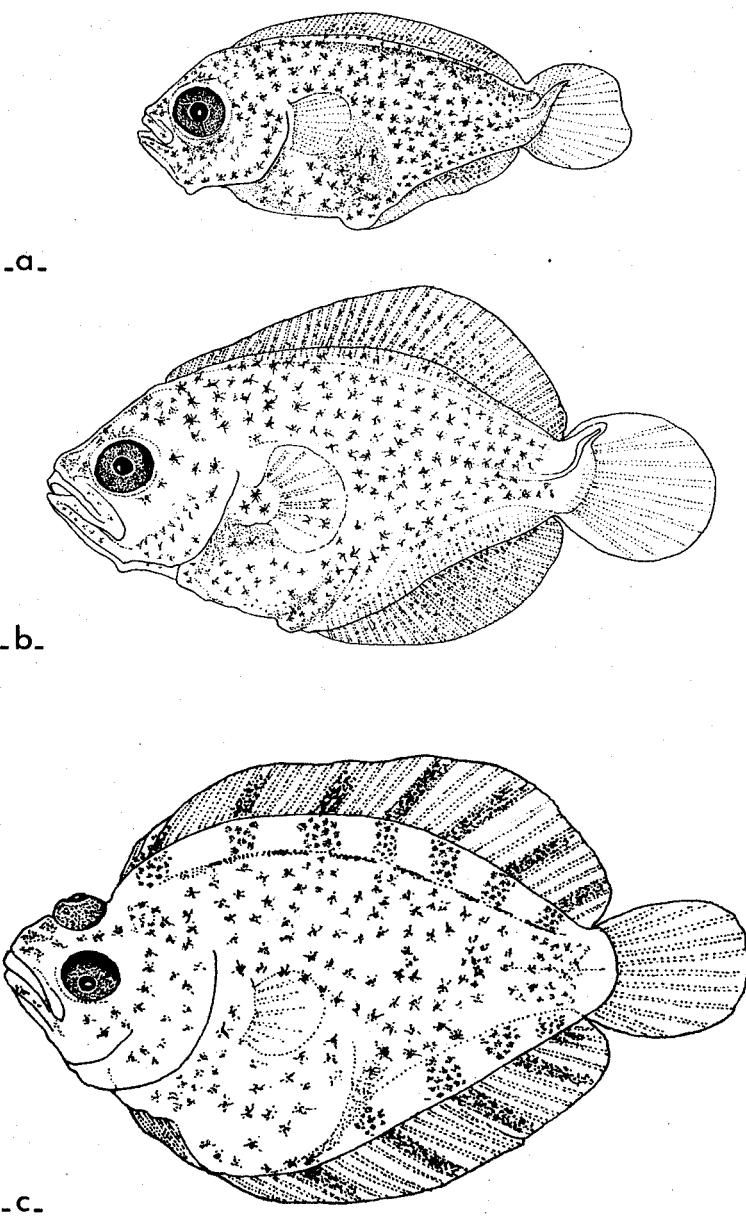


Fig. 95 - Larves de Turbot *P. maxima* capturées en juillet
à proximité de leur nerrerie.

- a - $L_T = 8,5 \text{ mm}$
- b - $L_T = 11,0 \text{ mm}$
- c - $L_T = 17,8 \text{ mm}$

Les larves âgées de Turbot arrivent à proximité immédiate de leurs nurseries à la fin du mois de juillet, en baie de Douarnenez : nous en avons capturé, à un quart de mille de la côte, le long des grandes plages de sable fin du fond de la baie. Elles se répartissent dans une tranche d'eau d'environ dix mètres d'épaisseur et fréquentent aussi la couche de surface. Les plus grandes larves récoltées étaient, à cette époque, en cours de métamorphose (Fig. 95).

3. LES OEUFS ET LES LARVES DE PLEURONECTIDAE

Les œufs fécondés de Plie *P. platessa* mesurent de 1,66 mm à 2,17 mm de diamètre (RUSSELL, 1976). Ils remontent en surface dès leur émission, y restent un moment puis coulent progressivement au fur et à mesure de la progression du développement embryonnaire.

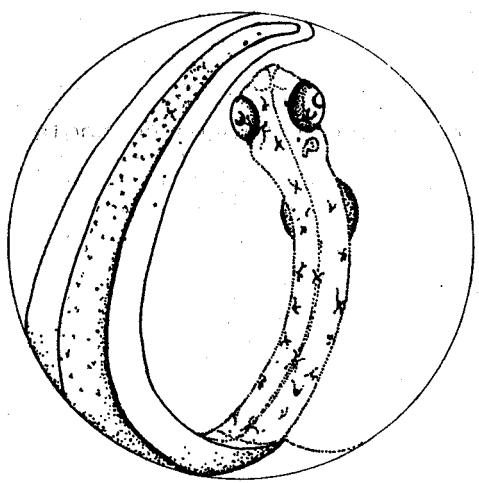
La température de surface au moment de la ponte dépasse rarement 10°C ; elle est en moyenne de 7,5°C à Southern Bight (SIMPSON, 1959a).

Les larves à l'éclosion mesurent de 6,0 mm à 7,5 mm ; véhiculées par les courants elles se métamorphosent, environ 45 jours plus tard, devant les nurseries.

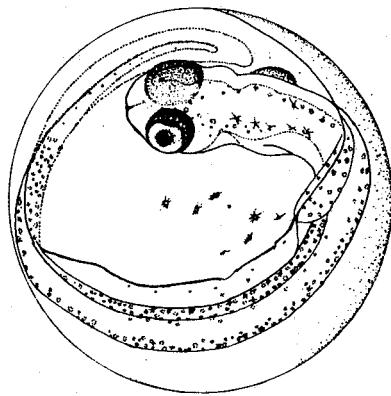
Les œufs embryonnés de Plie font partie du plancton de surface de décembre à février en baie de Douarnenez. Ils sont toujours assez rares dans la couche d'eau superficielle, d'une épaisseur inférieure à un mètre.

Les yeux de la larve se pigmentent avant l'éclosion ; des mélanophores étoilés et des chromatophores punctiformes jaune vif parsèment ses régions dorsale et ventrale. L'extrémité caudale est dépigmentée. La primordiale porte quelquefois de minuscules taches mélaniques.

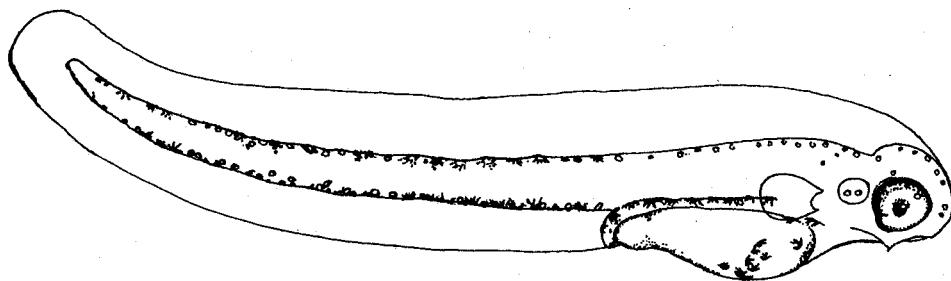
Les larves écloses de ces œufs récoltés en mer mesuraient entre 6,0 mm et 6,5 mm au premier jour de leur vie libre. La pigmentation de leur région post-anale attire, plus particulièrement, l'attention : les mélanophores sont plus nombreux que les xanthophores sur le contour ventral ; ces derniers prédominent sur le contour dorsal et s'étendent même sur la région antérieure (Fig. 96).



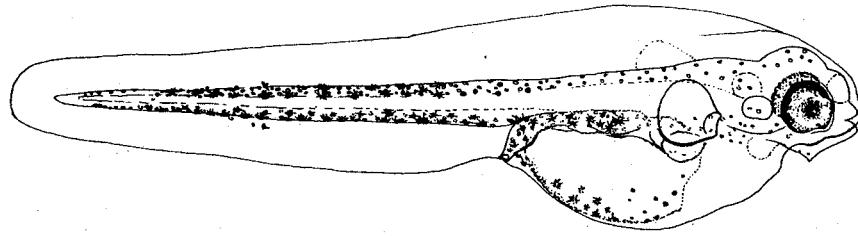
-a-



-b-



-c-



-d-

Fig. 96 - Oeufs embryonnés et larves de Plie *P. platessa*.

a et b - diamètre = 2 mm

c - $L_T = 6,0$ mm

d - $L_T = 6,5$ mm

■ Les œufs de Flet *P. flesus flesus* sont plus petits que ceux de Plie ; ils mesurent de 0,8 mm à 1,13 mm de diamètre selon RUSSELL (1976). Ceux que nous avons récoltés mesuraient, en moyenne, 1,1 mm de diamètre.

Dans l'œuf, la larve a les yeux totalement dépigmentés ; de petits xanthophores punctiformes couvrent le corps, sans ordre défini. Les mélanophores sont étoilés dans la région occipitale et punctiformes sur le reste du corps (Fig. 97).

La larve, assez petite, mesure 2,5 mm à l'éclosion. Le rétrécissement de la région caudale de la primordiale, ajouté à d'autres critères, en permet une identification aisée.

Les xanthophores, plus nombreux dans la région antérieure, donnent à la larve une couleur jaune ; la pigmentation s'étend parfois aux yeux. En quelques jours un groupe de chromatophores jaunes et noirs se forme sur la primordiale, au milieu de la région post-anale ; un second apparaît sur le bord supérieur, avant la résorption du vitellus. La bouche est fonctionnelle environ quatre jours après l'éclosion.

Les larves de flets se tiennent habituellement plus près de la côte que celles des autres Pleuronectidae, à une profondeur moyenne de dix mètres (RUSSELL, 1976).

Brassées par les courants, elles se répartissent dans toute la baie de Douarnenez en janvier, février et mars.

■ Les œufs de Limande *L. limanda* mesurent de 0,66 mm à 1,20 mm de diamètre et ne portent pas de globule huileux dans leur vitellus.

La larve à l'éclosion mesure 2,7 mm de long. Lorsqu'elle atteint 3,7 mm, les yeux portent quelques chromatophores jaunes et des xanthophores branchus couvrent la région antérieure ; alternés avec des mélanophores, ils forment des lignes longitudinales sur les contours dorsal et anal de la région post-anale. L'extrémité caudale reste sans pigment (Fig. 98).

Des chromatophores jaunes et noirs apparaîtront sur les nageoires pectorales vers la fin du stade larvaire (RUSSELL, 1976). Les œufs et les larves de Limande apparaissent en février et mars dans le plancton de la baie.

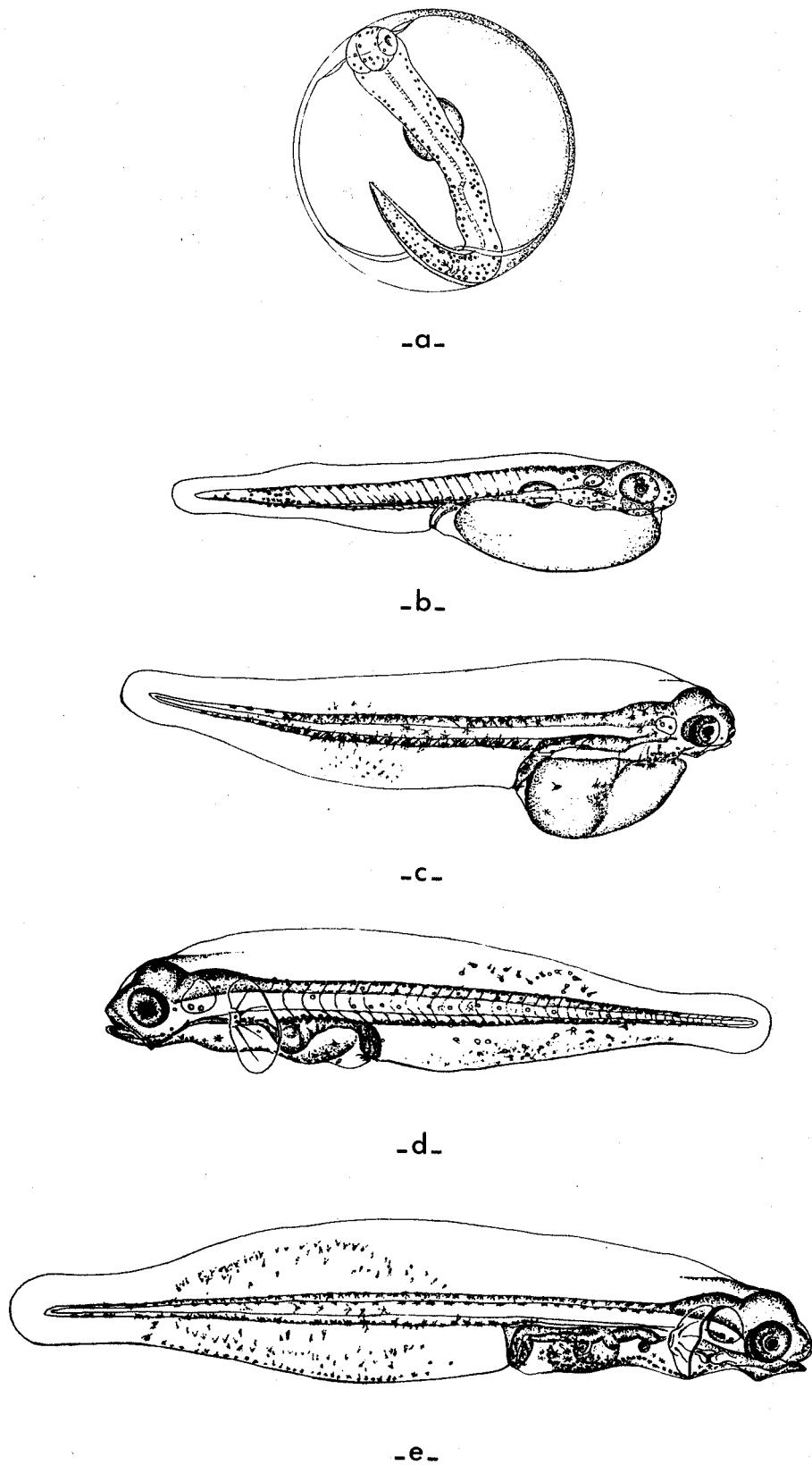


Fig. 97 - Oeuf embryonné et larves de Flet *P. flesus flesus*.

- a - diamètre = 1,1 mm
- b - L_T = 2,3 mm ; larve de 1 jour
- c - L_T = 2,9 mm ; larve de 4 jours
- d - L_T = 3,5 mm ; larve de 7 jours
- e - L_T = 3,1 mm

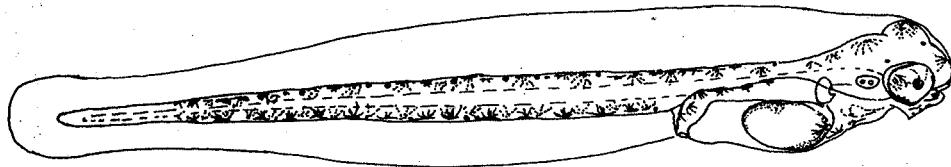


Fig. 98 - Larve de Limande *L. limanda* ($L_T = 3,7$ mm).

■ L'oeuf de Limande-Sole *M. kitt* mesure de 1,13 mm à 1,45 mm de diamètre (RUSSELL, 1976) ; ceux que nous avons récoltés en baie mesuraient 1,3 mm.

La larve à l'éclosion mesure 4,1 mm de long ; son sac vitellin, allongé et étroit, ne porte pas de globule huileux.

Des chromatophores dendritiques jaunes et noirs s'éparpillent sur le sac vitellin et s'alignent sur le tronc de la larve de deux jours. Des pigments noirs et des xanthophores rubannés garnissent les bords supérieur et inférieur de la primordiale.

La livrée pigmentaire évolue lorsque la larve atteint 5,0 mm de long ; les mélanophores et les xanthophores se groupent en taches sur le tronc et la primordiale. Il se forme ainsi :

- quatre taches dorsales et trois ventrales sur le tronc ;
- cinq taches sur le bord dorsal de la primordiale ; deux ou trois sur son bord ventral.

Ces taches s'alignent verticalement et forment trois barres post-anales, caractéristiques de l'espèce.

La résorption du vitellus est complète chez les larves de 6,0 mm de long. Le tube digestif et les yeux sont alors très pigmentés (Fig. 99).

Les oeufs et les larves de Limande-Sole se récoltent de mars à mai en baie de Douarnenez.

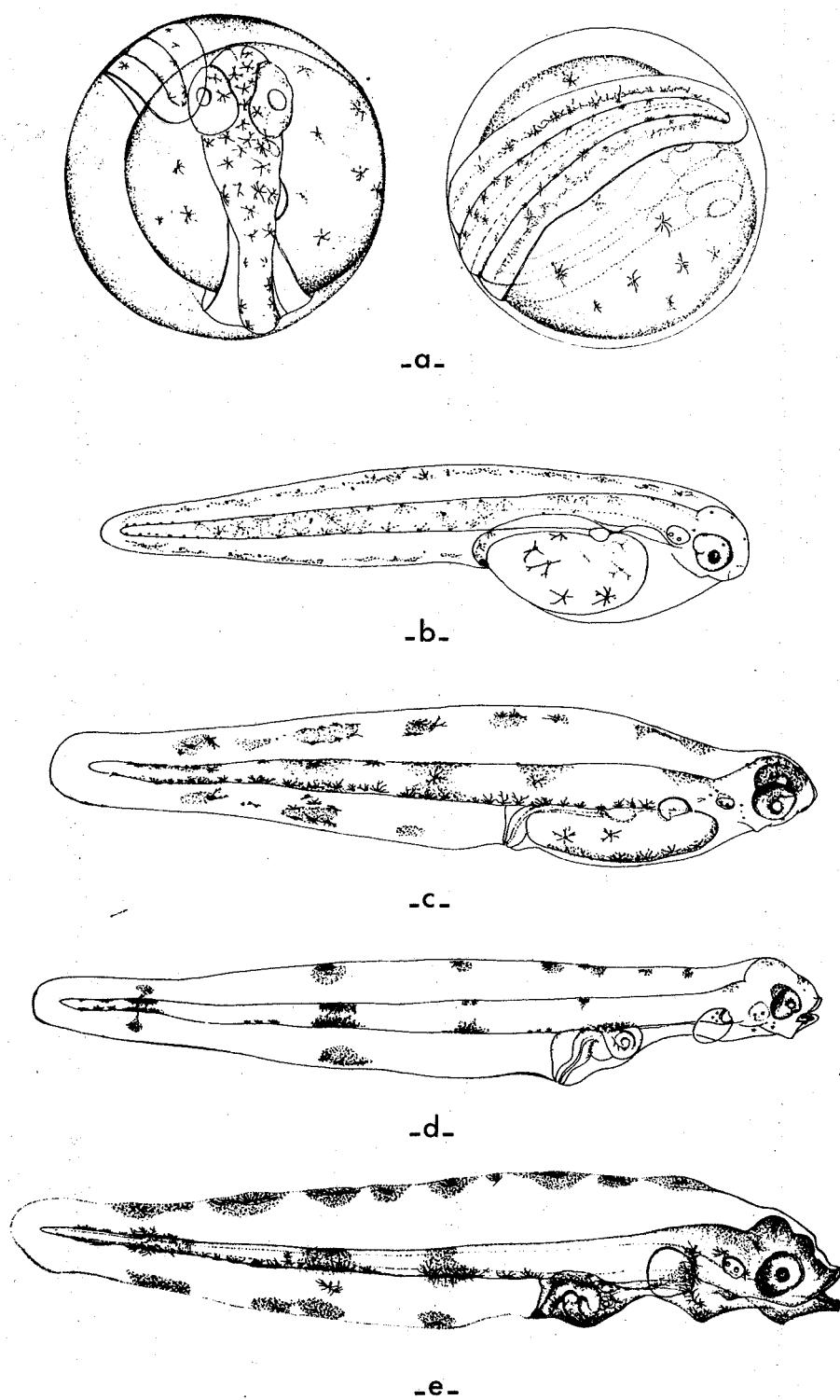


Fig. 99 - Oeuf embryonné et larves de Limande-sole *M. kitt.*

- a - diamètre = 1,3 mm
- b - L_T = 4,1 mm ; larve de 2 jours
- c - L_T = 5,3 mm ; larve de 7 jours
- d - L_T = 5,9 mm
- e - L_T = 6,1 mm

4. LES ŒUFS ET LES LARVES DE SOLEIDAE

L'identification des œufs et des larves de Soleidae n'est pas très difficile.

■ De nombreux petits globules huileux jaunâtres, agglutinés par groupes, caractérisent les œufs de Sole *S. vulgaris* dont le diamètre varie de 1,0 mm à 1,6 mm.

Les yeux de l'embryon, en cours de développement, ne sont pas pigmentés. Le corps et le sac vitellin sont ponctués de mélanophores étoilés et de xanthophores punctiformes. Les amas de globules vitellins se concentrent autour de l'embryon.

La larve à l'éclosion mesure entre 2,5 mm et 3,7 mm de long ; elle présente toutes les caractéristiques des larves de Soleidae, dont :

- une région abdominale très large ;
- un mésencéphale proéminent ;
- un anus situé au bord de la primordiale.

Le nombre de chromatophores de la primordiale tend à diminuer au cours du développement larvaire ; ils se répartissent en quatre groupes du côté dorsal et en deux du côté ventral, vers la fin de la vie pélagique. La pigmentation du corps devient, en revanche, plus intense au cours du développement (Fig. 100).

Les premiers œufs de Sole apparaissent au mois de décembre dans le plancton de la baie de Douarnenez ; ils abondent en janvier et février mais semblent rares en mars (Fig. 101 et 102).

■ L'œuf de *Solea lascaris* (1,28 - 1,38 mm de diamètre) renferme environ cinquante globules huileux, quelquefois plus, dans son sac vitellin.

La larve à l'éclosion mesure 3,5 mm de long.

La pigmentation de la larve âgée, avant la métamorphose, caractérise

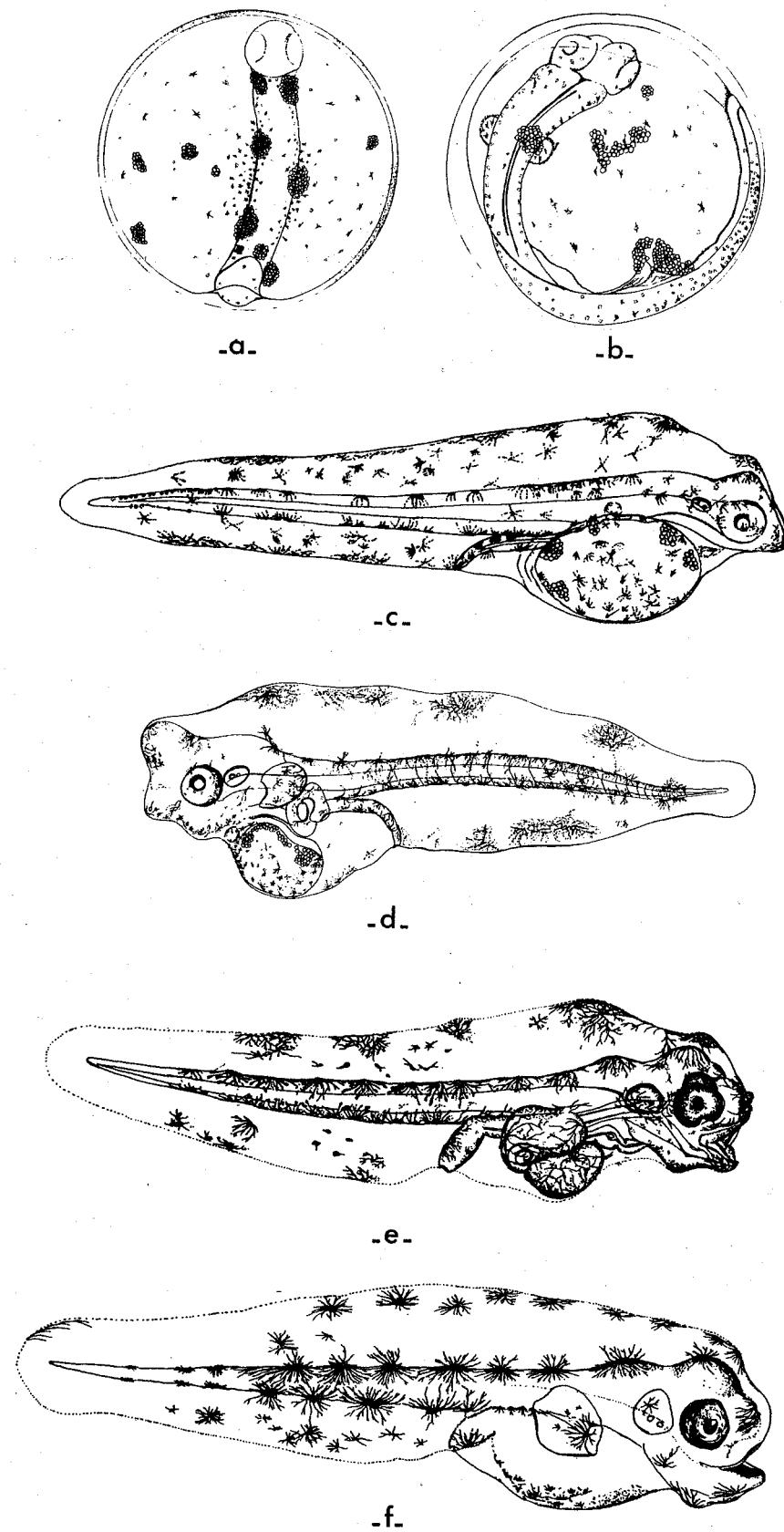


Fig. 100 - Oeufs embryonnés et larves de Sole *S. vulgaris*.

- a - diamètre = 1,2 mm
- b - diamètre = 1,3 mm
- c - L_T = 3,2 mm ; larve de 1 jour
- d - L_T = 3,5 mm ; larve de 2 jours
- e - L_T = 4,2 mm ; larve de 5 jours
- f - L_T = 5,0 mm

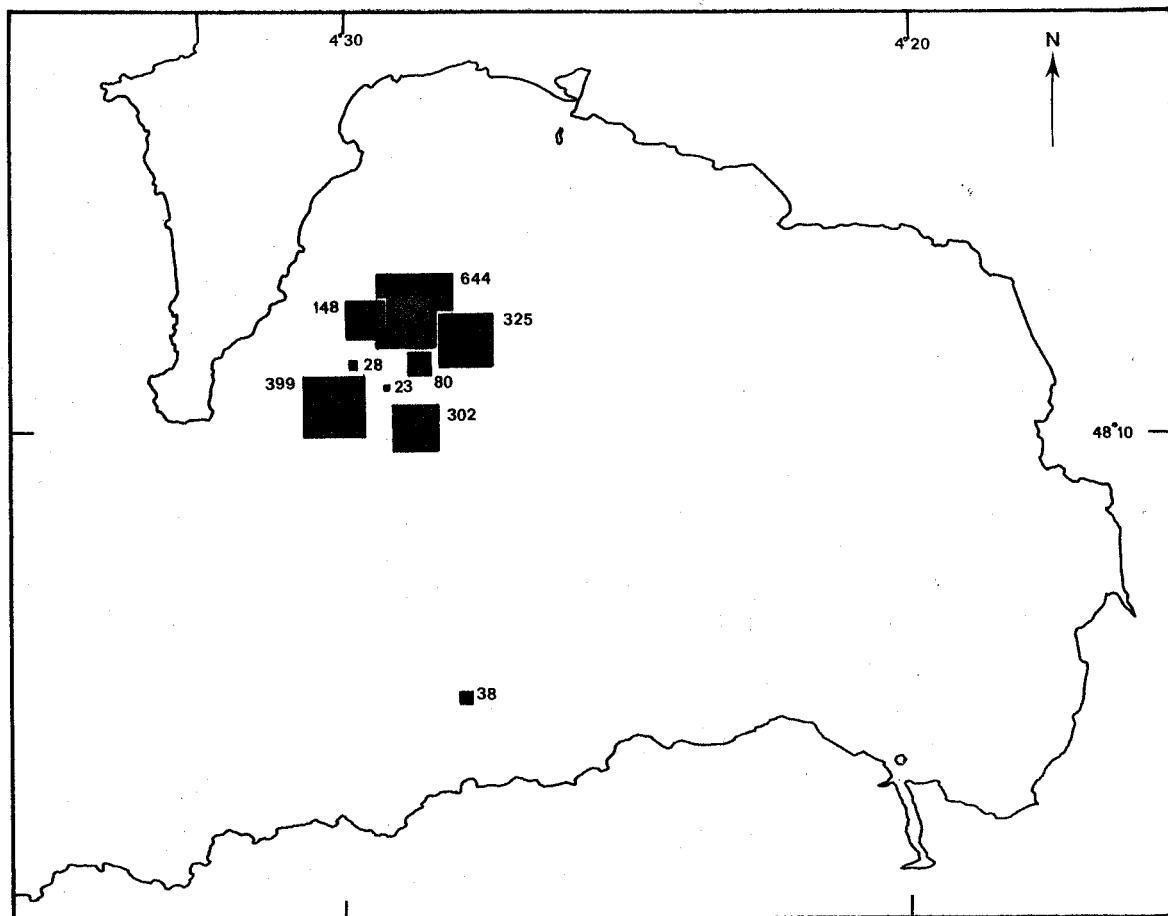


Fig. 101 - Distribution des oeufs de *Solea vulgaris* en baie de Douarnenez, à proximité du Cap de la Chèvre, au mois de février (trait de 15 mn à chaque station - les chiffres indiquent le nombre d'oeufs récoltés).

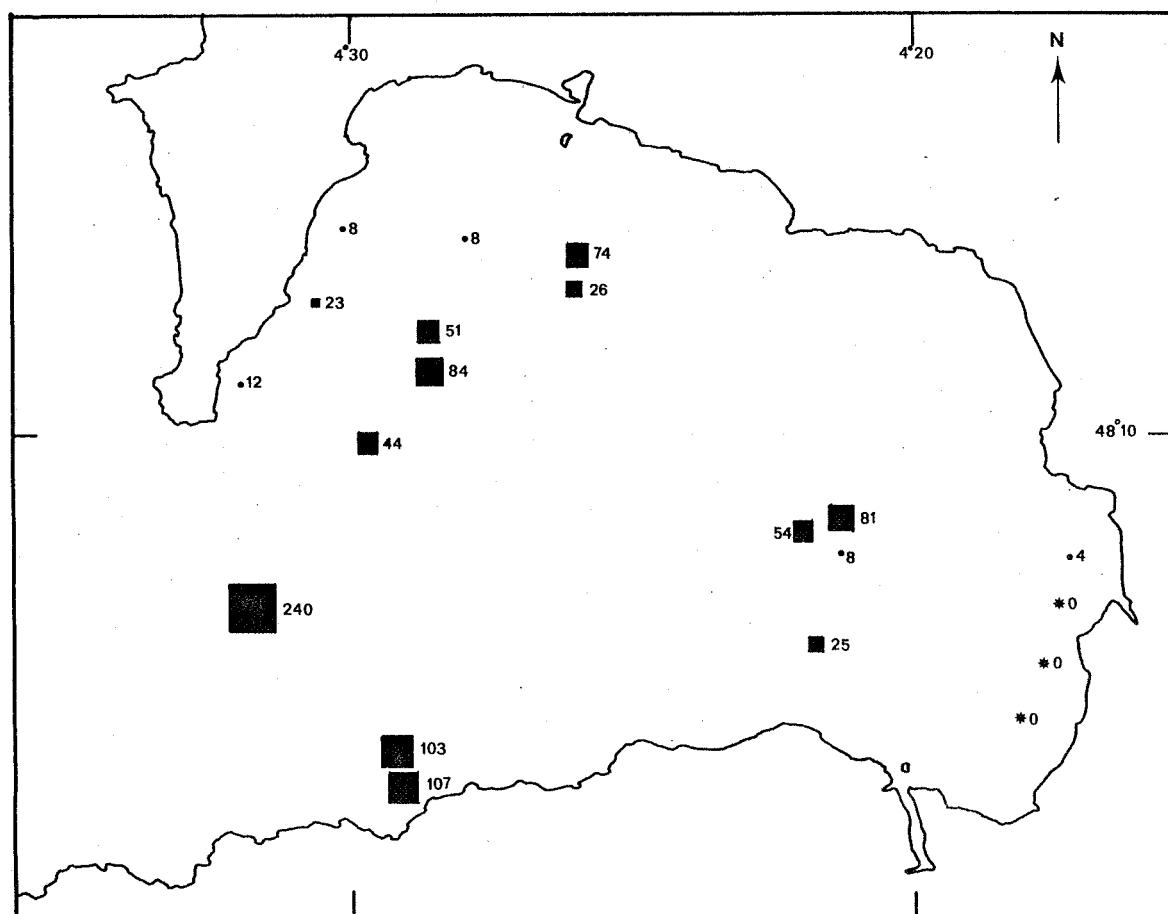


Fig. 102 - Distribution des oeufs de *Solea vulgaris* en baie de Douarnenez, au mois de mars.

l'espèce : des petits mélanophores étoilés colorent la région post-anale du tronc, les nageoires dorsale et ventrale, en formant deux barres reliées entre elles par deux rangs de chromatophores latéro-ventraux. La région abdominale est, par ailleurs, très pigmentée (Fig. 103).

Ces larves âgées, à vitellus résorbé, se récoltent en surface au mois de juillet en baie de Douarnenez.

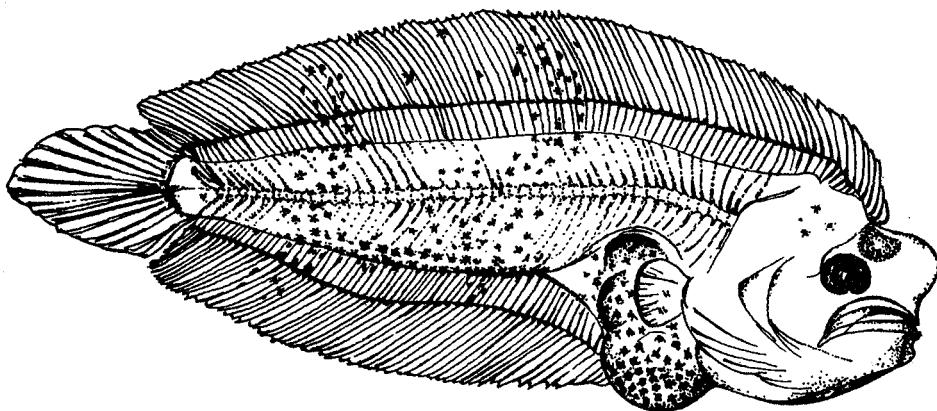


Fig. 103 - Larve de Solette *S. lascaris* ($L_T = 5,4$ mm).

■ L'oeuf embryonné de *Buglossidium luteum*, plus petit que celui de la Solette (0,64 - 0,94 mm de diamètre), porte douze à quinze globules huileux dans son vitellus.

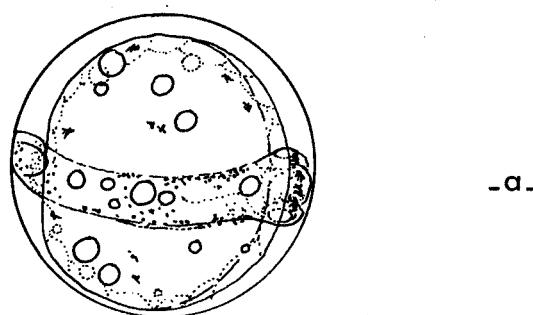
Des xanthophores branchus et de petits mélanophores punctiformes se distribuent sur le corps de l'embryon, mais aussi sur le vitellus.

La larve à l'éclosion mesure de 1,8 mm à 2,3 mm de long ; de grands mélanophores alignés sur ses contours dorsal et ventral la caractérisent. La pigmentation jaune subsiste en particulier dans la région postérieure de l'embryon où les xanthophores tendent à former un anneau (Fig.104).

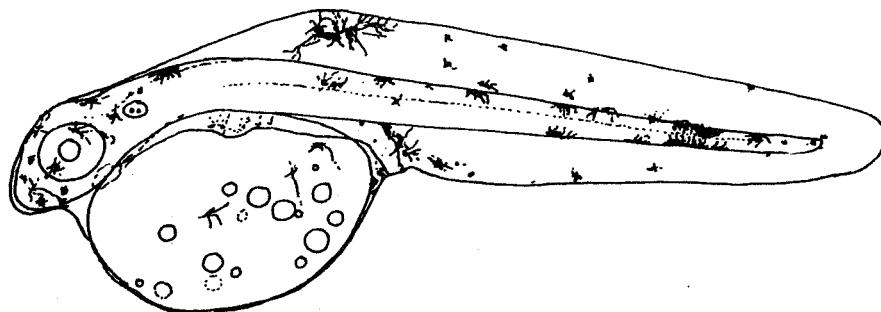
Les yeux des larves de 4 mm sont très pigmentés. Les mélanophores dorsaux et ventraux pigmentent toujours les contours larvaires ; de petits pigments noirs parcourrent les bords supérieur et inférieur de la primordiale.

Les oeufs embryonnés de *B. luteum* flottent en surface ; nous en avons

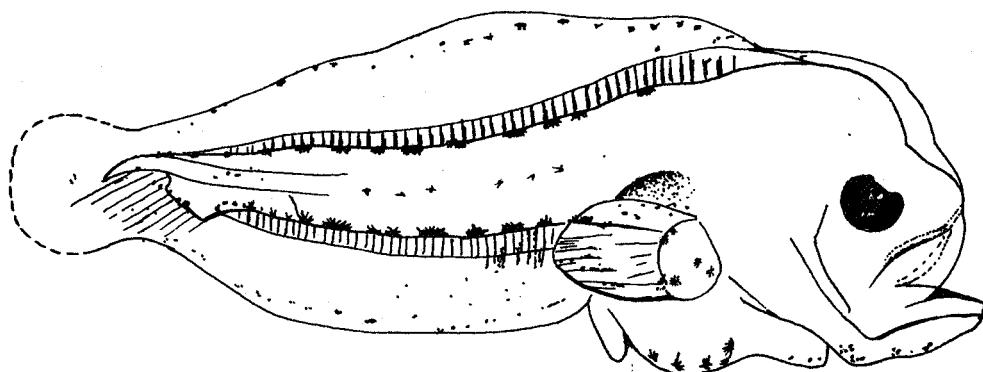
récolté en baie aux mois de mars et mai, à moins d'un mètre de profondeur. Les larves âgées figurent aussi dans les récoltes du mois de juin.



-a-



-b-



-c-

Fig. 104 - Oeuf embryonné et larves de *Buglossidium luteum*.

- a - diamètre = 0,85 mm
- b - $L_T = 2,2 \text{ mm}$; larve de 1 jour
- c - $L_T = 4,3 \text{ mm}$

■ L'oeuf de Sole panachée *M. variegatus*, qui possède aussi une cinquantaine de globules huileux dispersés dans son vitellus, mesure de 1,28 mm à 1,42 mm de diamètre.

L'embryon dans l'oeuf porte des mélanophores étoilés, alignés en un rang sur le contour dorsal du corps et en deux sur le contour ventral. La pigmentation noire s'étend au sac vitellin. De nombreux xanthophores alternent avec les mélanophores et donnent une couleur jaune à la larve.

La jeune larve à l'éclosion mesure 3,0 mm de long ; elle conserve sa pigmentation jaune et noire : les mélanophores se rassemblent surtout dans la région postérieure du corps ; ils s'alignent, mêlés aux xanthophores, sur les bords supérieur et inférieur de la primordiale (Fig.105).

Les premiers oeufs de *Microchirus variegatus* apparaissent en mars dans le plancton de la baie de Douarnenez.

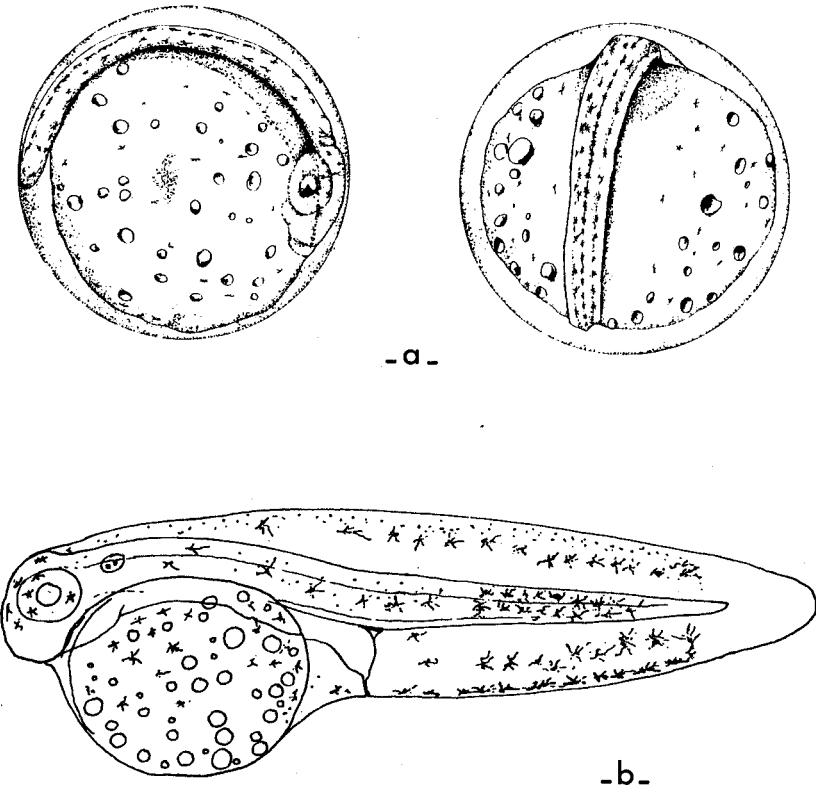


Fig. 105 - Oeuf embryonné et larve de *Microchirus variegatus*.

a - diamètre = 1,30 mm

b - LT = 3,0 mm ; larve de 1 jour

5. LES PERIODES D'APPARITION DES OEUFS ET DES LARVES DANS LE PLANCTON

Nous avons trouvé, en baie de Douarnenez, les œufs embryonnés et les larves de la plupart des espèces de Pleuronectiformes qui y vivent ou y transitent. Le tableau de leurs périodes d'apparition dans le plancton, que nous donnons ci-dessous, reste incomplet dans ses limites temporelles. Il apporte toutefois d'intéressants éléments nous permettant, surtout, de préciser les époques de ponte de certaines espèces.

ESPECES	MOIS											
	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S		
BOTHIDAE <i>Arnoglossus thori</i>												
SCOPHTHALMIDAE <i>Scophthalmus rhombus</i> <i>Zeugopterus punctatus</i> <i>Psetta maxima</i>												
PLEURONECTIDAE <i>Pleuronectes platessa</i> <i>Platichthys flesus flesus</i> <i>Limanda limanda</i> <i>Microstomus kitt</i>												
SOLEIDAE <i>Solea vulgaris</i> <i>Solea lascaris</i> <i>Buglossidium luteum</i> <i>Microchirus variegatus</i>												

Tableau 66 - Périodes d'apparition, dans le plancton de la baie de Douarnenez, des œufs et des larves de Pleuronectiformes.

VI. DISCUSSION

Onze espèces de Pleuronectiformes, au moins, se reproduisent en baie de Douarnenez ; ce sont :

- les Arnoglosses	<i>Arnoglossus thori</i> <i>Arnoglossus laterna</i> <i>Arnoglossus imperialis</i>
- le Carrelet	<i>Pleuronectes platessa</i>
- la Limande	<i>Limanda limanda</i>
- le Flet	<i>Platichthys flesus flesus</i>
- la Limande-sole	<i>Microstomus kitt</i>
- la Sole	<i>Solea vulgaris</i>
- la Solette	<i>Solea lascaris</i>
- la Sole panachée	<i>Microchirus variegatus</i>
- la "langue de chat"	<i>Buglossidium luteum</i>

D'autres, moins communes, y frayent aussi probablement :

- le Targeur	<i>Zeugopterus punctatus</i>
- les "Top-knots"	<i>Phrynorhombus regius</i> <i>Phrynorhombus norvegicus</i>

D'autres encore pondent à proximité immédiate de la baie ; on y trouve leurs œufs et larves. Ce sont :

- le Turbot	<i>Psetta maxima</i>
- la Barbeue	<i>Scophthalmus rhombus</i>

La reproduction de jeunes barbues matures dans la baie n'est toutefois pas impossible.

Poisson à répartition géographique discontinue, le Céteau, *Dicologlossa cuneata*, ne semblait pas dépasser, jusqu'à présent, l'embouchure de La Loire ; il n'avait, à notre connaissance, jamais été signalé en baie de Douarnenez. Les plus grands peuplements de Céteau vivent le long de nos côtes atlantiques, entre l'île d'Oléron et Arcachon, sur les sables vaseux et les sables fins, de 0 à 80-100 mètres de profondeur (FOREST, 1974-1975 ; LAGARDERE, 1975).. La présence d'un individu en baie et celle d'un autre dans l'anse de Bertheaume (QUINIOU, comm. pers.) ne permet pas de conclure à l'existence, même temporaire, d'un peuplement le long des côtes finistériennes. Sa reproduction en baie de Douarnenez est, pour le moment, peu probable.

1. LES PERIODES DE PONTE

Les espèces étudiées n'ont, toutes, qu'une seule période de ponte annuelle. Révélée par l'évolution des rapports gonado-somatiques, précisée par l'histologie, elle s'établit :

- en hiver : chez *Pleuronectes platessa*, *Platichthys flesus flesus* et *Solea vulgaris* ;
- au début du printemps : chez *Limanda limanda*, *Scophthalmus rhombus* et *Micromesistius kitt* (?)
- au printemps : chez *Psetta maxima*, *Arnoglossus thori*, *Microchirus variegatus* et *Arnoglossus imperialis* (?)
- au printemps et en été : chez *Arnoglossus laterna*, *Solea lascaris* et *Buglossidium luteum*.

1.1. LES ESPECES A PONTE HIVERNALE

Les plies *P. platessa* commencent à pondre au mois de novembre en baie de Douarnenez, mais les émissions d'oeufs sont encore très rares à cette époque. La période de reproduction maximale, relativement brève, ne dure que deux mois : de mi-décembre à mi-février ; des pontes tardives apparaissent de février à mi-mars. Les plies de la baie de Douarnenez se reproduisent donc au même moment que celles de Southern Bight, de Manche-Est et de Manche-Ouest (SIMPSON, 1959a ; LAHAYE, 1972 ; HOUGHTON et HARDING, 1976).

En Mer du Nord, les aires de ponte de la Plie sont toujours côtières mais non littorales ; la température et la salinité n'en sont pas les facteurs déterminants, ni même la profondeur (SIMPSON, 1959a). Les plies pondent à

- Moray Firth sur 10 - 40 m de fond ;
- Flamborough sur 15 - 40 m de fond ;
- Borkum sur 12 - 22 m de fond ;
- Southern Bight sur 12 - 25 m de fond ;

Elles pondent en baie de Douarnenez sur des fonds de 15 à 30 mètres (Fig. 106).

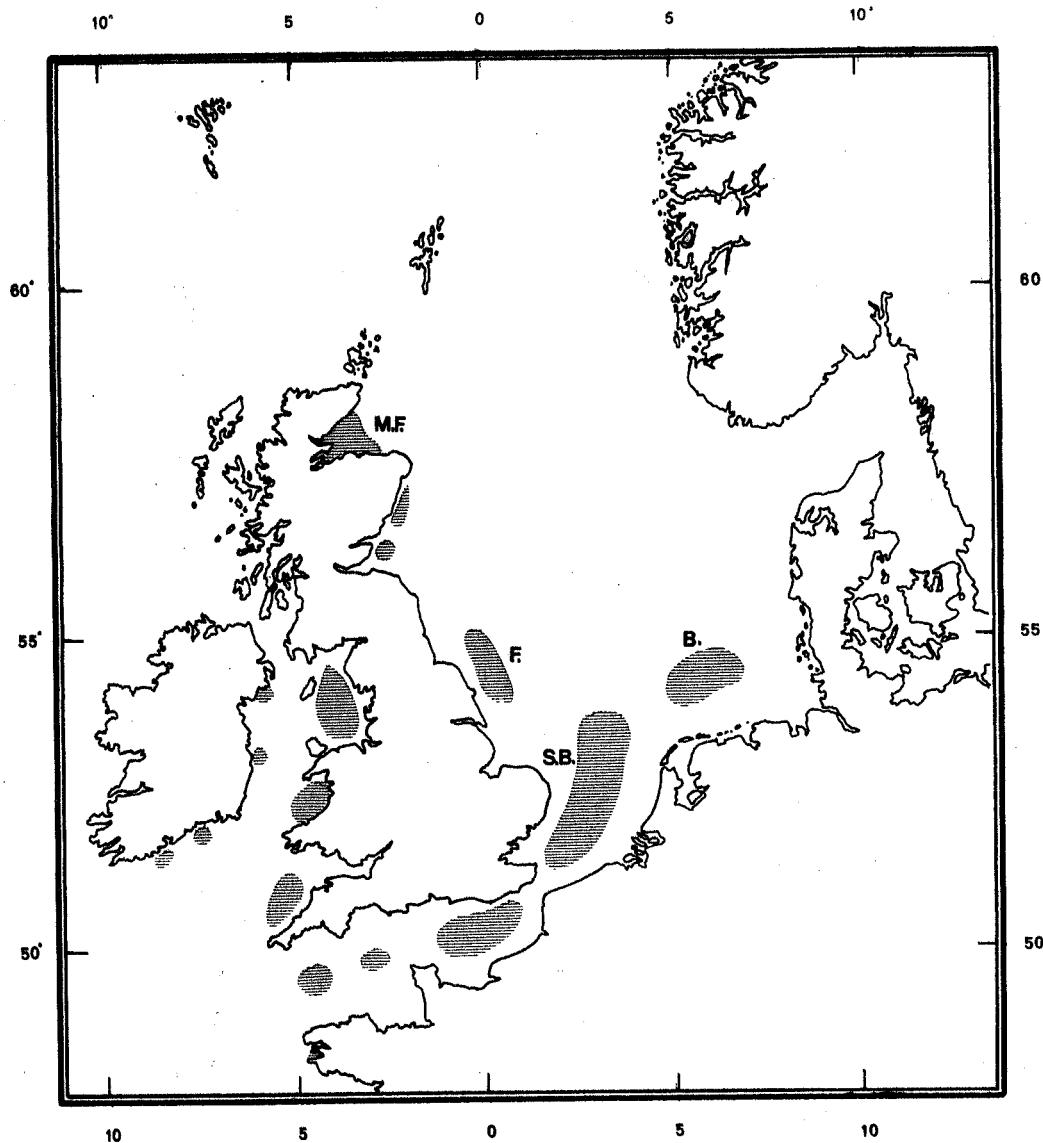


Fig. 106 - Aires de ponte de la Plie *P. platessa* en Mer du Nord, mer d'Irlande (d'après SIMPSON, 1959 a & b), en Manche (d'après HOUGHTON, 1976) et en mer d'Iroise.

M.F. : Moray Firth

B. : Borkum

S.B. : Southern Bight

F. : Flamborough

Le Flet *P. flesus flesus* vient se reproduire en baie de Douarnenez aux mois de janvier, février et mars ; les émissions maximales d'oeufs ont lieu, ici, de mi-janvier à février, soit environ un mois plus tôt que celles des flets de Cornouailles britannique (environs de Plymouth - RUSSELL, 1976).

La période de ponte est aussi plus courte que celle, d'une durée de 4-5 mois, rapportée par POLL (1947) sur les côtes belges et par SIMPSON (1949) sur les aires de ponte septentrionales de la Mer du Nord.

■ La période de ponte de la Sole *S. vulgaris* n'est pas très longue en baie de Douarnenez : elle couvre quatre mois, de décembre à mars. Les émissions d'oeufs, plus faibles au début et à la fin de l'hiver, sont maximales en janvier et février. Les soles de la baie se reproduisent un mois plus tôt que celles du golfe de Gascogne et devancent de deux mois leurs semblables des îles britanniques qui vivent en Manche.

1.2. LES ESPECES A PONTE PRINTANIERE

■ La Limande *L. limanda* se reproduit surtout en février, mars et avril sur les aires de ponte du sud de la Mer du Nord. Les pontes commencent plus tard sur les aires septentrionales ; décalées vers la fin du printemps, elles durent aussi trois mois, en moyenne (LEE, 1972 ; HTUN-HAN, 1975) (Fig. 107).

En baie de Douarnenez les limandes commencent à pondre au mois de février ; le nombre de femelles en cours de ponte s'accroît en mars, mais décline en avril. Les pontes s'achèvent, pour beaucoup d'entre elles, dans le courant du mois et finissent totalement en mai.

Les larves âgées abondent dans le plancton de Manche-Ouest en avril et mai (environ de Plymouth - RUSSELL, 1976) ; il paraît très vraisemblable qu'elles proviennent de pontes effectuées en février et mars.

La période de ponte de la Limande s'établirait donc invariablement en février-mars-avril chez les populations des zones géographiques comprises entre le 53^e et le 48^e parallèle.

■ Les barbues *S. rhombus* de la baie de Douarnenez pondraient plus tôt que celles de Mer du Nord, de Manche ou de mer d'Irlande : d'après les quelques femelles matures et larves observées, la période de ponte serait printanière et couvrirait surtout les mois de février et d'avril ; elle est printanière et estivale sur les autres zones citées.

La période de reproduction des barbues de Méditerranée coïncide, en revanche, avec celle des poissons des côtes bretonnes.

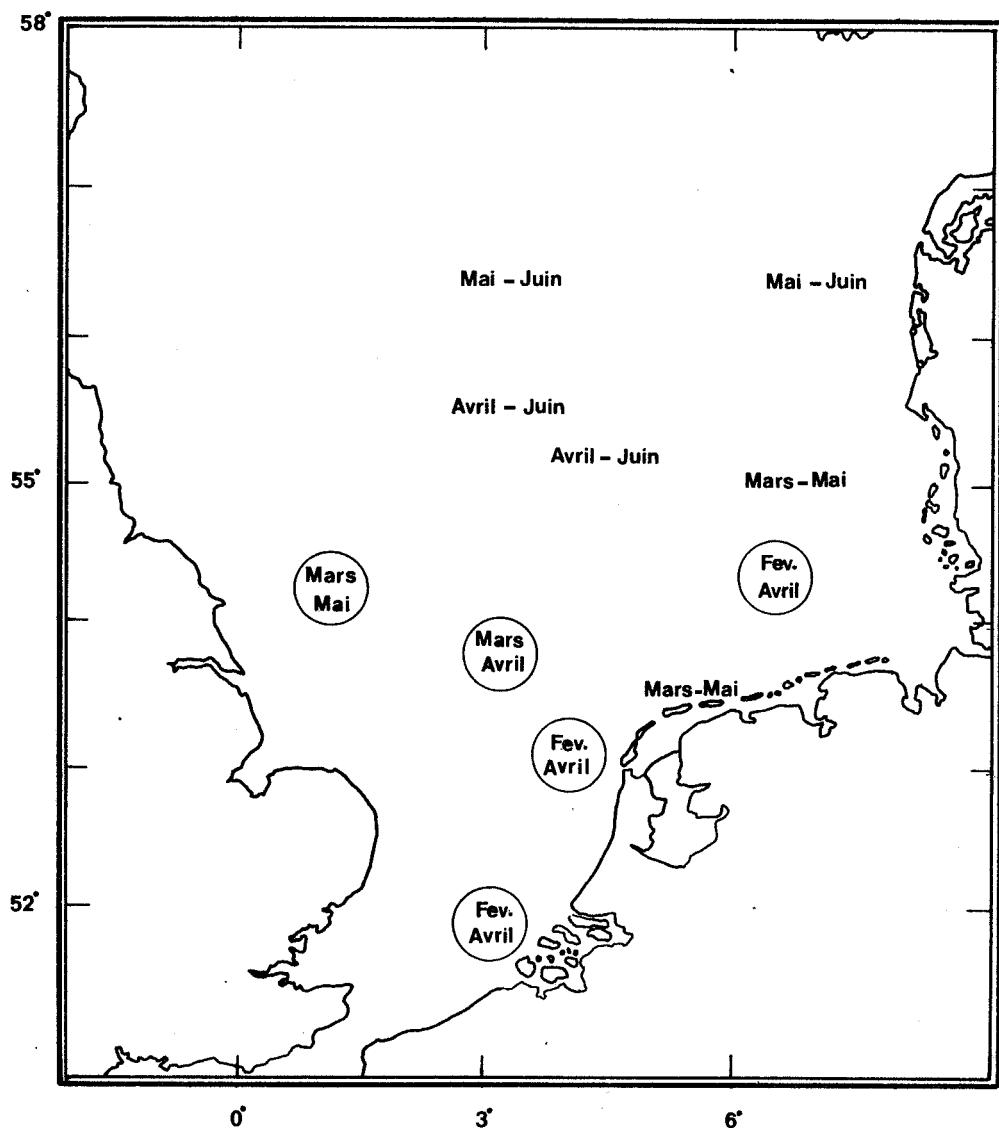


Fig. 107 - Aires et périodes de ponte de la Limande *L. limanda* en Mer du Nord (d'après LEE, 1972).

■ En Mer du Nord, la période de ponte de la Limande-sole *M. kitt* est longue : elle est printanière et estivale, voire même automnale. Les rares femelles capturées en baie de Douarnenez ne nous permettent pas d'en donner ici les limites temporelles précises : les pontes débutent en janvier puis continuent en février et mars. Leur extension vers la fin du printemps ou l'été ne serait pas impossible.

■ Le Turbot *P. maxima* se reproduit à la fin du printemps et au début de l'été, sur les côtes bretonnes. La période de reproduction, centrée sur le mois de juin, s'étend de la fin du mois de mai au début de juillet. Ses décalages, d'une zone géographique à une autre, ne sont jamais très importants : l'espèce pond surtout au printemps, plus rarement en été, en Mer du Nord et en Manche.

■ La période de ponte maximale d'*Arnoglossus thori* coïncide, en baie de Douarnenez, avec celle du Turbot, mais dure un peu plus longtemps : les pontes commencées en mai se terminent en juillet.

Nos observations correspondent avec celles rapportées par WHEELER (1969) qui attribue une reproduction printanière à l'espèce, avec un prolongement possible en été. L'éventualité de deux saisons de ponte citées par BINI (1968) pour les arnoglosses de Méditerranée, qui nous semble peu probable, mériterait d'être vérifiée.

Arnoglossus imperialis pourrait se reproduire à la même époque qu'*A. thori*.

■ Les premiers oeufs de Sole panachée, *M. variegatus*, apparaissent dans le plancton de la baie de Douarnenez au mois de mars : la ponte, d'intensité maximale en avril, mai et juin, s'amenuise en juillet. Les oeufs d'un second lot en maturation forment alors l'essentiel des pontes, totalement finies en septembre. Malgré cette prolongation estivale d'émissions d'oeufs, *Microchirus variegatus* peut être classée parmi les espèces à reproduction printanière : dans la baie de Douarnenez elle se reproduit en effet surtout entre avril et juin.

1.3. LES ESPECES A PONTE PRINTANIERE ET ESTIVALE

■ La période de ponte d'*Arnoglossus laterna* n'est pas toujours connue avec précision sur les différentes zones de son aire géographique de distribution ; elle est toutefois le plus souvent située entre mars-avril et septembre.

En baie de Douarnenez, *A. laterna* pond surtout entre mai et juillet ; les pontes se prolongent en août et se terminent en septembre.

Les arnoglosses *A. laterna* se reproduisent ainsi :

- à la même époque que ceux du golfe de Gascogne (ARBAULT et BOUTIN, 1969) ;
- plus tard que ceux de Méditerranée dont le maximum de ponte serait situé entre mars et août (LOZANO et REY, 1960).

- La Solette *Solea lascaris* se reproduit, en baie de Douarnenez, de mai à septembre.

Les femelles âgées pondent les premières, en mai et juin ; celles d'âge moyen le font en juin et juillet : les pontes sont alors maximales. Les dernières émissions, aux mois d'août et septembre, proviennent surtout des jeunes femelles dont beaucoup se reproduisent pour la première fois.

L'étalement de la période de reproduction de l'espèce dépend ainsi, pour une grande part, des décalages qui affectent la maturation et l'activité sexuelle des reproductrices. Printanière et estivale, elle s'établit au même moment que celle des solettes des côtes anglaises de la Manche (WHEELER, 1969).

- En baie de Douarnenez, les premiers œufs embryonnés de *Buglossidium luteum* arrivent en surface à la fin du mois de mars. L'activité reproductrice, maximale en avril-mai, s'atténue en juin et s'arrête dans le courant du mois de juillet. La période de reproduction est donc essentiellement printanière avec prolongement estival ; elle débute plus tôt qu'en Mer du Nord (début mai), plus tard que dans le golfe de Gascogne (février) mais dure, comme ailleurs, environ quatre mois.

2. L'OVOCYNESE ET LES MODALITES DE PONTE

L'ovogenèse et la ponte des Pleuronectiformes étudiés se réalisent suivant des modalités différentes, dépendantes de l'espèce ; ainsi :

- leurs ovaires en maturation renferment un ou plusieurs lots d'ovocytes en vitellogenèse ;
- leurs pontes sont brèves ou échelonnées ;
- le nombre d'ovocytes qui entrent en atrésie après la ponte est faible ou très élevé.

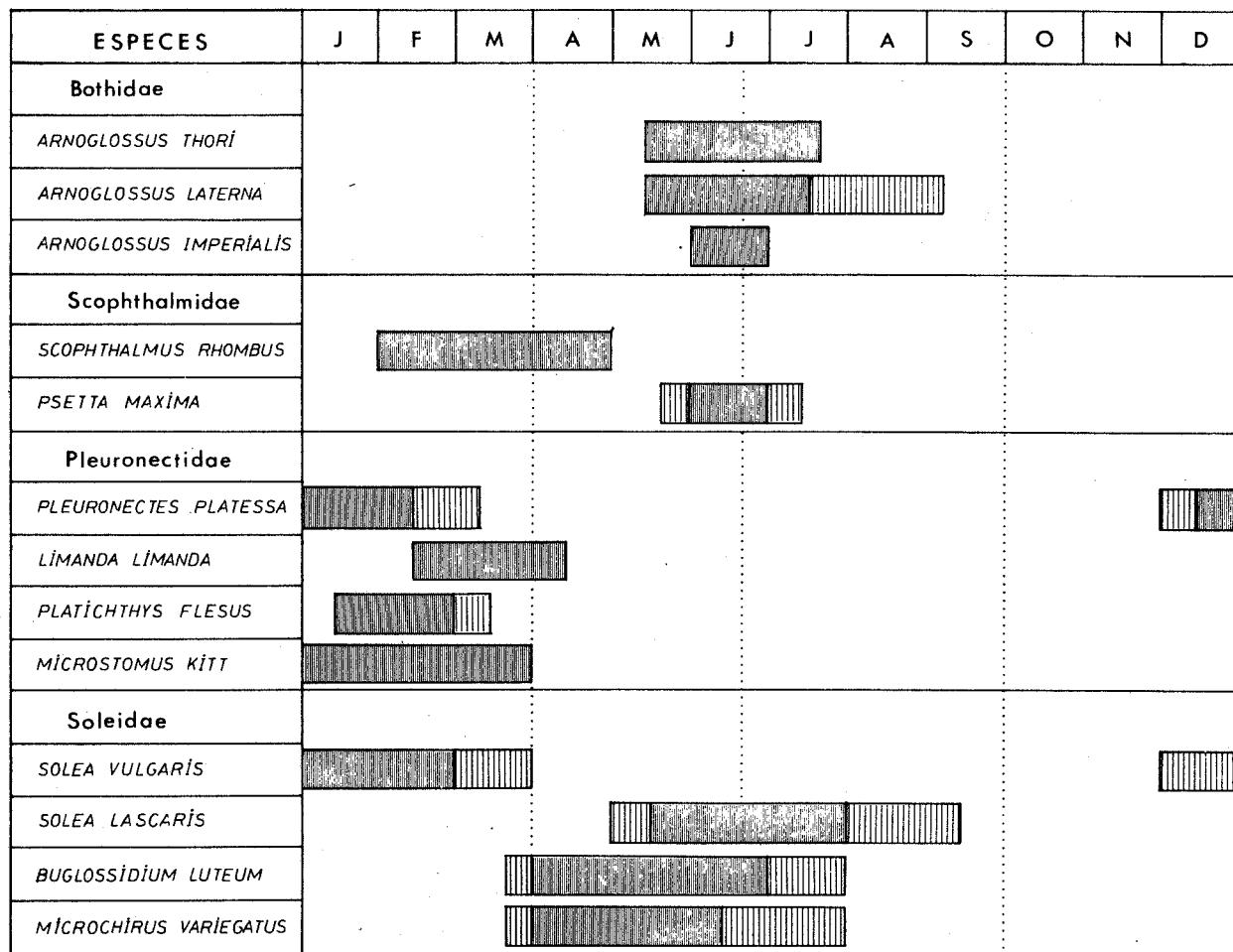


Tableau 67 - Périodes de ponte des Pleuronectiformes en baie de Douarnenez.

Ces différences permettent de distinguer trois groupes d'espèces :

■ chez le premier :

- la vitellogenèse n'affecte qu'un seul lot d'ovocytes ;
- les pontes sont brèves et réalisées en une seule vague d'émissions ;
- le nombre de follicules atrésiques non pondus est faible.

Participant à la formation de cet ensemble :

- la Plie	<i>Pleuronectes platessa</i>
- le Flet	<i>Platichthys flesus flesus</i>
- le Turbot	<i>Psetta maxima</i>
- la Barbeue	<i>Scophthalmus rhombus</i>
- l'Arnoglosse	<i>Arnoglossus laterna</i>

■ chez le second :

- la vitellogenèse n'affecte qu'un seul lot d'ovocytes ;
- les pontes sont brèves et réalisées en une seule vague d'émissions ;
- le nombre de follicules atrésiques non pondus est élevé.

Entrent dans ce groupe :

- la Limande	<i>Limanda limanda</i>
- l'Arnoglosse	<i>Arnoglossus thori</i>

■ chez le troisième :

- la vitellogenèse affecte deux lots d'ovocytes ;
- les pontes se réalisent en, au moins, deux vagues successives d'émissions ;
- le nombre de follicules atrésiques non pondus est faible ou peu élevé.

Exclusivement formé par les Soleidae, ce groupe comprend :

- la Sole	<i>Solea vulgaris</i>
- la Solette	<i>Solea lascaris</i>
- la "langue de chat"	<i>Buglossidium luteum</i>
- la Sole panachée	<i>Microchirus variegatus</i>

3. LA FECONDITE DES ESPECES

La fécondité absolue des espèces que nous avons étudiées varie avec la longueur, le poids et l'âge du poisson. Ce dernier paramètre se révèle, dans la plupart des cas, moins utilisable pour une prédiction de fécondité que les deux précédents.

Les fécondités absolue et relative moyennes varient beaucoup au sein d'une même famille ; de profondes différences existent, en particulier, entre la Plie et le Flet, chez les Pleuronectidae (Tableau 68).

ESPECES	FECONDITE ABSOLUE	FECONDITE RELATIVE
<i>Arnoglossus thori</i>	278 270	3 930
<i>Arnoglossus laterna</i>	62 770	2 560
<i>Pleuronectes platessa</i>	343 220	230
<i>Platichthys flesus</i>	1 829 300	2 610
<i>Limanda limanda</i>	1 466 770	3 069
<i>Solea vulgaris</i>	429 820	512
<i>Buglossidium luteum</i>	17 680	1 340

Tableau 68 - Fécondités absolue et relative de quelques Pleuronectiformes de la baie de Douarnenez.

On observe généralement une relation entre l'abondance d'une espèce et sa fécondité : une diminution de l'une accompagne une augmentation de l'autre, et inversement. Ainsi, la Plie *P. platessa* a une fécondité minimale au centre de son aire géographique de distribution, la Mer du Nord, où sa densité de population est maximale. L'éloignement progressif de ce centre s'accompagne d'un accroissement régulier de fécondité consécutif à une diminution de la densité d'individus (BAGENAL, 1966) (Fig.108).

La fécondité absolue moyenne d'une plie de 37 cm de longueur totale oscille, en Mer du Nord, entre 84 000 œufs (Southern Bight) et 96 000 œufs

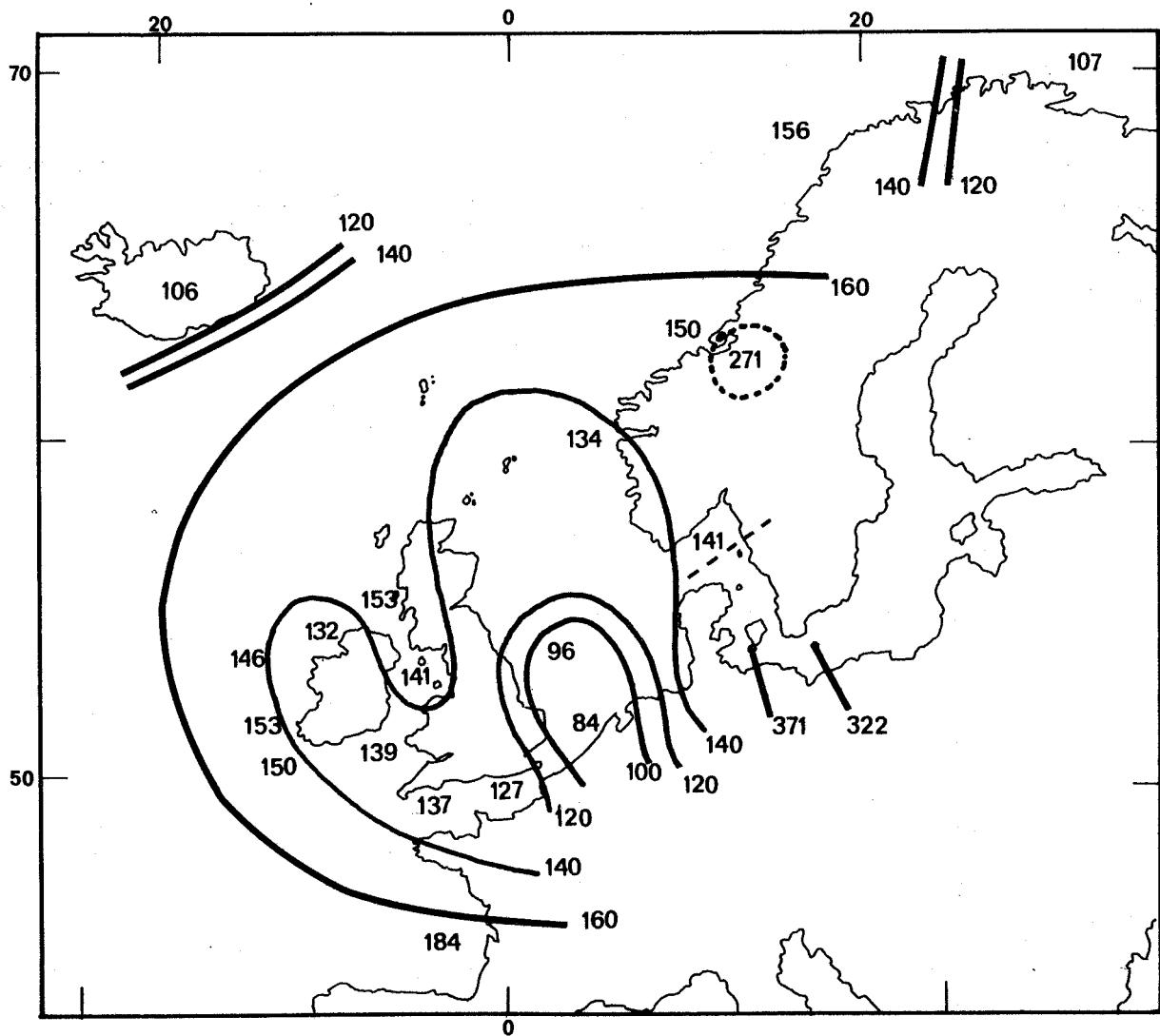


Fig. 108 - Fécondité estimée, en milliers d'oeufs, d'une plie de 37 cm.
 (Zones d'isofécondités établies sur l'aire géographique de
 l'espèce par BAGENAL, 1966).

(Flamborough) (SIMPSON, 1951). Elle est, pour une femelle de même taille, de 160 000 œufs en baie de Douarnenez et s'intègre parfaitement dans la carte dressée par BAGENAL en 1966.

Les variations interspécifiques de fécondité dépendent aussi beaucoup de la taille des ovocytes en maturité, constante chez une même espèce (Tableau 69 et Fig. 109).

Le Flet et la Limande sont, en terme de fécondité relative, deux espèces très fécondes qui pondent de petits œufs ; c'est aussi le cas des deux espèces d'Arnoglosses que nous avons étudiées : leurs ovocytes en fin de vitellogenèse mesurent entre 350 μ et 500 μ ; pondus et fécondés, ils ne dépassent pas 0,7 mm de diamètre.

Les espèces à gros œufs (Plie, Sole) ont, d'un autre côté, les fécondités relatives les plus faibles.

ESPECES	AUTEURS	DIAMETRE OEUFS*		FECONDITE RELATIVE MOYENNE
		Ø moyen (mm)	Intervalle	
A. THORI	Cette étude	0,73	0,72-0,74	3 930
L. LIMANDA	LEE, MITCHELL, 1972 1913 Cette étude	0,93	0,66-1,20	3 669 4 193 3 069
A. LATerna	Cette étude	0,68	0,60-0,76	2 560
P. FLESUS	MITCHELL, 1913 KANDLER & PIRWITZ, 1957 Cette étude	0,96	0,80-1,13	2 219 1 816 2 610
B. LUTEUM	Cette étude	0,79	0,64-0,94	1 340
P. MAXIMA	JONES, 1967	1,06	0,91-1,20	1 078
S. VULGARIS	FULTON, 1891 Cette étude	1,30	1,00-1,60	728 512
S. RECOMBUS	JONES, 1966	1,37	1,24-1,50	465
P. PLATESSA	SIMPSON, (Flamborough) 1951	1,91	1,66-2,17	169
	SIMPSON, (Southern Bight) 1951			142
	Cette étude			230

Tableau 69. - Variations de la fécondité relative moyenne avec le diamètre moyen des œufs chez neuf espèces de Pleuronectiformes.

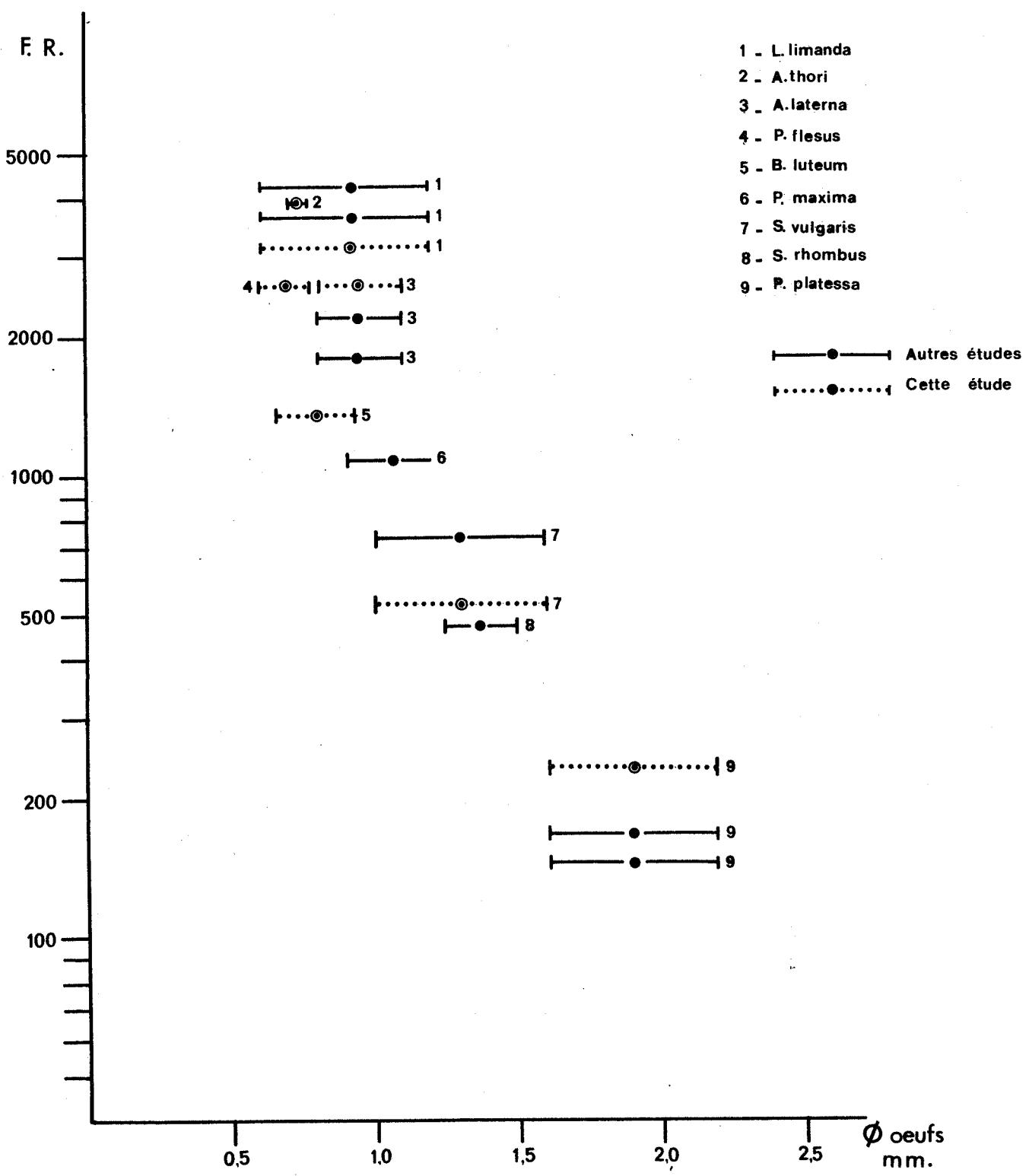


Fig. 109 - Variations de la fécondité relative moyenne (F.R.) avec le diamètre moyen des œufs chez neuf espèces de Pleuronectiformes.

—●— : intervalle de diamètre des œufs.

(Aux fécondités relatives citées par les auteurs dans le Tableau 69 ci-contre, sont adjoints les intervalles de taille des œufs rapportés par RUSSELL, 1976)

TROISIEME PARTIE

LA CROISSANCE



I - LES DATES DE NAISSANCE DU GROUPE 0

Etude histologique et cycles de rapports gonado-somatique à l'appui nous avons choisi, pour chaque espèce, une date de naissance du groupe 0 qui :

- ne correspond pas nécessairement avec le centre de la période de ponte, mais peut se rapprocher des maxima d'émissions ;
- coïncide avec une date moyenne de libération et fécondation des œufs prise pour origine pour la vie de l'espèce.

Nous avons ainsi éliminé l'incertitude inhérente à la durée de vie embryonnaire qui n'est jamais très longue, à notre latitude, chez les Pleuronectiformes étudiés.

Ces dates de naissance, choisies pour douze espèces dont nous avons suivi la croissance, sont les suivantes :

ESPECES	DATES DE NAISSANCE CHOISIES
<i>Arnoglossus thori</i>	15 juin
<i>Arnoglossus laterna</i>	20 juin
<i>Arnoglossus imperialis</i>	1er juin
<i>Scophthalmus rhombus</i>	1er mars
<i>Psetta maxima</i>	15 juin
<i>Pleuronectes platessa</i>	15 janvier
<i>Platichthys flesus</i>	1er février
<i>Limanda limanda</i>	15 mars
<i>Solea vulgaris</i>	1er février
<i>Solea lascaris</i>	1er juillet
<i>Buglossidium luteum</i>	20 mai
<i>Microchirus variegatus</i>	1er avril

II - LA CROISSANCE DES IMMATURES DES GROUPES 0 et 1⁺ SUR LES NURSERIES

1. LES NURSERIES

Les grandes plages de sable fin qui bordent les côtes nord, nord-est et est de la baie de Douarnenez forment de vastes nurseries où les jeunes d'au moins six espèces de poissons plats passent leurs premiers mois de vie benthique. Transportées par les vents et courants, les larves se métamorphosent à leur voisinage immédiat puis tombent sur le fond ; les alevins métamorphosés gagnent alors la zone intertidale où ils vivent, quelque temps, à très faible profondeur.

Sur les plages de Morgat, l'Aber, Pentrez, Sainte-Anne-La-Palud, Kervel, Trez-Malaouen, le Ris (Fig.110), arrivent ainsi successivement les jeunes de :

- | | |
|---------------------|------------------------------|
| - plies | <i>Pleuronectes platessa</i> |
| - limandes | <i>Limanda limanda</i> |
| - barbues | <i>Scophthalmus rhombus</i> |
| - turbots | <i>Psetta maxima</i> |
| - solettes | <i>Solea lascaris</i> |
| - "langues de chat" | <i>Buglossidium luteum</i> |

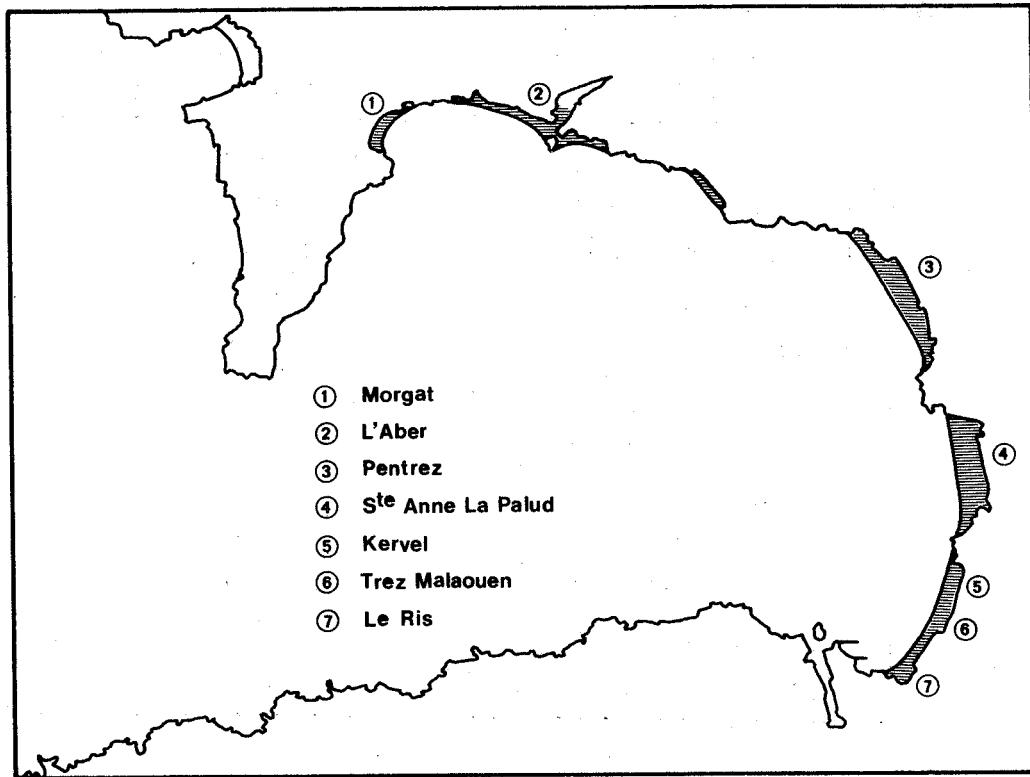


Fig. 110 - Les principales nurseries intertidales de poissons plats en baie de Douarnenez.

Les immatures d'autres espèces s'y trouvent aussi (grondins *Eutrigla gurnardus*, *Trigla lucerna*, raies *Raja montagui*, *R. clavata*, entre autres) ainsi que sur tous les fonds meubles de la baie qui, dans son ensemble, peut être considérée comme une grande nurserie.

Nous avons choisi de suivre la croissance des jeunes du groupe 0 sur une nurserie de la côte nord, l'Aber, et celle des groupes 1⁺ et 2⁺ sur les plages de Pentrez et Sainte-Anne-La-Palud, où ils sont plus abondants.

2. LA CROISSANCE DES PLIES *P. PLATESSA*

■ Les nurseries littorales de plies sont habituellement des plages ou des baies sableuses exondées aux basses mers et où il ne reste que des chenaux. Les larves, en cours de métamorphose, s'adaptent à la vie benthique à proximité de ces nurseries sur des fonds supérieurs à cinq mètres. Les alevins métamorphosés commencent à apparaître en zone intertidale au début du printemps (LOOCKWOOD, 1974).

L'alevinage* présente en général un maximum, variable dans le temps suivant la zone géographique, quelquefois deux comme en mer des Wadden (vaste nurserie pour les plies de la Mer du Nord) où un second pic apparaît en octobre (RAUCK, 1974).

La distribution des jeunes dépend d'abord des courants, qui les transportent, puis de la recherche de nourriture ; très actifs, ils suivent les mouvements de la marée et manifestent une grande activité trophique, maximale aux mi-marées (GIBSON, 1973-1975 ; KUIPERS, 1973).

Sur les plages, les petites plies se maintiennent en eaux peu profondes jusqu'à la fin de l'été et dépassent rarement sept mètres de fond. Leur maximum d'abondance, peu variable d'une nurserie à l'autre, se situe en général entre un ou deux mètres (EDWARDS et STEELE, 1968 ; GIBSON, 1973) et quatre mètres de profondeur (RILEY, 1973).

*Arrivée des jeunes individus métamorphosés sur les nurseries.

Dans la baie elles se concentrent à basse mer dans les chenaux d'où elles sortent, dès les premières heures du flot, à la recherche de nourriture (KUIPERS, 1973).

Les premiers mouvements des poissons du groupe 0 vers des eaux plus profondes commencent en automne et au début de l'hiver ; ils restent cependant sur leur nurserie ou à proximité immédiate, à moins de dix mètres. Ils ne la quitteront définitivement que l'année suivante, au cours du second hiver (RILEY, 1973 ; LOCKWOOD, 1974).

Les petites plies ont, dès les premiers mois de leur vie benthique, une croissance active favorisée par les conditions physiques clémentes qui règnent alors sur les nurseries.

A Loch Ewe (Ouest Ecosse, 57°80'N) les plies métamorphosées arrivent sur les plages en avril et mai ; elles mesurent alors entre 15 et 20 millimètres. En août leur taille moyenne varie entre 48 mm et 60 millimètres. A l'entrée de l'hiver, en novembre, les jeunes plies mesurent de 60 mm à 70 millimètres, en moyenne (Fig. 111).

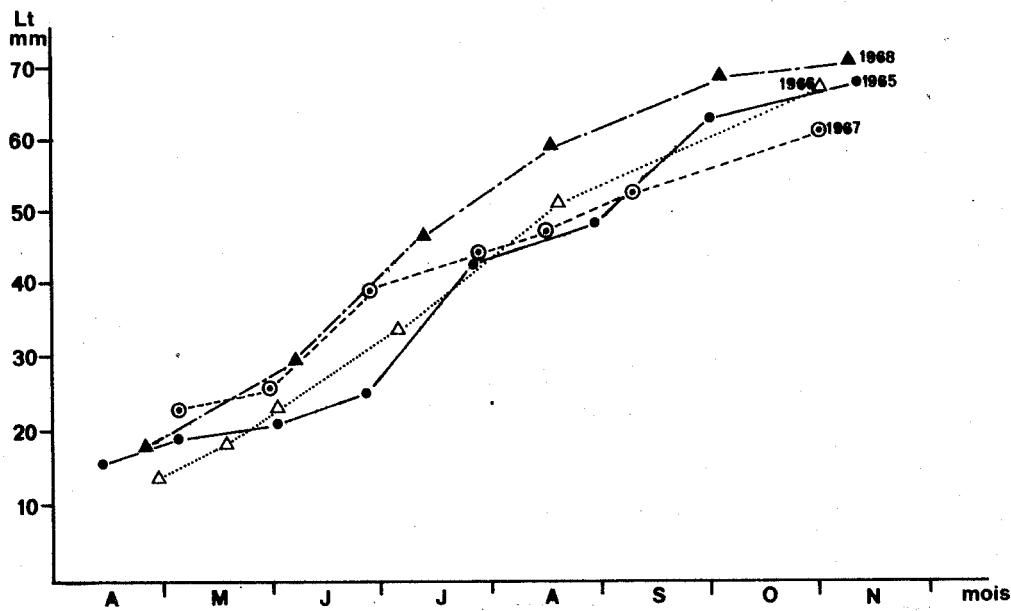


Fig. 111 - Croissance moyenne en longueur des plies de groupe 0 à Loch Ewe (d'après STEELE et EDWARDS, 1970).

Les jeunes plies métamorphosées arrivent en mai sur les nurseries de la côte allemande, en mer des Wadden (Cuxhaven) ; elles mesurent alors 30 mm de long. Elles atteignent 60 mm en août et 90 mm en octobre (Fig.112). Les départs vers des eaux plus profondes commencent en novembre.

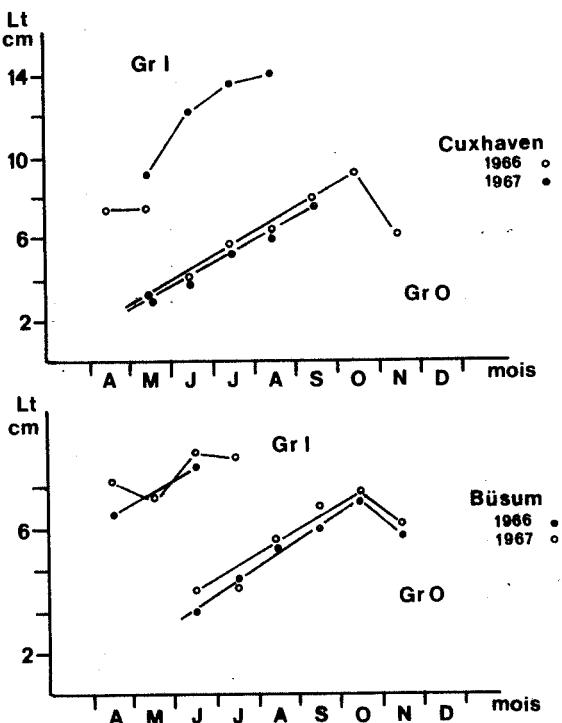
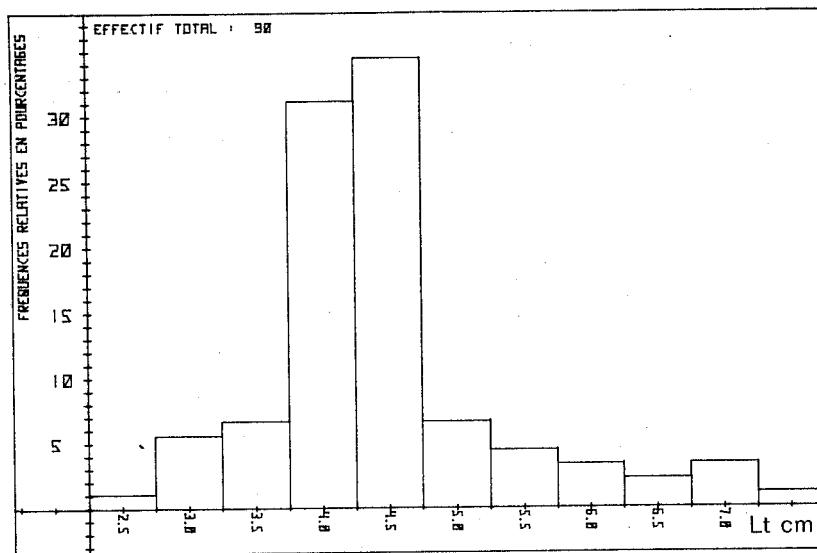
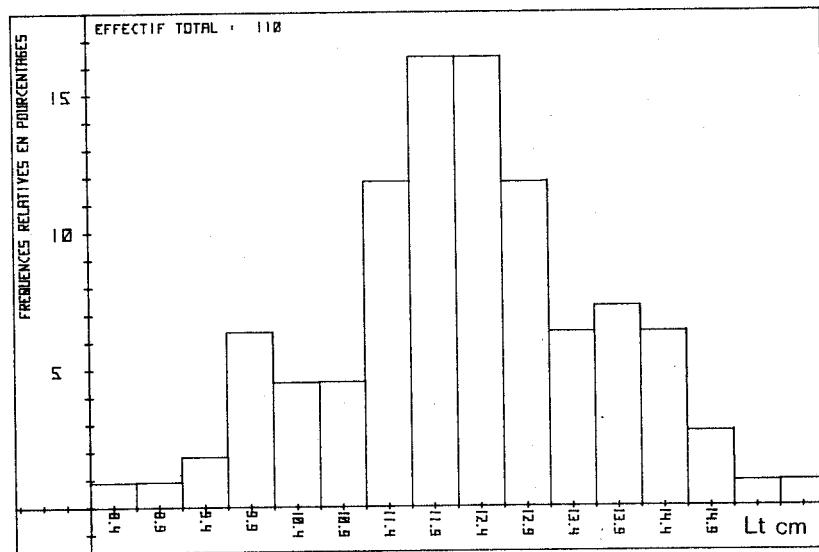


Fig. 112 - Croissance moyenne en longueur des plies des groupes 0 et 1⁺ en mer des Wadden en 1966 et 1967 (nurseries de Büsum et Cuxhaven - d'après RAUCK, 1974).

- En baie de Douarnenez les petites plies métamorphosées arrivent dans la zone intertidale en avril et mai (Fig.113) ; elles se pêchent alors à très faible profondeur, le plus souvent dans le ressac. Agées de quatre mois environ, elles mesurent, en moyenne, 2,7 cm de longueur totale au mois d'avril ; leur faible intervalle de tailles (2,0 cm - 3,8 cm) reflète la période de ponte, courte, des reproductrices.



- a -



- b -

Fig. 113 - Distribution des fréquences de tailles des plies de groupe 0 sur la nurserie de l'Aber.

a - en mai 1978

b - en octobre 1978

Le temps d'incubation et la durée de vie larvaire dépendent de la température : le développement embryonnaire dure quinze jours à 6°C ; la larve est totalement métamorphosée 75 jours plus tard, à la même température (BOWERS, 1966). Des conditions thermiques en général plus clémentes de janvier à mars, en baie de Douarnenez, raccourcissent ces délais que nous estimerons, respectivement, à 10 et 50 jours, à 8-9°C. La métamorphose serait ainsi complète environ deux mois après la fécondation ; l'alevin mesure alors 14 millimètres.

Les jeunes plies vivent donc un mois et demi à deux mois au-delà de la zone de balancement des marées, avant d'y pénétrer en avril. Se nourrissant activement de siphons de *Donax*, elles s'accroissent très vite en longueur et gagnent 1,8 cm, puis 2,6 cm en moyenne, les deux premiers mois (Fig.114 et Tableau 70).

Elles atteignent, en moyenne, 14 cm de longueur totale en novembre et dépassent ainsi de 7 cm les jeunes plies des eaux écossaises. Elles sont aussi plus grandes que celles des côtes allemandes dont la taille avoisine 9 cm en octobre.

La croissance de l'espèce, variable avec la latitude, apparaît donc étroitement liée aux conditions physiques du milieu et, plus particulièrement, à la température : les jeunes plies de la baie rencontrent, dès les premiers mois de leur vie benthique, des conditions physiques et trophiques optimales qui en favorisent la croissance en longueur et en poids.

A l'approche de leur premier hiver, les plus grands poissons commencent à quitter la zone intertidale, où ils ne reviendront plus. Certains, moins avancés dans leur croissance, passeront l'hiver et même une partie du printemps sur la nurserie. Ils se mêlent, en avril et mai, aux jeunes de l'année nouvellement arrivés (Fig.114).

CLASSE 1977											
MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Age (mois)	13		15	16	17						
n	8		55	66	27						
\bar{L}_T (cm)	17,2		18,5	19,0	21,9						
σ	2,7		3,1	3,2	3,1						
Sm	1,04		0,42	0,40	0,61						
$\pm t Sm$	2,46		0,82	0,78	1,25						
CLASSE 1978											
Age (mois)			4	5	6	7	8	9	10	11	
n			42	101	74			91	95	18	
\bar{L}_T (cm)			2,7	4,5	7,1			11,0	12,2	14,1	
σ			0,5	0,9	1,2			1,5	1,5	1,8	
Sm			0,08	0,09	0,14			0,16	0,15	0,44	
$\pm t Sm$			0,16	0,18	0,27			0,31	0,29	0,93	

Tableau 70 - Croissance moyenne en longueur des plies des groupes 0 et 1⁺ sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

MOIS	A	M	J	S
Age (mois)	4	5	6	9
n	42	102	74	91
\bar{P}_p (g)	0,2	1,0	4,2	15,5
σ	0,1	0,8	2,2	6,5
Sm	0,01	0,08	0,26	0,68
$\pm t Sm$	0,02	0,15	0,50	0,40

Tableau 71 - Croissance moyenne en poids des plies du groupe 0 sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

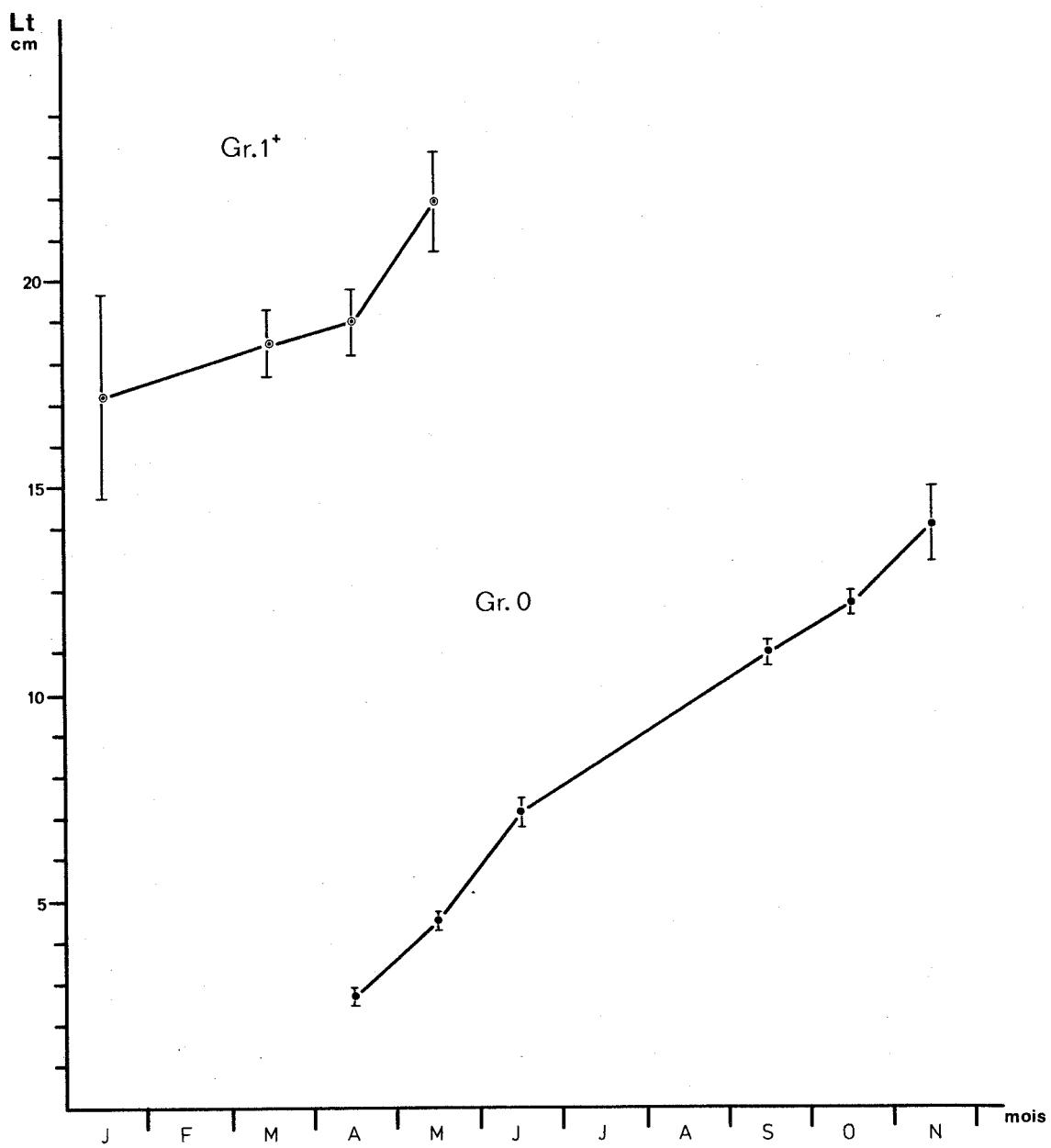


Fig. 114 - Croissance moyenne en longueur des plies des groupes 0 et 1⁺ sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

3. LA CROISSANCE DES LIMANDES *L. limanda*

• La larve de Limande *L. limanda* devient asymétrique lorsqu'elle atteint 12 millimètres de longueur totale et mène une vie benthique à 13 mm. La métamorphose plus tardive vers le nord n'apparaît qu'à 14-15 mm, voire même 20 mm (RUSSELL, 1976).

Les jeunes limandes métamorphosées n'entrent jamais dans la zone de balancement des marées ; elles arrivent à la côte plus tard que les plies et pendant une période plus courte (EDWARDS et STEELE, 1968). L'alevinage des nurseries a lieu en juin en Ecosse, en août et au début de l'automne sur les côtes de la Mer du Nord, où certaines larves se métamorphosent encore en octobre (POULSEN, 1933).

La mortalité, après la métamorphose, est surtout due aux prédateurs mais aussi à la compétition interspécifique, comme chez la Plie (STEELE et EDWARDS, 1970).

Les limandes du groupe 0 des côtes de la Mer du Nord mesurent, en moyenne, 3 cm de longueur totale au début du mois d'octobre. A la fin de la première année, leur taille moyenne avoisine 3 cm en Baltique, 5 cm dans le Kattegat et en Mer du Nord (POULSEN, 1933).

• En baie de Douarnenez, les petites limandes métamorphosées ne pénètrent pas non plus en zone intertidale mais restent entre un quart et un demi-mille de la côte, sur des fonds de 8 à 10 mètres. De jeunes poissons, d'une taille inférieure à dix centimètres, fréquentent les abords de plages en septembre-octobre ; leur densité de peuplement reste toujours plus faible que celle des plies.

Les limandes de groupe 1⁺ se répartissent dans toute la baie où il ne semble pas y avoir de nurseries étroitement délimitées.

L'arrivée des alevins métamorphosés de Limande se réalise probablement ici en mai et juin ; en septembre-octobre, les jeunes de l'année mesurent, en moyenne, entre 7 cm et 8 cm de longueur totale (Fig.115). Les petites limandes

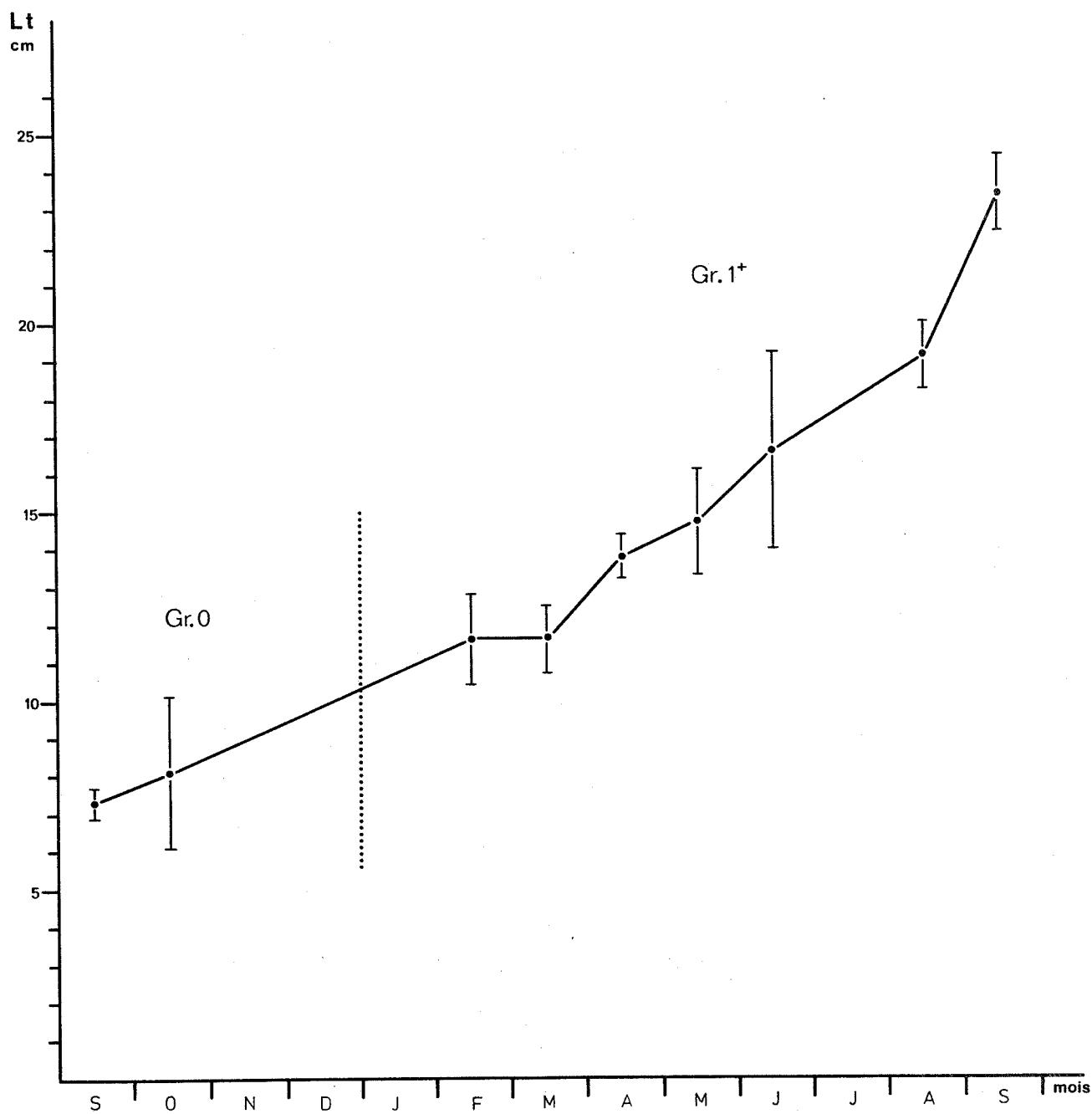


Fig. 115 - Croissance moyenne en longueur des limandes des groupes 0 et 1⁺ sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

de la baie de Douarnenez grandissent donc bien plus vite que celles de la Mer du Nord, devancées d'environ 5 cm au premier hiver. Au-delà, les poissons du groupe 1⁺ gagnent de 1,5 cm à 2 cm par mois et atteignent 20 cm à la fin du second été.

Le poids moyen des limandes de groupe 0, au seuil de leur premier hiver, avoisine probablement 10 grammes.

Comme l'accroissement linéaire, les gains en poids sont plus élevés la seconde année : le poids moyen double en trois mois, de février à avril ; quasiment multiplié par dix en huit mois, il approche de 150 grammes en septembre (Tableau 73).

MOIS	S	O	F	M	A	M	J	A	S
Age (mois)	7	8	12	13	14	15	16	18	19
n	12	4	8	24	43	17	7	25	26
\bar{L}_T (cm)	7,3	8,1	11,6	11,6	13,8	14,7	16,6	19,1	23,4
σ	0,5	1,1	1,4	2,2	2,0	2,7	2,6	2,2	2,4
S_m	0,16	0,62	0,53	0,46	0,31	0,67	1,06	0,45	0,48
$\pm t S_m$	0,36	1,97	1,25	0,94	0,61	1,43	2,60	0,92	0,98

Tableau 72 - Croissance moyenne en longueur des limandes des groupes 0 et 1⁺ sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

MOIS	S	O	F	M	A	M	J	A	S
Age (mois)	7	8	12	13	14	15	16	18	19
n	12		8	20	42	13		25	26
\bar{P}_p (g)	3,8		15,4	19,5	30,1	39,0		82,6	147,9
σ	0,8		5,7	6,1	12,3	17,8		34,5	47,9
S_m	0,24		2,15	1,40	1,92	5,13		7,04	9,58
$\pm t S_m$	0,53		5,10	2,92	3,77	11,20		14,53	19,73

Tableau 73 - Croissance moyenne en poids des limandes des groupes 0 et 1⁺ sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

4. LA CROISSANCE DES BARBUES *S. RHOMBUS*

■ La larve de Barbe se métamorphose soixante-et-un jours après son éclosion, dans des conditions de laboratoire et à la température moyenne de 14,2°C (JONES, 1972).

Les jeunes poissons de l'année sont communs sur les plages britanniques d'août à octobre ; ils mesurent alors de 8 cm à 11 cm et atteignent 13 cm en un an (WHEELER, 1969).

■ En baie de Douarnenez, les premières barbues métamorphosées arrivent dans la zone intertidale en avril ; elles ne sont jamais aussi nombreuses que le sont les plies ou les turbots. Leur nombre augmente en mai, alors qu'en juin les petites larves à peine métamorphosées deviennent plus rares.

La métamorphose est complète lorsque l'alevin atteint 2,5 cm. Les jeunes barbues capturables en avril dans le ressac mesurent, en moyenne, 2,7 cm de longueur totale. Ce sont donc des alevins nouvellement métamorphosés qui arrivent sur les estrans où commence leur vie benthique. Leur séjour à de plus grandes profondeurs paraît ainsi plus court que celui des plies. L'arrivée de très jeunes individus en mai maintient la moyenne des longueurs totales à 3 cm.

L'accroissement moyen en longueur devient plus net en juin : les petites barbues ont, en moyenne, grandi de 8 mm en un mois ; leur taux de croissance semble ensuite assez constant, en été et en automne (Fig.116 et Tableau 74).

La longueur totale moyenne s'établit à 8 cm en octobre ; les tailles varient de 6,5 cm à 9,0 cm et semblent assez voisines de celles rapportées par WHEELER pour les barbues des côtes anglaises.

L'accroissement pondéral, peu sensible pendant les trois premiers mois de vie benthique des alevins, s'accélère probablement pendant l'été : ils gagnent 8 grammes, en moyenne, de juin à octobre (Tableau 75).

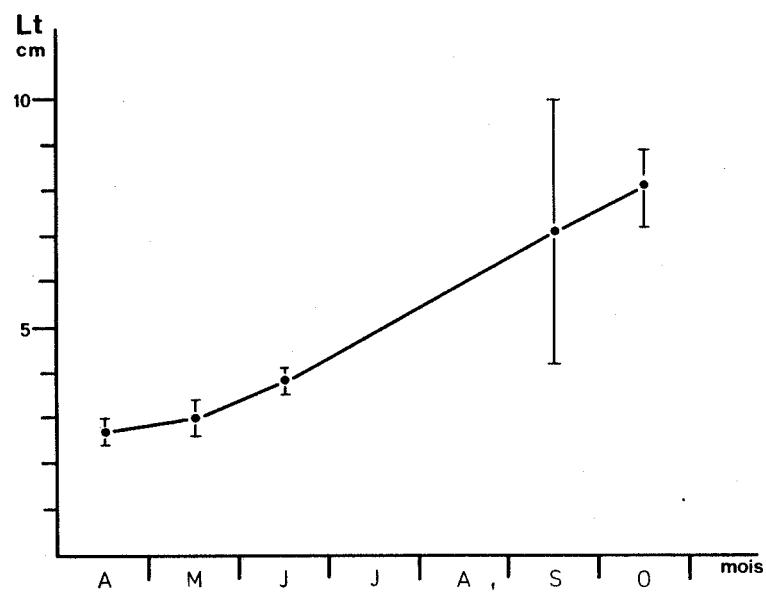


Fig. 116 - Croissance moyenne en longueur des barbues du groupe 0 sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

MOIS	A	M	J	S	O
Age (mois)	2	3	4	7	8
n	10	15	16	4	8
\bar{L}_T (cm)	2,7	3,0	3,8	7,1	8,1
σ	0,40	0,70	0,60	1,59	0,96
Sm	0,13	0,19	0,15	0,92	0,36
$\pm t Sm$	0,30	0,40	0,33	2,90	0,86

Tableau 74

Tableau 74 - Croissance moyenne en longueur des barbues du groupe 0 sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

MOIS	A	M	J	O
Age (mois)	2	3	4	8
n	10	11	12	8
\bar{P}_p (g)	0,2	0,3	0,6	7,2
σ	0,08	0,23	0,37	2,3
Sm	0,03	0,07	0,11	0,87
$\pm t Sm$	0,06	0,16	0,24	2,06

Tableau 75

Tableau 75 - Croissance moyenne en poids des barbues du groupe 0 sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

5. LA CROISSANCE DES TURBOTS *P. MAXIMA*

Les larves de Turbot éclosent neuf à dix jours après la fécondation à 10°C ; l'incubation ne dure que sept jours à 12°C et cinq jours à 14,5°C (JONES, 1972).

La métamorphose commence lorsque la larve atteint 15 mm et se termine, selon les individus, entre 27 mm et 35 mm.

L'alevinage des nurseries infralittorales commence en juillet sur les côtes anglaises, présente un pic en août et continue jusqu'en octobre (JONES, 1973).

Les jeunes turbots, très actifs, ont une croissance rapide de juillet à octobre : ils mesurent, en moyenne, 6 cm de longueur totale à l'approche du premier hiver, sur les plages du Pays de Galles (Borth, Cardiganshire). Stabilisée de novembre à mars, la taille moyenne ne subit d'accroissement bien net qu'au mois de mai suivant (Fig.117 et Tableau 76).

La croissance en poids accompagne celle en longueur qui s'accélère considérablement pendant le second été (Fig.118).

GROUPE D'AGE	MOIS	JOHANSEN 1905 - 1913 Jutlant	JONES 1966 - 1967 Pays de Galles
GROUPE 0	Juin		
	Juillet	3,1	3,9
	Août	3,3	4,3
	Septembre	4,8	4,5
	Octobre	8,0	5,4
	Novembre	6,7	6,1
	Décembre		5,8
	Janvier		5,8
	Février		5,9
	Mars		6,2
	Avril		7,4
	Mai		8,5
GROUPE 1 ⁺	Juin	9,5	7,6
	Juillet	9,7	8,0
	Août	13,5	10,0
	Septembre	15,1	13,6
	Octobre	17,5	14,4
GROUPE 2 ⁺	Juin	21,2	
	Juillet	22,2	
	Août	21,5	
	Septembre	25,2	

Tableau 76 - Croissance en longueur des turbots des groupes 0, 1⁺ et 2⁺ (tailles moyennes en cm) - d'après JONES, 1973.

En baie de Douarnenez, les larves pélagiques de Turbot se métamorphosent en juillet devant les plages. Quelques rares individus, issus des premiers oeufs pondus, peuvent avoir déjà pénétré en zone intertidale, mais l'alevinage des plages ne se fera vraiment qu'au mois d'août. Invariable dans le temps d'une année à l'autre, son maximum apparaît surtout dans la seconde quinzaine du mois. Le nombre de nouveaux venus diminue en septembre ; il devient nul en octobre : l'alevinage est terminé.

La vie benthique du Turbot commencerait, comme celle de la Plie, avant son arrivée sur les plages ; les individus en cours de métamorphose sont en effet rares dans les captures. Les plus petits, d'une longueur totale de 2,5 cm, sont peu nombreux en août dans le peuplement des plages ; ceux de 4,0 cm y sont en revanche très fréquents (Fig.119). Ils dominent encore, avec ceux de 5,0 cm, la distribution de fréquence des tailles en septembre, mais de grands poissons, à croissance plus rapide, mesurent déjà 7,5 cm (Fig.119).

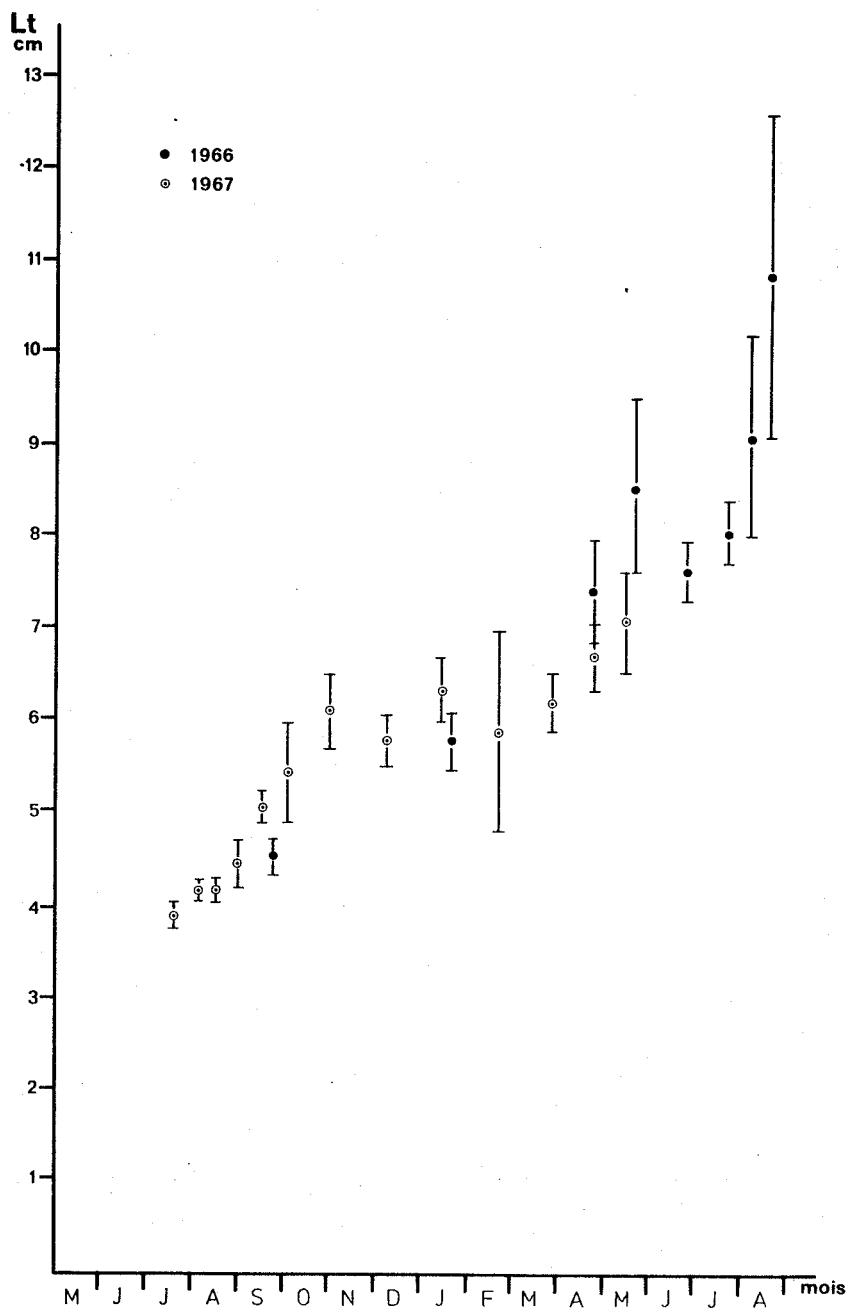


Fig. 117 - Croissance moyenne en longueur des turbots des groupes 0 et 1⁺ à Borth, au Pays de Galles (d'après JONES, 1973).

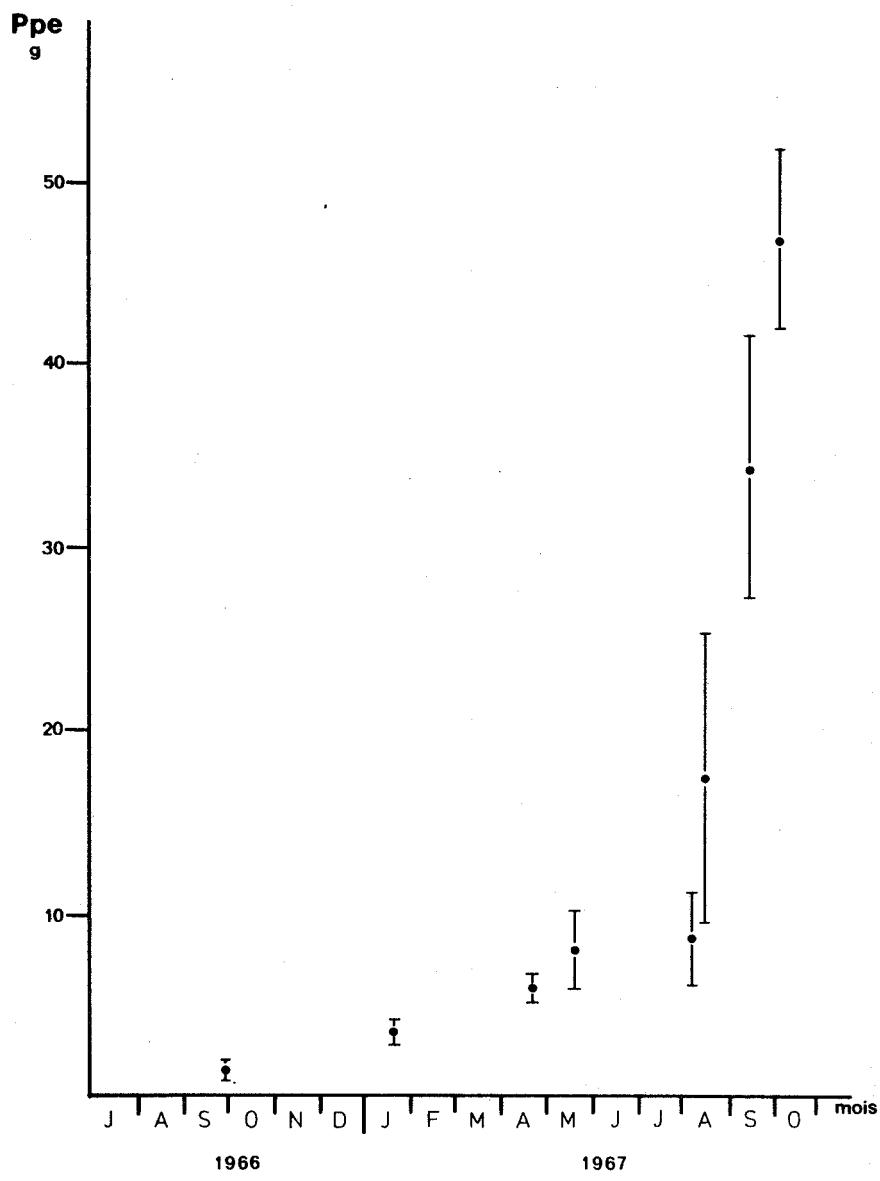
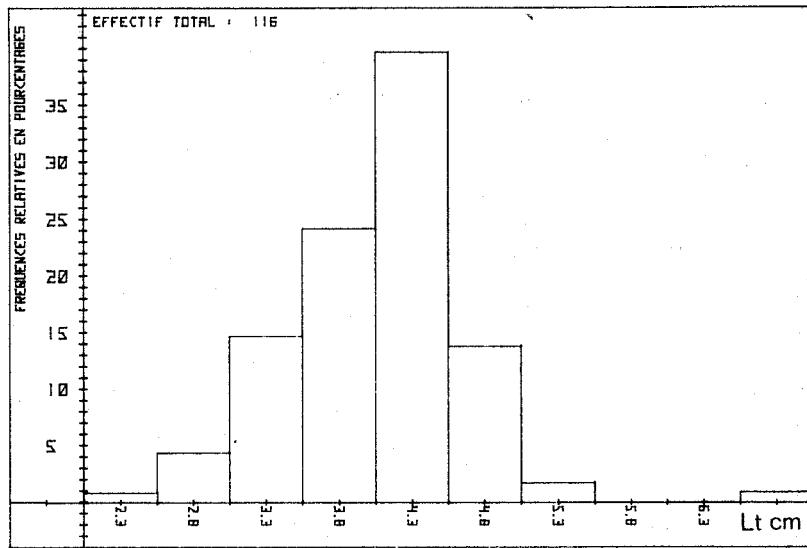
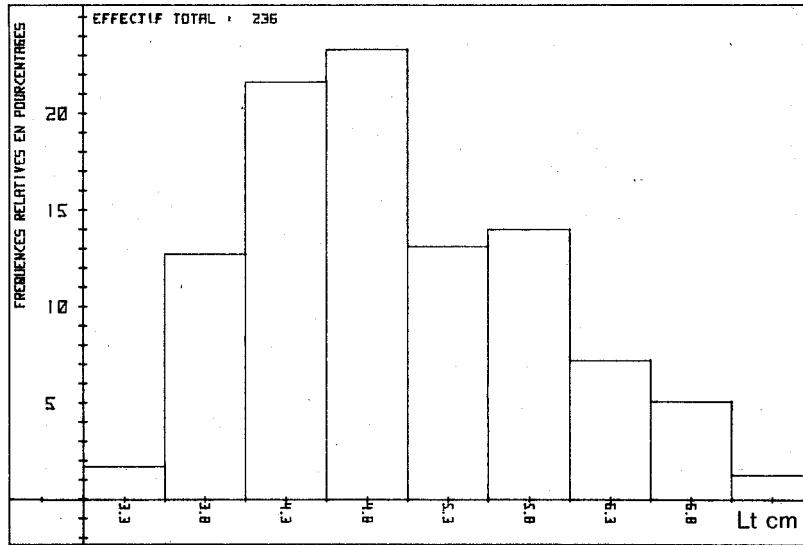


Fig. 118 - Croissance moyenne en poids des turbots des groupes 0 et 1⁺ à Borth, au Pays de Galles (d'après JONES, 1973).

Ppe : poids du poisson éviscétré.



- a -



- b -

Fig. 119 - Distribution des fréquences de tailles des turbots de groupe 0 sur la nurserie de l'Aber.

a - en août 1971

b - en septembre 1979

Prédateurs visuels, comme leurs aînés, les petits turbots chassent surtout les Amphipodes et les Mysidacés pendant les premiers mois de leur vie benthique. La seconde partie de leur première année est marquée par la consommation de proies plus volumineuses, les Poissons et les Crevettes grises (*Crangon crangon*), dont l'apparition dans le régime alimentaire coïncide avec une augmentation des taux de croissance en longueur et en poids (DENIEL, 1973). La croissance, assez lente au début, s'accélère en effet au mois de juin lorsque les turbotins entrent dans leur deuxième année (Fig.120 et Tableau 77).

CLASSE 1970										
MOIS	F	A	M	J	J	A	S	O	N	
Age (mois)	9	11	12	13	14	15	16	17	18	
n	11	18	8	85				14		
\bar{L}_T (cm)	7,0	8,9	9,5	12,6				24,7		
σ	0,7	2,1	1,2	2,2				2,3		
Sm	0,22	0,51	0,45	0,24				0,63		
± t Sm	0,49	1,07	1,08	0,47				1,35		
CLASSE 1971										
Age (mois)				2	3	4	5	6		
n				3	131	57	17	9		
\bar{L}_T (cm)				4,7	4,1	5,8	8,3	8,5		
σ				1,1	0,6	0,7	1,2	1,8		
Sm				0,78	0,05	0,09	0,65	0,64		
± t Sm				3,35	0,10	0,18	0,64	1,47		

Tableau 77 - Croissance moyenne en longueur des turbots des groupes 0 et 1⁺ sur la nurserie de l'Aber, en baie de Douarnenez.

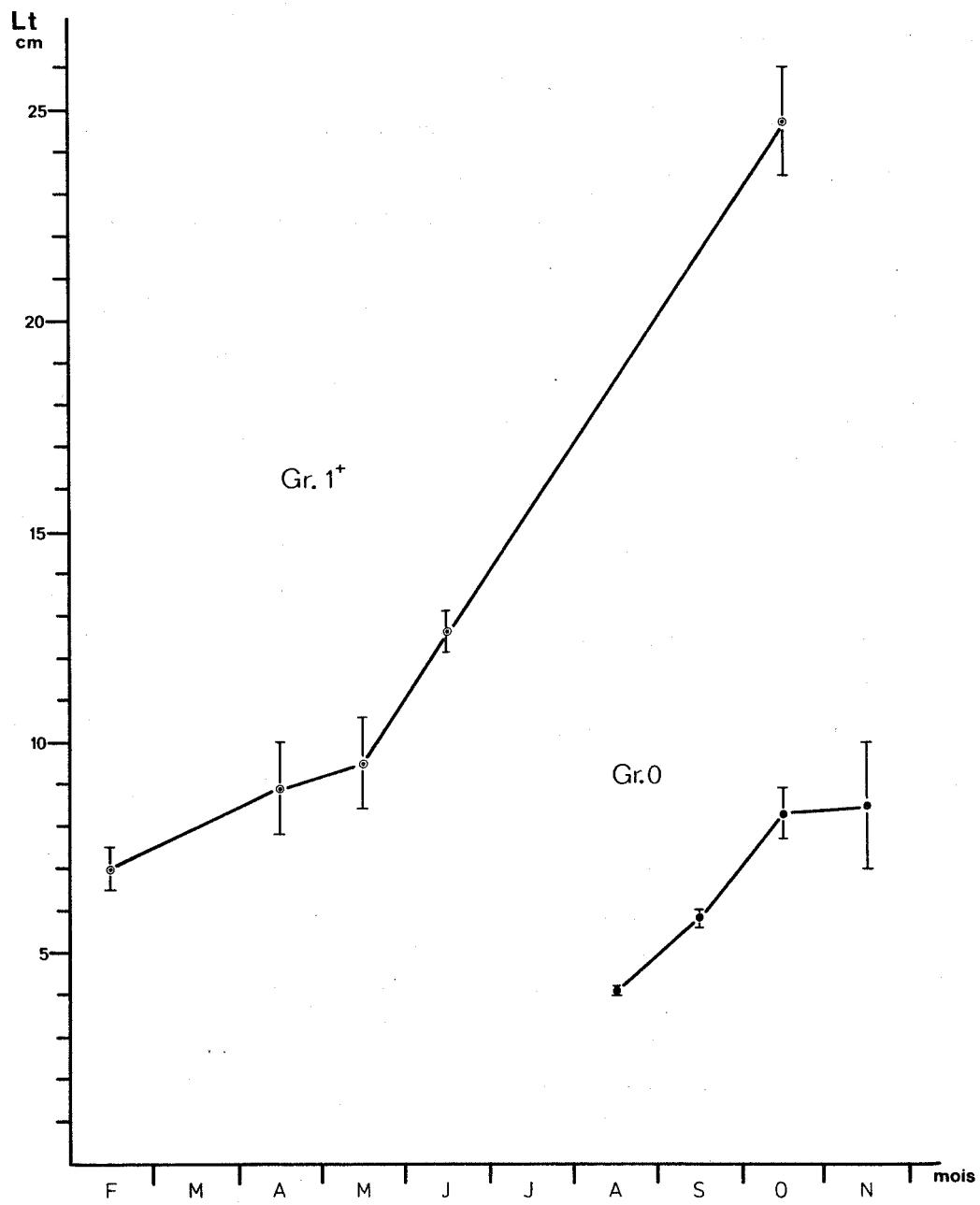


Fig. 120 - Croissance moyenne en longueur des turbots des groupes 0 et 1⁺ sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

La longueur totale moyenne s'accroît de 4,5 cm en quatre mois avant le premier hiver, stabilisée entre 7 cm et 9 cm, de décembre à février, elle augmente à nouveau en avril. En juin, à la fin de leur première année, les jeunes turbots mesurent, en moyenne, 13 cm de longueur totale. La taille moyenne réelle est en fait sous-estimée par l'échantillonnage hivernal et printanier de la population à partir de la plage : en effet, seuls les turbots les plus petits restent dans le ressac pendant l'hiver ; les plus grands s'en écartent pour aller à de plus grandes profondeurs sans toutefois s'éloigner de la nurserie, comme le font les plies. En été, quelques poissons attardés de groupe 1+ se mêlent encore à ceux de la génération de l'année nouvellement arrivés ; en octobre, ils quittent les plages où il ne reste plus alors que des turbotins du groupe 0.

Le poids moyen, comme la longueur, n'augmente vraiment que la seconde année.

Au début de leur vie benthique, en août, les alevins de turbots pèsent entre 0,9 g et 1,5 g. Leur poids moyen passe de 2 g en septembre à 8,5 g en octobre ; il varie peu pendant l'hiver et se maintient aux environs de 10 g.

Le taux de croissance augmente à nouveau en mai : en triplant, ou quadruplant son poids initial d'hiver, le jeune turbot passe en juin à 35-40 g.

MOIS	A	S	O	N
Age (mois)	2	3	4	5
n	116	235	17	9
\bar{P}_p (g)	0,9	1,8	8,5	10,1
σ	0,5	1,0	3,9	7,1
S_m	0,05	0,06	0,97	2,5
$\pm t S_m$	0,09	0,13	2,05	5,77

Tableau 78 - Croissance moyenne en poids des turbots du groupe 0 sur la nurserie de l'Aber, en baie de Douarnenez.

6. LA CROISSANCE DES SOLETTES *S. LASCARIS*

Nous n'avons pas trouvé de données publiées sur la croissance des jeunes solettes.

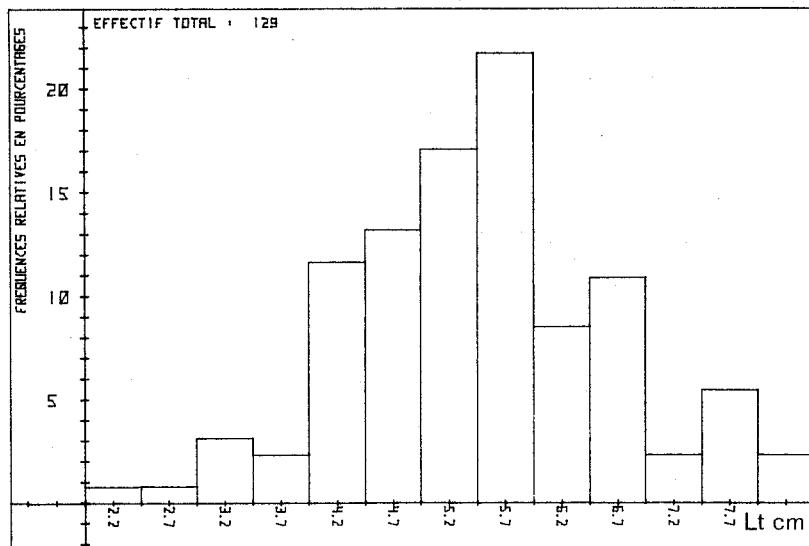
En baie de Douarnenez, l'alevinage des plages en jeunes *Solea lascaris* doit être assez long et s'étaler du printemps au début de l'automne. Les jeunes de l'année sont de tailles très variables au mois de septembre : ceux issus des premiers œufs pondus mesurent déjà 8 cm de longueur totale, alors que ceux provenant des dernières pontes dépassent à peine 2 cm (Fig.121).

La moyenne des tailles s'établit à 6 cm en novembre et ne semble pas varier pendant l'hiver (Fig.122).

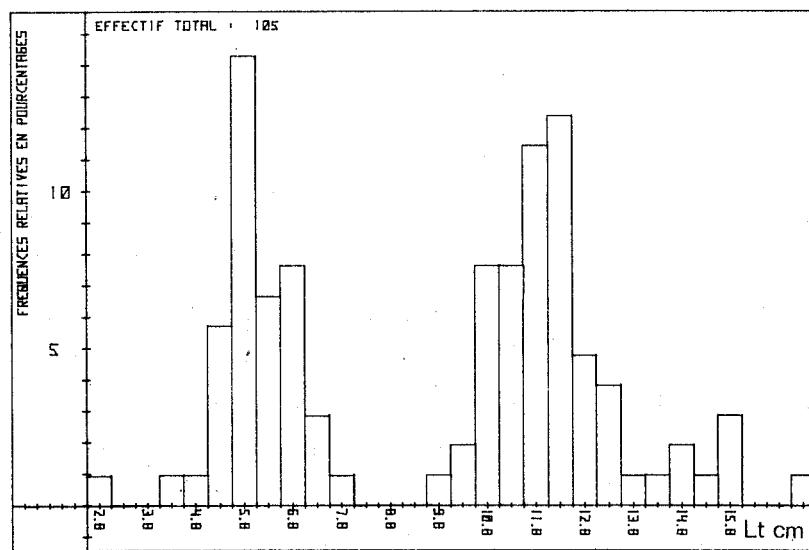
La reprise de croissance, amorcée en avril, devient plus nette en juin : les jeunes solettes mesurent alors, en moyenne, 10 cm de longueur totale. Quatre mois plus tard, en octobre, elles atteignent la taille moyenne de 12 cm. L'espèce grandirait ainsi de 6 cm par an, surtout au printemps et en été, au cours des deux premières années.

MOIS	S	O	N	F	A	J	O
Age (mois)	3	4	5	8	10	12	15
n	128	41	19	74	34	65	60
\bar{L}_T (cm)	5,5	6,0	6,2	5,9	6,9	10,0	12,2
σ	1,2	0,8	0,9	1,0	2,1	2,1	1,3
Sm	0,11	0,13	0,21	0,11	0,36	0,26	0,17
$\pm t$ Sm	0,21	0,25	0,44	0,23	0,72	0,51	0,33

Tableau 79 - Croissance moyenne en longueur des solettes des groupes 0 et 1⁺ sur la nurserie de l'Aber, en baie de Douarnenez.



-a-



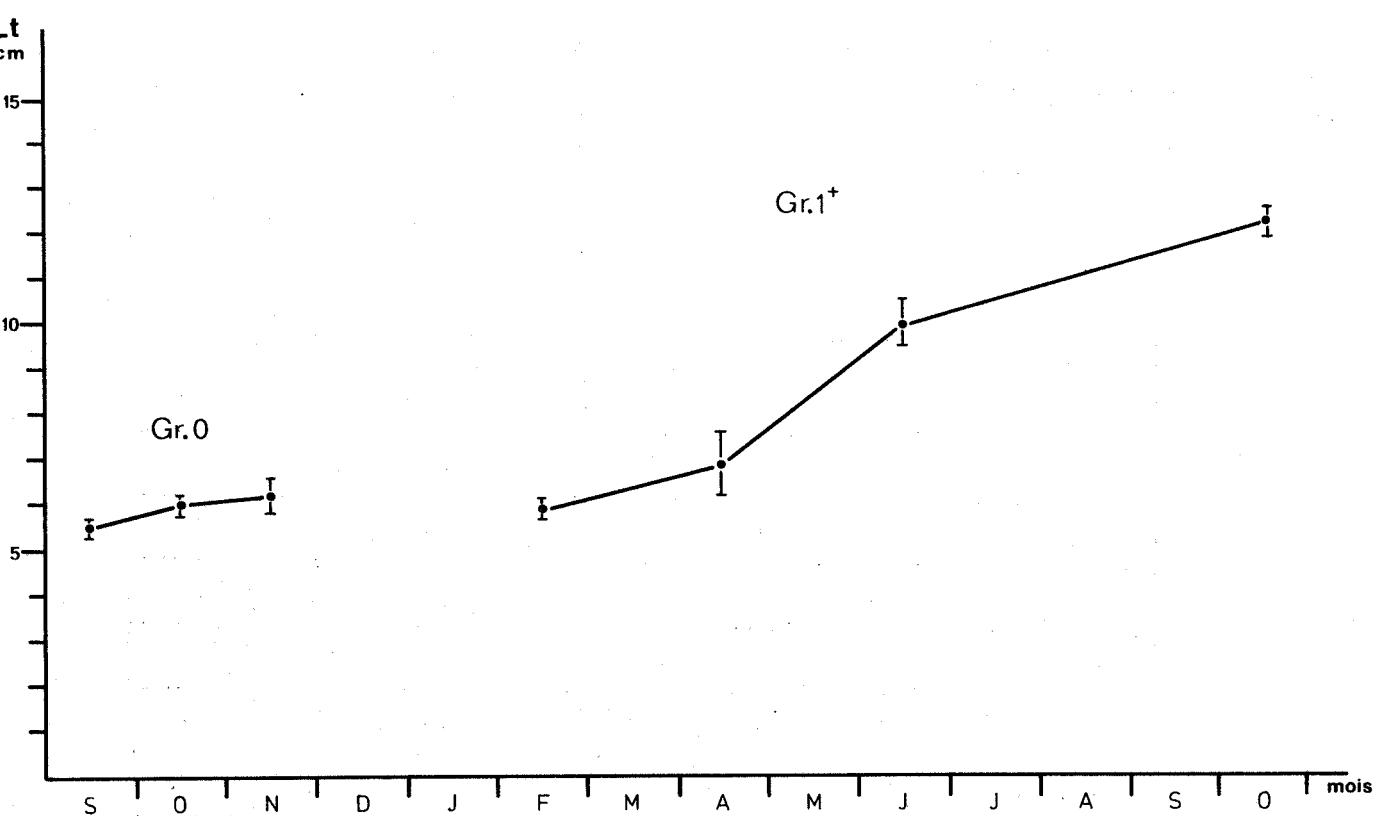


Fig. 122 - Croissance moyenne en longueur des solettes de groupe 0 sur les nurseries de la baie de Douarnenez.

Les jeunes des groupes 0 et 1⁺ fréquentent, au moins pendant deux ans, les fonds sableux de la zone intertidale ; ceux du groupe 1⁺ se mêlent en octobre aux nouveaux arrivants du groupe 0, nés dans l'année.

Les mélanges de générations ne sont pas rares chez *S. lascaris* : quelques solettes du groupe 2⁺ se capturent encore en été sur les plages, à faible profondeur, en même temps que celles des groupes 0 et 1⁺.

L'accroissement pondéral n'est vraiment important que la seconde année. Le poids moyen fluctue, au premier hiver, entre 2 g et 3 g. Il s'accroît ensuite d'environ 15 g en six mois : les solettes du groupe 1⁺ pèsent en effet de 18 g à 20 g, en moyenne, au mois d'octobre.

MOIS	S	O	N	F	A	J	O
Age (mois)	3	4	5	8	10	12	15
n	129	41	19	74	34	65	58
\bar{P}_p (g)	1,3	1,8	2,3	1,4	2,8	9,0	18,6
σ	0,8	0,7	1,1	0,9	2,7	5,8	5,7
Sm	0,07	0,11	0,26	0,10	0,47	0,72	0,75
$\pm t Sm$	0,14	0,22	0,54	0,21	0,92	1,42	1,48

Tableau 80 - Croissance moyenne en poids des solettes des groupes 0 et 1⁺ sur la nurserie de l'Aber, en baie de Douarnenez.

III - LA CROISSANCE DES IMMATURES ET DES ADULTES

1. LA CROISSANCE DES BOTHIDAE

■ La croissance d'*Arnoglossus thori* était mal connue. D'après WHEELER (1969), elle serait assez lente : en Méditerranée l'espèce mesure 5 cm, en moyenne, au premier hiver, 6,3 cm à 8 cm au second et 10 à 12 cm au troisième. *Arnoglossus thori* atteindrait sa première maturité sexuelle à 7-8 cm (LOZANO et REY, 1960 ; BINI, 1968 ; WHEELER, 1969) ; sa taille maximale serait de 18-20 cm.

■ La croissance d'*Arnoglossus laterna* semblait également inconnue. La première maturité sexuelle s'établirait vers 7-9 cm (WHEELER, 1969). La taille maximale de l'espèce est de 19 cm.

■ Les larves pélagiques d'*Arnoglossus imperialis* se métamorphosent lorsqu'elles atteignent 30 mm de longueur totale (PADOA, 1956). "En tenant compte des variations que peut subir l'époque de ponte de cette espèce suivant les années, nous pouvons fixer entre 60 mm et 75 mm la taille qu'atteint ce poisson à la fin de la première année de son développement" (CADENAT, 1936). L'espèce atteindrait sa première maturité sexuelle à 13-14 cm (KYLE, 1913) ; sa taille maximale est de 25 cm.

1.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR

■ Les clés âge-longueur

Les petits arnoglosses *Arnoglossus thori* du groupe 0 ne fréquentent pas les nurseries intertidales des côtes est et nord-est de la baie de Douarnenez. Leur absence dans nos captures au chalut n'en exclut pas la présence dans la baie où ils vivent probablement, mais à de plus grandes profondeurs ; tous les autres groupes d'âges y sont en effet bien représentés (Tableaux 81 et 82).

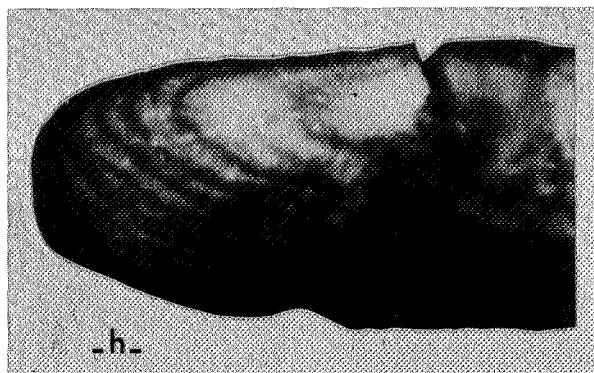
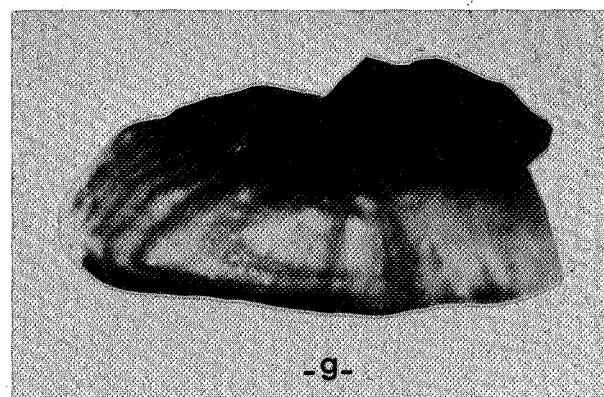
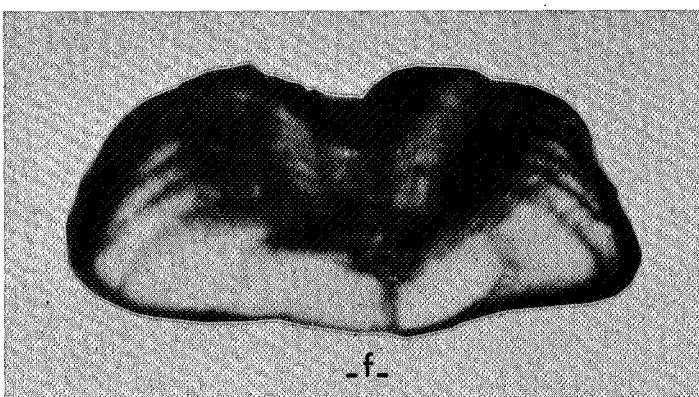
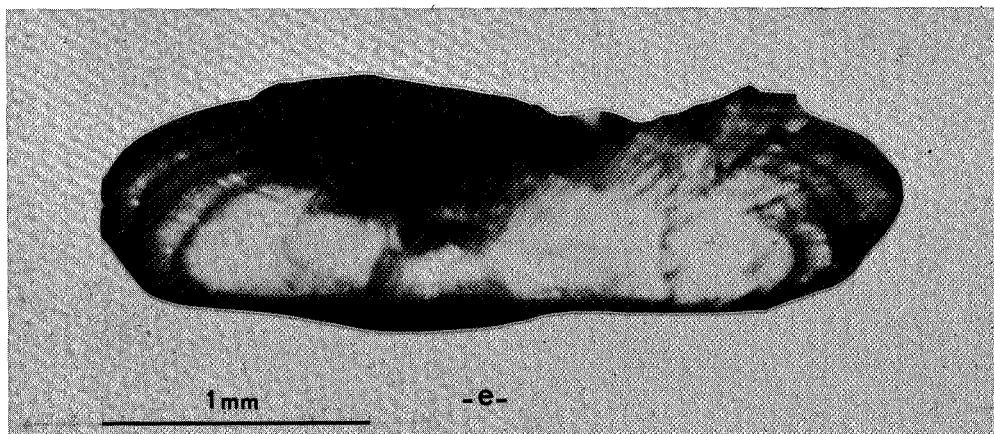
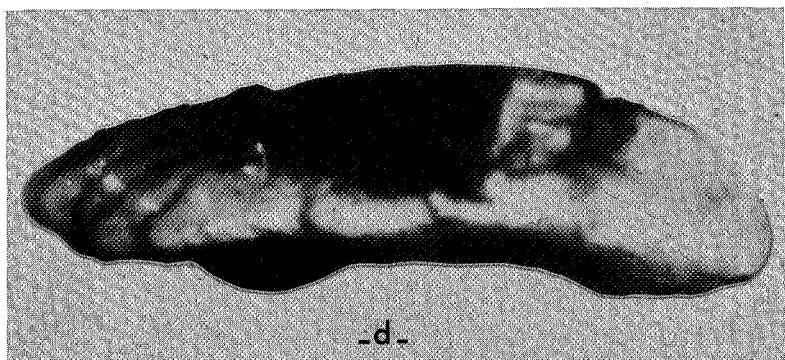
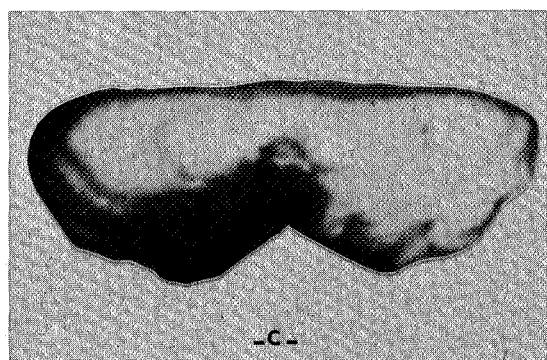
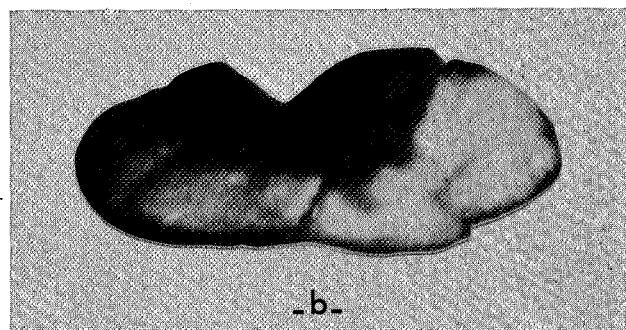
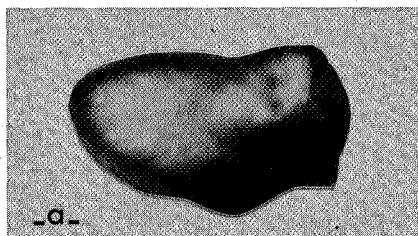
En baie de Douarnenez, *A. thori* vit jusqu'à l'âge de dix ans. Les plus vieux poissons que nous avons capturés étaient des femelles, mais il est probable que les mâles puissent vivre aussi longtemps ; les plus âgés avaient 8 ans.

Gr. Lt age cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
6.0 - 6.4										
6.5 - 6.9										
7.0 - 7.4										
7.5 - 7.9	1									
8.0 - 8.4										
8.5 - 8.9	2									
9.0 - 9.4										
9.5 - 9.9										
10.0 - 10.4										
10.5 - 10.9										
11.0 - 11.4	1									
11.5 - 11.9										
12.0 - 12.4	1	1	1							
12.5 - 12.9	1	1	1	2						
13.0 - 13.4				1	1					
13.5 - 13.9				1	1	1				
14.0 - 14.4				1	2					
14.5 - 14.9				1	1	1				
15.0 - 15.4				1	1	1	1			
15.5 - 15.9				2	1	1	1	1	1	1
16.0 - 16.4				1	1	1	1	1	1	1
16.5 - 16.9				1	1	1	1	1	1	1
17.0 - 17.4				1	1	1	1	1	1	1
17.5 - 17.9				1	1	1	1	1	1	1
18.0 - 18.4				1	1	1	1	1	1	1
18.5 - 18.9				1	1	1	1	1	1	1
19.0 - 19.4				2	1	1	1	1	1	1
19.5 - 19.9										
20.0 - 20.4										
20.5 - 20.9										
N	8		19		28		55		16	

Tableau 81 - Clé âge-longueur des femelles d'*Amoglossus thoni*.

Gr. âge L ^t cm	1	2	3	4	5	6	7	8
J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
5.0 - 5.4								
5.5 - 5.9								
6.0 - 6.4	1							
6.5 - 6.9								
7.0 - 7.4								
7.5 - 7.9								
8.0 - 8.4								
8.5 - 8.9								
9.0 - 9.4								
9.5 - 9.9								
10.0 - 10.4								
10.5 - 10.9								
11.0 - 11.4								
11.5 - 11.9								
12.0 - 12.4								
12.5 - 12.9								
13.0 - 13.4								
13.5 - 13.9								
14.0 - 14.4								
14.5 - 14.9								
15.0 - 15.4								
15.5 - 15.9								
16.0 - 16.4								
16.5 - 16.9								
17.0 - 17.4								
17.5 - 17.9								
18.0 - 18.4								
18.5 - 18.9								
N	5	9	34	22	55	19	12	7

Tableau 82 - Clé âge-longueur des mâles d'*Amoglossus thori*.



Les très petits arnoglosses *Arnoglossus laterna*, comme les *A. thori*, n'apparaissent pas dans les captures au chalut réalisées près des plages. Les plus vieux poissons que nous avons capturés étaient âgés de sept ans ; ce sont, le plus souvent, des femelles dont la longévité moyenne paraît excéder d'environ un an celle des mâles (Tableaux 83 et 84).

Arnoglossus imperialis ne vit pas à très faible profondeur ; ses nurseries sont, d'après des observations antérieures, le plus souvent situées entre 60 m et 90 m. Les très jeunes individus sont rares en baie de Douarnenez dont, rappelons-le, la profondeur ne dépasse pas 35 mètres.

La plupart des individus que nous avons capturés étaient des mâles dont les plus âgés appartenaient au groupe 9⁺. Leur longévité moyenne semble toutefois plus faible ; elle ne dépasserait pas 6 ans (Tableau 86). La durée de vie maximale des femelles pourrait être un peu plus élevée ; les plus âgées avaient dix ans (Tableau 85).

Planche 21 - Sections d'otolithes brûlés d'*Arnoglossus thori*.

- a - femelle du groupe 2⁺ (27 septembre)*
- b - mâle du groupe 4⁺ (26 novembre)
- c - mâle du groupe 5⁺ (10 septembre)
- d - femelle du groupe 5⁺ (22 avril)
- e - femelle du groupe 6⁺ (20 septembre)
- f - mâle du groupe 7⁺ (28 septembre)
- g - femelle du groupe 8⁺ (25 août)
- h - femelle du groupe 10⁺ (28 avril)

*dates de capture.

Gr. âge cm	2	3	4	5	6	7
	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
0 - 5,4						
5,5 - 5,9						
6,0 - 6,4						
6,5 - 6,9						
7,0 - 7,4						
7,5 - 7,9						
8,0 - 8,4						
8,5 - 8,9						
9,0 - 9,4						
9,5 - 9,9						
10,0 - 10,4						
10,5 - 10,9						
11,0 - 11,4						
11,5 - 11,9						
12,0 - 12,4						
12,5 - 12,9						
13,0 - 13,4						
13,5 - 13,9						
14,0 - 14,4						
14,5 - 14,9						
15,0 - 15,4						
15,5 - 15,9						
16,0 - 16,4						
16,5 - 17,4						
N	19	38	63	41	23	13

Tableau 83 - Clé âge-longueur des femelles d'*Arnoglossus laterna*.

Gr. âge cm	2	3	4	5	6	7
	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J A M J D 1 4 5 6 12	F 2
5,0 - 5,4						
5,5 - 5,9						
6,0 - 6,4						
6,5 - 6,9						
7,0 - 7,4	1					
7,5 - 7,9						
8,0 - 8,4	1					
8,5 - 8,9						
9,0 - 9,4	2 1					
9,5 - 9,9	1					
10,0 - 10,4	3					
10,5 - 10,9	1 1 2	2				
11,0 - 11,4	1 1	1				
11,5 - 11,9	1 1 1 1	1 1				
12,0 - 12,4	1 1	1				
12,5 - 12,9	1 1 2	2				
13,0 - 13,4	3	1 1 1 5				
13,5 - 13,9	1 1	4 9 2				
14,0 - 14,4		3 2				
14,5 - 14,9						
15,0 - 15,4						
15,5 - 15,9						
16,0 - 16,4						
N	32	36	53	29	9	1

Tableau 84 - Clé âge-longueur des mâles d'*Arnoglossus laterna*.

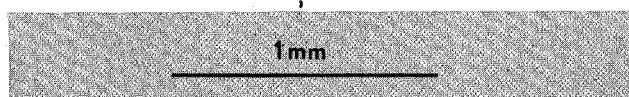
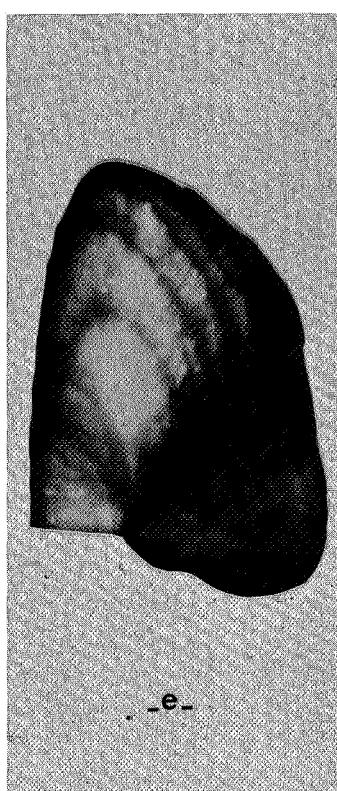
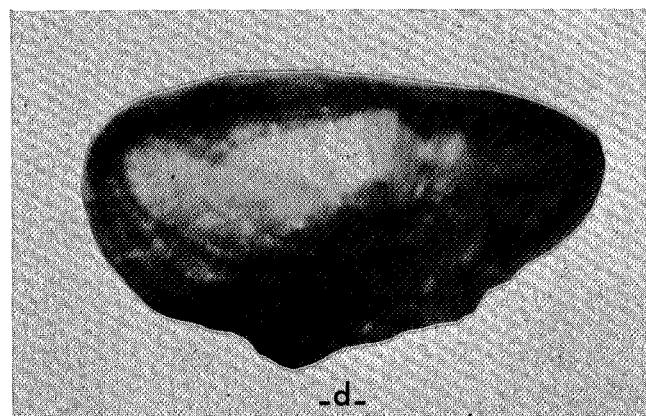
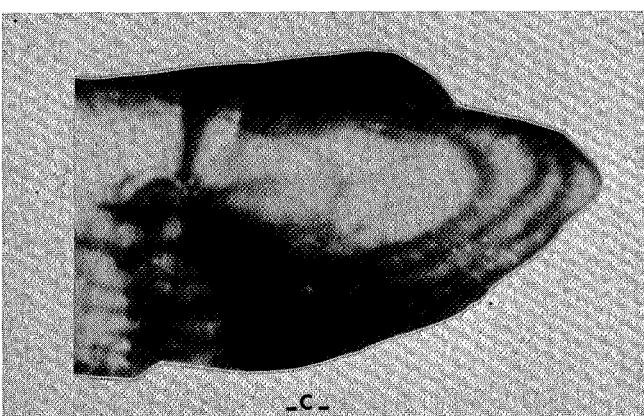
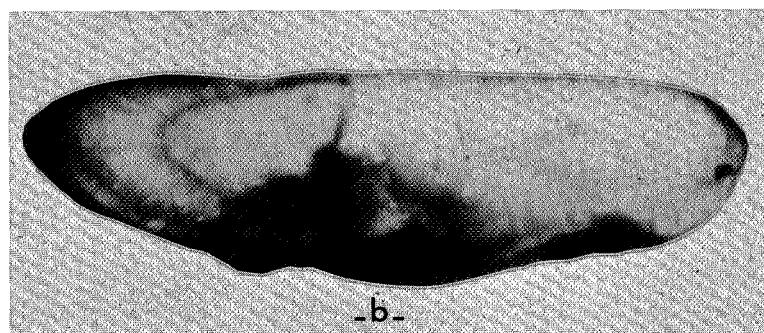
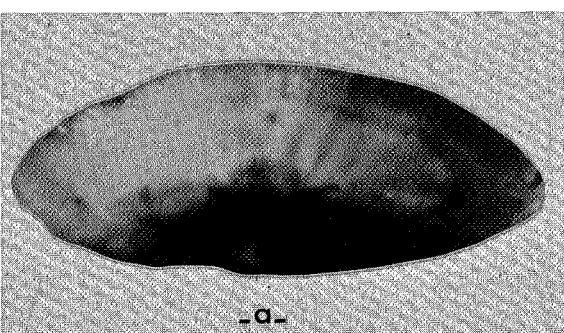
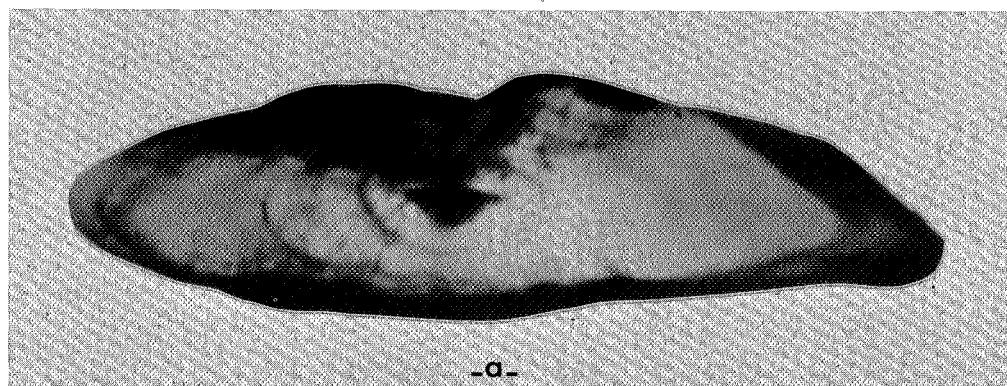


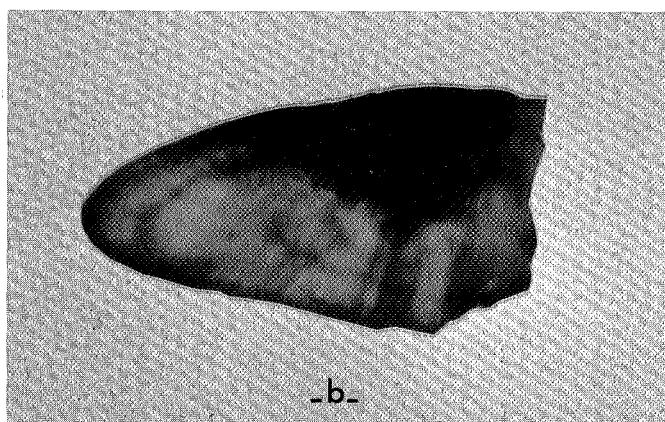
Planche 22 - Sections d'otolithes brûlés d'*Arnoglossus laterna*.

- a - femelle du groupe 2⁺ (22 novembre)*
- b - femelle du groupe 3⁺ (17 juillet)
- c - femelle du groupe 6⁺ (14 décembre)
- d - mâle du groupe 6⁺ (12 juin)
- e - femelle du groupe 7⁺ (17 janvier)
- f - femelle du groupe 7⁺ (14 décembre)

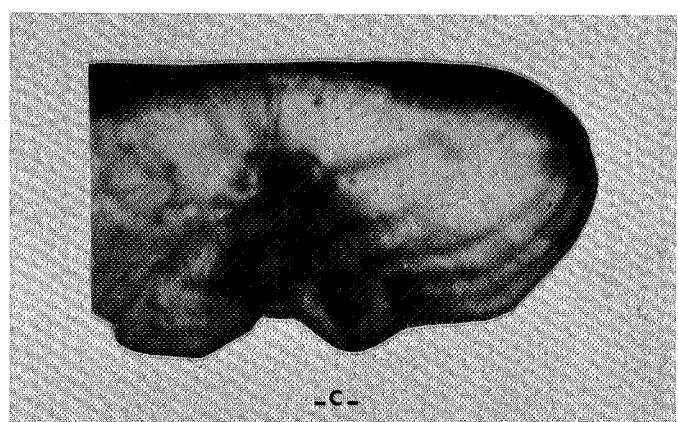
*dates de capture.



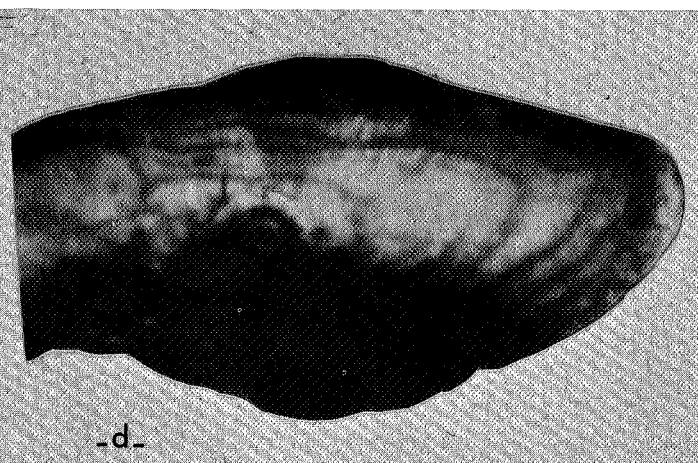
-a-



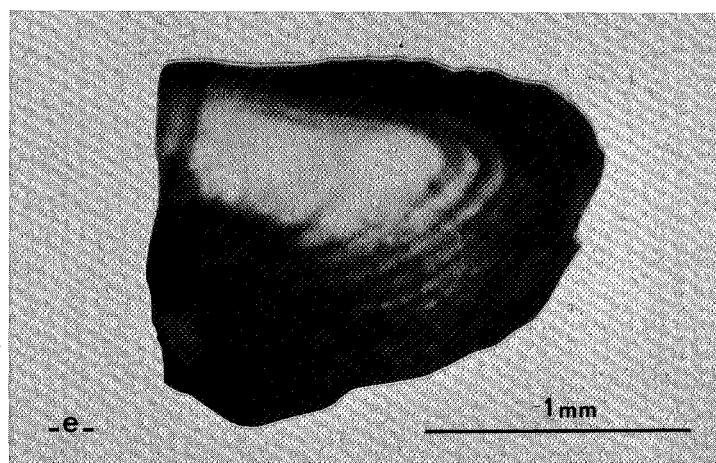
-b-



-c-



-d-



-e-

1 mm

Planche 23 - Sections d'otolithes brûlés
d'*Arnoglossus imperialis*.

- a - mâle du groupe 3+ (13 décembre)*
- b - femelle du groupe 4+ (19 décembre)
- c - mâle du groupe 6+ (4 janvier)
- d - femelle du groupe 7+ (18 octobre)
- e - femelle du groupe 10+ (13 décembre)

*dates de capture.

Gr. Lt cm	3	4	5	6	7	8	9	10
	S O N D 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J O D 1 1 10 12	J D 1 12	D 12	
16.0 - 16.4								
16.5 - 16.9								
17.0 - 17.4			1					
17.5 - 17.9	1 4				1 1			
18.0 - 18.4	2 1 2							
18.5 - 18.9	1		2					
19.0 - 19.4			3	1				
19.5 - 19.9		1	1	2	1			
20.0 - 20.4		1	2		1 1			
20.5 - 20.9					1 1	1		
21.0 - 21.4						1		
21.5 - 21.9							1	
22.0 - 22.4								1
22.5 - 22.9								1
23.0 - 23.4								1
N	9	11	3	2	5	2	3	

Tableau 85 - Clé âge-longueur des femelles d'*Arnoglossus imperialis*.

Gr. Lt cm	1	2	3	4	5	6	7	9
	S O N D 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F J N 1 2 6 11	J 1	J 1
8.0 - 8.4	1							
8.5 - 8.9								
9.0 - 9.4								
9.5 - 9.9		1						
10.0 - 10.4								
10.5 - 10.9								
11.0 - 11.4								
11.5 - 11.9								
12.0 - 12.4								
12.5 - 12.9								
13.0 - 13.4								
13.5 - 13.9	1			1				
14.0 - 14.4			1		1			
14.5 - 14.9			1		1 1			
15.0 - 15.4			1		2			
15.5 - 15.9								
16.0 - 16.4			1 1					
16.5 - 16.9								
17.0 - 17.4				1 1				
17.5 - 17.9		1		2				
18.0 - 18.4		2		3 2				
18.5 - 18.9				5 1 1	1			
19.0 - 19.4				3	2			
19.5 - 19.9			1	1 2		1		
20.0 - 20.4					2 1			
20.5 - 20.9				1 1	2 1		2 1	
21.0 - 21.4					1 1		2	
21.5 - 21.9							1	
22.0 - 22.4						1		
N	1	7	22	23	7	10	1	1

Tableau 86 - Clé âge-longueur des mâles d'*Arnoglossus imperialis*.

• Les courbes de croissance

Les courbes de croissance linéaire d'*Arnoglossus thori* (Fig.123 et 124) ont été ajustées aux valeurs observées chez 212 femelles et 161 mâles capturés pendant plusieurs années consécutives,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 10 \text{ mois} - t_M = 120 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 10 \text{ mois} - t_M = 100 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 7,5 \text{ cm} - LT_M = 20,5 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 6,5 \text{ cm} - LT_M = 18,5 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Les paramètres (L_∞ , K, t_0), calculés par la méthode d'ABRAMSON-TOMLINSON et portés sur les figures, permettent de donner pour l'espèce les équations de croissance linéaire suivantes :

$$LT = 18,185 [1 - e^{-0,510(t + 0,528)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 16,622 [1 - e^{-0,585(t + 0,508)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

La croissance linéaire des mâles et des femelles est identique jusqu'à l'âge d'un an : ils mesurent alors 10 cm de longueur totale. Les femelles sont, dès l'âge de deux ans, plus grandes que les mâles qu'elles dépassent alors, en moyenne, de 5 millimètres. En fin de croissance, elles seront plus grandes d'environ 1,5 cm. La longueur totale maximale de l'espèce diffère en effet suivant le sexe : les plus grandes femelles atteignent 20 cm alors que les mâles ne dépassent pas 18 cm.

Arnoglossus thori ne grandit pratiquement plus après avoir atteint l'âge de six ans. La longueur asymptotique calculée représente ainsi correctement la taille moyenne maximale et réelle de l'espèce, proche de 18 cm pour les femelles (poissons du groupe 7⁺ et plus) et de 16,5 cm pour les mâles (poissons des groupes 7⁺ et 8⁺).

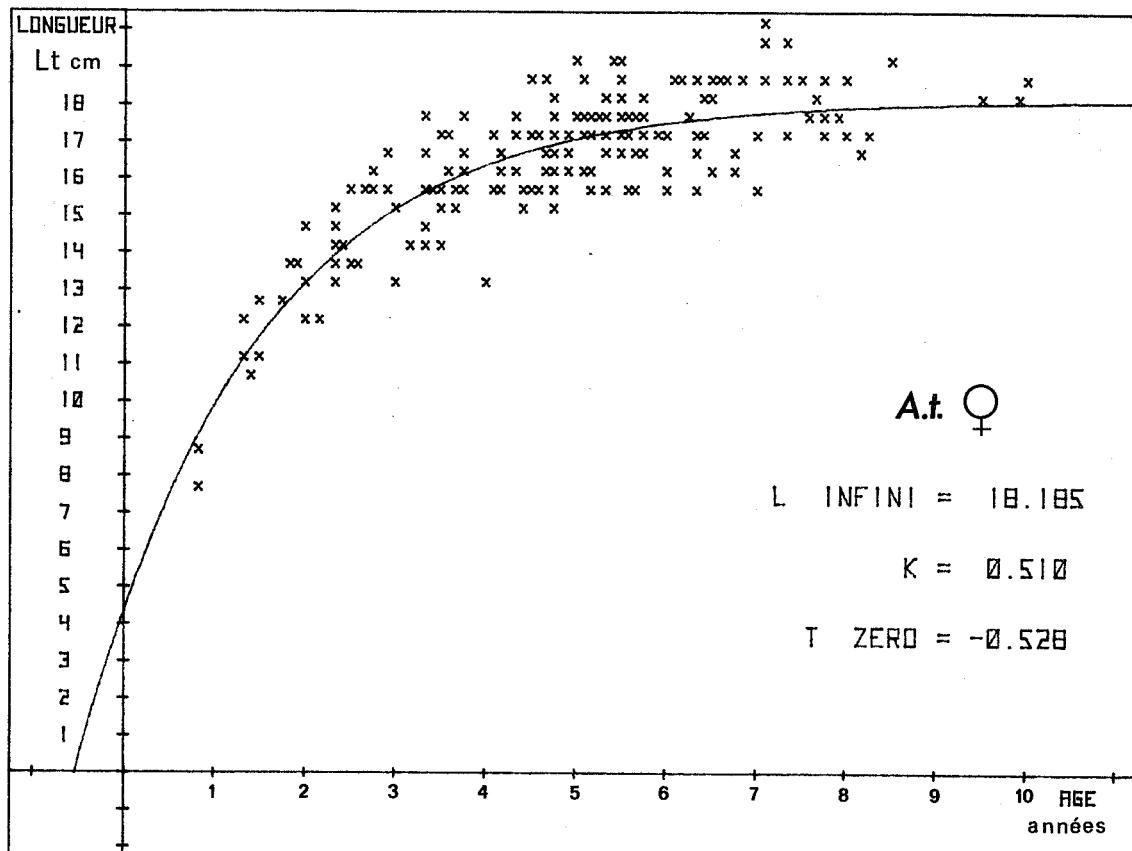


Fig. 123 - Croissance en longueur des femelles d'*Arnoglossus thori*.

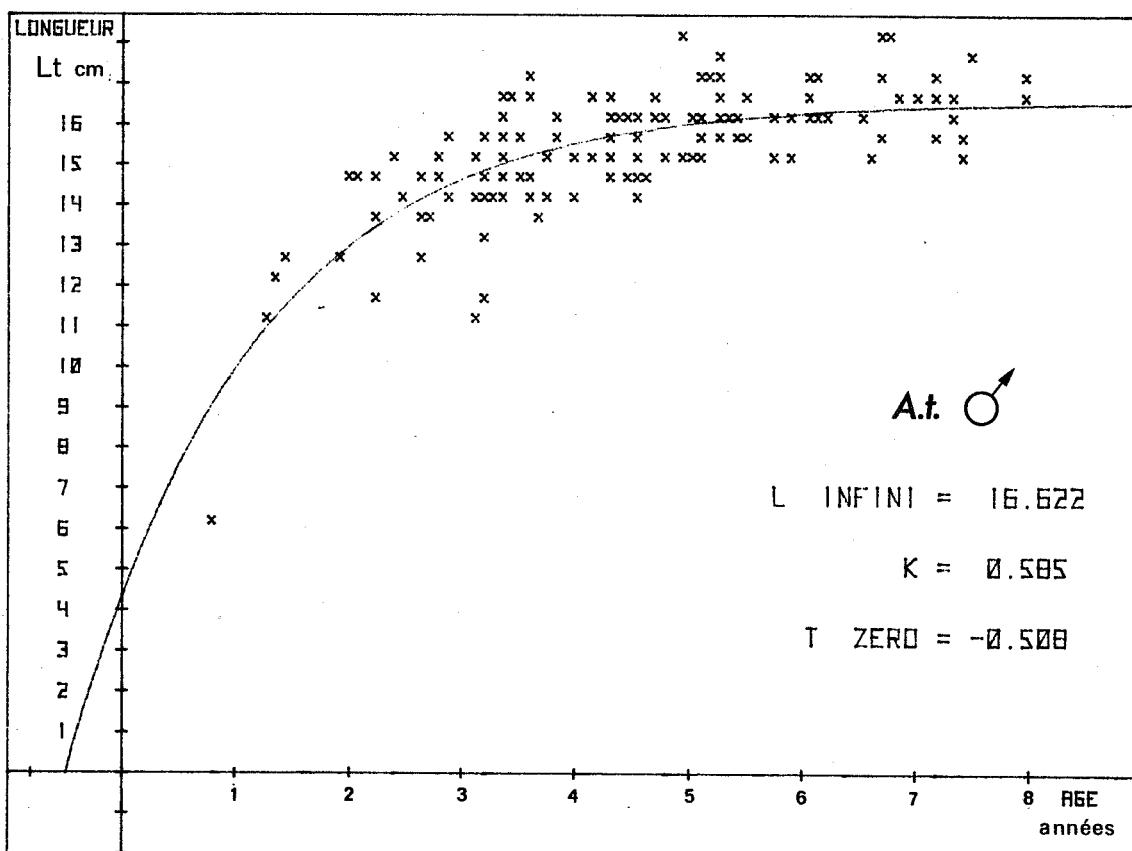


Fig. 124 - Croissance en longueur des mâles d'*Arnoglossus thori*.

Les couples âge-longueur de 177 femelles et de 178 mâles d'*Arnoglossus laterna* nous ont permis d'établir les équations de croissance linéaire et les courbes correspondantes (Fig.125 et 126),

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 22 \text{ mois} - t_M = 90 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 19 \text{ mois} - t_M = 80 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 9,0 \text{ cm} - LT_M = 17,0 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 7,0 \text{ cm} - LT_M = 16,5 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Les équations de croissance linéaire s'écrivent pour l'espèce, en baie de Douarnenez :

$$LT = 15,826 [1 - e^{-0,070(t - 8,287)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 15,148 [1 - e^{-0,086(t - 9,311)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

La croissance linéaire d'*Arnoglossus laterna* est semblable chez les mâles et les femelles pendant les premières années : leurs longueurs totales moyennes ne diffèrent pas jusqu'à l'âge de trois ans ; elles avoisinent 10,8 cm à deux ans et 13,5 cm à trois.

Les femelles grandissent plus vite que les mâles à partir de la quatrième année. La différence de longueur s'accentue régulièrement pour être maximale à l'âge de sept ans : les femelles sont alors, en moyenne, plus grandes que les mâles, de 0,5 cm.

L'espèce ne grandit pratiquement plus après cinq ans pour les femelles, après quatre ans pour les mâles : les longueurs totales moyennes observées par sexe sont alors respectivement de 15,7 cm et 15,4 cm.

La longueur totale maximale observée atteint 17,0 cm pour les femelles et 16,4 cm pour les mâles.

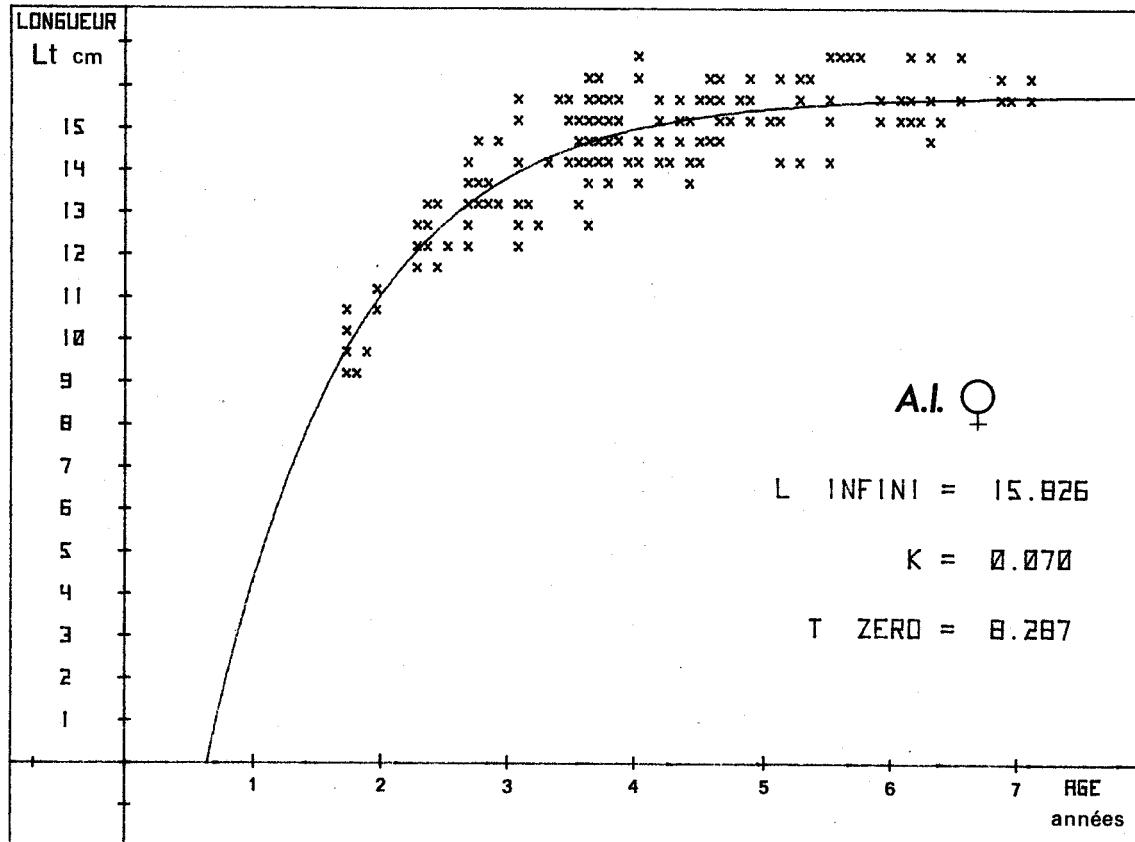


Fig. 125 - Croissance en longueur des femelles d'*Arnoglossus laterna*.

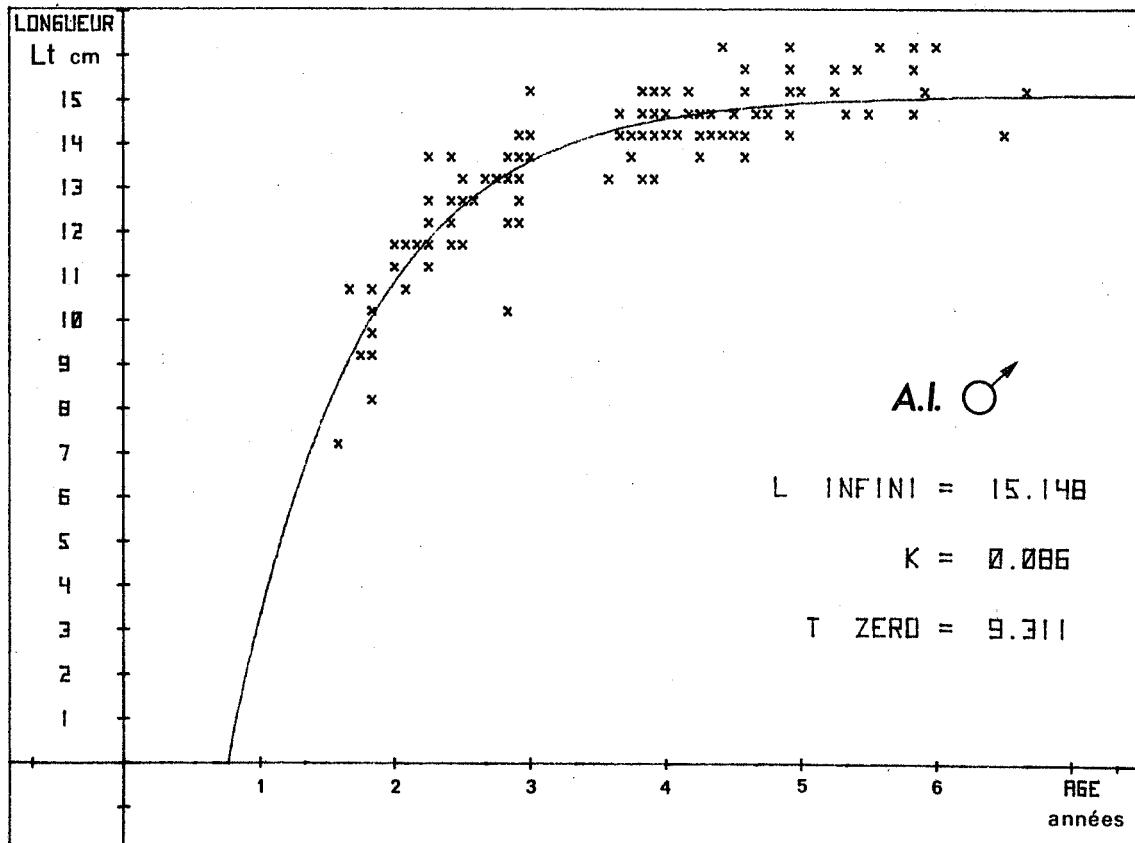


Fig. 126 - Croissance en longueur des mâles d'*Arnoglossus laterna*.

Le trop petit nombre et l'intervalle de tailles réduit des femelles d'*Arnoglossus imperialis* capturées ne nous permettent pas d'en donner la courbe de croissance (Fig. 127).

L'équation de croissance linéaire des mâles a été calculée à l'aide de 71 couples âge-longueur,

- dans un intervalle d'âge de :

$$t_m = 19 \text{ mois} - t_M = 106 \text{ mois}$$

- dans un intervalle de tailles de :

$$LT_m = 8,0 \text{ cm} - LT_M = 22,0 \text{ cm}$$

Elle s'écrit :

$$LT = 19,693 [1 - e^{-0,854 (t - 0,757)}]$$

Les croissances moyennes en longueur des mâles et des femelles d'*Arnoglossus imperialis* semblent peu différentes : la longueur totale moyenne s'établit, chez les deux sexes, à 17-18 cm au cours de la quatrième année et à 19 cm pendant la cinquième ; leur croissance est alors pratiquement finie.

Les croissances diffèrent par contre beaucoup entre individus d'un même sexe : les écarts de 5 à 6 cm, observés au sein d'une même classe d'âge, pourraient résulter de pontes étalées dont les effets se répercutteraient sur la taille des individus tout au long de leur croissance.

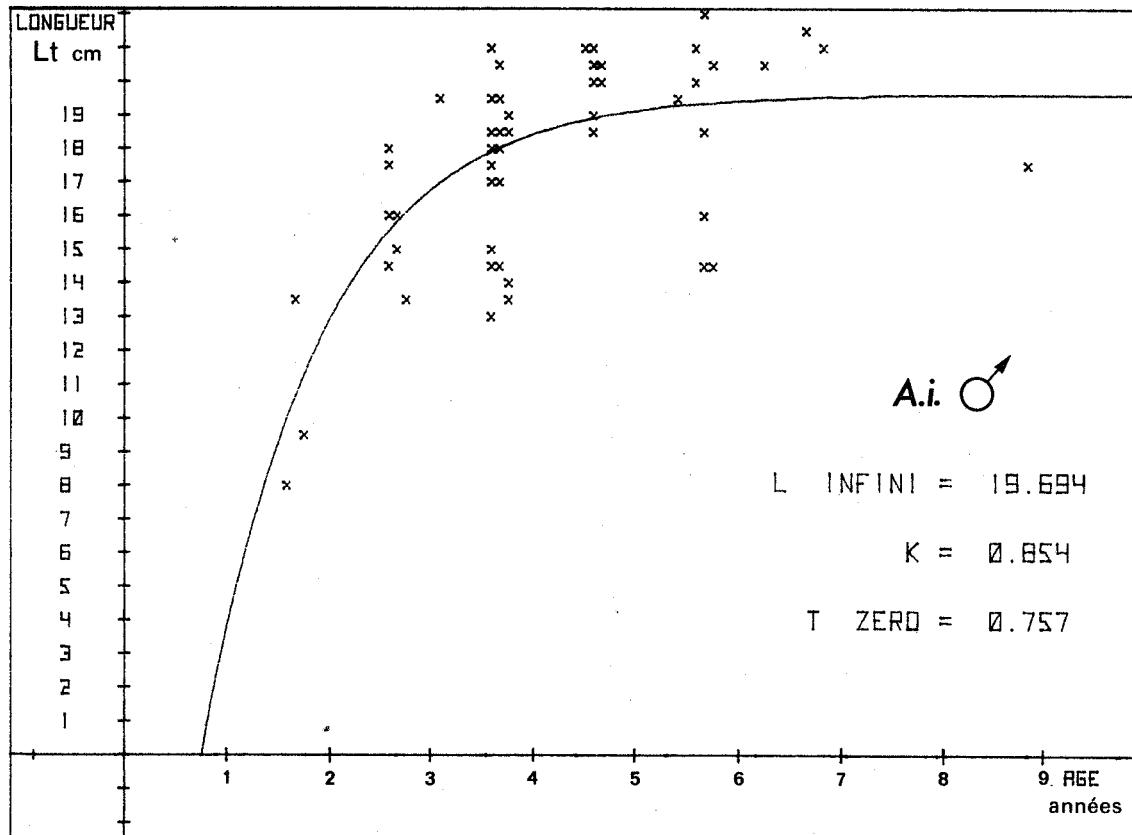


Fig. 127 - Croissance en longueur des mâles d'*Arnoglossus imperialis*.

• Les taux de croissance

Les femelles d'*Arnoglossus thori* conservent un taux d'accroissement linéaire élevé jusqu'à la troisième année. Leur vieillissement s'accompagne ensuite d'une diminution marquée et régulière de leur croissance : leur taux se réduit annuellement des deux tiers environ jusqu'à l'âge de cinq ans où il se stabilise à 4 % pour les années suivantes (Tableau 87).

Le ralentissement de croissance des mâles apparaît un an plus tôt ; concrétisé par une chute brutale de leur taux d'accroissement, il marque leur passage de la troisième à la quatrième année. Ils grandiront peu ensuite, surtout pendant les trois dernières années de leur vie (Tableau 88).

Gr AGE	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺
n	8	19	27	28	66	34	17	11
\bar{L}_T (cm)	10,2	13,8	15,6	16,3	17,0	17,3	18,1	17,9
σ	1,98	0,99	0,98	1,05	1,11	0,92	1,37	0,82
Cr (%)	-	30	12	4	4	2	4	-

Tableau 87 - *Arnoglossus thori* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺
n	5	9	34	22	53	19	12	7
\bar{L}_T (cm)	10,8	13,9	14,5	15,4	15,8	16,3	16,6	16,3
σ	2,53	1,10	1,18	0,89	0,85	0,71	0,88	0,82
Cr (%)	-	25	4	6	2	3	2	-

Tableau 88 - *Arnoglossus thori* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Le taux d'accroissement linéaire des femelles d'*Arnoglossus laterna* commence à décroître après leur quatrième année de vie benthique ; diminué d'un peu plus de la moitié pendant leur passage de quatre à cinq ans, il tombe à sa valeur minimale de 3 % après la cinquième année (Tableau 89).

Comme chez *Arnoglossus thori*, le ralentissement de croissance des mâles d'*A. laterna* est plus brutal que celui des femelles : leur taux de croissance se réduit des deux tiers en un an, de la quatrième à la cinquième année (Tableau 90).

Gr AGE	2^+	3^+	4^+	5^+	6^+	7^+
n	19	38	63	42	24	13
\bar{L}_T (cm)	10,9	13,4	14,7	15,2	15,7	15,7
σ	1,36	0,81	0,75	0,62	0,73	0,51
Cr (%)	-	20	9	3	3	0

Tableau 89 - *Arnoglossus laterna* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	2^+	3^+	4^+	5^+	6^+
n	32	55	53	29	9
\bar{L}_T (cm)	11,2	13,5	14,3	14,8	15,6
σ	1,59	0,78	0,55	0,64	0,79
Cr (%)	-	19	6	3	5

Tableau 90 - *Arnoglossus laterna* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Le faible nombre de femelles d'*Arnoglossus imperialis* ne nous permet pas de situer avec précision la diminution de leur taux de croissance susceptible d'être liée à leur activité reproductrice. Il est toutefois probable qu'elle apparaisse entre la quatrième et la cinquième année : le taux d'accroissement linéaire n'est en effet que de 5 % pendant cette période (Tableau 91).

Le ralentissement de croissance des mâles apparaît aussi au même moment : leur taux d'accroissement est réduit au tiers de sa valeur initiale en trois ans, pendant leur passage de la quatrième à la sixième année (Tableau 92).

Gr AGE	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
n	9	13	3
\bar{L}_T (cm)	17,9	18,9	19,3
σ	0,30	0,93	0,29
Cr (%)	-	5	2

Tableau 91 - *Arnoglossus imperialis* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺
n	7	22	23	8	10
\bar{L}_T (cm)	15,4	17,4	18,8	19,6	18,7
σ	3,16	2,28	2,12	2,31	2,84
Cr (%)	-	12	8	4	-

Tableau 92 - *Arnoglossus imperialis* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

1.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS

Les équations des relations taille-poids, calculées pour les trois espèces d'arnoglosses vivant en baie de Douarnenez, se formulent ainsi :

ESPECE	SEXE	n	INTERVALLE DES VALEURS OBSERVEES	EQUATION
A. THORI	♀	201	$L_{TM} = 7,5 \text{ cm} - P_{pM} = 4,5 \text{ g}$ $L_{TM} = 20,5 \text{ cm} - P_{pM} = 95,0 \text{ g}$	$P_p = 0,007908 \cdot L_T^{3,11582}$
	♂	160	$L_{TM} = 6,5 \text{ cm} - P_{pM} = 2,0 \text{ g}$ $L_{TM} = 18,5 \text{ cm} - P_{pM} = 62,0 \text{ g}$	$P_p = 0,004539 \cdot L_T^{3,30473}$
A. LATERNA	♀	177	$L_{TM} = 9,0 \text{ cm} - P_{pM} = 6,0 \text{ g}$ $L_{TM} = 17,0 \text{ cm} - P_{pM} = 43,0 \text{ g}$	$P_p = 0,005381 \cdot L_T^{3,18772}$
	♂	178	$L_{TM} = 7,1 \text{ cm} - P_{pM} = 3,0 \text{ g}$ $L_{TM} = 16,4 \text{ cm} - P_{pM} = 38,0 \text{ g}$	$P_p = 0,007453 \cdot L_T^{3,04457}$
A. IMPERIALIS	♀	81	$L_{TM} = 12,0 \text{ cm} - P_{pM} = 17,2 \text{ g}$ $L_{TM} = 23,3 \text{ cm} - P_{pM} = 106,0 \text{ g}$	$P_p = 0,009705 \cdot L_T^{2,98471}$
	♂	96	$L_{TM} = 8,0 \text{ cm} - P_{pM} = 3,6 \text{ g}$ $L_{TM} = 22,0 \text{ cm} - P_{pM} = 105,9 \text{ g}$	$P_p = 0,003993 \cdot L_T^{3,27694}$

1.3. LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

De trop rares observations sur l'état de maturité des jeunes reproductrices d'*Arnoglossus thori* et d'*A. imperialis* nous limiteront ici à la seule étude des femelles d'*A. laterna*.

Celles du groupe 2⁺ capturées en période de reproduction (mai-juin-juillet) étaient en maturation assez ou très avancée : leurs rapports gonado-somatiques dépassaient 5 % et leurs ovaires contenaient des œufs transparents, en fin de vitellogenèse. Ces trois femelles se seraient reproduites dans l'année (Fig. 128).

Toutes les femelles de groupe 3⁺ avaient, en pleine période de ponte, des rapports gonado-somatiques supérieurs à 5 %. Certaines avaient commencé à pondre, d'autres en fin de vitellogenèse s'y préparaient (contrôle histologique). Un état sexuel similaire se retrouve à la même époque chez les femelles du groupe 4⁺ (Fig. 128).

D'après ces observations, le pourcentage d'*Arnoglossus laterna* femelles de groupe 3⁺ participant à la reproduction serait voisin de 100 % ; une telle participation des femelles de quatre ans à la ponte rend tout à fait plausible celle des reproductrices de trois ans dans une proportion au moins égale à 50 %. Ces femelles de groupe 2⁺ mesurent en moyenne 10,9 cm de longueur totale, taille que nous retiendrons comme celle de la première maturité pour l'espèce.

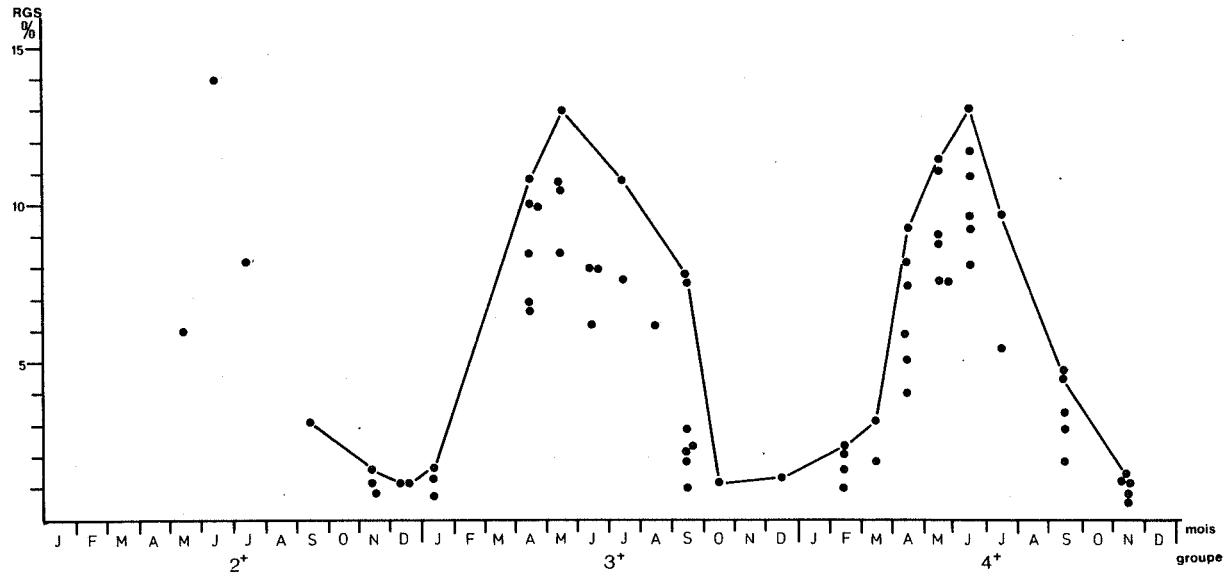


Fig. 128 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles d'*Arnoglossus laterna* en baie de Douarnenez.
(wt : oeufs transparents)

2. LA CROISSANCE DES SCOPHTHALMIDAE

■ La croissance de la Barbue *Scophthalmus rhombus* semblait peu connue. "L'espèce dépasse rarement 60 cm en Mer du Nord, 35 cm dans la Baltique et 75 cm en Méditerranée" (MÜUS et DAHLSTRÖM, 1964) ; elle grandit jusqu'à 61 cm et son poids moyen maximal est de 5,5 kg le long des côtes anglaises (WHEELER, 1969). LE DANOIS (1913) lui attribue une taille maximale de 75 cm en Manche occidentale. La première maturité sexuelle intervientrait à 25 cm chez les mâles et à 33-41 cm chez les femelles.

■ La croissance du Turbot *Psetta maxima* est très rapide pendant les premières années de sa vie ; la taille marchande de 30 cm est atteinte la troisième année, en Mer du Nord (JONES, 1970). Le taux de croissance est plus grand chez les femelles qui ont une taille maximale et une longévité supérieures à celles des mâles (Tableau 93).

Les différences de croissance et de longévité se concrétisent par une évolution dans le temps de la proportion relative des sexes. Le nombre de mâles et de femelles diffèrent peu dans les populations de Mer du Nord jusqu'à l'âge de six ans ; entre sept et douze ans, les femelles dominent nettement et constituent 70 % de la population ; elles en forment 79 % au-delà de treize ans (RAE et DELVIN, 1972).

Les mâles atteignent leur première maturité sexuelle avant les femelles et à une taille inférieure. Dans les eaux écossaises, un petit pourcentage de mâles seulement est mûr à trois ans ; ils se reproduisent pour la plupart, pour la première fois, à l'âge de quatre ans. Les femelles seraient sexuellement mûres un an plus tard. D'après JONES (1974), 50 % d'entre elles se reproduisent pour la première fois à quatre ans et demis ($L_T = 46,0$ cm) ; elles pèsent alors deux kg.

GROUPE AGE	M A L E S			F E M E L L E S		
	n	intervalle L_T cm	$\overline{L_T}$ cm	n	intervalle L_T cm	$\overline{L_T}$ cm
1 ⁺	4	22-26	23,5	4	22-25	23,5
2 ⁺	15	22-31	25,7	6	22-30	27,2
3 ⁺	35	24-39	31,2	21	27-40	32,3
4 ⁺	31	27-46	36,0	24	25-47	38,5
5 ⁺	24	30-56	43,3	31	31-57	44,5
6 ⁺	31	41-57	47,4	42	34-63	50,6
7 ⁺	32	43-57	50,0	53	43-66	54,6
8 ⁺	24	41-62	51,2	53	42-73	58,6
9 ⁺	24	42-66	53,0	62	51-70	59,5
10 ⁺	16	48-62	55,8	51	51-71	60,7
11 ⁺	22	48-66	56,1	40	54-72	62,7
12 ⁺	14	51-71	57,8	41	56-79	65,1
13 ⁺	16	51-67	57,9	32	33-80	62,5
14 ⁺	7	57-69	62,6	22	54-77	66,3
15 ⁺	6	53-64	57,0	17	60-79	68,1
16 ⁺	9	49-66	59,1	13	61-80	67,5
17 ⁺	-	-	-	4	59-66	63,0
18 ⁺	3	59-66	63,3	5	64-71	67,2
19 ⁺	-	-	-	5	59-81	70,0
20 ⁺	1	79	79,0	4	68-85	75,0
21 ⁺	-	-	-	1	71	71,0
22 ⁺	-	-	-	-	-	-
23 ⁺	2	52-67	54,5	2	61-83	72,5
24 ⁺	-	-	-	-	-	-
25 ⁺	1	65	65,0	1	60	60,0
26 ⁺	-	-	-	2	73-77	75,0
27 ⁺	-	-	-	-	-	-
28 ⁺	-	-	-	-	-	-
29 ⁺	-	-	-	1	82	82,0
36 ⁺	1	55	55,0	-	-	-

Tableau 93 - Composition des captures en turbots des navires de recherche écossais entre 1924-1939 et 1946-1965 en mer du Nord (d'après RAE et DELVIN, 1972).

2.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR

• Les clés âge-longueur

Les jeunes barbues *S. rhombus*, âgées de moins de six ans, forment l'essentiel du peuplement de la baie de Douarnenez (Tableaux 94 et 95). Immatures pour la plupart, elles fréquentent surtout les nurseries et leurs abords immédiats où les groupes 0, 1⁺ et 2⁺ sont les mieux représentés. A l'approche de la première maturité sexuelle elles gagnent des eaux plus profondes mais ne quittent pas la baie, pour la plupart, avant d'entrer dans leur cinquième année. Les plus âgées n'y reviennent qu'occasionnellement et sont rares dans les captures. Le plus vieux poisson que nous ayons capturé était une femelle, avait treize ans et mesurait 64 cm de longueur totale.

Cette absence de vieux individus dans la baie nous contraint à ne donner pour l'espèce que des clés incomplètes pour les groupes d'âges supérieurs à 4⁺, plus particulièrement chez les mâles dont la longévité sur nos côtes restera à établir.

Les grands turbots *Psetta maxima*, comme les barbues, n'abondent pas en baie de Douarnenez. Toutefois pour pallier ce déficit, et donner pour l'espèce des clés âge-longueur complètes, nous avons ajouté aux couples âge-longueur des turbots de la baie ceux de poissons capturés sur la côte nord du Finistère. Ces compléments ne se mêlent pas aux valeurs observées en baie ; ils concernent les groupes d'âges supérieurs à 3⁺ pour les femelles, à 4⁺ pour les mâles (Tableaux 96 et 97). L'essentiel de la population de turbots vivant en baie de Douarnenez n'est en effet constitué que par des femelles immatures de quatre ans ou moins et par des mâles de cinq ans ou moins. Les jeunes individus des groupes 0, 1⁺ et 2⁺ dominent en fait d'abord sur les nurseries et à proximité, puis dans toute la baie.

La femelle la plus âgée que nous avons observée provenait de la côte nord du Finistère : elle avait 25 ans et mesurait 82 cm de longueur totale. Le plus vieux mâle, de même provenance, était âgé de 15 ans et mesurait 63 cm.

Gr. Lt cm	0	1	2	3	4	5	6	7	13
	A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	A A S O D	J F O D	F	F
	4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	4 8 9 10 12	1 2 10 12		
2.0 - 2.9	7								
3.0 - 3.9	1 2 4 1								
4.0 - 4.9	2 3								
5.0 - 5.9	1 1								
6.0 - 6.9	1								
7.0 - 7.9	1 1 2	1							
8.0 - 8.9	1 2 3								
9.0 - 9.9	1 2	1							
10.0 - 10.9		2							
11.0 - 11.9		1 1 2							
12.0 - 12.9		2 1	1						
13.0 - 13.9	1 1 4 2 2								
14.0 - 14.9	1 2 1 1	1							
15.0 - 15.9	2 10 4	1							
16.0 - 16.9	1 1 1		1 1						
17.0 - 17.9	3 4 1	1 1 1							
18.0 - 18.9	6 1	1							
19.0 - 19.9	1 2								
20.0 - 20.9		2 1							
21.0 - 21.9		2 1 2	1						
22.0 - 22.9		1	2						
23.0 - 23.9		1 1 1 3							
24.0 - 24.9	2 1 2 1		1		1				
25.0 - 25.9		1 3							
26.0 - 26.9		1							
27.0 - 27.9			1						
28.0 - 28.9									
29.0 - 29.9				1					
30.0 - 30.9					1 2	1 1 1			
31.0 - 31.9					1	2			
32.0 - 32.9					1	2			
33.0 - 33.9					1 1 1	1 1			
34.0 - 34.9					1 2	1 1			
35.0 - 35.9						2			
36.0 - 36.9						1			
37.0 - 37.9						1	1		
38.0 - 38.9						1	4 1 1		
39.0 - 39.9						2 1	1	1	
40.0 - 40.9						1		1	
41.0 - 41.9						1 1			
42.0 - 42.9							1 1		
43.0 - 43.9							1	1	
44.0 - 44.9							1		
45.0 - 45.9								1 1	
46.0 - 46.9								1 1	
47.0 - 47.9								1	
48.0 - 48.9								1	1
49.0 - 49.9									
50.0 - 50.9									
51.0 - 51.9									
52.0 - 52.9									
53.0 - 53.9									
54.0 - 54.9									
55.0 - 55.9									
56.0 - 56.9									
57.0 - 57.9									
58.0 - 58.9									
59.0 - 59.9									
60.0 - 60.9									
61.0 - 61.9									
62.0 - 62.9									
63.0 - 63.9									1
N	36	70	35	26	20	6	4	1	1

Tableau 94 - Clé âge-longueur des femelles de *Scophthalmus rhombus*.

Gr. âge cm	0	1	2	3	4	5	6
	A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J J O N	J J S D
2.0 - 2.9	7						
3.0 - 3.9	1 2 4 1						
4.0 - 4.9	2 3						
5.0 - 5.9	1 1						
6.0 - 6.9	1						
7.0 - 7.9	1 1 2						
8.0 - 8.9	1 2 3						
9.0 - 9.9	1 2						
10.0 - 10.9		1					
11.0 - 11.9		2 4					
12.0 - 12.9		2 1 2 1					
13.0 - 13.9							
14.0 - 14.9		1 1 1	2				
15.0 - 15.9		1 2 2					
16.0 - 16.9		1 3 3	1				
17.0 - 17.9		2 1	2				
18.0 - 18.9		2 2	1 1 3 1	2			
19.0 - 19.9			1 1 1				
20.0 - 20.9			1 2 1 1	1 2			
21.0 - 21.9		1	2	1			
22.0 - 22.9		1	1 1 1				
23.0 - 23.9		3	1	1			
24.0 - 24.9			1				
25.0 - 25.9			1	1			
26.0 - 26.9			1				
27.0 - 27.9				1			
28.0 - 28.9					1		
29.0 - 29.9					1	3	
30.0 - 30.9					1	2	
31.0 - 31.9					1	1 1	
32.0 - 32.9					1	2	
33.0 - 33.9					2 1	1 1	
34.0 - 34.9					1	1 2	
35.0 - 35.9					1 1	2 1	
36.0 - 36.9					1	1	
37.0 - 37.9					1	1	
38.0 - 38.9					1	2 1 1	
39.0 - 39.9							
40.0 - 40.9						1 1 1 1	1 1
41.0 - 41.9							1
42.0 - 42.9							1
43.0 - 43.9							1
44.0 - 44.9							
45.0 - 45.9							
46.0 - 46.9							
47.0 - 47.9							
48.0 - 48.9							
49.0 - 49.9							
N	36	40	37	7	27	6	4

Tableau 95 - Clé âge-longueur des mâles de *Scophthalmus rhombus*.

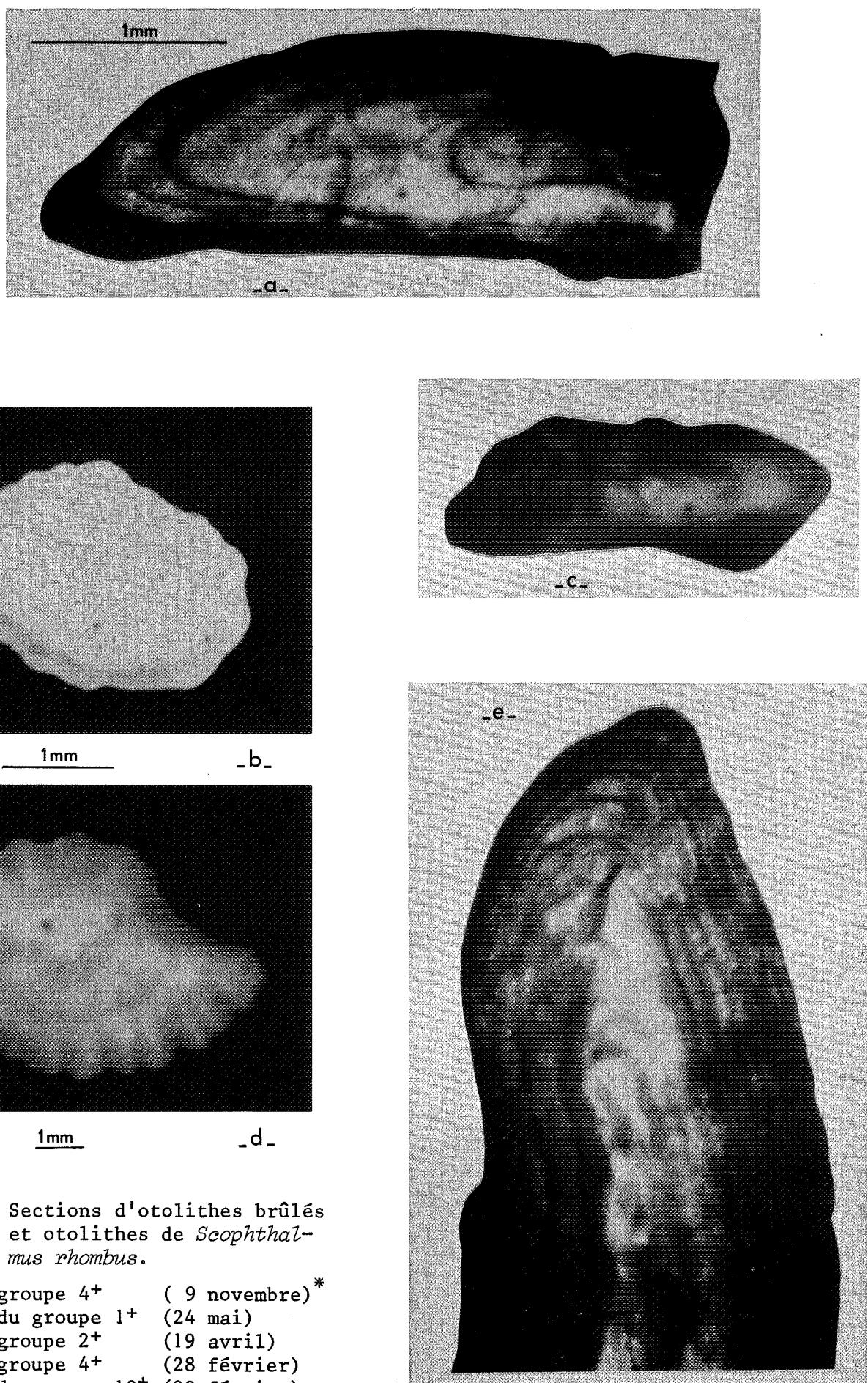


Planche 24 - Sections d'otolithes brûlés
et otolithes de *Scophthalmus rhombus*.

- a - mâle du groupe 4+ (9 novembre)*
- b - femelle du groupe 1+ (24 mai)
- c - mâle du groupe 2+ (19 avril)
- d - mâle du groupe 4+ (28 février)
- e - femelle du groupe 13+ (20 février)

*dates de capture.

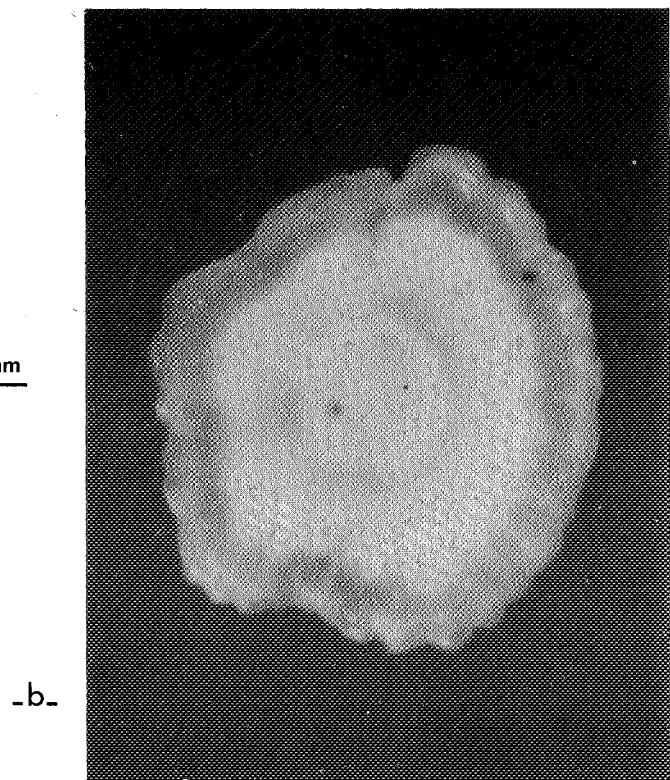
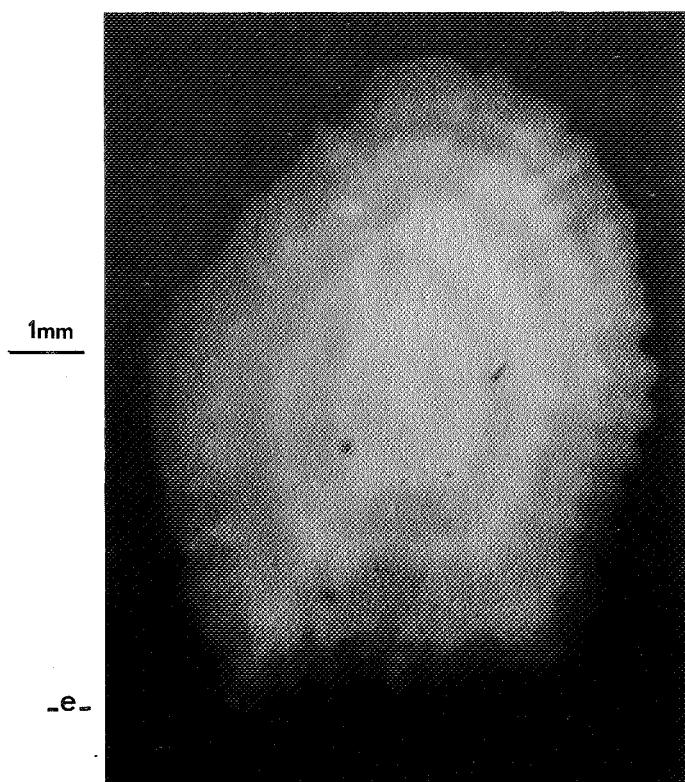
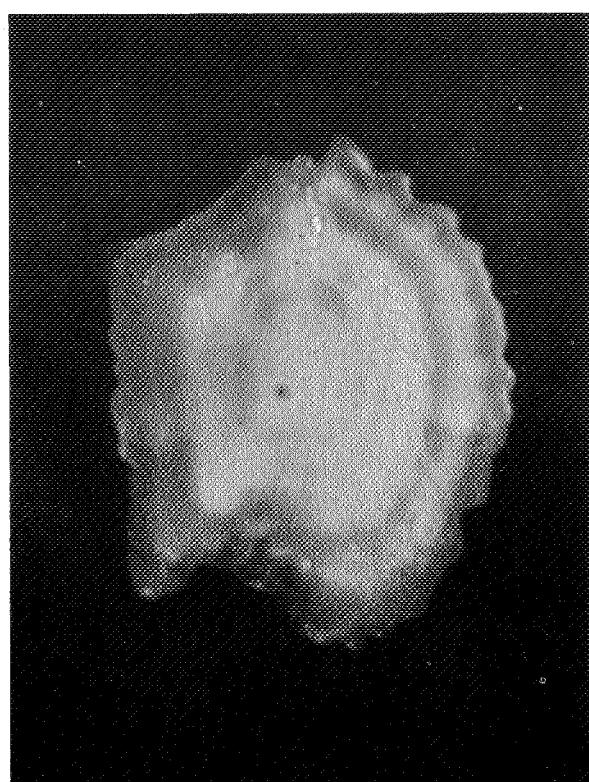
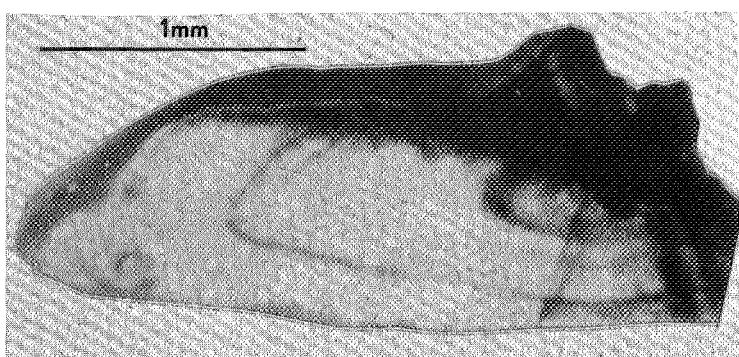


Planche 25 - Section d'otolithe
brûlé et otolithes
de *Psetta maxima*.

- femelle du groupe 2⁺ (22 mars)*
- femelle du groupe 3⁺ (7 juin)
- femelle du groupe 3⁺ (23 juin)
- femelle du groupe 4⁺ (28 février)
- mâle du groupe 6⁺ (21 avril)

dates de capture.



-d-

-e-

Gr. Lt cm	O	1	2	3	4	5	10	11	12	13	15
	A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J 7	N 11	A 4	J 7	J 6	J 6
1.0 - 1.9											
2.0 - 2.9	5										
3.0 - 3.9	41 22										
4.0 - 4.9	48 99										
5.0 - 5.9	9 44										
6.0 - 6.9	1 12 3 1	2 2									
7.0 - 7.9	2 4 3	3 1									
8.0 - 8.9	1 2	1 1									
9.0 - 9.9		3 3									
10.0 - 10.9		1 2									
11.0 - 11.9			1								
12.0 - 12.9	1		1 3								
13.0 - 13.9			1 2 1								
14.0 - 14.9			1 1								
15.0 - 15.9											
16.0 - 16.9											
17.0 - 17.9											
18.0 - 18.9											
19.0 - 19.9											
20.0 - 20.9											
21.0 - 21.9		1 1	1								
22.0 - 22.9		1									
23.0 - 23.9		1	1								
24.0 - 24.9		1		1							
25.0 - 25.9		3	1 2 3								
26.0 - 26.9		1	1 1 4								
27.0 - 27.9			1 3								
28.0 - 28.9			4 3								
29.0 - 29.9			1 4 1								
30.0 - 30.9			1 2 1								
31.0 - 31.9			1 1 8								
32.0 - 32.9		1 1 1 3	1 1 2 1								
33.0 - 33.9		3 2	1								
34.0 - 34.9		1	1								
35.0 - 35.9			1								
36.0 - 36.9		2	3 1 2	1							
37.0 - 37.9			1 2 2								
38.0 - 38.9			1 1 2	1 1							
39.0 - 39.9			2 1 1	1							
40.0 - 40.9				1 1 1 1	1						
41.0 - 41.9				1 1	2	2					
42.0 - 42.9					1						
43.0 - 43.9						1					
44.0 - 44.9							1	1			
45.0 - 45.9						1	1				
46.0 - 46.9							1				
47.0 - 47.9								1			
48.0 - 48.9									1		
49.0 - 49.9										1	
50.0 - 50.9											-1
51.0 - 51.9							1				
52.0 - 52.9								1			
53.0 - 53.9											
54.0 - 54.9											
55.0 - 55.9											
56.0 - 56.9											
57.0 - 57.9											
58.0 - 58.9											
59.0 - 59.9											
60.0 - 60.9											
61.0 - 61.9											
62.0 - 62.9											
63.0 - 63.9											
64.0 - 64.9											
65.0 - 65.9											
66.0 - 66.9											
67.0 - 67.9											
68.0 - 68.9											
69.0 - 69.9											
70.0 - 70.9											
71.0 - 71.9											
72.0 - 72.9											
73.0 - 73.9											
74.0 - 74.9											
75.0 - 75.9											
76.0 - 76.9											
77.0 - 77.9											
78.0 - 78.9											
79.0 - 79.9											
80.0 - 80.9											
81.0 - 81.9											1

Tableau 97 - Clé âge-longueur des mâles de *Psetta maxima*.

Tableau 96 - Clé âge-longueur des femelles de *Psetta maxima*.

• Les courbes de croissance

Les courbes de croissance linéaire de *Scophthalmus rhombus* (Fig. 129 & 130) ont été ajustées aux valeurs observées chez 201 femelles et 157 mâles capturés pendant plusieurs années consécutives en baie de Douarnenez,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 2 \text{ mois} - t_M = 156 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 2 \text{ mois} - t_M = 82 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 2,5 \text{ cm} - LT_M = 62,5 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 2,5 \text{ cm} - LT_M = 49,5 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Les équations correspondant aux courbes s'écrivent :

$$LT = 85,229 [1 - e^{-0,147(t - 0,107)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 74,879 [1 - e^{-0,140(t + 0,068)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

Mâles et femelles grandissent de manière identique jusqu'à leur seconde année au cours de laquelle ils mesurent, en moyenne, 15,5 cm à 16,0 cm de longueur totale. Une différence de taille entre les sexes apparaît la troisième année : les femelles dépassent alors les mâles de 2 cm ; l'écart se creuse la quatrième année et atteint 4 cm. Par la suite les femelles continueront à grandir plus vite que les mâles qu'elles dépasseront d'environ 9 cm à l'âge de sept ans. L'absence d'individus plus âgés enlèvera ici toute signification biologique aux longueurs asymptotiques calculées.

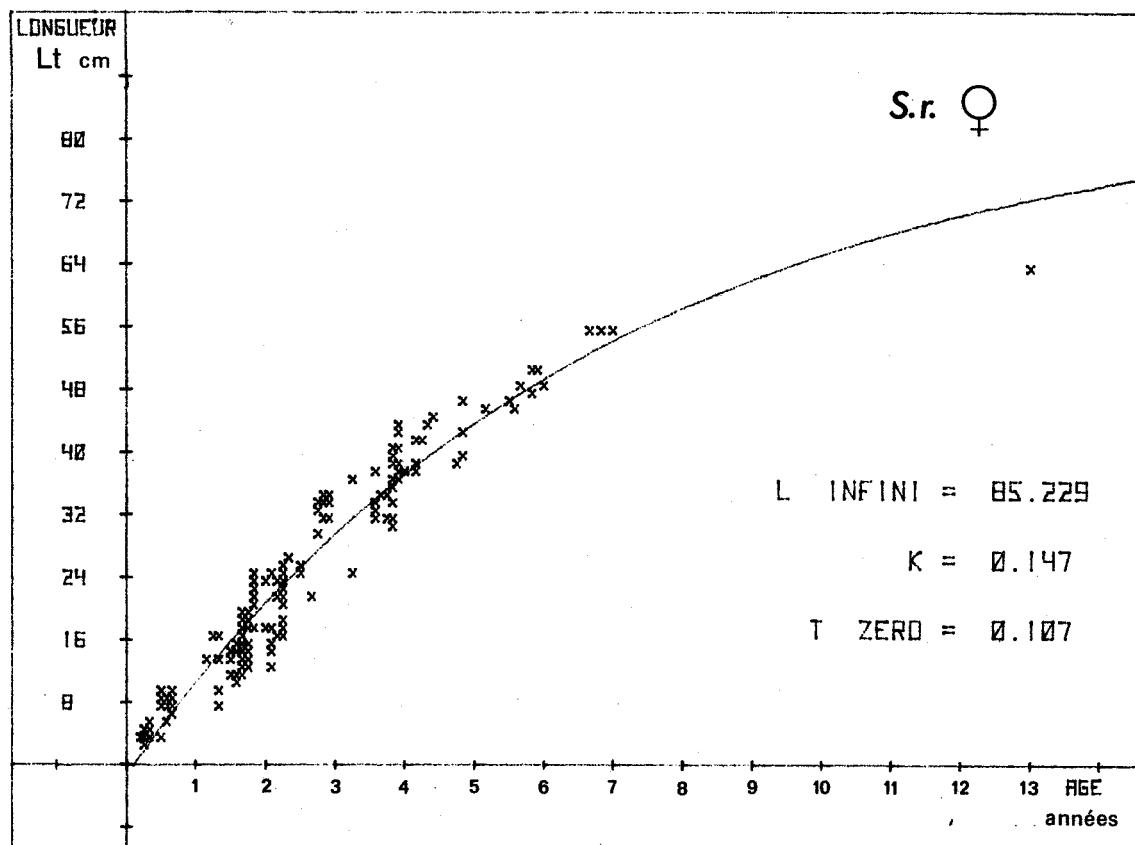


Fig. 129 - Croissance en longueur des femelles de *Scophthalmus rhombus*.

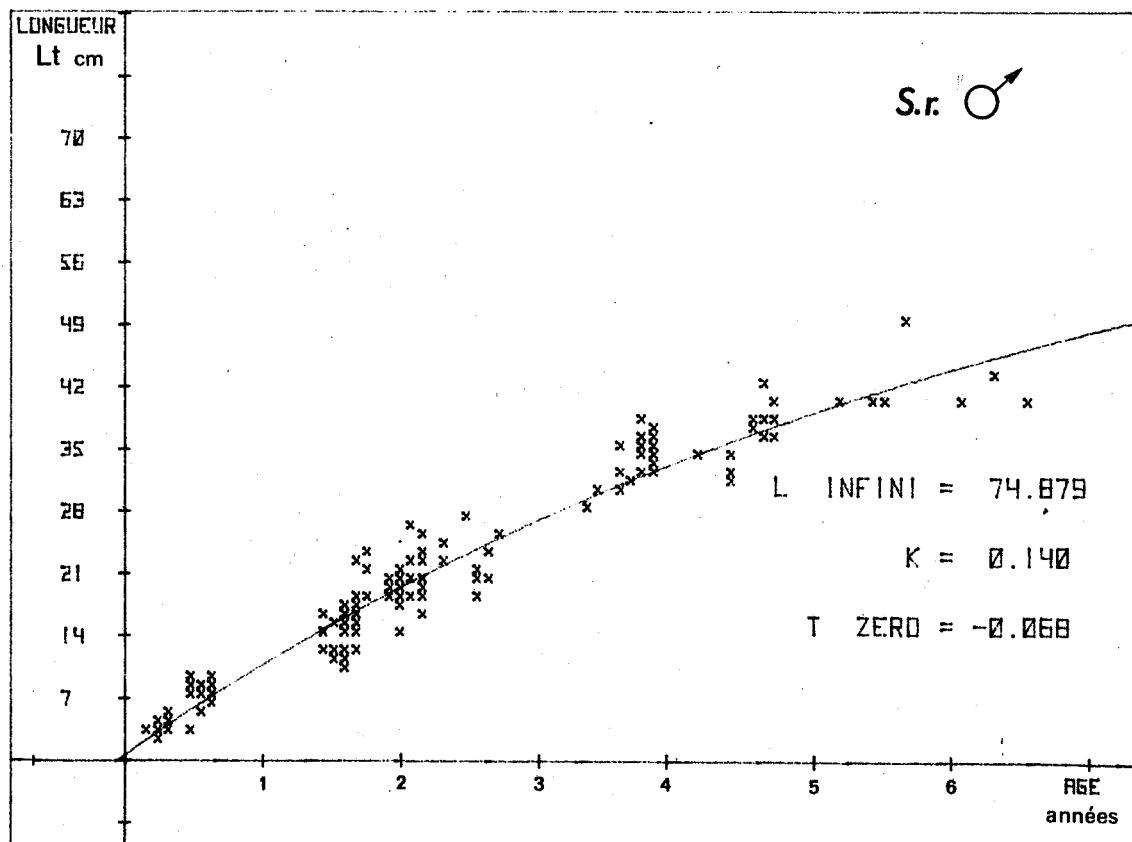


Fig. 130 - Croissance en longueur des mâles de *Scophthalmus rhombus*.

Les couples âge-longueur de 461 femelles et de 422 mâles de Turbot *Psetta maxima* nous ont permis d'établir les équations et les courbes de croissance linéaire de l'espèce (Fig. 131 et 132),

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 3 \text{ mois} - t_M = 302 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles},$$
$$t_m = 3 \text{ mois} - t_M = 182 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles} ;$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 2,5 \text{ cm} - LT_M = 81,5 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles},$$
$$LT_m = 2,5 \text{ cm} - LT_M = 62,5 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles}.$$

Les courbes correspondent aux équations :

$$LT = 73,642 [1 - e^{-0,277(t - 0,082)}] \quad \text{pour les femelles},$$
$$LT = 65,162 [1 - e^{-0,324(t - 0,086)}] \quad \text{pour les mâles}.$$

La croissance en longueur est rapide chez les deux sexes pendant les premières années. Les mâles, comme les femelles, atteignent la taille commerciale de 30 cm dans leur troisième année : les turbots du groupe 2⁺ mesurent en moyenne 31 cm de longueur totale, en baie de Douarnenez. La différence de croissance, dépendante du sexe, se manifeste au cours de la quatrième année par un écart, encore minime (1 cm en moyenne), en faveur des femelles. Porté à trois cm environ la cinquième année, il augmentera encore par la suite.

D'après nos courbes, la taille maximale doit être atteinte vers l'âge de 11 ans chez les mâles et vers 13 ans chez les femelles ; leur croissance en longueur restera très faible ultérieurement.

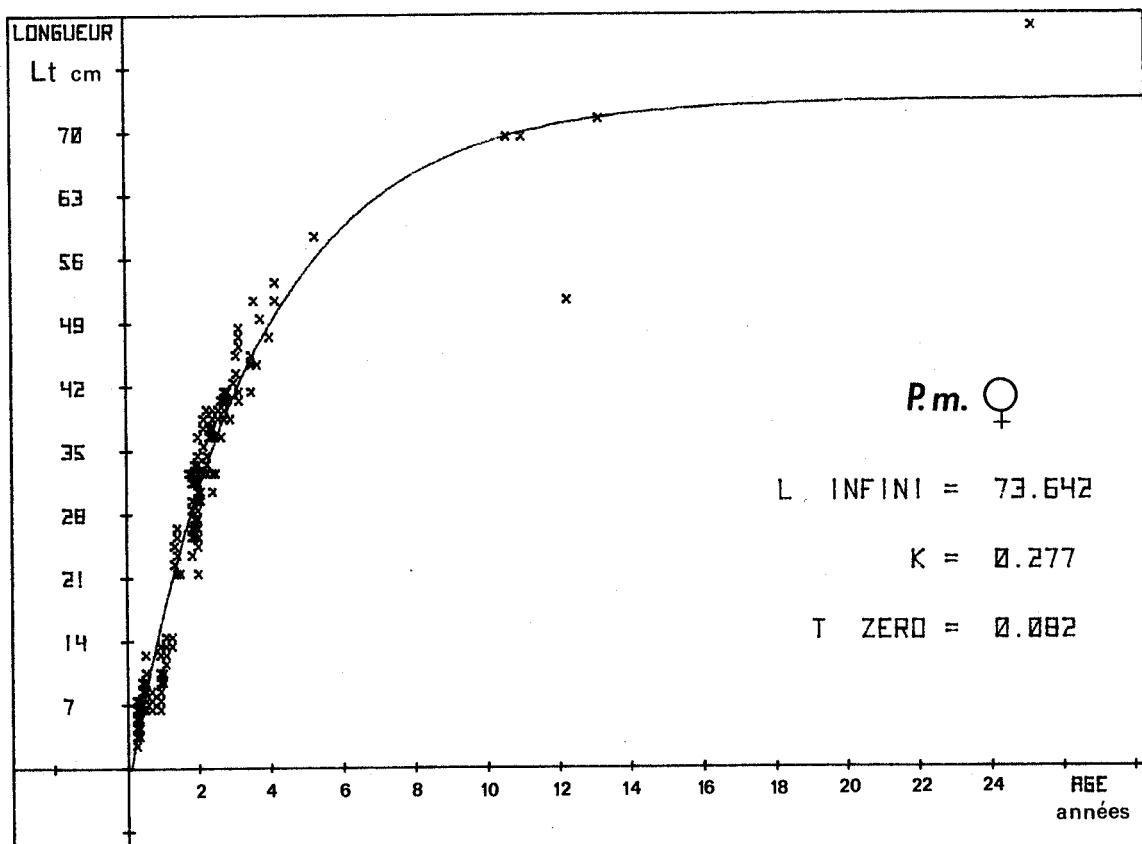


Fig. 131 - Croissance en longueur des femelles de *Psetta maxima*.

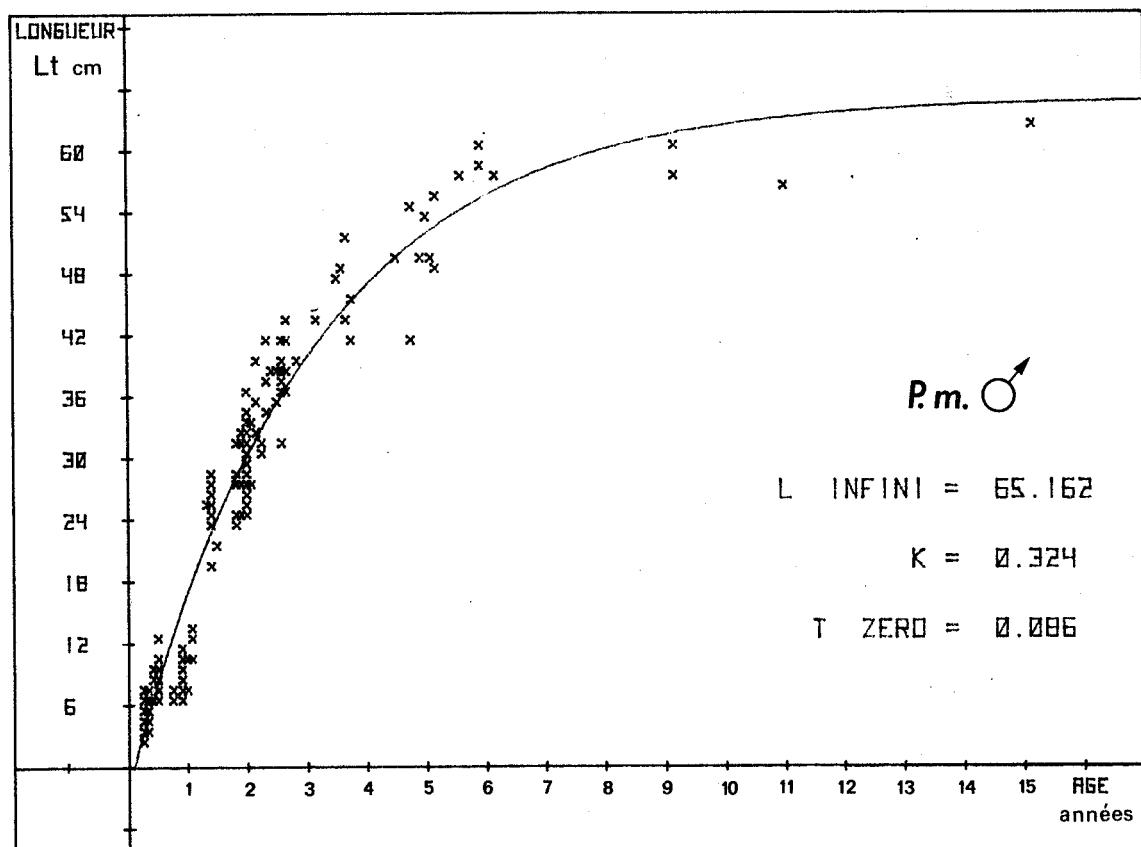


Fig. 132 - Croissance en longueur des mâles de *Psetta maxima*.

• Les taux de croissance

Les jeunes barbues *Scophthalmus rhombus* mâles et femelles doivent avoir les mêmes taux de croissance en longueur pendant leurs deux premières années de vie benthique : leur taille moyenne à deux ans peut être située entre 15,5 cm et 16 cm (Tableaux 98 et 99). Les femelles de trois et quatre ans semblent avoir une croissance plus rapide que les mâles du même âge qu'elles devancent de 4 cm dans leur quatrième année. Fluctuant jusqu'alors entre 30 % et 40 %, le taux d'accroissement chute à 15 % chez les mâles et les femelles lors de leur passage en cinquième année. Il faiblirait ensuite plus rapidement chez les mâles, comme nous l'avons remarqué pour les arnoglosses.

Le taux de croissance élevé du Turbot *Psetta maxima* pendant les premières années est bien connu depuis longtemps. Il ne diffère pas suivant le sexe jusqu'à l'âge de trois ans et se maintient entre 75 % et 80 % chez les immatures de deux et trois ans vivant en baie de Douarnenez (Tableaux 100 & 101). Mâles et femelles ralentissent leur croissance pendant le passage de la troisième à la quatrième année : leur taux d'accroissement ne dépasse plus alors 30 %. Il se stabilisera chez les mâles à de plus faibles valeurs que chez les femelles durant les deux ou trois années suivantes (Fig.133).

Gr AGE	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺
n	71	33	26	20	6	4
L̄T (cm)	15,9	22,2	34,1	39,8	47,2	52,4
σ	3,40	4,51	3,39	2,88	2,04	3,75
Cr (%)	-	33	42	15	17	10

Tableau 98 - *Scophthalmus rhombus* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Tableau 99 - *Scophthalmus rhombus* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺
n	41	36	8	28	6	4
L̄T (cm)	15,6	20,2	30,4	35,2	39,0	43,2
σ	3,43	2,88	2,89	2,72	1,67	4,01
Cr (%)	-	26	40	15	10	10

Gr AGE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺
n	31	39	88	24	5
L _T (cm)	6,1	13,3	31,5	42,7	49,0
σ	2,39	6,30	4,33	3,91	3,59
Cr (%)	-	74	81	30	14

Tableau 100 - *Psetta maxima* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Tableau 101 - *Psetta maxima* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
n	31	30	64	9	5	8
L _T (cm)	6,1	14,3	31,5	41,7	46,0	50,9
σ	2,39	7,75	5,01	4,05	3,98	5,05

Gr AGE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
n	31	30	64	9	5	8
L _T (cm)	6,1	14,3	31,5	41,7	46,0	50,9
σ	2,39	7,75	5,01	4,05	3,98	5,05

Gr AGE	0 ⁺	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
n	31	30	64	9	5	8
L _T (cm)	6,1	14,3	31,5	41,7	46,0	50,9
σ	2,39	7,75	5,01	4,05	3,98	5,05

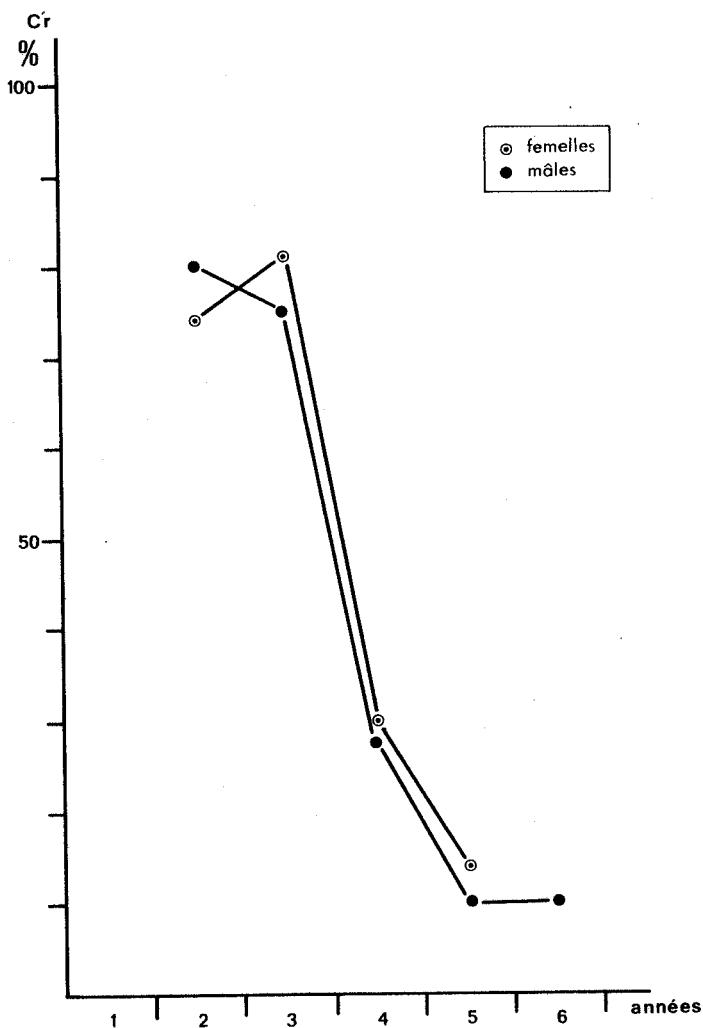


Fig. 133 - Variations du taux de croissance en longueur avec l'âge, chez le Turbot *Psetta maxima*.

2.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS

Les relations taille-poids de la Barbue et du Turbot de la baie de Douarnenez ont pour équations :

ESPECE	SEXE	n	INTERVALLE DES VALEURS OBSERVEES	EQUATION
<i>S. RHOMBUS</i>	♀	186	$L_{TM} = 2,1 \text{ cm} - P_{pM} = 0,1 \text{ g}$ $L_{TM} = 63,0 \text{ cm} - P_{pM} = 4\,400 \text{ g}$	$P_p = 0,008615 \cdot L_T^{3,13910}$
	♂	147	$L_{TM} = 2,1 \text{ cm} - P_{pM} = 0,1 \text{ g}$ $L_{TM} = 49,0 \text{ cm} - P_{pM} = 1\,670 \text{ g}$	$P_p = 0,008536 \cdot L_T^{3,14096}$
<i>P. MAXIMA</i>	♀	181	$L_{TM} = 2,9 \text{ cm} - P_{pM} = 0,3 \text{ g}$ $L_{TM} = 81,0 \text{ cm} - P_{pM} = 12\,400 \text{ g}$	$P_p = 0,009501 \cdot L_T^{3,19679}$
	♂	145	$L_{TM} = 2,9 \text{ cm} - P_{pM} = 0,3 \text{ g}$ $L_{TM} = 62,0 \text{ cm} - P_{pM} = 4\,300 \text{ g}$	$P_p = 0,010421 \cdot L_T^{3,16044}$

3. LA CROISSANCE DES PLEURONECTIDAE

• Les jeunes plies *Pleuronectes platessa* s'accroissent rapidement en longueur pendant leurs quatre ou cinq premières années de vie benthique. Leur taux de croissance diminue ensuite ; le gain de poids est alors supérieur à l'augmentation de taille. Les mâles grandissent, au début, plus vite que les femelles ; ils vivent moins longtemps qu'elles et ont, en fin de croissance, une taille maximale inférieure à la leur : les grands et vieux poissons sont toujours des femelles (LAMONT, 1967) (Tableau 102).

L'âge maximum de l'espèce oscille entre 20 et 23 ans. En Mer du Nord, les vieux poissons sont assez rares et au-delà de 10 ans sont tous des femelles. Les jeunes individus forment aussi en mer d'Irlande l'essentiel du peuplement (SIMPSON, 1959b).

GROUPE	AGE (ans)	MORAY FIRTH (LAMONT, 1967)		FIRTH OF FORTH (LAMONT, 1967)		SUD - MER DU NORD (WIMPENNY, 1953)		ILE DE MAN (BOWERS, 1971)	
		LT cm	Intervalle cm	LT cm	Intervalle cm	LT cm	LT cm	Intervalle cm	Intervalle cm
0	1	8,1	6,0 - 11,0	9,1	8,5 - 12,0	10,0		9,0	6,0 - 13,0
1	2	15,1	11,5 - 20,5	17,4	14,0 - 21,0	15,5		17,0	12,0 - 26,0
2	3	22,2	16,0 - 30,0	24,5	20,0 - 28,0	20,0		29,3	25,0 - 35,0
3	4	27,1	21,0 - 36,0	28,8	24,5 - 33,5	24,5		31,4	22,0 - 39,0
4	5	30,7	23,5 - 40,5	32,4	26,0 - 36,0	29,0		33,7	29,0 - 49,0
5	6	36,0	26,5 - 43,0	36,0	29,5 - 42,0	-		36,8	30,0 - 45,0
6	7	38,0	27,5 - 44,0	39,2	30,0 - 45,5	36,0		39,3	29,0 - 44,0
7	8	41,2	30,0 - 50,0	44,5	36,0 - 49,0	-		-	40,0 - 49,0
8	9	47,1	36,0 - 57,0	49,5	45,0 - 55,0	42,0			
9	10	52,0	47,5 - 54,0	52,8	47,0 - 62,0	-			
10-14	11-15	57,8	54,5 - 60,5	56,0	45,0 - 62,0	47,5	11		
						51,5	13		
15-19	16-20	67,8	-	61,9	60,0 - 64,0	55,0	15		
20-23	21-24	70,5	-	-	-	61,5	20		

Tableau 102 - Croissance en longueur de la Plie *P. platessa* sur la côte Est d'Ecosse et en mer d'Irlande (taille moyenne de chaque groupe d'âge en fin d'année) - d'après BOWERS et al, 1971.

• À la fin de leur première année, les jeunes limandes *Limanda limanda* mesurent de 3 à 5 cm de longueur totale (Baltique, Mer du Nord, Kattegat). Dans le Kattegat où les limandes ont une bonne croissance, celles de trois ans mesurent en moyenne 20 cm ; elles atteignent 27 cm à cinq ans et 29 cm à six ans (POULSEN, 1933). A ces âges l'écart de taille avoisine 3 à 5 cm entre les mâles et les femelles.

Le taux de croissance de l'espèce augmente de la Baltique à la Mer du Nord ; il est moyen et intermédiaire le long des côtes islandaises (JÖNNSSON, 1966) (Tableau 103).

Les taux de croissance diffèrent peu d'un sexe à l'autre jusqu'à la première maturité sexuelle qui apparaît à trois ans chez les mâles et à quatre ans chez les femelles, en Mer du Nord. La première maturité serait atteinte plus tard en Baltique (POULSEN, 1933). En Islande certains mâles sont sexuellement

GROUPÉ SEXE	I		II		III		IV		V		VI		VII	
	M.	F.												
Nombre	23	21	122	133	608	481	728	495	727	620	634	650	372	390
Moyenne	9,3	9,1	13,9	14,1	18,2	18,8	21,5	23,3	25,6	27,4	26,8	29,7	29,2	30,4
GROUPÉ SEXE	VIII		IX		X		XI		XII		XIII			
	M.	F.												
Nombre	238	311	105	149	56	86	23	50	4	8	-	1		
Moyenne	30,2	32,2	31,4	33,1	31,5	34,3	32,2	34,5	34,0	34,0	-	31,0		

Tableau 103 - Taille moyenne (L_T cm) par groupes d'âges et par sexes des limandes d'Islande, de 1926 à 1960. - d'après JÖNSSON, 1966.

mûrs à deux ans, mais la plupart des individus le sont à trois, à une taille de 13-20 cm ; les femelles se reproduisent pour la première fois entre trois et quatre ans, lorsqu'elles atteignent 16 à 21 cm de longueur totale (JÖNSSON, 1966). Elles vivent, en moyenne, plus longtemps que les mâles et deviennent plus grandes ; la taille maximale de l'espèce est de 42 cm, mais peu de limandes dépassent 34 cm.

Le nombre relativement élevé de vieux individus le long des côtes d'Islande peut s'expliquer par une très faible exploitation du stock ; les limandes de dix ans et plus sont en effet rarement signalées dans les ouvrages. Les populations sont le plus souvent constituées de jeunes (groupes 2⁺ à 4⁺), comme sur les côtes de Belgique (GILIS, 1966).

- Les jeunes flets, dès les premiers mois de leur vie benthique, recherchent les eaux à faibles salinités et pénètrent dans les estuaires. Leur croissance, comme celle des poissons matures, est extrêmement variable : les grandes variations individuelles, observables dans les deux sexes, n'affectent pas uniquement le taux de croissance mais aussi les longueurs maximales atteintes (HARTLEY, 1947). Les longueurs totales moyennes à la fin des quatre premières années seraient, sur les côtes britanniques, de 8 cm, 14 cm, 19 cm et 24 cm. Les mâles atteindraient leur première maturité sexuelle à une taille de 11 cm et les femelles à celle de 17 cm (WHEELER, 1969).

3.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR

▪ Les clés âge-longueur

La population de plies *P. platessa* de la baie de Douarnenez est surtout constituée de jeunes individus ; les grands et vieux poissons ne s'y capturent qu'en hiver, au moment de la reproduction et ne sont qu'occasionnels dans les prises pendant le reste de l'année.

Les plies les plus âgées sont toujours des femelles qui peuvent avoir jusqu'à 23 ans et mesurer 71 cm de longueur totale (Tableau 105). Les mâles restent plus petits (LT = 54 cm) et vivent moins longtemps ; le plus vieux que nous avons capturé était âgé de 11 ans (Tableau 104).

Ces plies très âgées restent toutefois assez rares ; les plus nombreuses dans la baie ont moins de six ans. Les écarts de tailles au sein d'un même groupe d'âge sont généralement faibles (10 cm au moins) au-delà de deux ans et s'amenuisent avec le temps.

La longévité moyenne des limandes *L. limanda* vivant en baie de Douarnenez est inférieure à celle de la Plie : elle serait proche de huit ans chez les femelles et de six ans chez les mâles. La fréquence des limandes dans nos prises au chalut permet en effet de penser que les individus plus âgés, même s'ils ne figurent pas dans nos clés, doivent être rares dans la baie. La plus grande femelle que nous avons capturée mesurait 45 cm de longueur totale (âge : huit ans) ; le plus grand mâle ne dépassait pas 40 cm (âge : sept ans) (Tableaux 106 & 107).

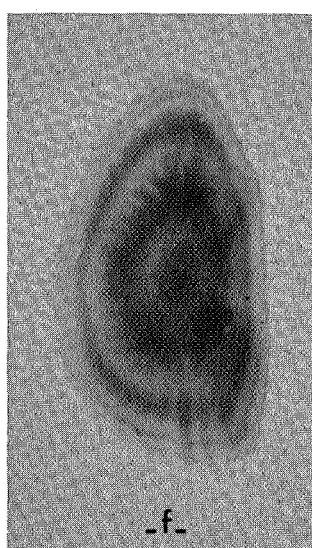
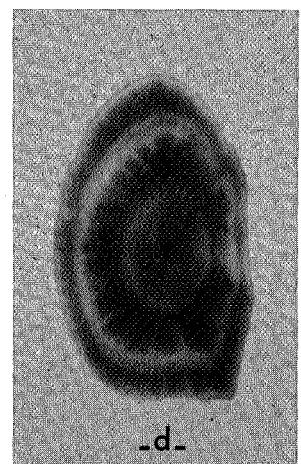
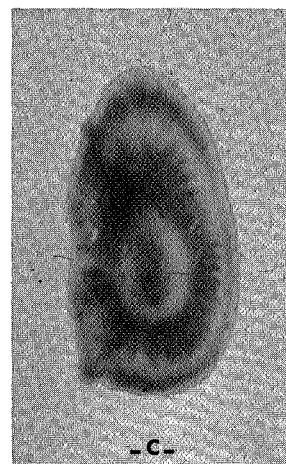
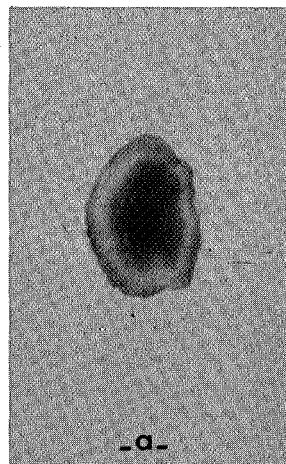
L'observation d'otolithes entiers de jeunes limandes du groupe 1^{er} capturées au printemps (avril-mai) amène quelques remarques (Pl. 27 bis). La largeur relative de la première zone opaque (dépôts minéraux et protéiques d'été) et de la zone hyaline (dépôts d'hiver) qui lui succède permet de séparer les jeunes limandes en deux groupes :

- limandes à faible croissance en été et à bonne croissance en hiver (ph.a & c),
- limandes à bonne croissance en été et à faible croissance en hiver (ph.b & d).

Tableau 104 - Clé âge-longueur des mâles de *Pleuronectes platessa*.

Gr. âge Lt cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	22
	A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J S N	J N D	J N	J	M 3	M 3	A 4	M D 3 1 2	M 3
1.0 - 1.9	1															
2.0 - 2.9	25 4															
3.0 - 3.9	16 17 1															
4.0 - 4.9	58															
5.0 - 5.9	14 6															
6.0 - 6.9	6 28															
7.0 - 7.9	2 17 5															
8.0 - 8.9	13 4 1															
9.0 - 9.9	2 13 9															
10.0 - 10.9	1 17 9 1															
11.0 - 11.9	24 22 2															
12.0 - 12.9	21 37 2															
13.0 - 13.9	6 17 1 . 3															
14.0 - 14.9	1 10 6															
15.0 - 15.9	5 5															
16.0 - 16.9	* 4 3															
17.0 - 17.9	1 1 3 1															
18.0 - 18.9	3 4 1															
19.0 - 19.9	1 5															
20.0 - 20.9	1 1 7 2															
21.0 - 21.9	1 1 2 5 2															
22.0 - 22.9	3 3															
23.0 - 23.9	4 1 1															
24.0 - 24.9	1 2 3 1															
25.0 - 25.9	1															
26.0 - 26.9	1 1 1															
27.0 - 27.9																
28.0 - 28.9																
29.0 - 29.9	1	1														
30.0 - 30.9	1 1															
31.0 - 31.9	1 1 2															
32.0 - 32.9	1															
33.0 - 33.9	2 1			1												
34.0 - 34.9	1 3 1 2			3												
35.0 - 35.9	1 2 1 3 1			2												
36.0 - 36.9	1 1 1	1 1	2	2												
37.0 - 37.9	1 1 1	1 2	1	2 1												
38.0 - 38.9	2 2 1	1 2	1	1												
39.0 - 39.9				4 1 1 1			1									
40.0 - 40.9				2 2	2	1	1									
41.0 - 41.9				3 2 1 2	1	1	1									
42.0 - 42.9			1	1 2 3 2 2	2 1											
43.0 - 43.9			1	2 1 2 1	1	1	1	1								
44.0 - 44.9				1 1 1	2			1	1							
45.0 - 45.9					1 2 1		1									
46.0 - 46.9					1	2	1									
47.0 - 47.9						1 1 1 1	1									
48.0 - 48.9						1 1										
49.0 - 49.9						1 1	1									
50.0 - 50.9							1									
51.0 - 51.9							1 1									
52.0 - 52.9								1 1	1							
53.0 - 53.9									1 1							
54.0 - 54.9									1 1	2						
55.0 - 55.9										1 1	1	1	1			
56.0 - 56.9										1	1	1	1			
57.0 - 57.9																
58.0 - 58.9																
59.0 - 59.9																
60.0 - 60.9																
61.0 - 61.9																
62.0 - 62.9																
63.0 - 63.9																
64.0 - 64.9																
65.0 - 65.9																
66.0 - 66.9																
67.0 - 67.9																
68.0 - 68.9																
69.0 - 69.9																
70.0 - 70.9																
N	430	107	49	50	22	11	4	6	3	1	1	3	3	1	2	1

Tableau - Clé âge-longueur des femelles de *Pleuronectes platessa*.



- a - femelle du groupe 0 (29 nov.)*
- b - femelle du groupe 1+ (26 sept.)
- c - mâle du groupe 2+ (27 sept.)
- d - mâle du groupe 3+ (9 janv.)
- e - femelle du groupe 4+ (9 janv.)
- f - femelle du groupe 5+ (22 mars)
- g - femelle du groupe 6+ (9 janv.)
- h - femelle du groupe 7+ (9 janv.)
- i - femelle du groupe 9+ (9 janv.)
- j - femelle du groupe 22+ (22 mars)

*dates de capture.

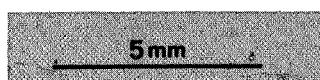
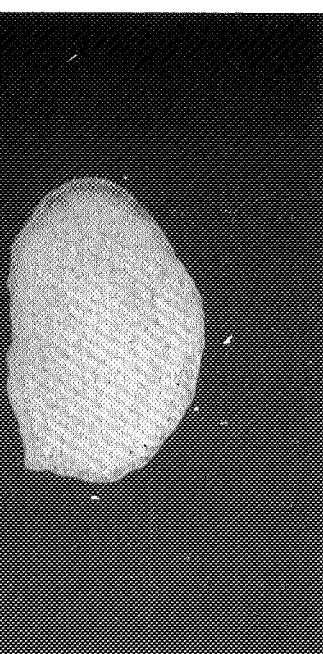


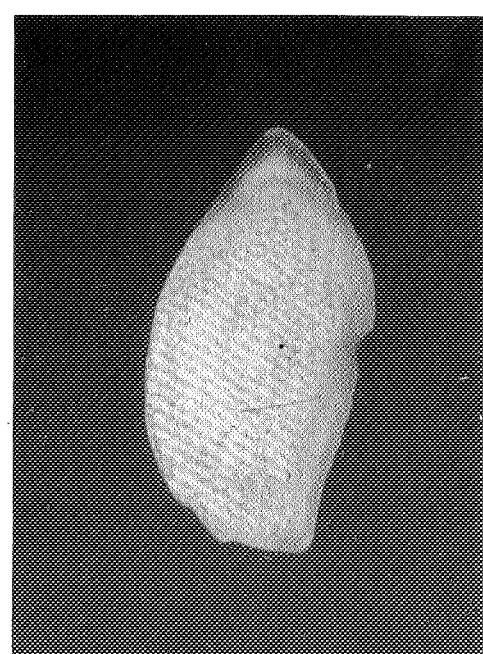
Planche 26 - Otolithes de *Pleuronectes platessa*
(lumière transmise).



-a-



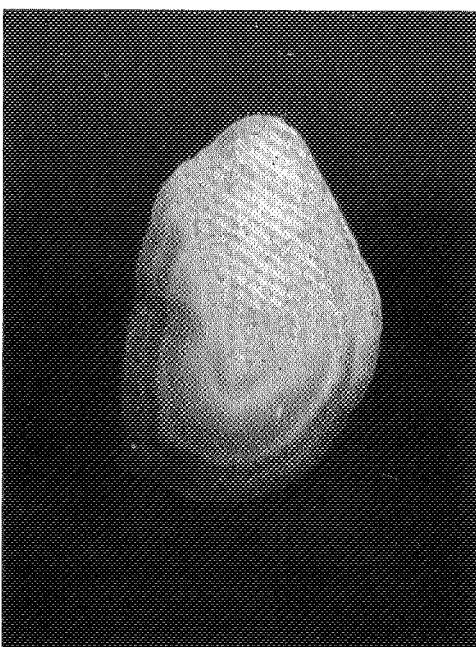
-b-



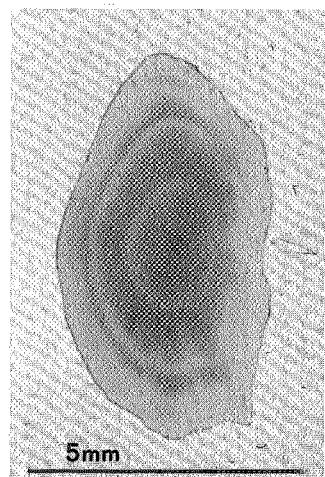
-c-



-d-

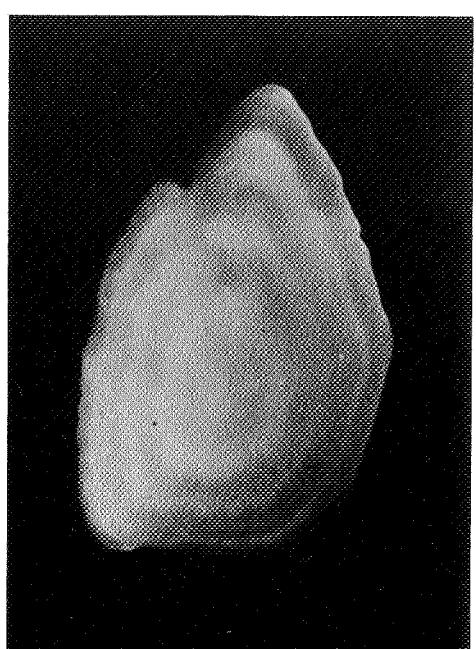
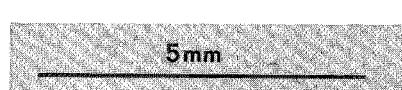


-e-



5mm

-f-



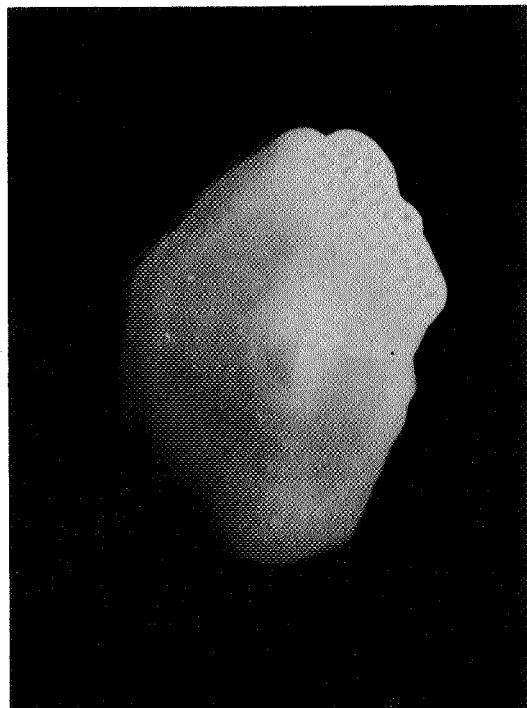
-g-

- Planche 27 -

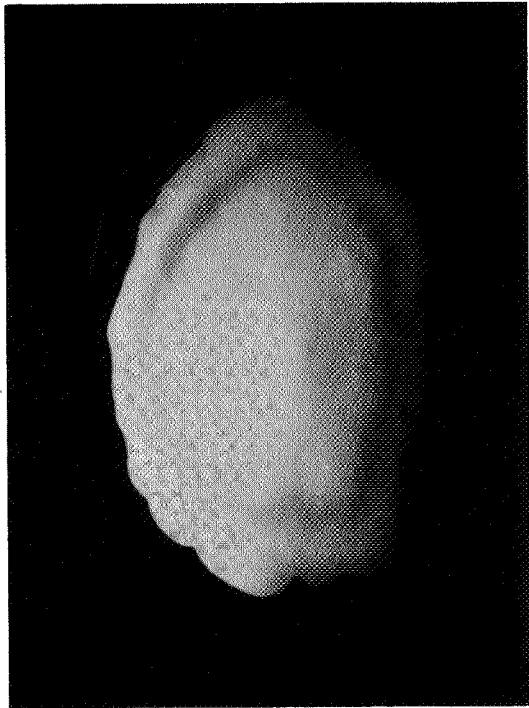
Otolithes de *Limanda limanda* (lumières réfléchie et transmise).

- a - mâle du groupe 2+ (9 février)*
- b - femelle du groupe 2+ (17 juillet)
- c - mâle du groupe 3+ (19 juillet)
- d - femelle du groupe 4+ (17 janvier)
- e - mâle du groupe 4+ (17 janvier)
- f - femelle du groupe 5+ (15 février)
- g - femelle du groupe 6+ (25 avril)

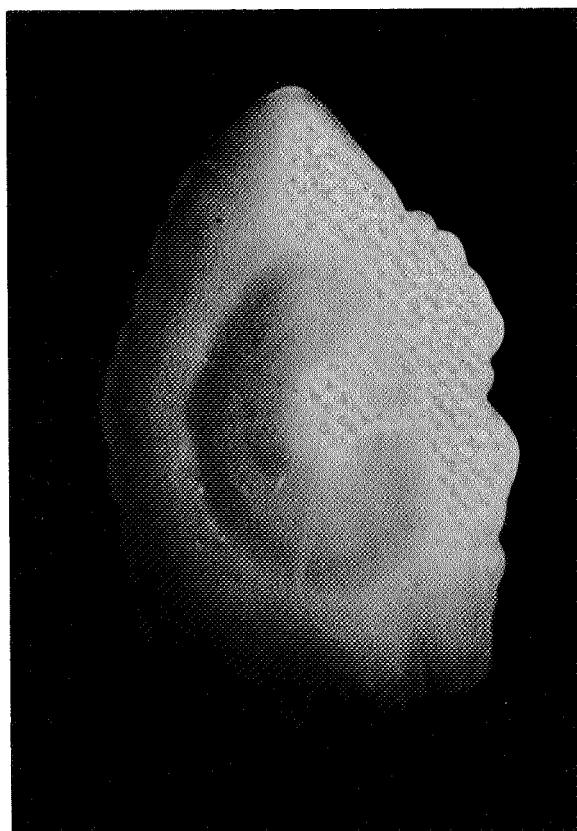
* dates de capture.



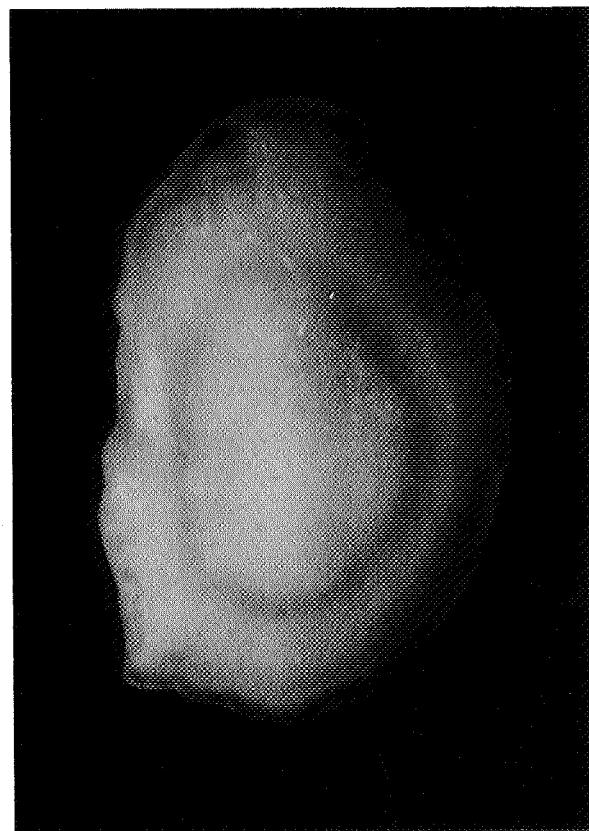
-a-



-b-



-c-



-d-

1mm

Planche 27 bis - Le premier ralentissement hivernal de croissance chez la Limande.

a, c : Limandes à faible croissance en été et à bonne croissance en hiver.
b, d : Limandes à bonne croissance en été et à faible croissance en hiver.

(a & b : femelles, groupe 1+, capturées en avril ; c : femelle, groupe 1+, capturée en juillet ; d : femelle, groupe 2+, capturée en février)



Gr. âge cm	0	1	2	3	4	5	6	7
	S 9	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	F M A M D 2 3 4 5 12	M A 3 4
0 - 5.9								
0 - 6.9	2							
0 - 7.9	8	1 1						
0 - 8.9	2							
0 - 9.9	1	1 1						
0 - 10.9		1 1 1 1						
0 - 11.9		1 2 2 2						
0 - 12.9		6 3						
0 - 13.9		1 4 7 3 1						
0 - 14.9		1 4 1						
0 - 15.9		1 8 2 1						
0 - 16.9		2 2 1 2						
0 - 17.9		3 2	1					
0 - 18.9		1 3	1					
0 - 19.9		2 1	1	1				
0 - 20.9		1 1 2 6	1 2					
0 - 21.9		2 1 1	2					
0 - 22.9		2 1 1	2 1					
0 - 23.9		1 4	2					
0 - 24.9		3 4	1 1 1	1				
0 - 25.9		3 2	1	1				
0 - 26.9		2 3	1	1				
0 - 27.9		1 1 1	1	1 1				
0 - 28.9	1	1 1	1 1 1	1				
0 - 29.9		1 1	1 1 2	1 1 1				
0 - 30.9		1 1 1 1	2 1 1	1				
0 - 31.9		3 1	2 1	1 1	1			
0 - 32.9		2 2	1 2	2				
0 - 33.9		2 1	2 1 1	2 3 3	1 1	1		
0 - 34.9		1	2 1 3 2 1	4 2 2	1 1	1	1	1
0 - 35.9		3 1 1 1	1 5 3 2		2			
0 - 36.9			1 2 4 4 1 1 1	5 1	1			
0 - 37.9			1 2 1 2 2 1	2	1 2 2		1 1	
0 - 38.9			2 1 1 2 1	1	1 4 . 3 2		1 1	
0 - 39.9			1	1 1 1	1	1 1 2 3	1 1	1
0 - 40.9				1	1	1 2 1	1	1
0 - 41.9					1		1 1	1
0 - 42.9						1		
0 - 43.9								1
0 - 44.9								
0 - 45.9								
N	13	116	51	65	59	32	11	2

Tableau 106 - Clé âge-longueur des femelles de *Limanda limanda*.

Gr. âge cm	0	1	2	3	4	5	6
	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J M	M A M
	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 3	3 4 5
5.0 - 5.9							
6.0 - 6.9	2						
7.0 - 7.9	2						
8.0 - 8.9	1						
9.0 - 9.9							
10.0 - 10.9	2 1 1						
11.0 - 11.9	1 1 1						
12.0 - 12.9	1 2 2						
13.0 - 13.9	1 1 3 1						
14.0 - 14.9	3 1 1						
15.0 - 15.9	2 1	1					
16.0 - 16.9		1 1	1 1				
17.0 - 17.9	2 2		1 1				
18.0 - 18.9	1 1 3 1						
19.0 - 19.9	1 1 1 2 3	2	1				
20.0 - 20.9		1 1	1 2	1			
21.0 - 21.9	1 2		1 3	2			
22.0 - 22.9	1 6 1	3	3 1				
23.0 - 23.9	1 4 1	2	1				
24.0 - 24.9	1 2 1		2	1 1			
25.0 - 25.9			3	1			
26.0 - 26.9		1	1 1 1 1	1 2 1			
27.0 - 27.9	1		2 1 4 2	4			
28.0 - 28.9			1 1 2 4 1 1	2		1	
29.0 - 29.9	1		4 1 3 1	1 3 1			
30.0 - 30.9		1	1 1 4 2 3 1 1 1	1 2 3 1	1		
31.0 - 31.9			2 2 1 2 1 1 1		1 2 2 1 1 1 1		3 1
32.0 - 32.9			1 1 1	1 2	1 1 1	1	
33.0 - 33.9			1 1 1		4 1 2 2 3		1 1
34.0 - 34.9					1 1	1	1
35.0 - 35.9							1
36.0 - 36.9							1 1
37.0 - 37.9							
38.0 - 38.9							
39.0 - 39.9							
N	3	73	73	62	26	26	3 3

Tableau 107 - Clé âge-longueur des mâles de *Limanda limanda*.

Une régulation de la croissance interviendrait ainsi pendant le premier hiver ; l'écart de tailles du groupe 1^{er} au printemps s'en trouverait réduit. Le ralentissement de croissance dépendrait de la taille de la jeune Limande en automne, époque à laquelle commencent à se déposer les cristaux et protéines d'hiver. Les plus petits individus continueraient leur croissance alors que celle des plus grands serait ralentie.

Les femelles de Flet *Platichthys flesus flesus*, capturables en baie de Douarnenez au moment de la reproduction, ont toutes plus de trois ans (Tableau 108) ; les mâles les plus jeunes n'ont pas moins de deux ans (Tableau 109). La variabilité de tailles des individus d'un même groupe d'âge confirme les observations de HARTLEY (1947) relatives à la vitesse de croissance de l'espèce : l'écart entre les longueurs maximale et minimale observées en baie peut atteindre 18 cm chez les femelles et 14 cm chez les mâles de quatre ans.

L'âge ne semble avoir aucune influence sur la dispersion des tailles qui reste grande chez les flets de cinq et six ans. Les plus grandes femelles peuvent atteindre 49 cm de longueur totale, mais certaines à neuf ans dépassent à peine 32 cm ; les mâles, plus petits, atteignent rarement 39 cm et se maintiennent le plus souvent entre 30 et 34 cm après quatre ans. Ils vivent, par ailleurs, moins longtemps que les femelles dont la longévité maximale serait d'environ neuf ans.

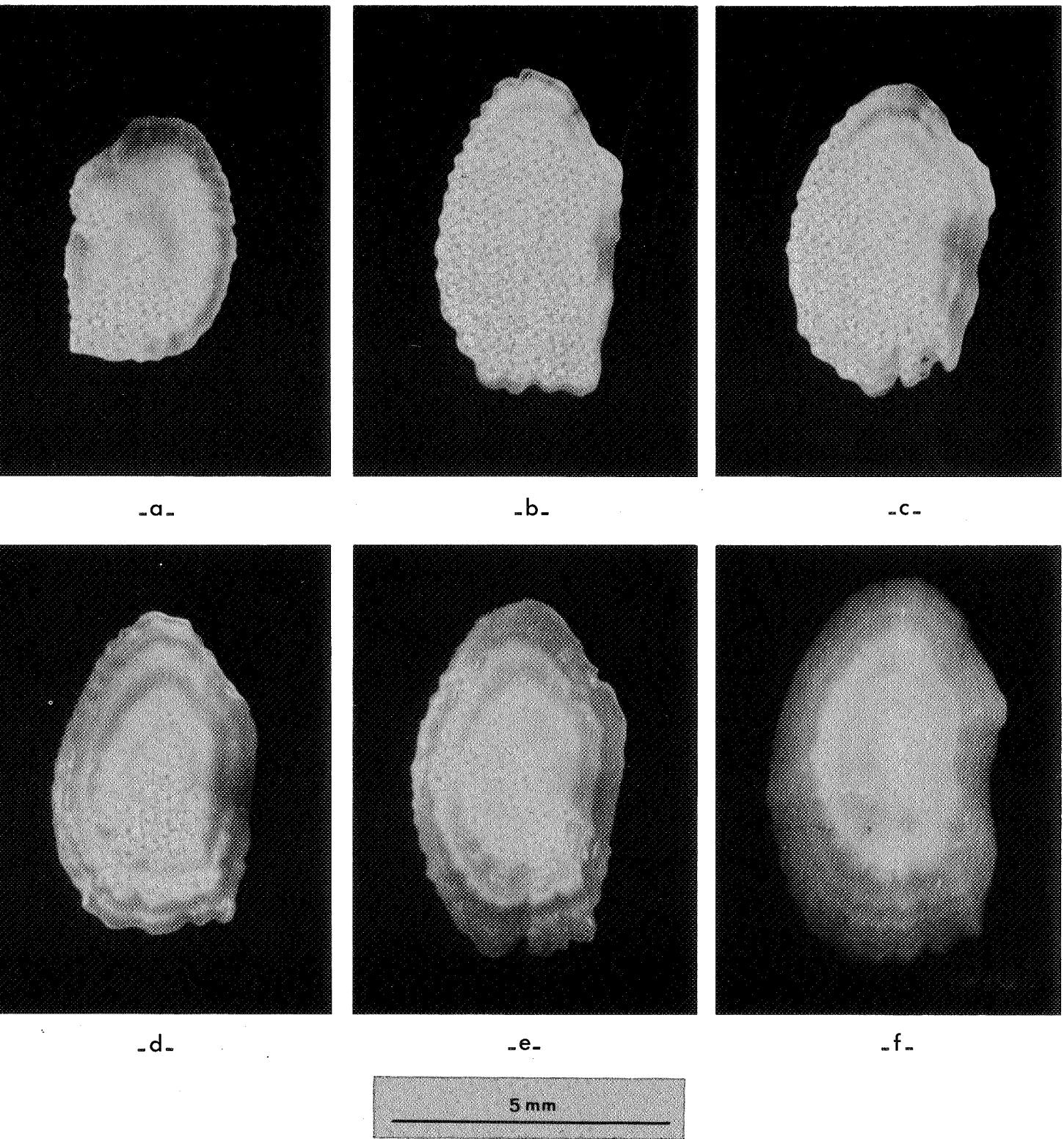


Planche 28 - Otolithes de *Platichthys flesus flesus* (lumière réfléchie).

- a - mâle du groupe 2⁺ (24 février)*
- b - femelle du groupe 3⁺ (20 février)
- c - femelle du groupe 4⁺ (10 février)
- d - mâle du groupe 5⁺ (10 février)
- e - femelle du groupe 6⁺ (20 février)
- f - femelle du groupe 8⁺ (8 mars)

* dates de capture.

Gr. âge m	0	1	2	3	4	5	6	7	8
	S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F	F J F M
- 5,9	1								
- 6,9									
- 7,9									
- 8,9									
- 9,9									
- 10,9									
- 11,9									
- 12,9									
- 13,9									
- 14,9									
- 15,9									
- 16,9									
- 17,9									
- 18,9									
- 19,9									
- 20,9									
- 21,9									
- 22,9									
- 23,9									
- 24,9									
- 25,9									
- 26,9									
- 27,9									
- 28,9									
- 29,9									
- 30,9									
- 31,9									
- 32,9									
- 33,9									
- 34,9									
- 35,9									
- 36,9									
- 37,9									
- 38,9									
- 39,9									
- 40,9									
- 41,9									
- 42,9									
- 43,9									
- 44,9									
- 45,9									
- 46,9									
- 47,9									
- 48,9									
N	1	2	1	32	24	12	6	1	3

Tableau 108 - Clé âge-longueur des femelles de *Platichthys flesus flesus*.

Gr. Lt cm	0	1	2	3	4	5	6
	S O N D 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	A 4
5.0 - 5.9	1						
6.0 - 6.9							
7.0 - 7.9							
8.0 - 8.9							
9.0 - 9.9							
10.0 - 10.9							
11.0 - 11.9							
12.0 - 12.9							
13.0 - 13.9							
14.0 - 14.9							
15.0 - 15.9							
16.0 - 16.9							
17.0 - 17.9		1					
18.0 - 18.9				1			
19.0 - 19.9					1		
20.0 - 20.9			1				
21.0 - 21.9				1 1 1			
22.0 - 22.9				1			
23.0 - 23.9				1 1			
24.0 - 24.9			1				
25.0 - 25.9							
26.0 - 26.9				1			
27.0 - 27.9				2 1			
28.0 - 28.9			1	2 1			
29.0 - 29.9				1			
30.0 - 30.9				2 2			
31.0 - 31.9					1		
32.0 - 32.9				1 1			
33.0 - 33.9				1			
34.0 - 34.9					1		
35.0 - 35.9						1	
36.0 - 36.9						1	
37.0 - 37.9							1
38.0 - 38.9					1		
N	1		6	21	12	3	1

Tableau 109 - Clé âge-longueur des mâles de *Platichthys flesus flesus*.

• Les courbes de croissance

Les équations de croissance linéaire de la Plie *P. platessa*, représentées graphiquement par les Figures 134 & 135, ont été calculées à partir des couples âge-longueur de 694 femelles et de 640 mâles capturés en baie de Douarnenez,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 183 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 119 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 1,5 \text{ cm} - LT_M = 70,5 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 1,5 \text{ cm} - LT_M = 53,5 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Ces équations s'écrivent :

$$LT = 61,698 [1 - e^{-0,031(t - 2,518)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 50,750 [1 - e^{-0,042(t - 2,874)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

Les longueurs totales moyennes des plies mâles et femelles ne diffèrent pas jusqu'à la deuxième année ; ils mesurent alors entre 22,5 cm et 23,0 cm. Une petite différence, d'environ un centimètre, apparaît en faveur des femelles à l'âge de trois ans ; elle augmente ensuite et atteint trois centimètres, en moyenne, à cinq ans. Les femelles arrivent à la taille moyenne maximale à l'âge de neuf ans ; les mâles les précèdent de deux ans et ne grandissent presque plus après sept ans. Les longueurs asymptotiques calculées donnent ainsi, pour l'espèce, une bonne estimation de la réalité biologique.

Les courbes d'accroissement linéaire de la Limande *L. limanda* (Fig. 136 & 137) ont été ajustées aux couples âge-longueur de 349 femelles et de 243 mâles,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 6 \text{ mois} - t_M = 85 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 7 \text{ mois} - t_M = 74 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

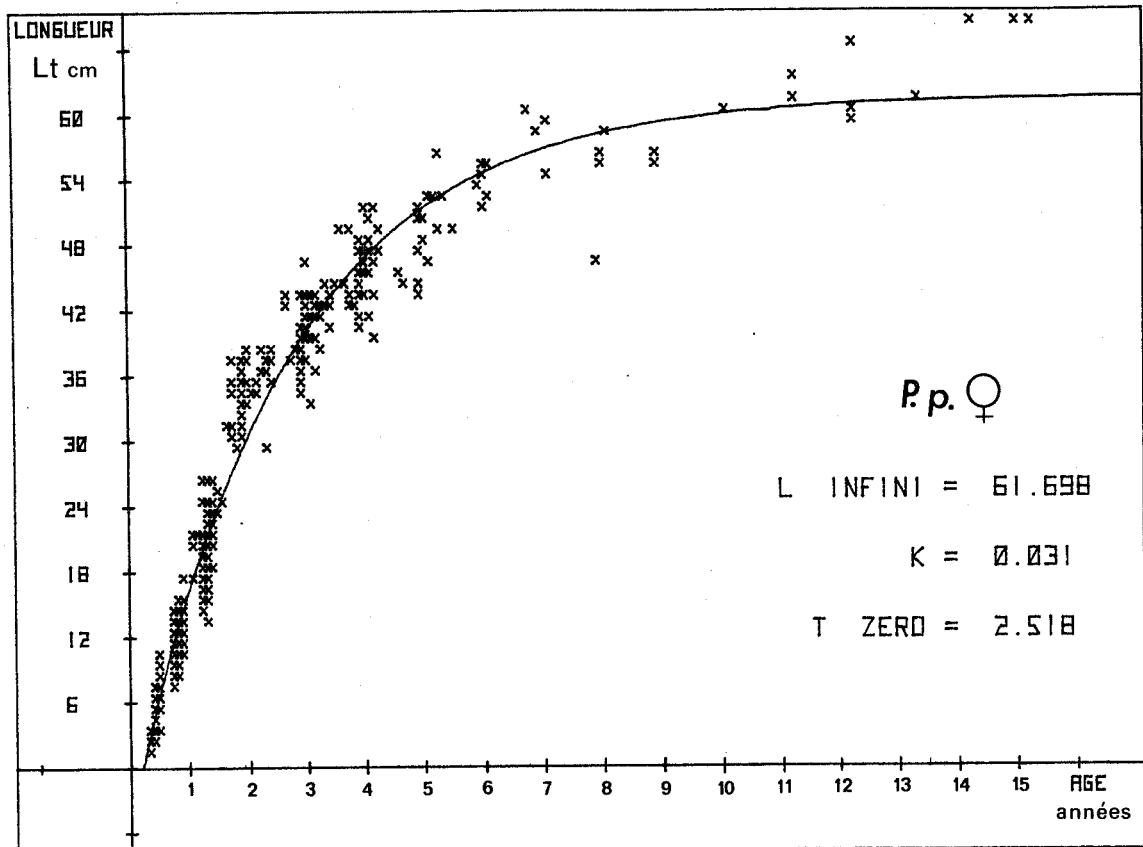


Fig. 134 - Croissance en longueur des femelles de *Pleuronectes platessa*.

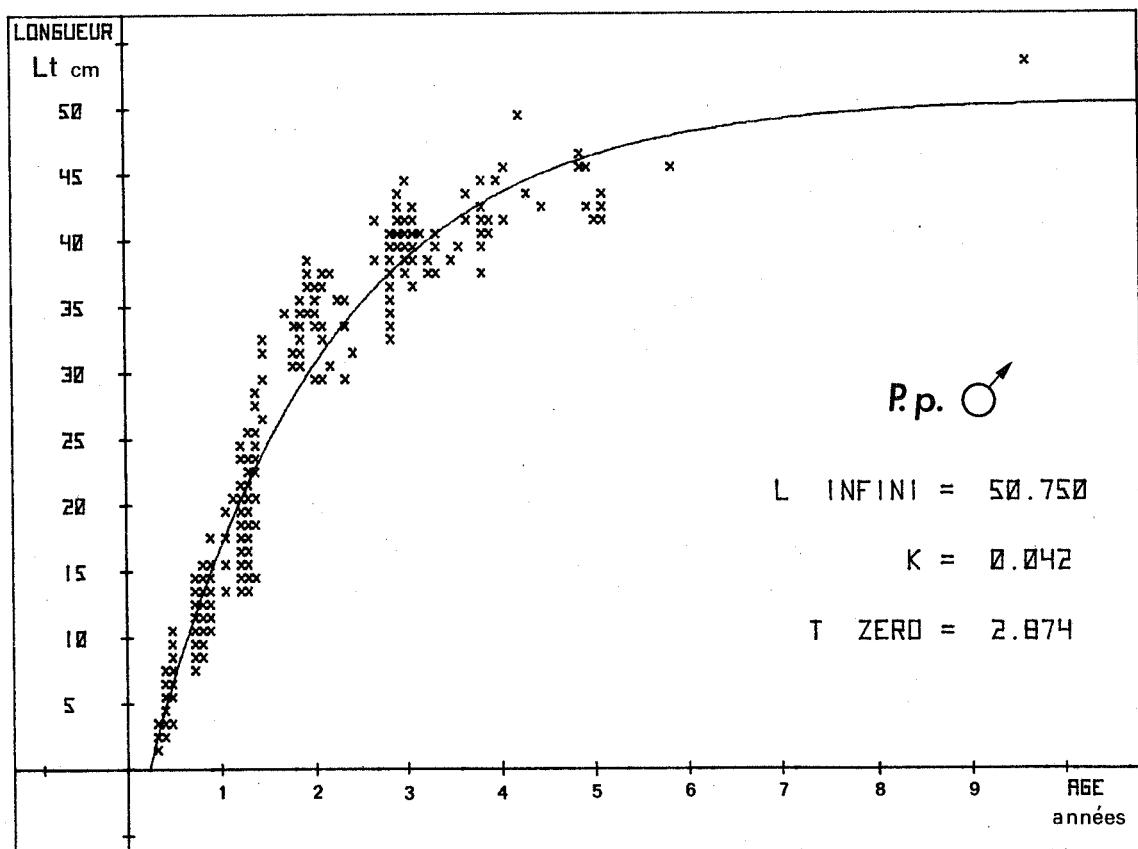


Fig. 135 - Croissance en longueur des mâles de *Pleuronectes platessa*.

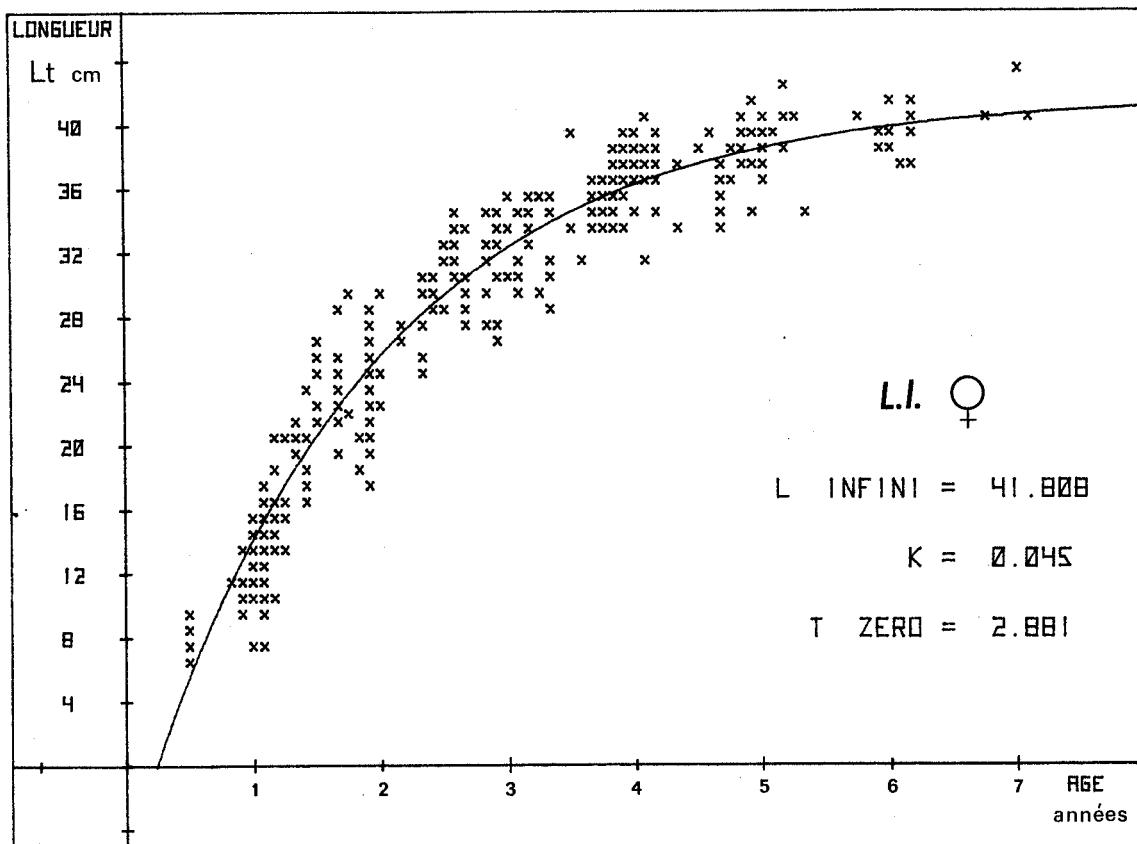


Fig. 136 - Croissance en longueur des femelles de *Limanda limanda*.

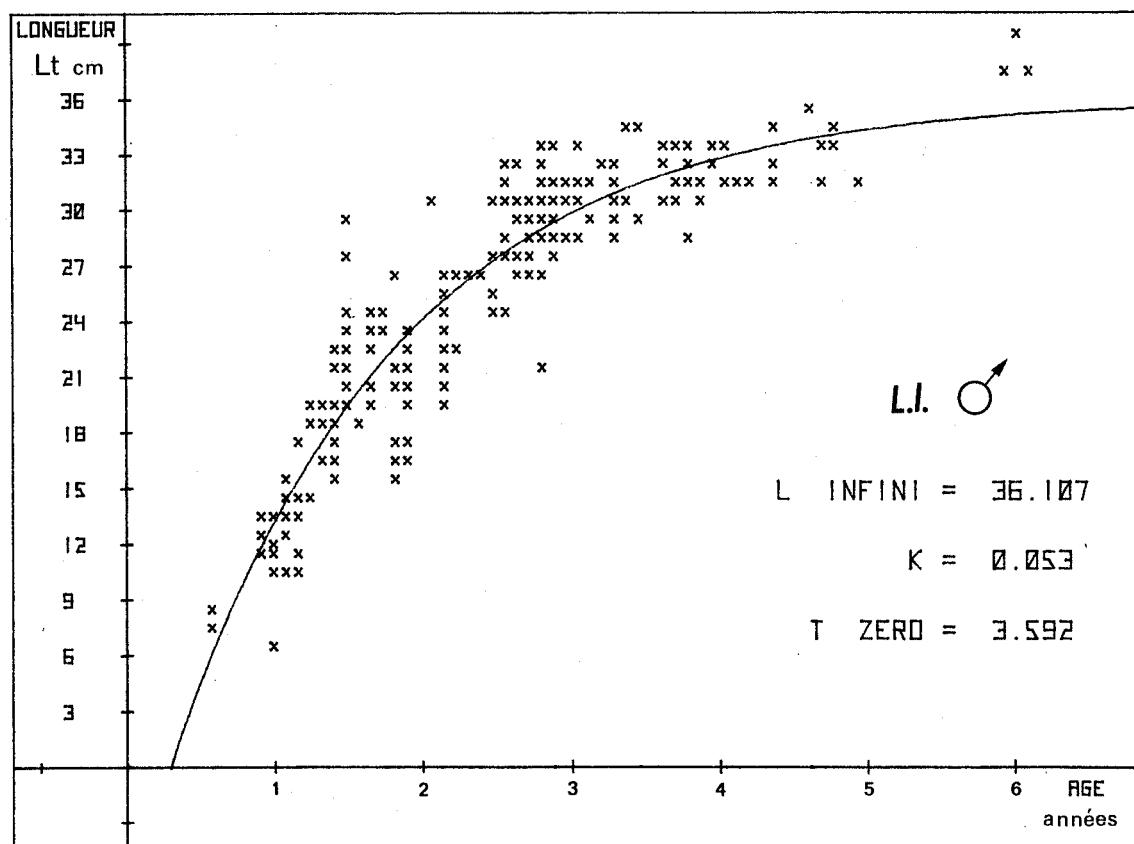


Fig. 137 - Croissance en longueur des mâles de *Limanda limanda*.

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 6,5 \text{ cm} - LT_M = 43,5 \text{ cm} \text{ pour les femelles,}$$

$$LT_m = 7,5 \text{ cm} - LT_M = 39,5 \text{ cm} \text{ pour les mâles.}$$

Leurs équations se formulent ainsi :

$$LT = 41,808 [1 - e^{-0,045(t - 2,881)}] \text{ pour les femelles,}$$

$$LT = 36,107 [1 - e^{-0,053(t - 3,592)}] \text{ pour les mâles.}$$

Comme chez la Plie, la différence de croissance entre les mâles et les femelles de Limande ne devient évidente qu'au cours de la troisième année : les mâles, plus petits, mesurent en moyenne deux centimètres de moins que les femelles dont la longueur totale s'établit à 27 cm. Elles continuent ensuite à grandir plus vite que leurs congénères qu'elles devancent de 3 cm à quatre ans et de 4 cm à cinq ans. Les mâles ont leur taille maximale à cinq ans et les femelles à six ans, en baie de Douarnenez ; ils ne grandissent que très peu ensuite.

Les équations de croissance du Flet *P. flesus flesus* ont été calculées à partir des couples âge-longueur d'individus capturés en mer exclusivement, soit 82 femelles et 44 mâles,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 8 \text{ mois} - t_M = 98 \text{ mois} \text{ pour les femelles,}$$

$$t_M = 8 \text{ mois} - t_m = 79 \text{ mois} \text{ pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 5,5 \text{ cm} - LT_M = 48,5 \text{ cm} \text{ pour les femelles,}$$

$$LT_m = 5,5 \text{ cm} - LT_M = 38,5 \text{ cm} \text{ pour les mâles.}$$

Ces équations, représentées graphiquement par les courbes des Figures 138 & 139 s'écrivent :

$$LT = 41,394 [1 - e^{-0,525(t - 0,672)}] \text{ pour les femelles,}$$

$$LT = 35,181 [1 - e^{-0,547(t - 0,312)}] \text{ pour les mâles.}$$

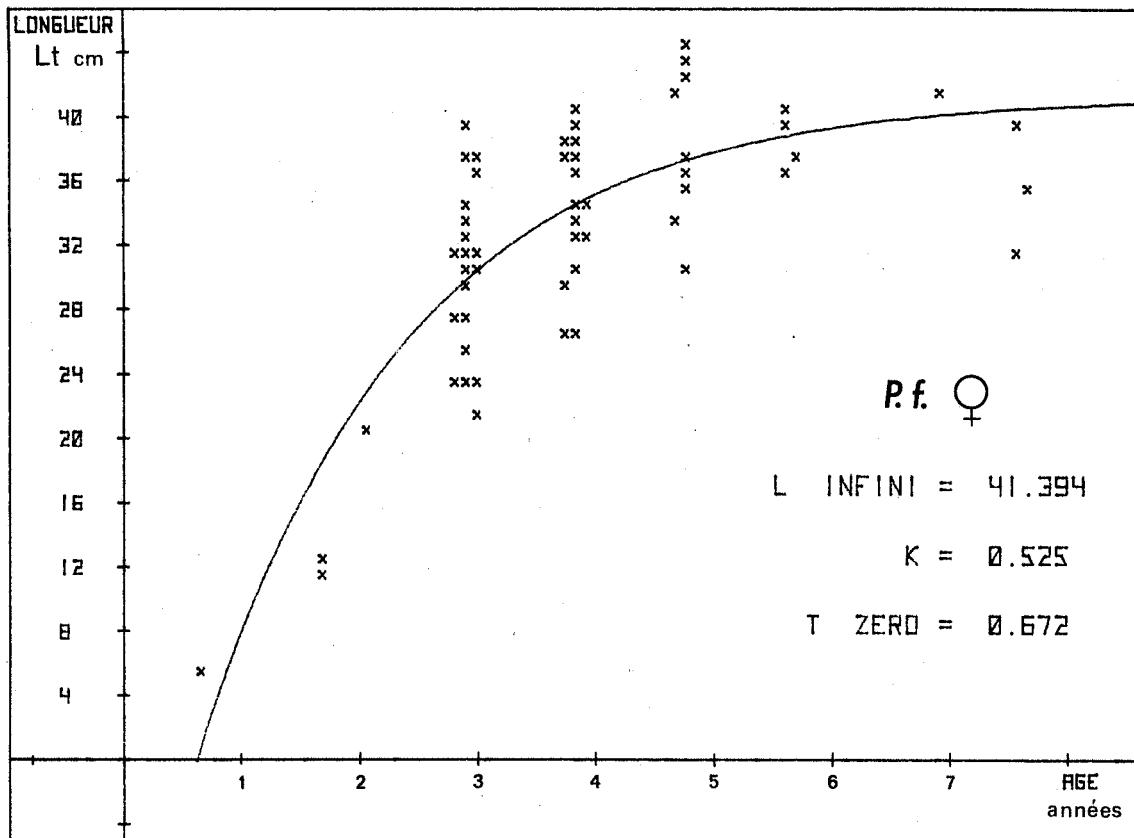


Fig. 138 - Croissance en longueur des femelles de *Platichthys flesus flesus*.

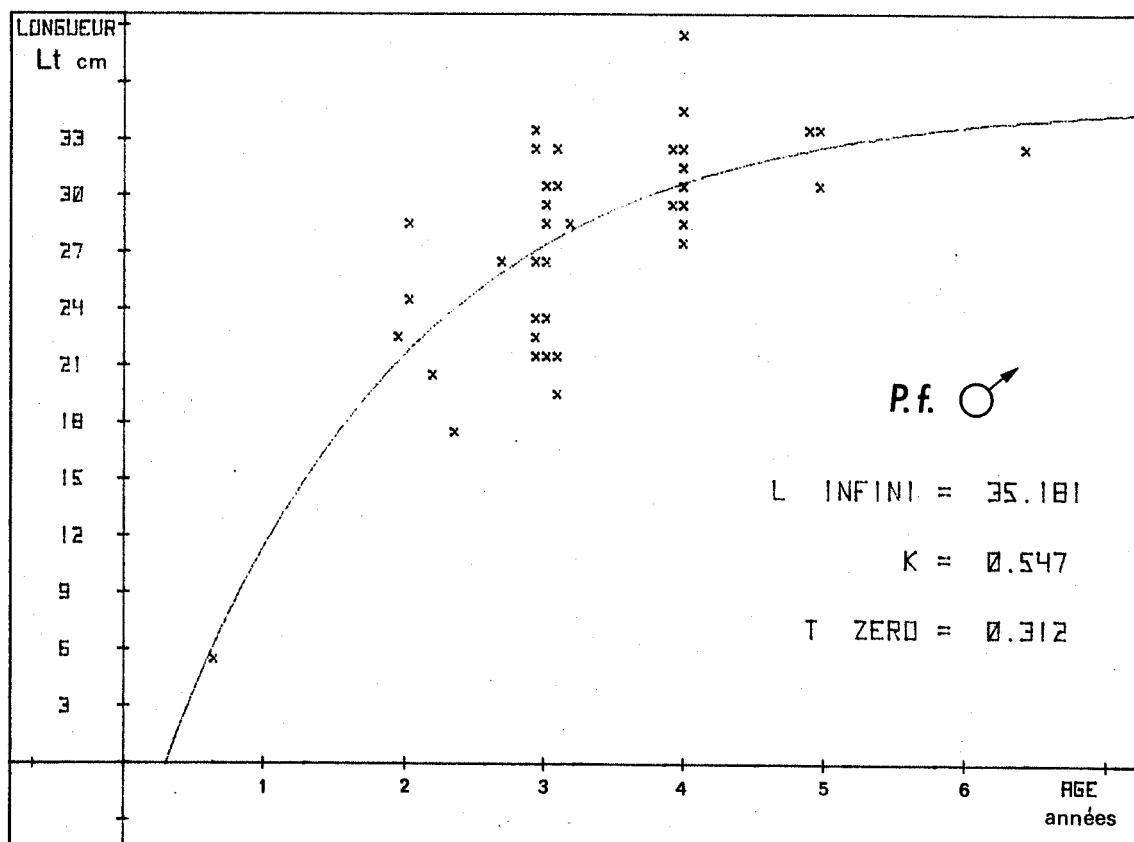


Fig. 139 - Croissance en longueur des mâles de *Platichthys flesus flesus*.



■ Les taux de croissance

Les plies mâles et femelles ont un taux de croissance en longueur élevé pendant les deux premières années (Tableaux 110 & 111). Leur ralentissement de croissance s'amorce lors du passage de seconde en troisième année ; il s'accentue l'année suivante et affecte alors plus les mâles que les femelles. Le taux de croissance moyen de l'espèce se stabilise quelque temps à environ 10 % après quatre ans chez les mâles, après cinq ans chez les femelles (Fig.140).

Gr AGE	0^+	1^+	2^+	3^+	4^+	5^+
n	162	111	49	50	23	11
\bar{L}_T (cm)	10,7	22,8	37,5	42,9	47,1	51,9
σ	7,5	6,8	5,2	3,3	3,5	2,8
Cr (%)	-	72	49	13	9	10

Tableau 110 - *Pleuronectes platessa* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	0^+	1^+	2^+	3^+	4^+	5^+
n	162	99	59	35	10	8
\bar{L}_T (cm)	10,7	22,4	36,4	39,9	43,8	43,1
σ	7,5	6,7	3,4	1,9	3,6	1,7
Cr (%)	-	71	48	9	9	-

Tableau 111 - *Pleuronectes platessa* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

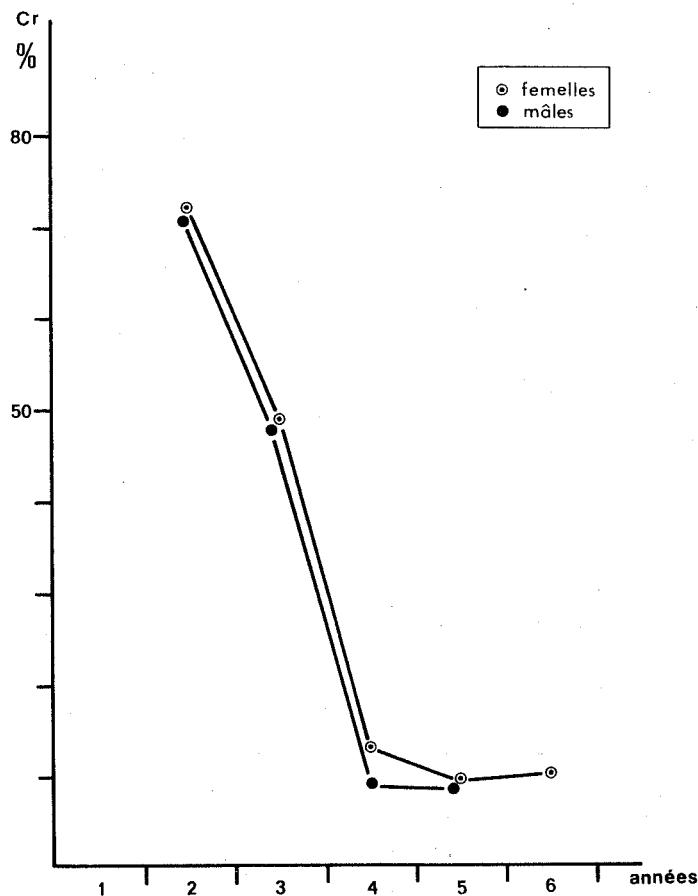


Fig. 140 - Variations du taux de croissance en longueur avec l'âge, chez la Plie *Pleuronectes platessa*.

Comme les plies, les jeunes limandes s'accroissent rapidement en longueur pendant les deux premières années de leur vie (Tableaux 112 & 113). Les taux de croissance moyens restent semblables chez les deux sexes jusqu'à l'âge de deux ans et avoisinent 80 %. Ils commencent à décroître pendant le passage de la seconde à la troisième année, plus rapidement chez les mâles que les femelles. Ils se réduisent ensuite de moitié chaque année et tombent en dessous de 10 % après quatre ans chez les mâles et cinq ans chez les femelles (Fig.141).

Gr AGE	0	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺
n	16	117	52	66	65	32	11
L̄T (cm)	7,5	17,1	27,0	33,1	36,5	38,6	39,2
σ	0,7	5,0	4,4	2,5	1,8	1,8	1,3
Cr (%)	-	78	45	20	10	6	1

Tableau 112 - *Limanda limanda* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Tableau 113 - *Limanda limanda* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	0	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺
n	16	72	73	62	26
L̄T (cm)	7,5	17,7	25,1	30,2	32,1
σ	0,7	4,9	4,2	2,2	1,5
Cr (%)	-	81	35	18	6

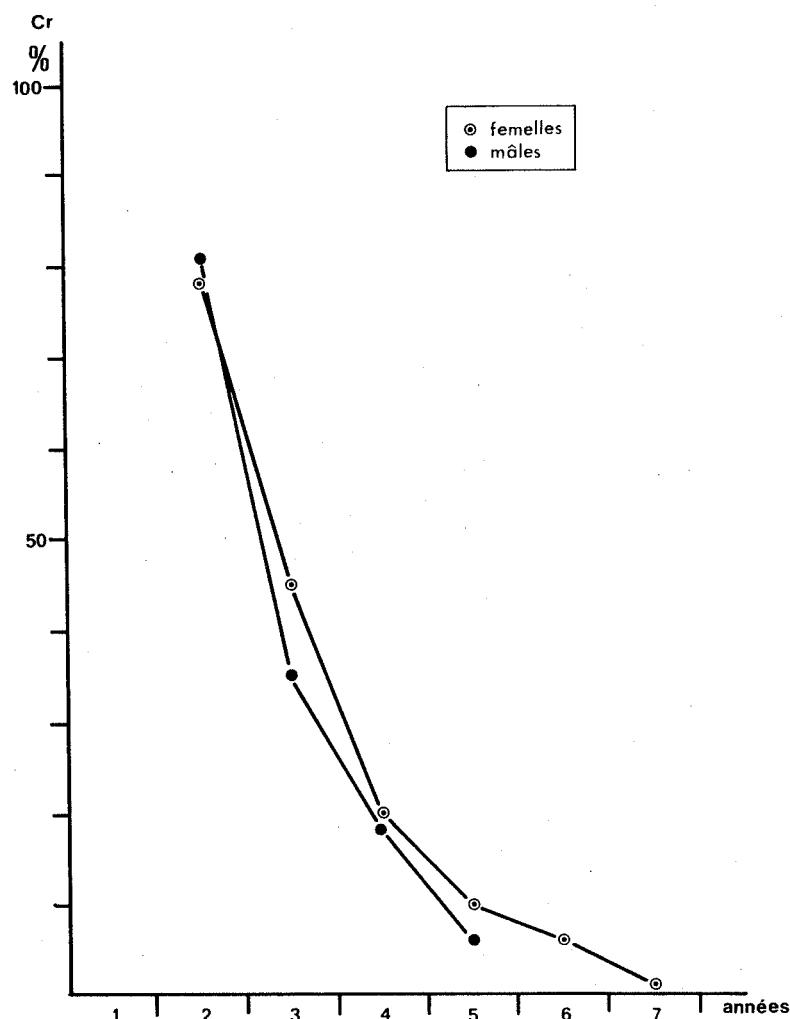


Fig. 141 - Variations du taux de croissance en longueur avec l'âge, chez la Limande *Limanda limanda*.

Les flets capturables en mer ont un taux de croissance faible variant entre 16 % et 3 % selon l'âge et le sexe (Tableaux 114 & 115). Les plus fortes variations du taux d'accroissement linéaire de l'espèce apparaissent avant la troisième année chez les mâles, avant la quatrième année chez les femelles. L'absence d'individus immatures dans nos prises ne nous permettra pas d'en donner ici l'amplitude.

Gr AGE	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺
n	32	23	13	6
\bar{L}_T (cm)	30,2	33,7	38,2	39,4
σ	4,5	3,8	5,4	3,6
Cr (%)	-	11	12	3

Tableau 114 - *Platichthys flesus flesus* -
femelles : variations du taux
de croissance en longueur avec
l'âge.

Gr AGE	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺
n	6	21	13
\bar{L}_T (cm)	22,8	26,8	31,1
σ	4,2	4,2	2,9
Cr (%)	-	16	15

Tableau 115 - *Platichthys flesus flesus* -
mâles : variations du taux
de croissance en longueur
avec l'âge.

3.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS

Les relations taille-poids de la Plie, de la Limande et du Flet de la baie de Douarnenez ont pour équations :

ESPECE	SEXE	n	INTERVALLE DES VALEURS OBSERVEES	EQUATION
<i>P. PLATESSA</i>	♀	316	$L_{TM} = 2,3 \text{ cm} - P_{pM} = 0,1 \text{ g}$ $L_{TM} = 70,0 \text{ cm} - P_{pM} = 4\ 000 \text{ g}$	$P_p = 0,009619 \cdot L_T^{3,05937}$
	♂	180	$L_{TM} = 10,6 \text{ cm} - P_{pM} = 14,5 \text{ g}$ $L_{TM} = 53,0 \text{ cm} - P_{pM} = 1\ 855 \text{ g}$	$P_p = 0,010161 \cdot L_T^{3,01677}$
<i>L. LIMANDA</i>	♀	303	$L_{TM} = 6,1 \text{ cm} - P_{pM} = 2,1 \text{ g}$ $L_{TM} = 44,5 \text{ cm} - P_{pM} = 1\ 270 \text{ g}$	$P_p = 0,005832 \cdot L_T^{3,21708}$
	♂	201	$L_{TM} = 6,5 \text{ cm} - P_{pM} = 2,8 \text{ g}$ $L_{TM} = 39,5 \text{ cm} - P_{pM} = 652 \text{ g}$	$P_p = 0,007753 \cdot L_T^{3,10282}$
<i>P. FLESUS FLESUS</i>	♀	82	$L_{TM} = 5,7 \text{ cm} - P_{pM} = 2,0 \text{ g}$ $L_{TM} = 48,5 \text{ cm} - P_{pM} = 1\ 950 \text{ g}$	$P_p = 0,005668 \cdot L_T^{3,24814}$
	♂	43	$L_{TM} = 19,0 \text{ cm} - P_{pM} = 73,0 \text{ g}$ $L_{TM} = 38,0 \text{ cm} - P_{pM} = 631 \text{ g}$	$P_p = 0,006079 \cdot L_T^{3,16477}$

3.3. LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

- Les rapports gonado-somatiques de certaines plies *P. platessa* commencent à augmenter dès la fin de leur deuxième année ; leurs valeurs restent toutefois assez basses et dépassent rarement 10 %. Ces jeunes individus, encore minoritaires, présentent un début de vitellogenèse mais ne se reproduiront pas dans l'année (Fig. 142). Les femelles immatures sont par contre beaucoup plus rares à la fin de la troisième année. Pour la première fois les R.G.S. s'élèvent au-delà de 10 % en décembre et atteignent en janvier des valeurs maximales proches de 30 %. La maturation des ovaires arrive donc à terme chez les femelles de trois ans (groupe 2⁺) ; elles pondent en entrant dans leur quatrième année (stades de post-ponte en février-mars) et participent pour la première fois à la reproduction, pour plus de 50 % d'entre elles.

Leur longueur totale moyenne s'établit pendant la période de ponte (de novembre à mars) à 40 cm (54 individus), taille que nous retiendrons comme celle de la première maturité sexuelle.

Les premiers signes macroscopiques de la maturation des ovaires (gonflement, élévation du R.G.S.) apparaissent dès le début de la troisième année chez la Limande *L. limanda* (Fig. 143). L'examen histologique des ovaires de ces jeunes femelles (groupe 2⁺), capturées au début de la période de ponte de l'espèce, révèle une vitellogenèse très avancée chez la plupart ; leurs plus gros ovocytes atteignent 370 µ de diamètre (maximum avant la ponte : 480 µ).

La correspondance "diamètre maximum des ovocytes - valeurs du R.G.S." permet par ailleurs d'affirmer que toutes ces femelles au R.G.S. supérieur à 5 % en février se reproduiront dans l'année (Tableau 116).

LT (cm)	R.G.S. (%)	DIAMETRE MAXIMUM DES OVOCYTES (µ)
21,5	8,0	289
21,5	19,1	368
22,5	13,4	372
24,0	2,9	233
27,5	8,5	346
28,5	9,5	355

Tableau 116 - *Limanda limanda* : Rapports gonado-somatiques et diamètre maximum des ovocytes de femelles du groupe 2⁺ capturées au mois de février en baie de Douarnenez.

Ainsi, d'après les valeurs de R.G.S. observées, plus de 50 % des limandes femelles pondent pour la première fois à l'âge de trois ans en baie de Douarnenez ; elles mesurent, en moyenne, 27 cm de longueur totale.

• Les plus jeunes femelles mûres de Flet *P. flesus flesus* que nous avons capturées en mer au moment de la période de ponte (janvier-février-mars) entraient dans leur quatrième année (groupe 3⁺) et mesuraient, en moyenne, 30 cm de longueur totale. Les plus jeunes mâles avaient trois ans et mesuraient, en moyenne, 24,7 cm de longueur totale. Sachant que l'espèce se reproduit en mer, l'âge et la taille à la première maturité sexuelle se situeraient à trois ans chez les mâles ($L_T = 24,7$ cm) et à quatre ans chez les femelles ($L_T = 30$ cm).

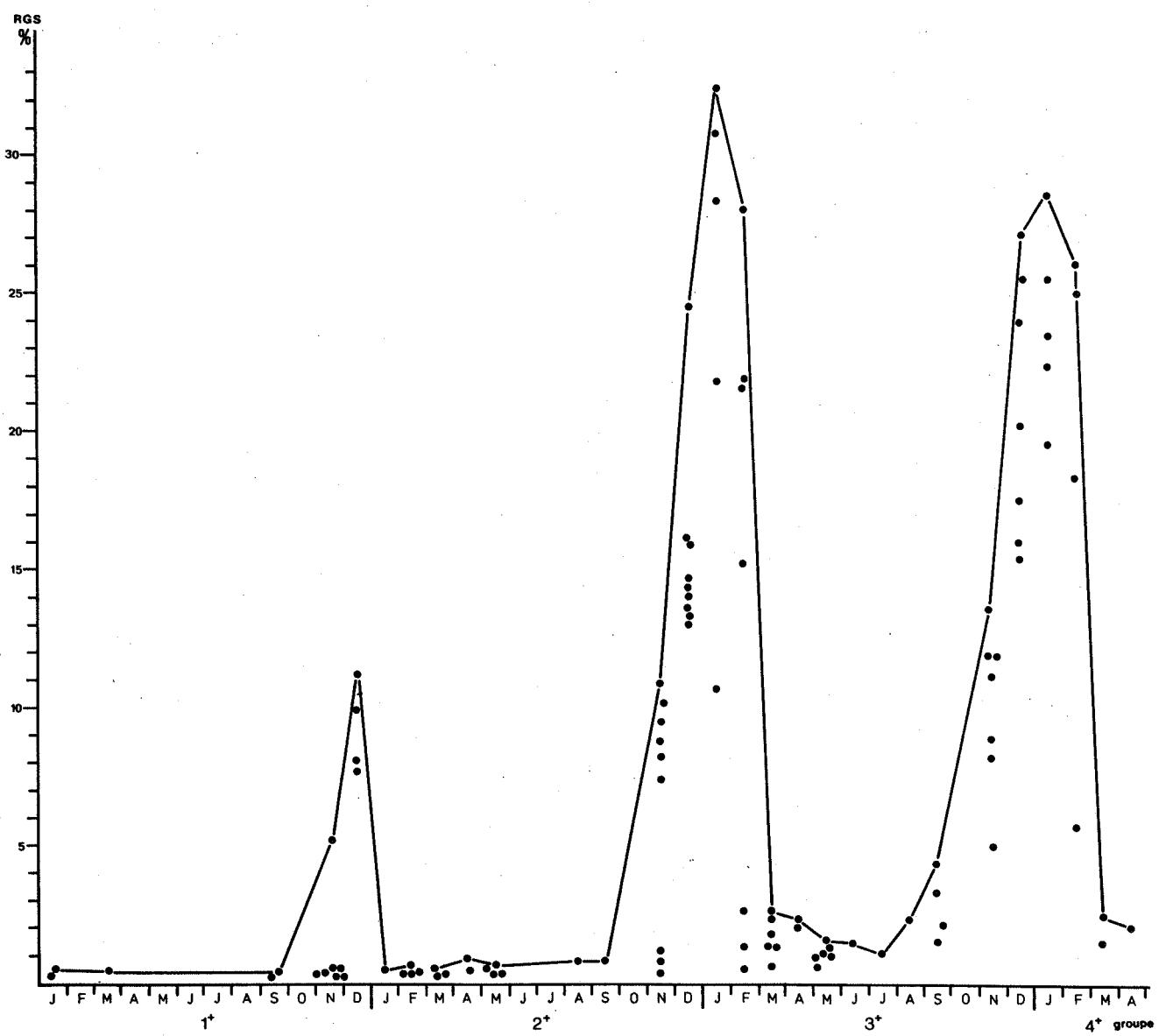


Fig. 142 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Pleuronectes platessa*.

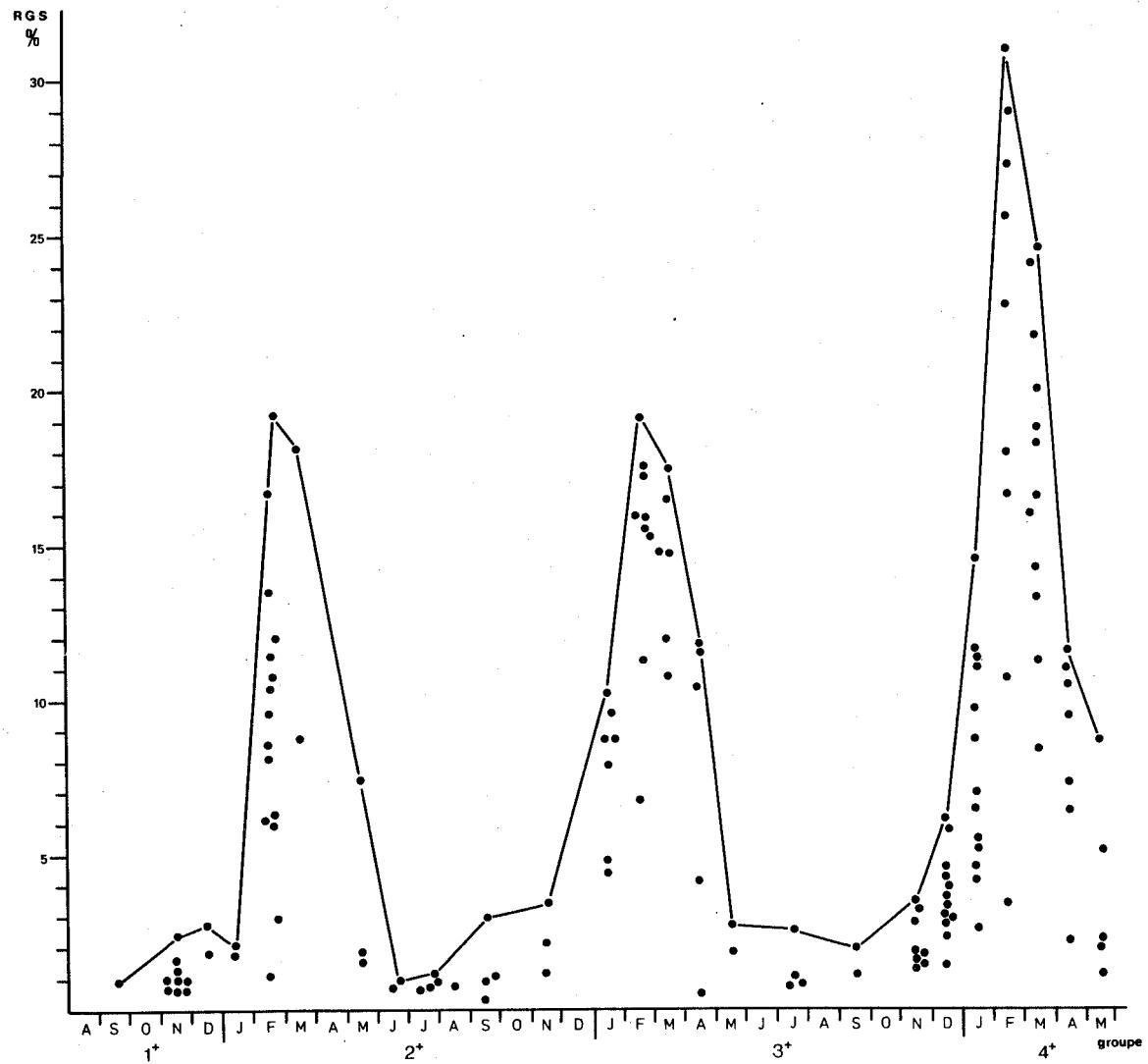


Fig. 143 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Limanda limanda*.

4. LA CROISSANCE DES SOLEIDAE

Les jeunes soles *Solea vulgaris* passent les deux premières années de leur vie benthique en zones intertidale et infralittorale. Elles ont, le long des côtes belges, une croissance active de juillet à octobre, puis grandissent moins vite d'octobre à mai. A l'âge de quatre mois, en septembre, la longueur totale moyenne s'établit à 8 cm ; elle s'élève à 11 cm en décembre et s'y stabilise jusqu'au mois de mai, époque de la reprise de croissance. Les modes des histogrammes des fréquences de tailles du groupe 1⁺ se déplacent de 12 cm en juin à 14 cm en juillet, de 17 cm en août à 20 cm en septembre et octobre (DE CLERK, 1974). Dans le Golfe de Gascogne, les femelles grandissent plus vite que les mâles dès la troisième année au cours de laquelle apparaît, pour les plus grands individus, la première maturité sexuelle (GUILLOU, 1978). Pour la Sole du golfe de Gascogne, les équations et les paramètres de croissance s'écrivent (Tableau 117) :

SEXÉ	RELATION TAILLE-POIDS	CROISSANCE PONDERALE
Mâles	$W = 0,005280 \cdot L^{3,106504}$	$W_t = 424,7 \cdot 1-e^{-0,160(t+3,77)}^{3,107}$
Femelles	$W = 0,004251 \cdot L^{3,174165}$	$W_t = 530,2 \cdot 1-e^{-0,272(t+0,93)}^{3,174}$

PARAMETRES	CROISSANCE LINEAIRE		PARAMETRES	CROISSANCE PONDERALE	
L_∞	M	37,9 cm	W_∞	M	555,5 g
	F	40,3 cm		F	660,6 g
K	M	0,160	K	M	0,080
	F	0,272		F	0,148
t_0	M	3,77	t_0	M	- 0,15
	F	0,93		F	+ 1,21

Tableau 117 - Paramètres et équations de croissance de la Sole *S. vulgaris* du golfe de Gascogne.
(d'après GUILLOU, 1978).

En Mer du Nord, les femelles de trois ans mesurent de 24 à 34 cm de longueur totale ; celles à croissance plus rapide parviennent à maturité et participent au frai dans leur troisième année : 50 % des immatures pondent pour la première fois à 27,5 cm. Les jeunes de deux ans commencent aussi leur vitellogénèse, mais ne se reproduiront que l'année suivante (DE VEEN, 1970).

L'effort de pêche accru et les modifications du milieu par les engins de capture ont entraîné des variations récentes de fécondité, de croissance, de facteur de condition en particulier sur différentes zones de pêche de la Mer du Nord (DE VEEN, 1969-1976).

■ Nous n'avons pas trouvé de données publiées sur la croissance de la Solette *Solea lascaris*.

■ L'étude de la croissance de *Buglossidium luteum* paraît n'avoir jamais été entreprise. La taille de l'espèce à la première maturité sexuelle serait de 7-8 cm chez les femelles et de 6-7 cm chez les mâles (WHEELER, 1969).

■ La taille maximale de la Sole panachée *Microchirus variegatus* ne dépasserait pas 20 cm ; les individus les plus fréquemment capturés et cités dans les ouvrages de systématique mesurent entre 10 cm et 15 cm de longueur totale. La croissance de l'espèce semble totalement inconnue.

4.1. LA CROISSANCE EN LONGUEUR

■ *Les clés âge-longueur*

La Sole *Solea vulgaris* n'est pas rare en baie de Douarnenez ; elle s'y reproduit et ses œufs abondent dans le plancton en période de reproduction. Nous n'avons pourtant jamais localisé de nurseries intertidales pour l'espèce. Les jeunes du groupe 0 ne sont qu'exceptionnels sur les estrans sableux du fond de la baie ; ceux du groupe 1⁺ s'y trouvent mais toujours en petit nombre, quelle

que soit l'époque. Toutefois, afin de donner ici une clé âge-longueur complète, nous avons ajouté aux soles capturées en baie de Douarnenez (groupe 1^{er} et supérieurs) quelques jeunes de groupe 0 pêchés sur la côte nord du Finistère (anse de Goulven).

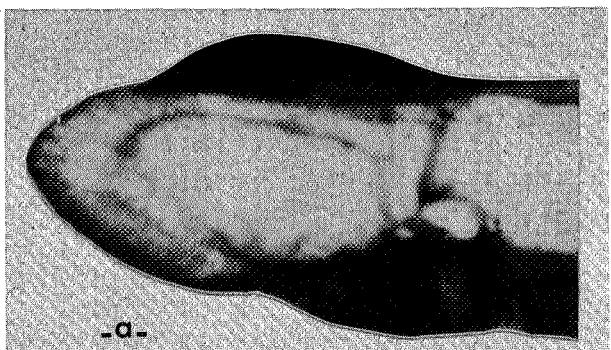
La technique de brûlage de CHRISTENSEN s'applique parfaitement aux otolithes de Sole qui sont, le plus souvent, faciles à lire, comme ceux des trois autres espèces de Soleidae que nous avons étudiées.

Solea vulgaris vit très longtemps : le plus vieil individu que nous avons capturé était un mâle âgé de 37 ans ; la longévité maximale de l'espèce avoisine toutefois, le plus souvent, 25 à 27 ans (Tableaux 118 et 119). Les femelles ne vivent pas plus longtemps que les mâles ; ces derniers restent par contre plus petits, d'environ 10 cm. Les deux plus grandes femelles capturées mesuraient 60 cm de longueur totale ; elles avaient 17 et 19 ans. Le plus grand mâle, âgé de 16 ans, mesurait 50 cm de longueur totale.

La longévité de la Solette *Solea lascaris* est bien inférieure à celle de la Sole : l'espèce ne vit pas plus de 13 ans en baie de Douarnenez. Les vieux individus sont toujours des femelles dont la longévité serait plus grande que celle des mâles, d'environ quatre ans (Tableaux 120 et 121) ; elles peuvent atteindre 36 cm de longueur totale en fin de croissance (âge = 8-10 ans) alors qu'ils ne dépassent pas 33 cm à sept ans.

La longévité et la taille maximale moyennes restent cependant assez éloignées de ces valeurs maximales.

L'absence d'exploitation et la faible vulnérabilité de *Buglossidium luteum* aux chaluts de grands maillages, favorisent la prolifération de l'espèce en baie de Douarnenez où elle abonde. L'échantillonnage au chalut à petites mailles (15-20 mm) permet, en particulier, la capture d'individus âgés, très bien représentés dans le peuplement.



-a-



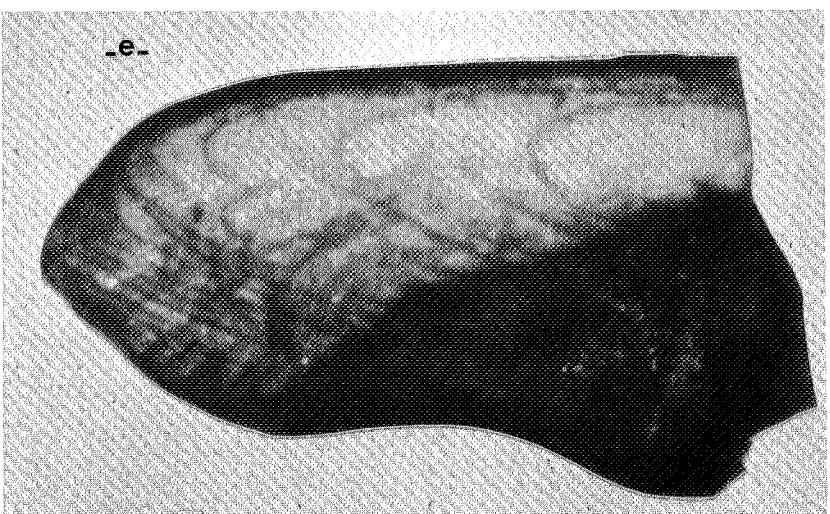
-b-



-c-



-d-

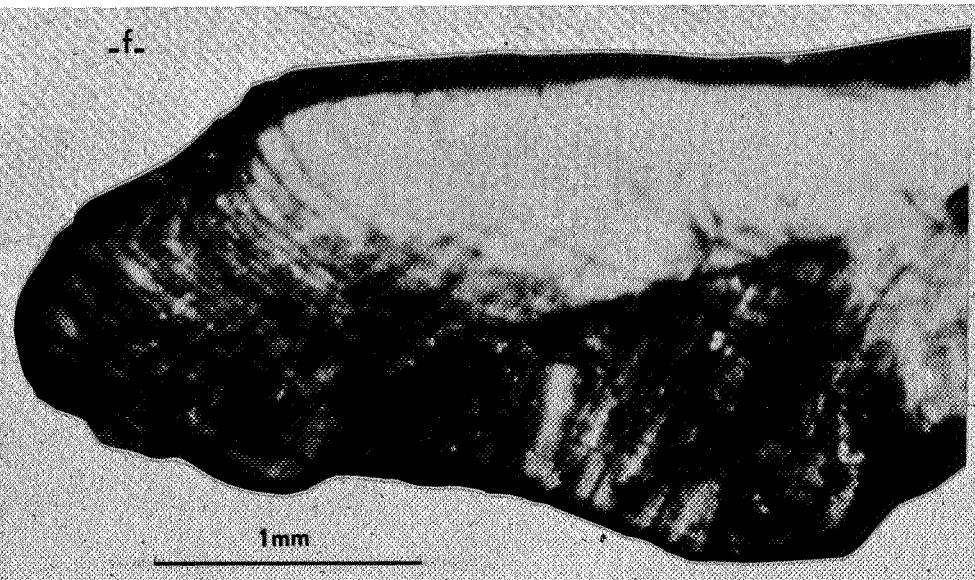


-e-

- a - mâle du groupe 2+ (18/03)*
- b - mâle du groupe 4+ (20/07)
- c - femelle du groupe 5+ (21/04)
- d - mâle du groupe 10+ (17/07)
- e - femelle du groupe 15+ (16/07)
- f - mâle du groupe 36+ (03/05)

*dates de capture.

-f-



- Planche 29 -

Sections d'otolithes
brûlés de *Solea vulgaris*.



Gr. âge Lt cm	0	1	2	3	4	5
	J A S O N D 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12
4.0 - 4.9	3					
5.0 - 5.9	3 8 1					
6.0 - 6.9	1 12 2					
7.0 - 7.9	7 2					
8.0 - 8.9	1 2 6					
9.0 - 9.9						
10.0 - 10.9						
11.0 - 11.9	3					
12.0 - 12.9						
13.0 - 13.9						
14.0 - 14.9						
15.0 - 15.9		1				
16.0 - 16.9						
17.0 - 17.9						
18.0 - 18.9						
19.0 - 19.9		1 1				
20.0 - 20.9		1 1 1				
21.0 - 21.9	3	2 1	1	1		
22.0 - 22.9	1	1 5 1	2 1			
23.0 - 23.9	2	1 7 1	1	1		
24.0 - 24.9	1	2 1 4 1 1 3	1			
25.0 - 25.9		4 1 1	1 1 2 1	2 1		
26.0 - 26.9		1 7 1	2	1	1	
27.0 - 27.9		1 4 1 2 1	2		1	
28.0 - 28.9		2 2 1	2	1 2		
29.0 - 29.9		2 1 1	1 2 1 3 1 1	1	1 1	
30.0 - 30.9		1 1	1 1	2 1	1 2	1
31.0 - 31.9		1	1 1 2 1 2		1	1
32.0 - 32.9		1	1 3 3 2 4	1	1	1
33.0 - 33.9			2 3 1	1	1 3	1
34.0 - 34.9			1 1 1	1	1 1	1 2
35.0 - 35.9			1 1 3	1	2 1 2	3
36.0 - 36.9			1 1	1	1 1 3 1	1 1 1
37.0 - 37.9			2		3 1	1 1 2 3 2 2 1 3
38.0 - 38.9	1				1 1 2	1 3
39.0 - 39.9			1 1		1 1	1 1 2
40.0 - 40.9			1	1 1 1	2	1 1 2
41.0 - 41.9					1 1	1 2 1
42.0 - 42.9					2	4 1 2
43.0 - 43.9						1
44.0 - 44.9						1 1 1
45.0 - 45.9						1 1 1
46.0 - 46.9						
47.0 - 47.9						
48.0 - 48.9						
49.0 - 49.9						
50.0 - 50.9						
51.0 - 51.9						
52.0 - 52.9						
53.0 - 53.9						
54.0 - 54.9						
55.0 - 55.9						
56.0 - 56.9						
57.0 - 57.9						
58.0 - 58.9						
59.0 - 59.9						
N	51	9	97	72	62	52

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	26
O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J M J D	J F J A	J M J N	J A M S	J S	J A O	J	J S	S	F A	D
10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 5 6 12	1 2 7 8	1 5 7 11	1 4 5 9	1 9	1 4 10	1	1 9	9	2 4	12
1																	
2																	
1 1 1	1	2,1															
1	1	1	1	1													
3 2	1 1				1												
2 1	1	1	1	2													
1	1 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	2 2 2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1 2	2	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1 1	1 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1		1															
	54	19	17	10	10	10	8	7	5	5	2	3	2	2	1	3	1

- Clé âge-longueur des femelles de *Solea vulgaris*.

Tableau - Clé âge-longueur des mâles de *Solea vulgaris*.

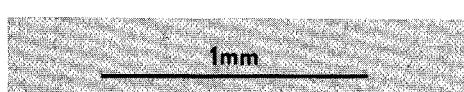
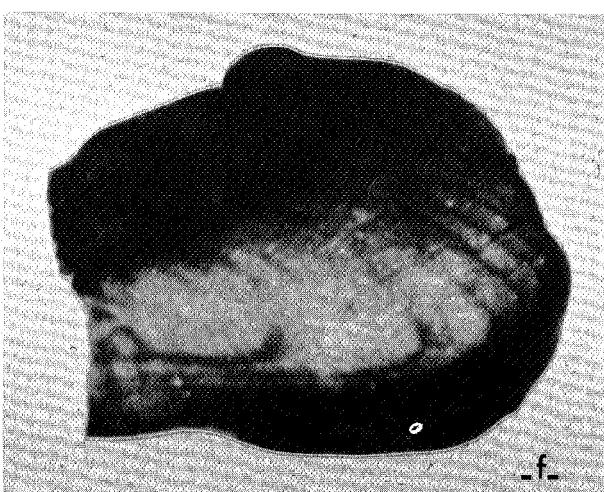
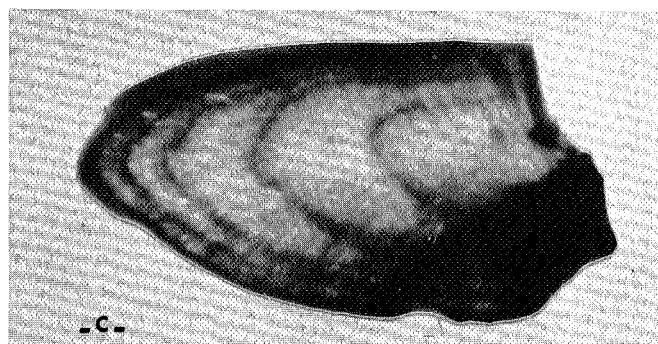
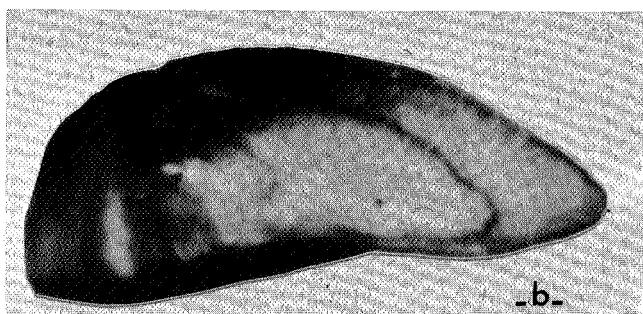
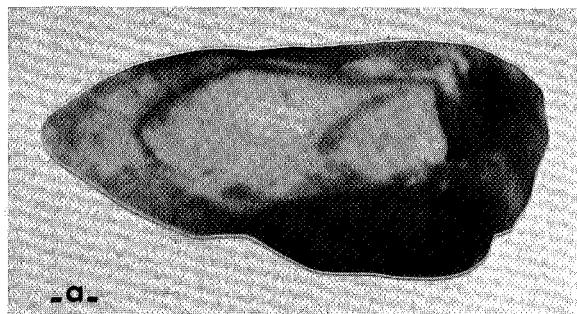


Planche 30 - Sections d'otolithes brûlés de *Solea laskaris*.

- a - mâle du groupe 2+ (22 novembre)*
- b - femelle du groupe 3+ (24 mai)
- c - femelle du groupe 4+ (22 novembre)
- d - femelle du groupe 5+ (17 janvier)
- e - femelle du groupe 6+ (15 février)
- f - femelle du groupe 12+ (23 juin)

*dates de capture.

Gr. L ^t âge cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12								
	O	N	D	J	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	D	F	M	A	D	J	
3,0 - 3,9	1	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
4,0 - 4,9	1	1	1	1	1												1	2	3	4	5
5,0 - 5,9	14	7	4															1	2	3	4
6,0 - 6,9	11	6	1															1	2	3	4
7,0 - 7,9	3	4																	1	2	3
8,0 - 8,9	1																		1	2	3
9,0 - 9,9																			1	2	3
10,0 - 10,9																			1	2	3
11,0 - 11,9																			1	2	3
12,0 - 12,9																			1	2	3
13,0 - 13,9																			1	2	3
14,0 - 14,9																			1	2	3
15,0 - 15,9																			1	2	3
16,0 - 16,9																			1	2	3
17,0 - 17,9																			1	2	3
18,0 - 18,9																			1	2	3
19,0 - 19,9																			1	2	3
20,0 - 20,9																			1	2	3
21,0 - 21,9																			1	2	3
22,0 - 22,9																			1	2	3
23,0 - 23,9																			1	2	3
24,0 - 24,9																			1	2	3
25,0 - 25,9																			1	2	3
26,0 - 26,9																			1	2	3
27,0 - 27,9																			1	2	3
28,0 - 28,9																			1	2	3
29,0 - 29,9																			1	2	3
30,0 - 30,9																			1	2	3
31,0 - 31,9																			1	2	3
32,0 - 32,9																			1	2	3
33,0 - 33,9																			1	2	3
34,0 - 34,9																			1	2	3
35,0 - 35,9																			1	2	3
N	49	21	26	144	55	29	19	14	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tableau 120 - Clé âge-longueur des femelles de *Solea lascaris*.

Tableau 121 - Clé âge-longeur des mâles de *Solea lascaris*.

Buglossidium luteum vit jusqu'à 15 ans en baie de Douarnenez (Tableau 122) ; les femelles vivent environ trois ans de plus que les mâles dont la longévité n'excède pas 12 ans (Tableau 123). La taille maximale que peut atteindre l'espèce diffère aussi avec le sexe : en fin de croissance, les femelles atteignent 14 cm de longueur totale ; les mâles, toujours plus petits, ne dépassent pas 11,5 cm.

En baie de Douarnenez, la Sole panachée *Microchirus variegatus* vit surtout sur les fonds grossiers de graviers et de galets où le chalutage ne peut être réalisé qu'au chalut à grand maillage par lequel s'échappent aisément les très petits individus. Ceux du groupe 0 figurant dans nos clés âge-longueur (Tableaux 124 et 125) ont été capturés sur la Grande Vasière, au sud de la pointe de Penmarc'h ; ils vivent sans doute aussi en baie, mais avec le moyen de pêche utilisé, ne sont jamais apparus dans nos prises. Les plus jeunes soles panachées de nos prélevements avaient deux ans (Tableau 124).

La différence de longévité entre les sexes, si elle existe, ne doit pas être très grande : la femelle la plus âgée que nous ayons capturée avait quinze ans ; le plus vieux mâle entrait dans sa quatorzième année : les plus grands individus âgés sont des femelles dont la longueur totale maximale atteint 25,5 cm ; celle des mâles reste voisine de 20 cm.

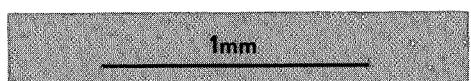
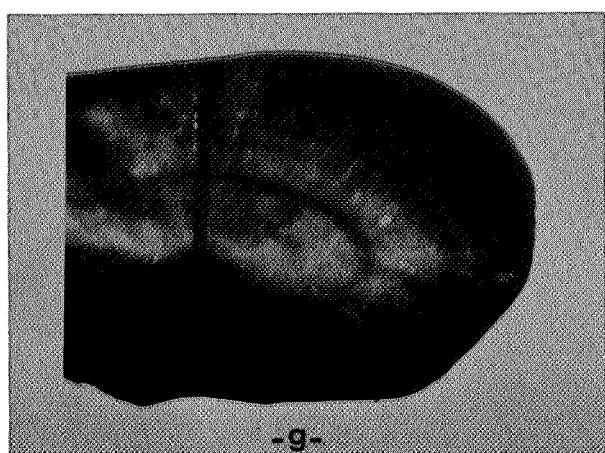
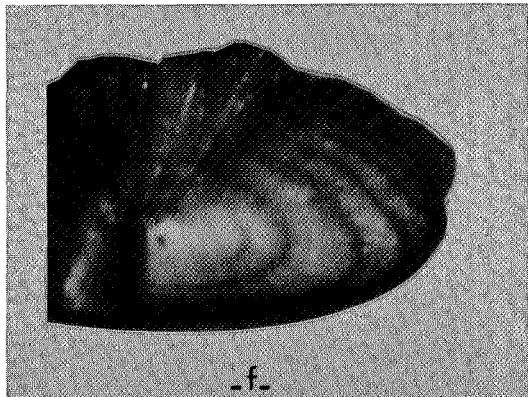
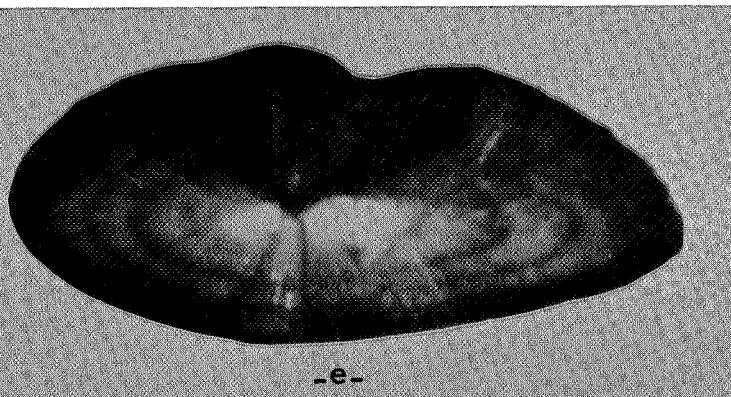
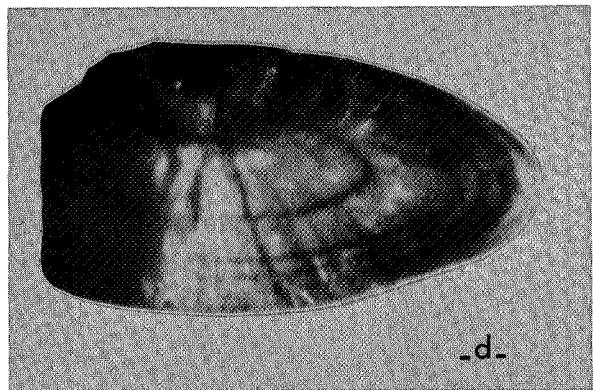
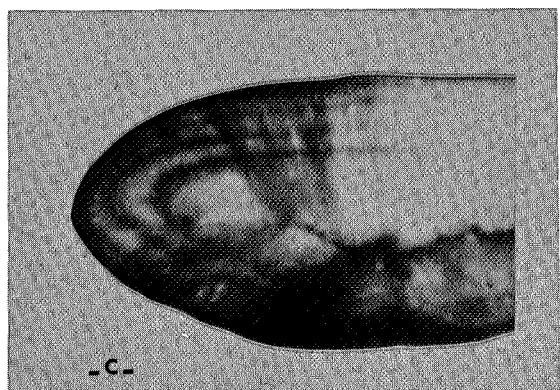
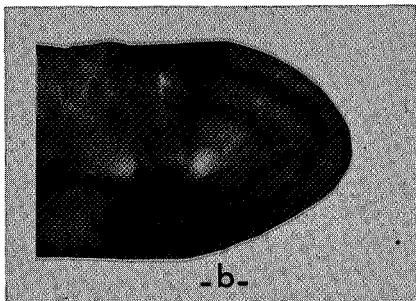
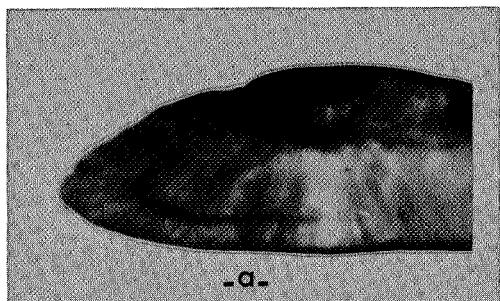


Planche 31 - Sections d'otolithes brûlés de *Buglossidium luteum*.

- a - femelle du groupe 1⁺ (20 décembre)*
- b - femelle du groupe 3⁺ (20 avril)
- c - femelle du groupe 4⁺ (20 décembre)
- d - femelle du groupe 5⁺ (20 décembre)
- e - femelle du groupe 6⁺ (20 décembre)
- f - femelle du groupe 7⁺ (20 décembre)
- g - femelle du groupe 11⁺ (10 mars)

* dates de capture.

Tableau 122 - Clé âge-longueur des mâles de *Buglossidium luteum*.

Gr. âge Lt cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	
O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	F M A M	J F M D	M M J	A	M	
10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	2 3 4 5	1 2 3 12	3 5 6	4	5	
4.0 - 4.4															
4.5 - 4.9	1	2 1													
5.0 - 5.4		2													
5.5 - 5.9															
6.0 - 6.4		1													
6.5 - 6.9		1 1 1													
7.0 - 7.4		1	1 1 2 2 1												
7.5 - 7.9			1 2 1 2 2 1	1			1								
8.0 - 8.4				2 5 1 2	1 2		1	1							
8.5 - 8.9				1 1 10	2 1 2		1 1	1							
9.0 - 9.4				1 1 2 1	2 1 3	1 4 4 3 2	1	2 1 1	1						
9.5 - 9.9					1	5 1	7 2	8 1	2	6 2 2	1	1	1	1	
10.0 - 10.4						2 2 1 3 4 1	1 1 1	1	12 2 2	2 1	1 1 2 1 3 2	1	2 1 1	1	
10.5 - 10.9							1	1	13 2 2	1	2 8 4 1 3 1 1 1	1	5 2 1	1	
11.0 - 11.4								1	1	3 2	3 4 2 1	1 2	2 3 1 1	2	
11.5 - 11.9									4	1 1 2 1	1	2 4	1 2 1	1 3 1	
12.0 - 12.4										1	1	1	1 2 1 1	1	
12.5 - 12.9											2 2	1 2	1 2 1	1	
13.0 - 13.4											1 1	1 1 1	1 1 1	1	
13.4 - 13.9															1
N	1	13	63	53	74	50	30	30	23	14	6	5	1	1	

Tableau - Clé âge-longueur des femelles de *Buglossidium luteum*.

Gr. âge Lt cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J F M A M J J A S O N D	J D	F S O
2.0 - 2.4	3													
2.5 - 2.9	9													
3.0 - 3.4	19													
3.5 - 3.9	2													
4.0 - 4.4														
4.5 - 4.9														
5.0 - 5.4														
5.5 - 5.9	1													
6.0 - 6.4														
6.5 - 6.9														
7.0 - 7.4														
7.5 - 7.9														
8.0 - 8.4														
8.5 - 8.9														
9.0 - 9.4														
9.5 - 9.9														
10.0 - 10.4														
10.5 - 10.9														
11.0 - 11.4														
11.5 - 11.9														
12.0 - 12.4														
12.5 - 12.9														
13.0 - 13.4														
13.5 - 13.9														
14.0 - 14.4														
14.5 - 14.9														
15.0 - 15.4														
15.5 - 15.9														
16.0 - 16.4														
16.5 - 16.9														
17.0 - 17.4														
17.5 - 17.9														
18.0 - 18.4														
18.5 - 18.9														
19.0 - 19.4														
19.5 - 19.9														
20.0 - 20.4														
20.5 - 20.9														
21.0 - 21.4														
21.5 - 21.9														
22.0 - 22.4														
22.5 - 22.9														
23.0 - 23.4														
23.5 - 23.9														
24.0 - 24.4														
24.5 - 24.9														
25.0 - 25.4														
N	45	2	2	5	13	18	19	22	10	8	4	1	3	1

Tableau - Clé âge-longueur des femelles de *Microchirus variegatus*.

Gr âge Lt cm	0	2	3	5	6	7	8	11	12	13
	J A S O N D 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	J F M A M J J A S O N D 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	O N D 10 11 12	J 1	F S O 2 9-10	F 2	O 10	D 12	J 1
2.0 - 2.4	3									
2.5 - 2.9	9									
3.0 - 3.4	19									
3.5 - 3.9	2									
4.0 - 4.4		5								
4.5 - 4.9		6								
5.0 - 5.4										
5.5 - 5.9	1									
6.0 - 6.4										
6.5 - 6.9										
7.0 - 7.4										
7.5 - 7.9										
8.0 - 8.4										
8.5 - 8.9										
9.0 - 9.4										
9.5 - 9.9			1							
10.0 - 10.4				1						
10.5 - 10.9					1					
11.0 - 11.4										
11.5 - 11.9										
12.0 - 12.4						1				
12.5 - 12.9							1			
13.0 - 13.4							1			
13.5 - 13.9										
14.0 - 14.4										
14.5 - 14.9										
15.0 - 15.4										
15.5 - 15.9										
16.0 - 16.4										
16.5 - 16.9										
17.0 - 17.4										
17.5 - 17.9										
18.0 - 18.4										
18.5 - 18.9										
19.0 - 19.4										
19.5 - 19.9										
N	45	1	4	4	2	3	1	1	1	1

Tableau 125 - Clé âge-longueur des mâles de *Microchirus variegatus*.

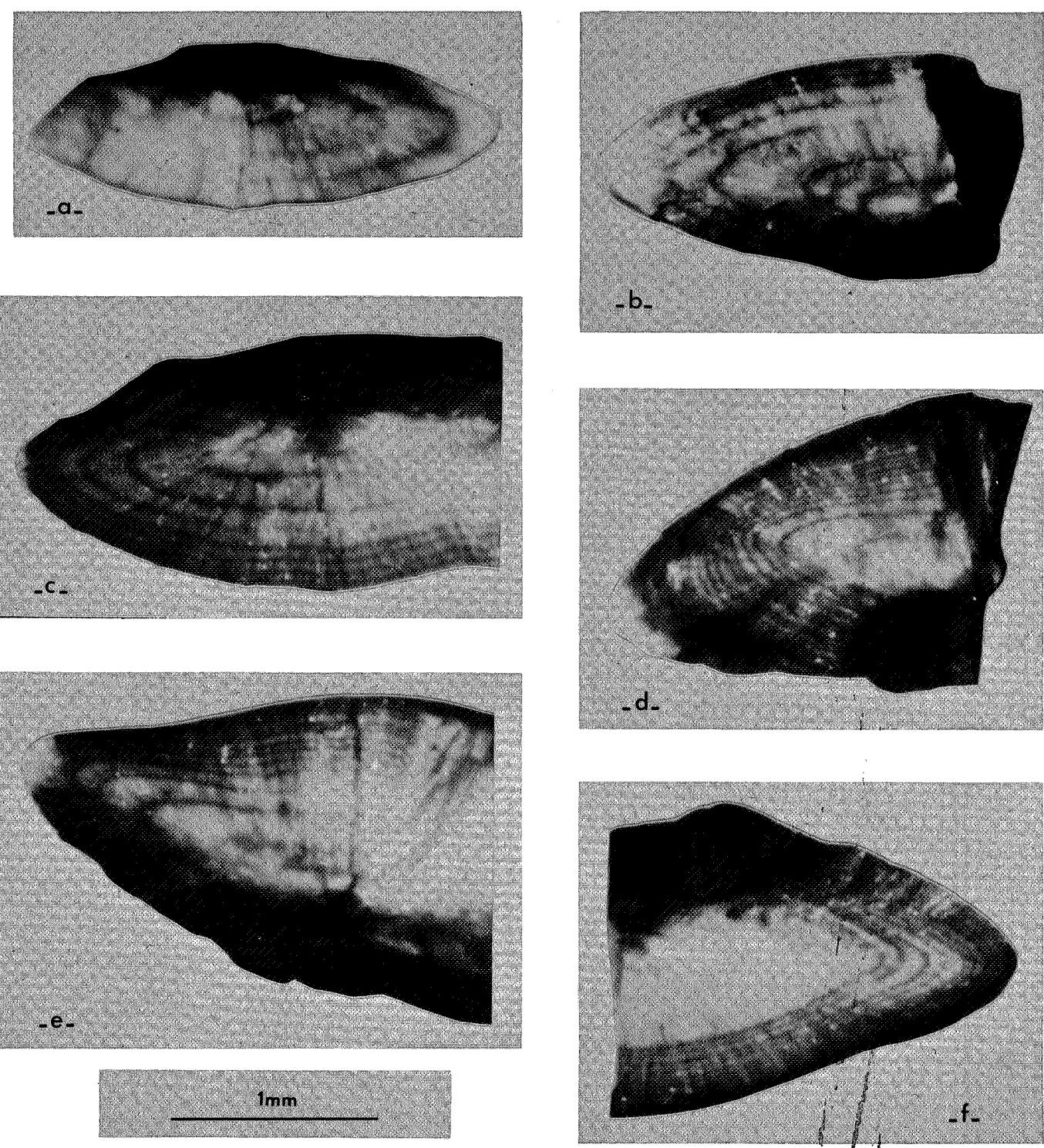


Planche 32 - Sections d'otolithes brûlés de *Microchirus variegatus*.

- a - femelle du groupe 3+ (17 janvier)*
- b - femelle du groupe 7+ (29 janvier)
- c - femelle du groupe 8+ (18 octobre)
- d - mâle du groupe 12+ (13 décembre)
- e - femelle du groupe 13+ (24 février)
- f - femelle du groupe 14+ (24 février)

*dates de capture.

■ Les courbes de croissance

Les courbes de croissance linéaire de la Sole *Solea vulgaris* ont été ajustées aux valeurs observées chez 558 femelles et 338 mâles originaires de la baie de Douarnenez et de la côte nord du Finistère (groupe 0),

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 6 \text{ mois} - t_M = 317 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 6 \text{ mois} - t_M = 289 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 4,5 \text{ cm} - LT_M = 60,0 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 4,5 \text{ cm} - LT_M = 50,0 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Les équations de ces courbes s'écrivent :

$$LT = 48,161 [1 - e^{-0,329 (t - 0,075)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 42,370 [1 - e^{-0,397 (t - 0,093)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

La croissance linéaire de la Sole est indépendante du sexe pendant les trois premières années de vie de l'espèce : en baie de Douarnenez, mâles et femelles mesurent entre 25 et 26 cm de longueur totale à l'âge de trois ans (Fig. 144 & 145). Les femelles grandissent ensuite plus vite que les mâles : la différence entre les tailles moyennes, établie à 1,5 cm à quatre ans, s'accroît avec le temps et atteint 5,0 cm à l'âge de dix ans. Les mâles parviennent plus rapidement que les femelles à leur taille maximale : *Solea vulgaris* ne s'accroît pratiquement plus en longueur après dix ans pour les mâles, après douze ans pour les femelles.

Les équations de croissance linéaire de *Solea lascaris* ont été calculées à l'aide des couples âge-longueur de 375 femelles et de 292 mâles,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 142 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 99 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 3,5 \text{ cm} - LT_M = 35,5 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 3,5 \text{ cm} - LT_M = 32,5 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Ces équations, représentées graphiquement par les Figures 144 & 145 s'écrivent :

$$LT = 36,374 [1 - e^{-0,299(t + 0,223)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 31,073 [1 - e^{-0,359(t + 0,213)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

Les écarts de tailles, consécutifs à une ponte étalée, persistent pendant la croissance de l'espèce. Les mâles, comme ceux de *S. vulgaris*, parviennent plus rapidement que les femelles à leur taille maximale et s'accroissent peu en longueur au-delà de six ans d'âge. Les femelles, de leur côté, ne grandissent presque plus après huit ans.

Les courbes de croissance linéaire de *Buglossidium luteum* (Fig. 146 et 147) ont été ajustées aux couples âge-longueur de 364 femelles et de 218 mâles,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 5 \text{ mois} - t_M = 156 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 135 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 4,7 \text{ cm} - LT_M = 13,7 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 2,7 \text{ cm} - LT_M = 11,2 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Les équations de ces courbes s'écrivent :

$$LT = 11,665 [1 - e^{-0,042(t + 6,054)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 9,828 [1 - e^{-0,606(t + 0,447)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

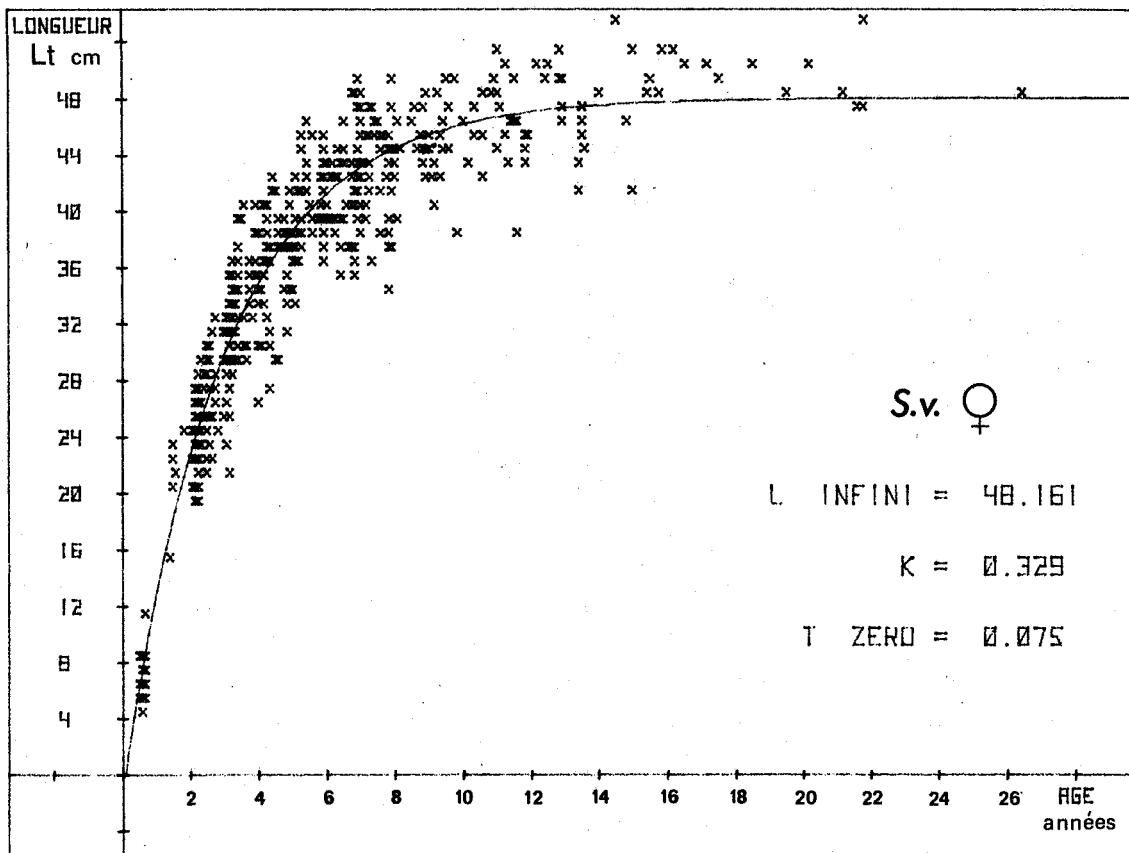


Fig. 144 - Croissance en longueur des femelles de *Solea vulgaris*.

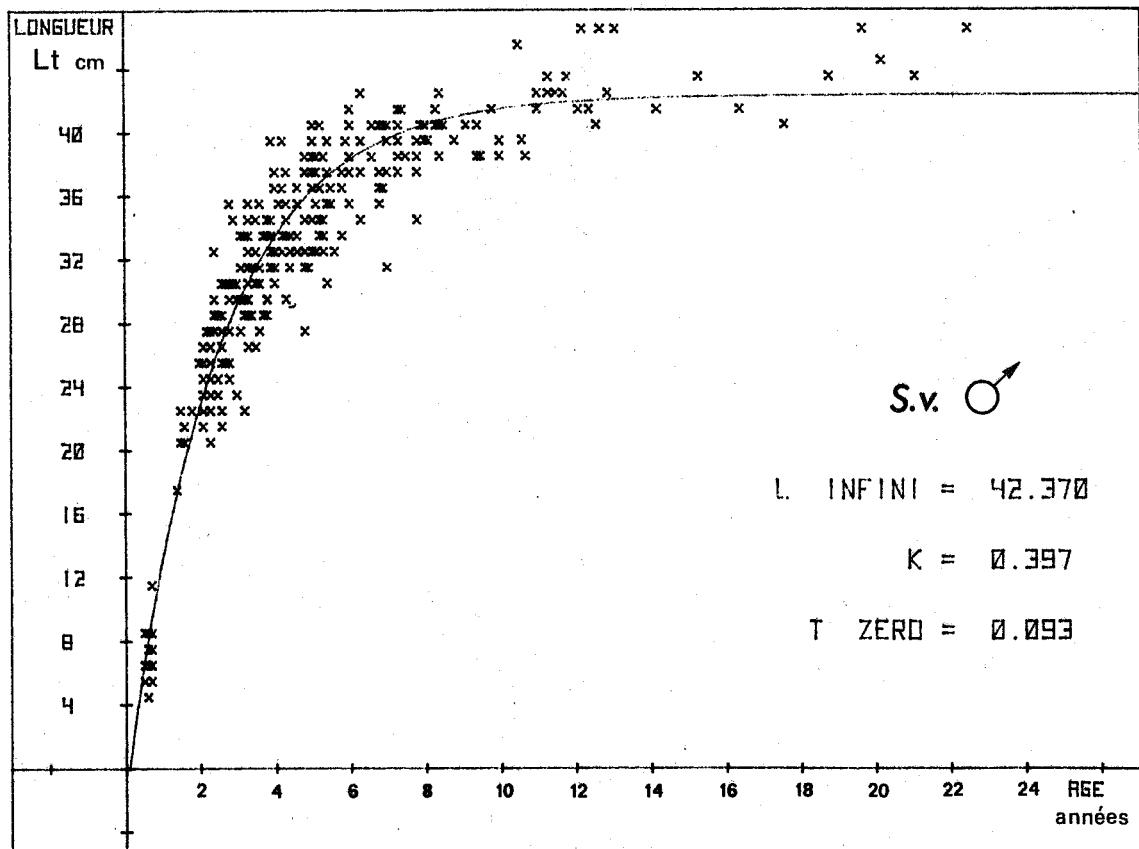


Fig. 145 - Croissance en longueur des mâles de *Solea vulgaris*.

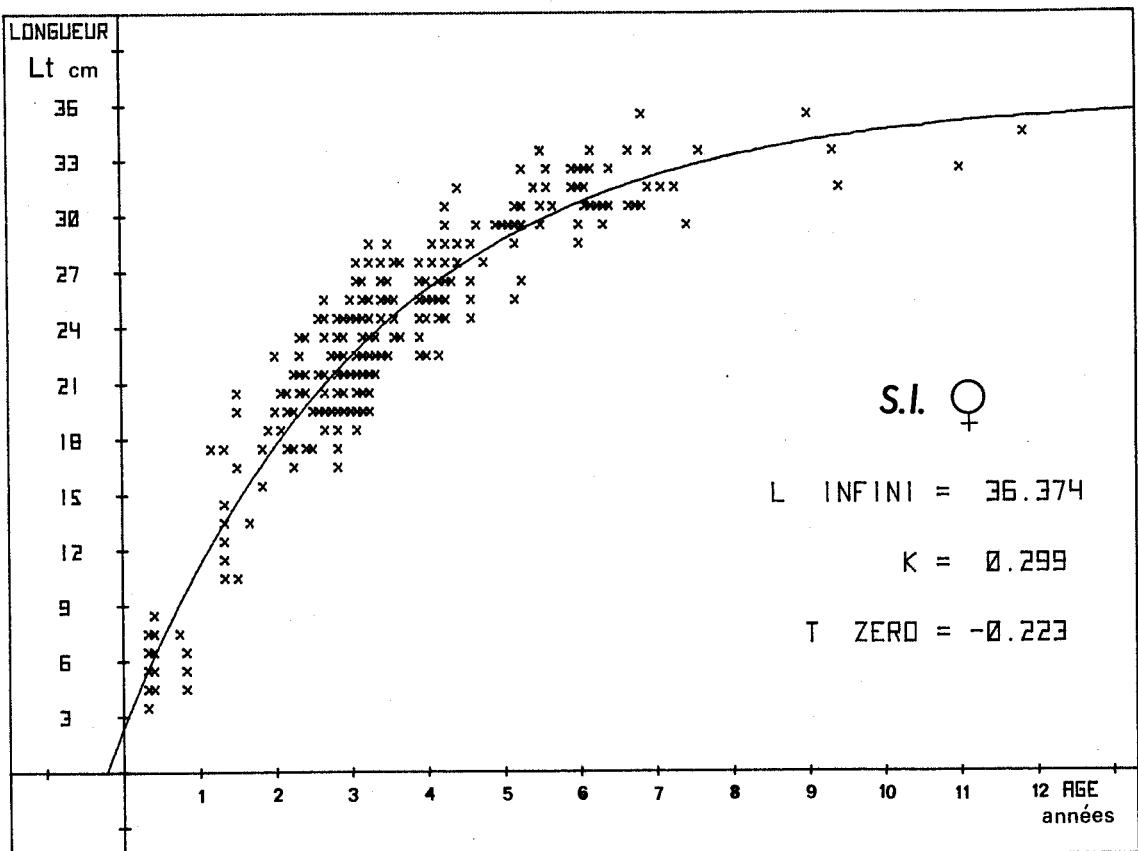


Fig. 146 - Croissance en longueur des femelles de *Solea laskarisi*.

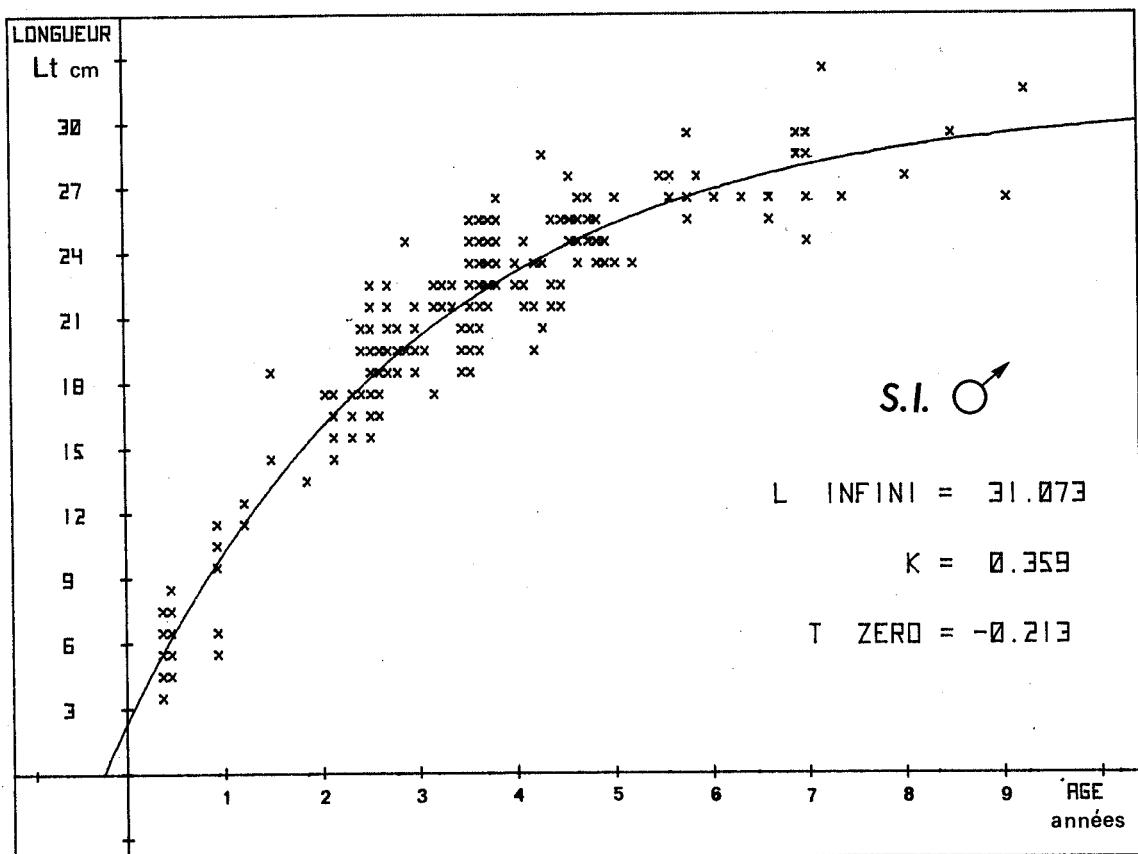


Fig. 147 - Croissance en longueur des mâles de *Solea laskarisi*.

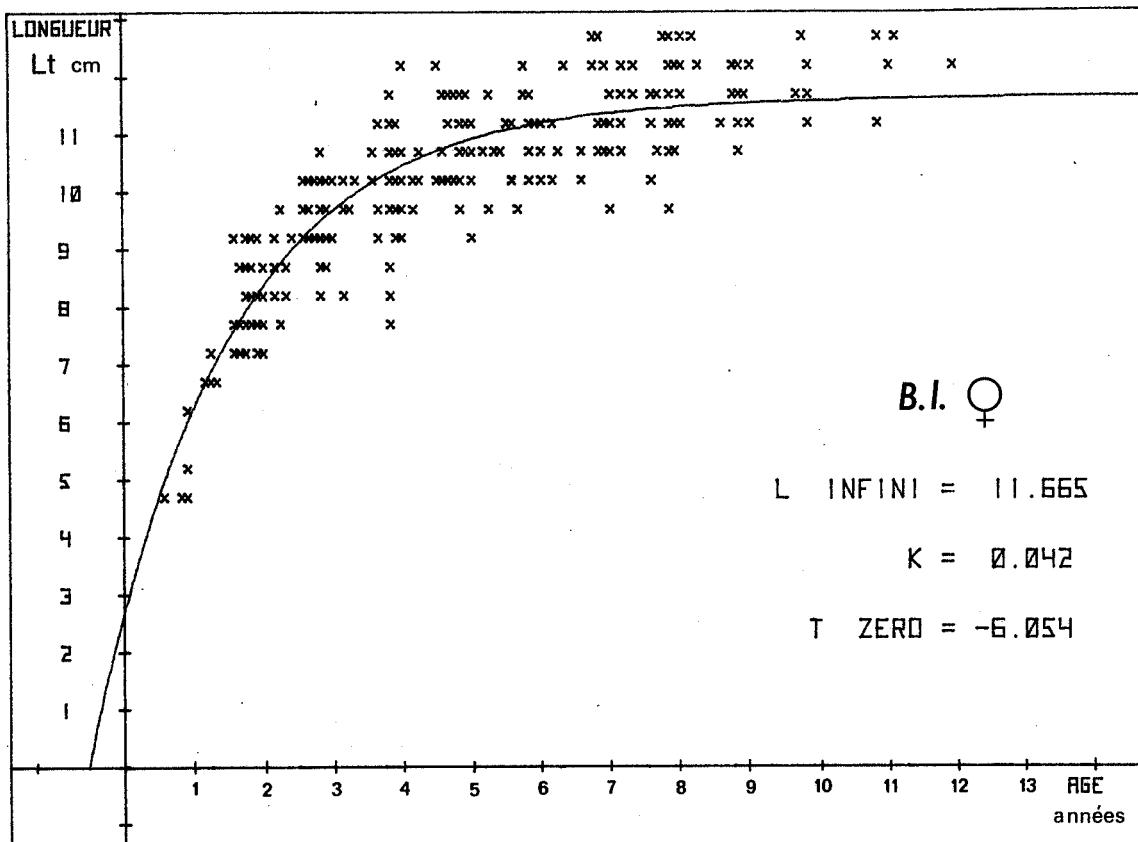


Fig. 148 - Croissance en longueur des femelles de *Buglossidium luteum*.

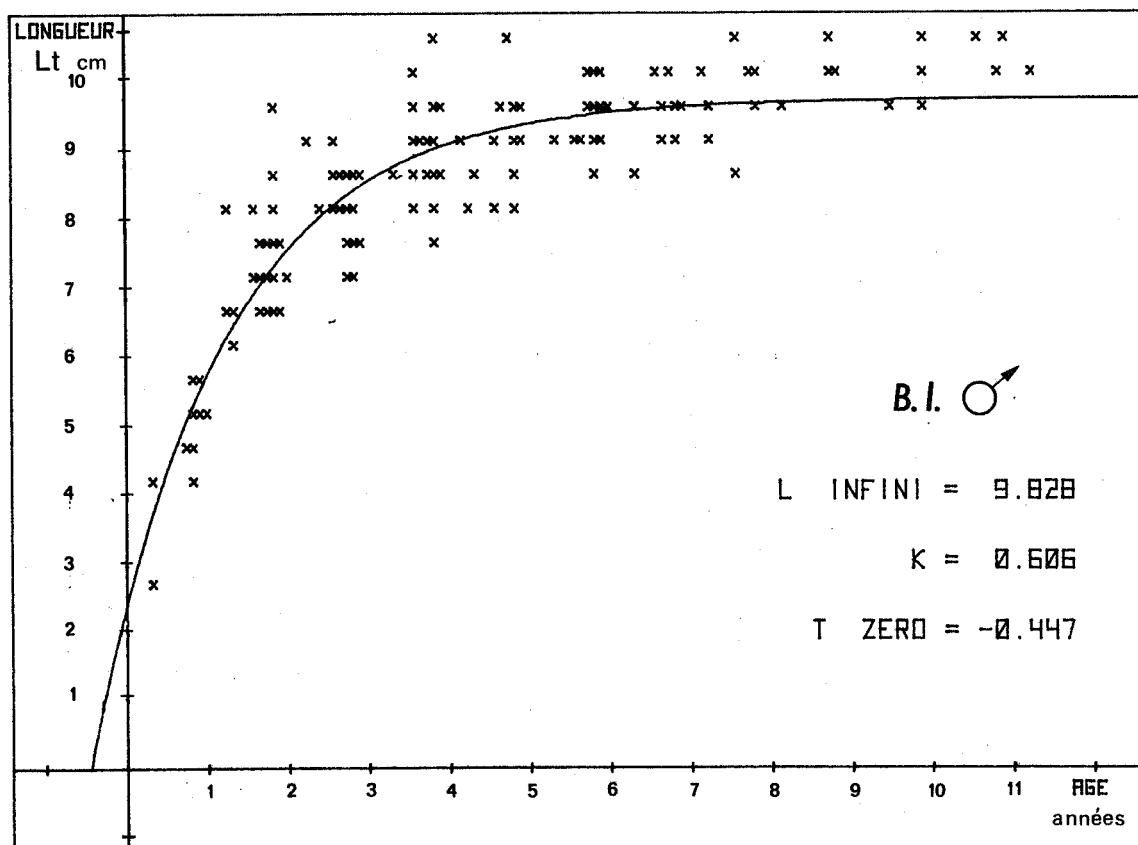


Fig. 149 - Croissance en longueur des mâles de *Buglossidium luteum*.

La longue période de ponte de *Buglossidium luteum* se traduit par une grande distribution des tailles de part et d'autre des courbes d'ajustement, identique à celle observable chez *Solea lascaris*.

La différence de croissance en faveur des femelles apparaît très tôt chez *Buglossidium luteum* : à l'âge de deux ans elles devancent les mâles de 5 mm environ, et mesurent, en moyenne, 6,0 cm de longueur totale. L'écart de taille double l'année suivante et atteint 1,5 cm, en moyenne, chez les individus de sept ans.

Les mâles arrivent à leur taille maximale à cinq ans ; les femelles y parviennent trois ans plus tard, à huit ans. Les intervalles d'âges utilisés pour ajuster les courbes dépassent de beaucoup ces âges à partir desquels mâles et femelles ne s'accroissent pratiquement plus ; les longueurs asymptotiques calculées peuvent donc être assimilées aux tailles moyennes maximales réellement atteintes par les individus des deux sexes, en baie de Douarnenez.

Les courbes de croissance linéaire de *Microchirus variegatus* (Fig.150 & 151) ont été ajustées aux couples âge-longueur de 153 femelles et de 60 mâles,

- dans des intervalles d'âges de :

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 168 \text{ mois} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$t_m = 4 \text{ mois} - t_M = 155 \text{ mois} \quad \text{pour les mâles ;}$$

- dans des intervalles de tailles de :

$$LT_m = 2,2 \text{ cm} - LT_M = 25,2 \text{ cm} \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT_m = 2,2 \text{ cm} - LT_M = 19,7 \text{ cm} \quad \text{pour les mâles.}$$

Les équations de ces courbes s'écrivent :

$$LT = 20,709 [1 - e^{-0,374(t + 0,076)}] \quad \text{pour les femelles,}$$

$$LT = 17,741 [1 - e^{-0,372(t + 0,198)}] \quad \text{pour les mâles.}$$

Les longueurs totales moyennes des mâles et des femelles de Sole panchée seraient, à âge égal, très différentes dès les premières années : l'écart

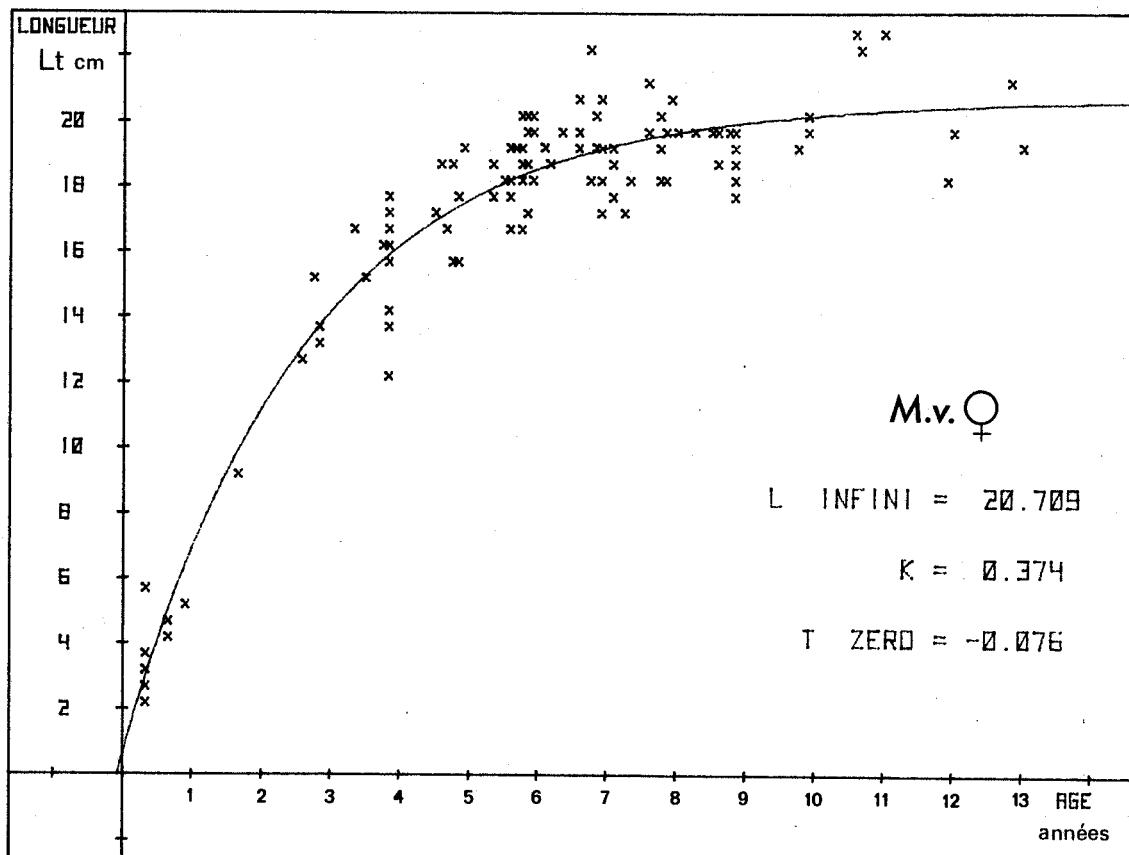


Fig. 150 - Croissance en longueur des femelles de *Microchirus variegatus*.

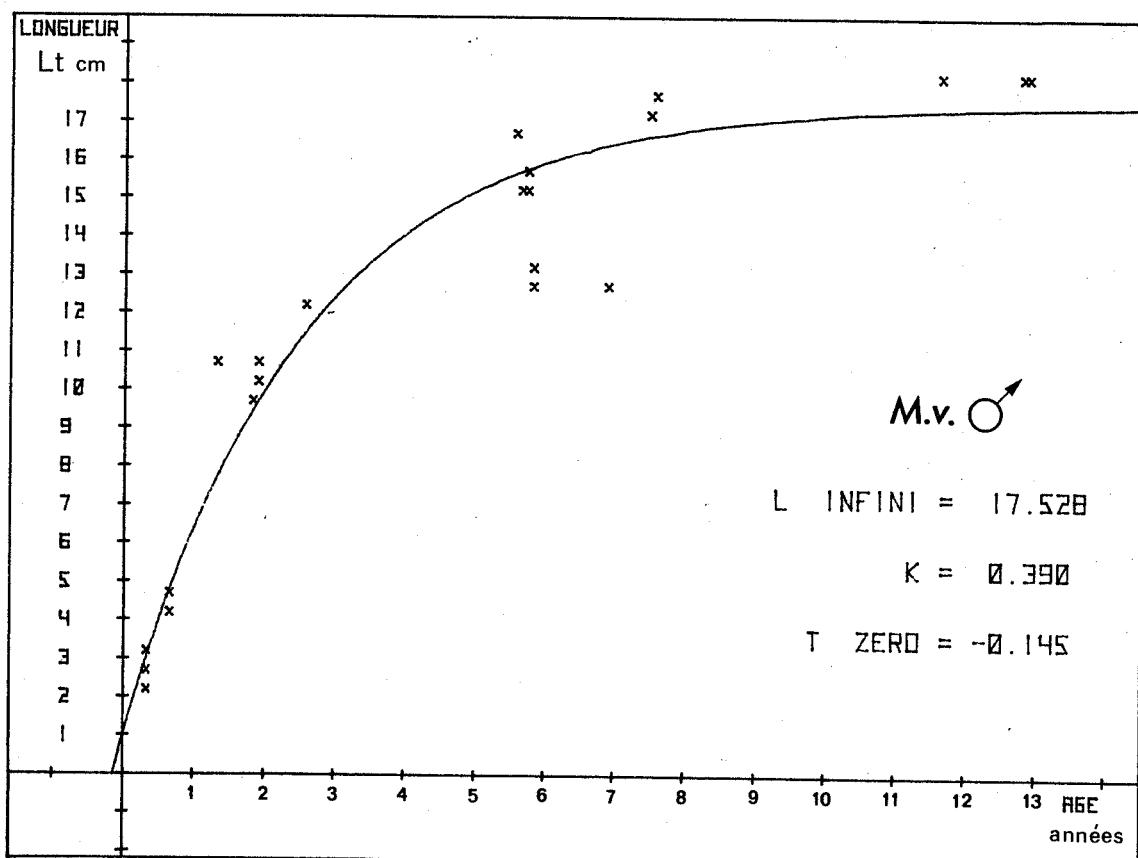


Fig. 151 - Croissance en longueur des mâles de *Microchirus variegatus*.

de taille atteindrait 1 cm à l'âge d'un an et 2 cm à trois ans. Les individus des deux sexes parviendraient à la taille maximale moyenne au même âge, à huit ans. En fin de croissance les femelles seraient, en moyenne, plus grandes de trois centimètres.

• Les taux de croissance

Les taux d'accroissement linéaire des mâles et des femelles de *Solea vulgaris* avoisinent 20 % de la seconde à la troisième année (Tableaux 126 & 127). Un premier ralentissement de croissance apparaît chez les individus des deux sexes pendant leur passage de la quatrième année à la cinquième année. Il s'accentue l'année suivante chez les mâles dont le taux de croissance reste faible après six ans.

Après une période de stabilité à environ 10 %, le taux des femelles tombe aussi à de faibles valeurs (5 % et moins) un an plus tard que chez les mâles, pendant le passage de la sixième à la septième année (Fig.152).

Gr AGE	0	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺	9 ⁺	10 ⁺
n	51	9	98	71	64	52	57	54	19	17	11
\bar{L}_T (cm)	6,9	21,4	25,2	31,7	35,5	39,5	40,8	42,9	44,1	44,8	44,3
σ	1,64	2,70	2,89	3,58	4,80	2,77	3,06	3,23	2,91	2,40	4,26
Cr (%)	-	-	17	23	11	11	3	5	3	2	-

Tableau 126 - *Solea vulgaris* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	0	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺	9 ⁺
n	51	12	82	50	40	31	18	17	12	6
\bar{L}_T (cm)	6,9	21,6	25,8	30,3	34,0	35,6	38,2	38,1	40,0	39,8
σ	1,64	2,27	2,48	2,89	2,69	2,59	2,21	2,65	1,15	1,19
Cr (%)	-	-	18	16	11	5	7	0	-	-

Tableau 127 - *Solea vulgaris* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

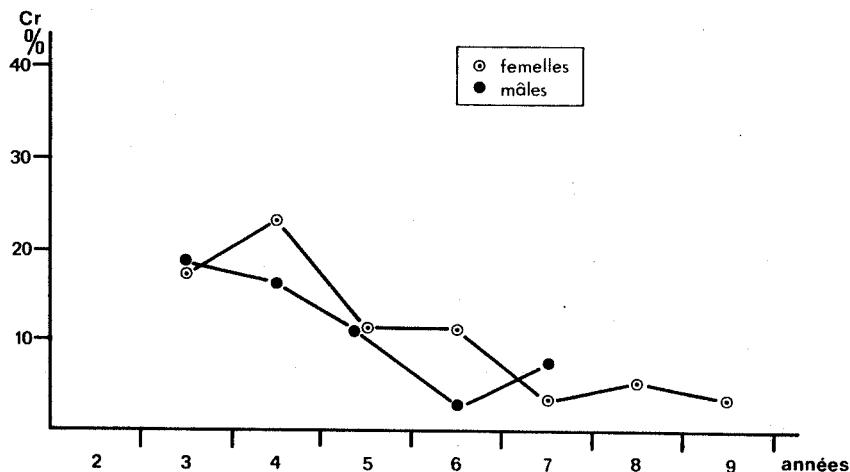


Fig. 152 - Variations du taux de croissance en longueur avec l'âge, chez la Sole *Solea vulgaris*.

Les jeunes solettes *S. lascaris* ont un taux de croissance linéaire proche de 50 % pendant leurs trois premières années de vie benthique (Tableaux 128 & 129). Le passage de la troisième à la quatrième année représente pour les individus des deux sexes une étape importante de leur croissance : leur taux d'accroissement chute, en un an, de 50 % à 15 %. Comme chez la Sole femelle, entre cette brusque variation du taux de croissance et la lente diminution qui lui succède, s'intercale une courte période (un an environ) pendant laquelle le taux reste, en moyenne, stable (Fig. 153).

La plus forte diminution du taux de croissance en longueur apparaît entre la troisième et la quatrième année chez les mâles et les femelles de *B. luteum* (Tableaux 130 & 131). Pendant l'année transitoire suivante, le ralentissement de croissance affecte moins les femelles que les mâles dont le taux d'accroissement prend, chez les individus de cinq ans, des valeurs proches des minimaux. Après six ans d'âge, mâles et femelles présentent des taux annuels similaires, aux valeurs inférieures à 5 % (Fig. 154).

Gr AGE	0	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺
n	179	22	36	146	56	29	19	15
\bar{L}_T (cm)	5,7	11,1	19,4	22,3	26,0	29,1	30,8	31,1
σ	1,23	4,83	2,19	2,68	1,97	2,12	1,65	1,64
Cr (%)	-	64	54	14	15	11	6	1

Tableau 128 - *Solea lascaris* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	0	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺
n	179	13	60	73	47	16	10
\bar{L}_T (cm)	5,7	9,7	18,5	21,2	24,2	26,6	27,7
σ	1,23	3,96	1,80	1,95	1,76	1,14	2,35
Cr (%)	-	52	100	14	13	9	4

Tableau 129 - *Solea lascaris* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

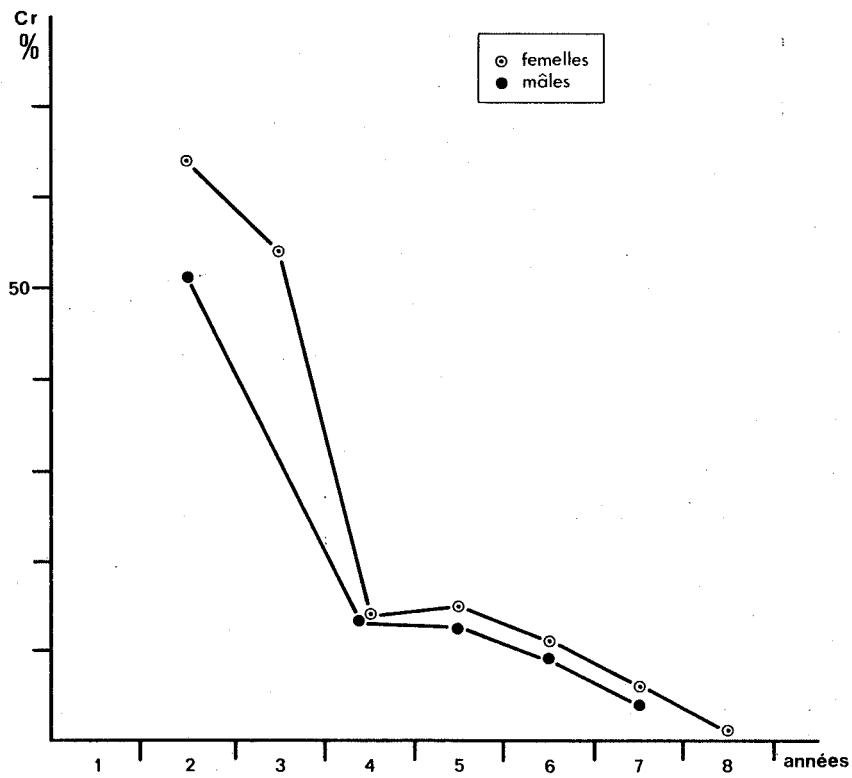


Fig. 153 - Variations du taux de croissance en longueur avec l'âge, chez la Solette *Solea lascaris*.

Gr AGE	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺	9 ⁺
n	13	63	53	74	50	31	31	23	14
\bar{L}_T (cm)	6,2	8,5	9,6	10,3	10,7	11,0	11,3	11,5	11,5
σ	1,3	0,7	0,6	0,8	0,6	0,6	0,7	0,8	0,4
Cr (%)	-	31	12	7	4	3	3	2	0

Tableau 130 - *Buglossidium luteum* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

Gr AGE	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺
n	27	58	30	30	19	19	15
\bar{L}_T (cm)	5,5	7,6	8,4	8,7	9,1	9,5	9,8
σ	1,0	0,7	0,6	0,7	0,5	0,4	0,6
Cr (%)	-	32	10	3	4	4	3

Tableau 131 - *Buglossidium luteum* - mâles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

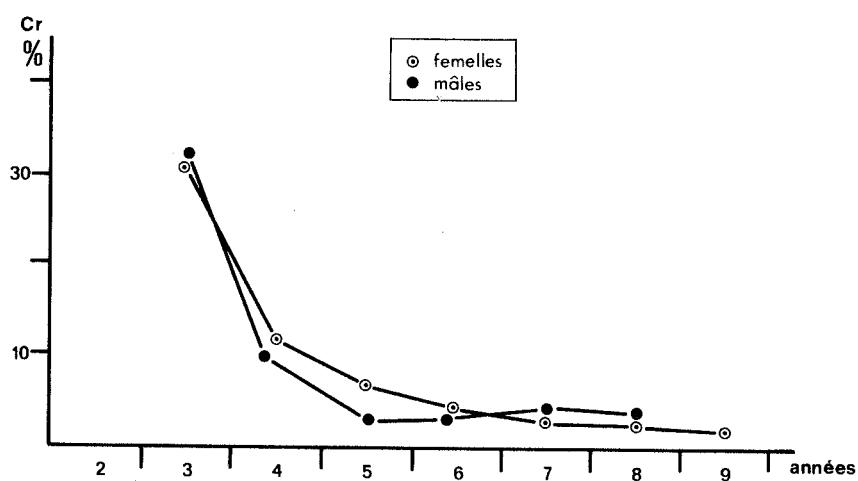


Fig. 154 - Variations du taux de croissance en longueur avec l'âge, chez *Buglossidium luteum*.

Le trop petit nombre de soles panachées *M. variegatus* capturées par groupes d'âges ne nous permet pas de donner les variations du taux de croissance de l'espèce ; nous donnerons toutefois, à titre indicatif, les valeurs observées chez les femelles dont nous disposions (Tableau 132).

Gr AGE	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺	8 ⁺	9 ⁺
n	5	11	20	19	22	10	8
L _T (cm)	14,9	15,9	17,9	19,1	18,9	19,3	19,5
σ	1,4	1,9	1,3	1,3	1,0	0,7	2,3
Cr (%)	-	6	12	6	-	-	-

Tableau 132 - *Microchirus variegatus* - femelles : variations du taux de croissance en longueur avec l'âge.

4.2. LES RELATIONS TAILLE-POIDS

Les relations taille-poids des mâles et des femelles de Sole *Solea vulgaris*, de Solette *Solea lascaris*, de *Buglossidium luteum* et de *Microchirus variegatus*, ont pour équations :

ESPECE	SEXE	n	INTERVALLE DES VALEURS OBSERVEES	EQUATION
<i>S. VULGARIS</i>	♀	518	L _{TM} = 4,3 cm - P _{Pm} = 0,6 g L _{TM} = 59,0 cm - P _{Pm} = 1 895 g	P _p = 0,004568.L _T ^{3,20954}
	♂	346	L _{TM} = 4,3 cm - P _{Pm} = 0,6 g L _{TM} = 49,5 cm - P _{Pm} = 1 260 g	P _p = 0,005146.L _T ^{3,16323}
<i>S. LASCARIS</i>	♀	375	L _{TM} = 3,0 cm - P _{Pm} = 0,2 g L _{TM} = 35,5 cm - P _{Pm} = 396 g	P _p = 0,006888.L _T ^{3,11662}
	♂	266	L _{TM} = 3,0 cm - P _{Pm} = 0,2 g L _{TM} = 32,5 cm - P _{Pm} = 320 g	P _p = 0,006598.L _T ^{3,12357} ,
<i>B. LUTEUM</i>	♀	357	L _{TM} = 4,9 cm - P _{Pm} = 0,9 g L _{TM} = 13,5 cm - P _{Pm} = 28 g	P _p = 0,005478.L _T ^{3,26736}
	♂	216	L _{TM} = 2,9 cm - P _{Pm} = 0,1 g L _{TM} = 11,0 cm - P _{Pm} = 13 g	P _p = 0,004324.L _T ^{3,35630}
<i>M. VARIEGATUS</i>	♀	147	L _{TM} = 2,2 cm - P _{Pm} = 0,04g L _{TM} = 25,0 cm - P _{Pm} = 133 g	P _p = 0,004577.L _T ^{3,33157}
	♂	62	L _{TM} = 2,2 cm - P _{Pm} = 0,04g L _{TM} = 19,5 cm - P _{Pm} = 82,5 g	P _p = 0,004621.L _T ^{3,32646}

4.3. LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

Les soles *S. vulgaris* femelles ne présentent aucun signe de maturation sexuelle jusqu'à l'âge de quatre ans : les R.G.S. individuels de jeunes des groupes 2⁺ et 3⁺, d'une grande stabilité, restent le plus souvent inférieurs à 1 % (Fig.155) ; à l'examen histologique les ovaires de ces femelles apparaissent totalement immatures et dépourvus de gros ovocytes (Tableau 133). La première augmentation du poids des ovaires, accompagnée de vitellogenèse, intervient de la fin de la quatrième année au début de la cinquième : les R.G.S. individuels s'élèvent pour la première fois au-delà de 5 % chez des femelles de 33 à 35 cm de longueur totale dont les ovaires contiennent de gros ovocytes en cours de maturation (530 µ - 680 µ de diamètre). Sur dix femelles de cinq ans examinées en janvier et février, huit se seraient reproduites dans l'année ; des stades de post-ponte observés en mars et avril confirment la participation de ces jeunes reproductrices à la ponte.

La première maturation, suivie de pontes, se réalise donc chez les femelles de quatre ans dont la longueur totale moyenne est de 32 cm. Nous la retiendrons comme taille à la première maturité sexuelle de la Sole, en baie de Douarnenez.

<i>L_T</i> (cm)	GROUPE	MOIS	R.G.S. (%)	DIAMETRE MAXIMUM DES OVOCYTES (µ)
21,0	2 ⁺	mai	-	76
22,0	2 ⁺	mars	0,2	68
23,0	2 ⁺	octobre	-	87
25,0	3 ⁺	février	0,8	85
25,5	2 ⁺	juillet	0,2	85
26,0	3 ⁺	février	0,5	93
27,0	2 ⁺	juillet	0,5	85
28,0	2 ⁺	juillet	0,2	106
30,0	3 ⁺	juillet	0,5	97
31,0	2 ⁺	octobre	-	102
32,0	3 ⁺	mars	0,5	93
33,0	4 ⁺	février	8,4	535
34,0	4 ⁺	février	7,8	680
35,0	4 ⁺	janvier	7,6	504

Tableau 133 - *Solea vulgaris* : Rapports gonadosomatiques et diamètre maximum des ovocytes chez les jeunes femelles, en baie de Douarnenez.

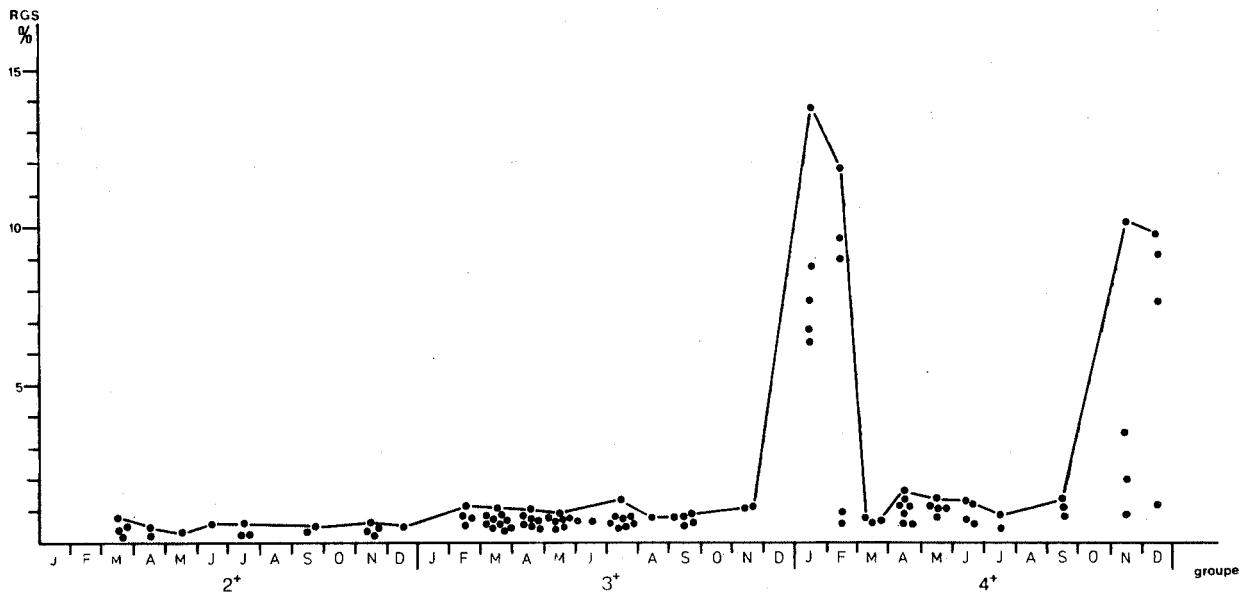


Fig. 155 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Solea vulgaris* en baie de Douarnenez.

• Les jeunes solettes *S. lascaris* sont sexuellement immatures jusqu'à l'âge de trois ans. La première maturation ovarienne débute chez certaines au printemps de la quatrième année et se termine pendant les mois d'été ; l'extension de la période de ponte de l'espèce, aux mois d'août et septembre, est essentiellement due à l'activité reproductrice plus tardive de ces jeunes femelles de quatre ans. Elles participent aux pontes pour la première fois dans une proportion au moins égale à 50 % (Fig.156) et mesurent, en moyenne, 22,3 cm de longueur totale.

■ Les rapports gonado-somatiques des femelles de *B. luteum* de trois ans évoluent au printemps de la même façon que ceux d'individus plus âgés (Fig. 157). Des R.G.S. de 3 à 5 % correspondent à une vitellogenèse assez avancée chez cette espèce, dont les reproductrices sont aptes à la ponte dès la troisième année. La totalité des femelles de trois ans que nous avons examinées de mars à mai se seraient reproduites dans l'année ou étaient en cours de ponte ; la première reproduction de certaines femelles à l'âge de deux ans ne serait donc pas impossible. A trois ans, les femelles de *B. luteum* mesurent, en moyenne, 8,0 cm de longueur totale (fin groupe 1⁺ - début groupe 2⁺) ; nous retiendrons cette taille comme celle de la première maturité sexuelle de l'espèce.

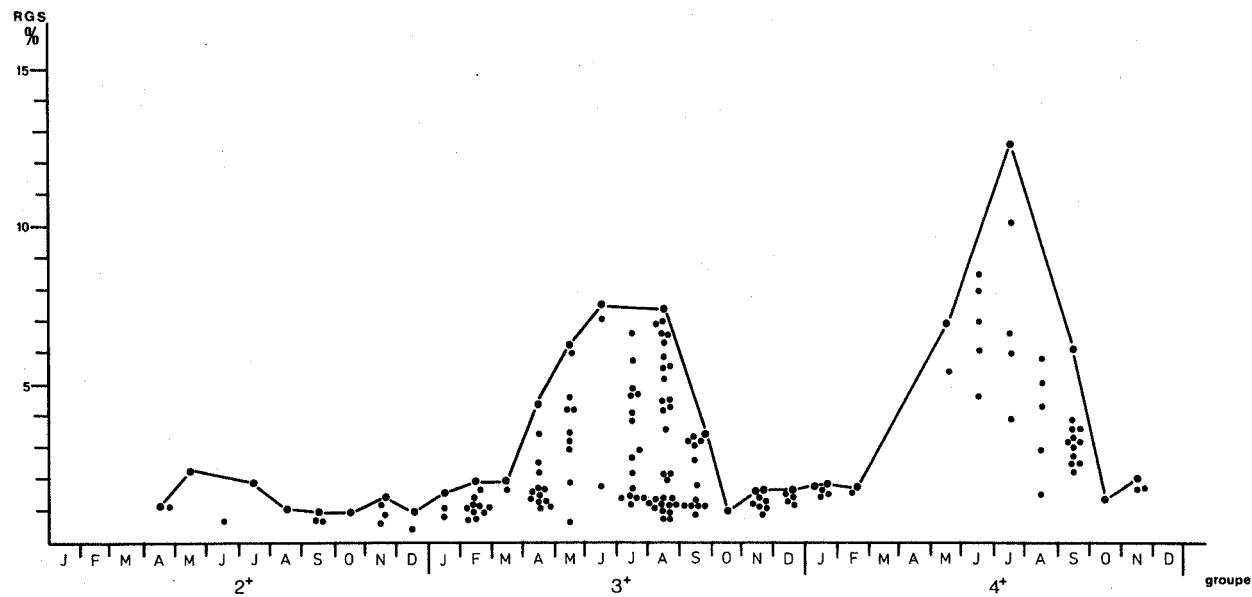


Fig. 156 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Solea laskaris* en baie de Douarnenez.

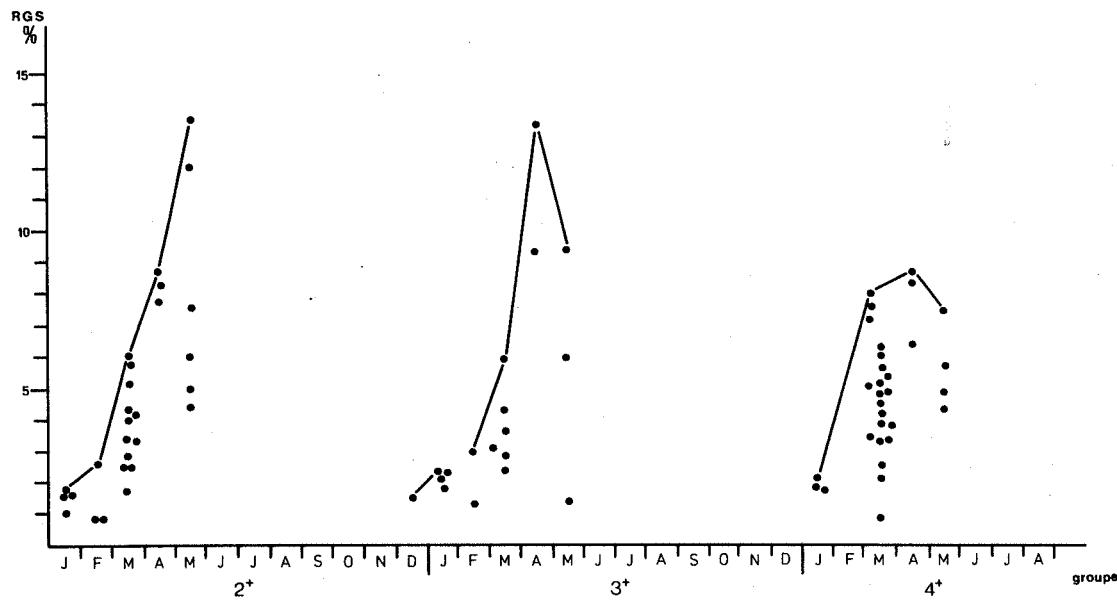


Fig. 157 - Variations avec l'âge du rapport gonado-somatique individuel des femelles de *Buglossidium luteum* en baie de Douarnenez.



IV - DISCUSSION

1. LA LONGEVITE DES ESPECES

Les espèces qui parviennent rapidement à leur taille maximale ont, le plus souvent, de faibles longévités ; c'est en particulier le cas des Arnoglosses, de la Limande et du Flet dont les longévités n'excèdent pas onze ans. A l'inverse, celles qui atteignent lentement leur taille maximale vivent très longtemps : le Turbot et la Sole en sont les meilleurs exemples (Tableau 134).

Chez presque toutes les espèces étudiées, les mâles ont une plus faible longévité que les femelles ; ils sont aussi plus petits qu'elles, en fin de croissance.

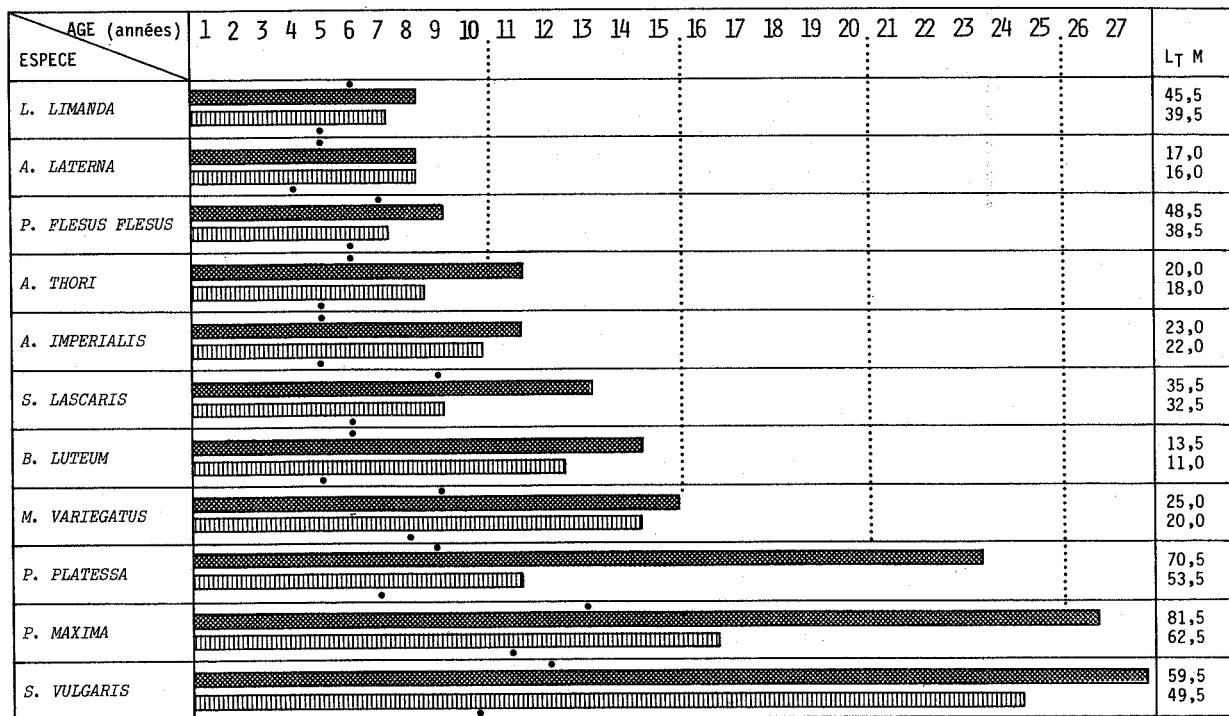


Tableau 134 - Longévités et tailles maximales observées (LT M cm) des Pleuronectiformes de la baie de Douarnenez.

██████████ longévité des femelles

██████████ longévité des mâles

Accroissement linéaire pratiquement nul au-delà du point.

2. LA CROISSANCE LINEAIRE ET LA TAILLE A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

Les plus fortes diminutions du taux d'accroissement linéaire des Téléostéens sont fréquemment liées à l'apparition de la première maturité sexuelle. Chez la plupart des Pleuronectiformes que nous avons étudiés, elles coïncident avec cette première maturité ou apparaissent immédiatement après la première ponte (Tableau 135).

Arnoglossus laterna fait exception : la plus forte décroissance du taux d'accroissement linéaire de l'espèce apparaît un an après la première reproduction. Il en serait de même pour *Arnoglossus thori*, si l'hypothèse de premières pontes à l'âge de deux ans se trouvait vérifiée.

Un rapport simple peut être établi chez les Téléostéens entre la taille à la première maturité sexuelle et la longueur asymptotique, lorsque celle-ci est assimilable à la longueur moyenne maximale réellement atteinte par l'espèce. Ce fut, nous l'avons vu, fréquemment le cas pour les Pleuronectiformes de cette étude ; la comparaison entre les deux tailles (L_T ma. et L_T^∞) était alors possible.

En baie de Douarnenez les femelles de sept espèces de poissons plats se reproduisent pour la première fois à une taille équivalente aux deux tiers de leur longueur asymptotique (Tableau 136).

Cinq des sept espèces étudiées se reproduisent pour la première fois au cours de leur troisième année ; les moins précoces, la Sole *S. vulgaris* et la Solette *S. lascaris* ne sont, en moyenne, sexuellement mûres qu'à l'âge de quatre ans.

La première maturité sexuelle apparaîtrait à l'âge de deux ans chez *Arnoglossus thori*, à quatre ans chez le Turbot *P. maxima*, et à trois ans chez *Microchirus variegatus*, si ces trois espèces se reproduisent pour la première fois à une taille égale aux deux tiers de leur longueur asymptotique (Tableau 136).

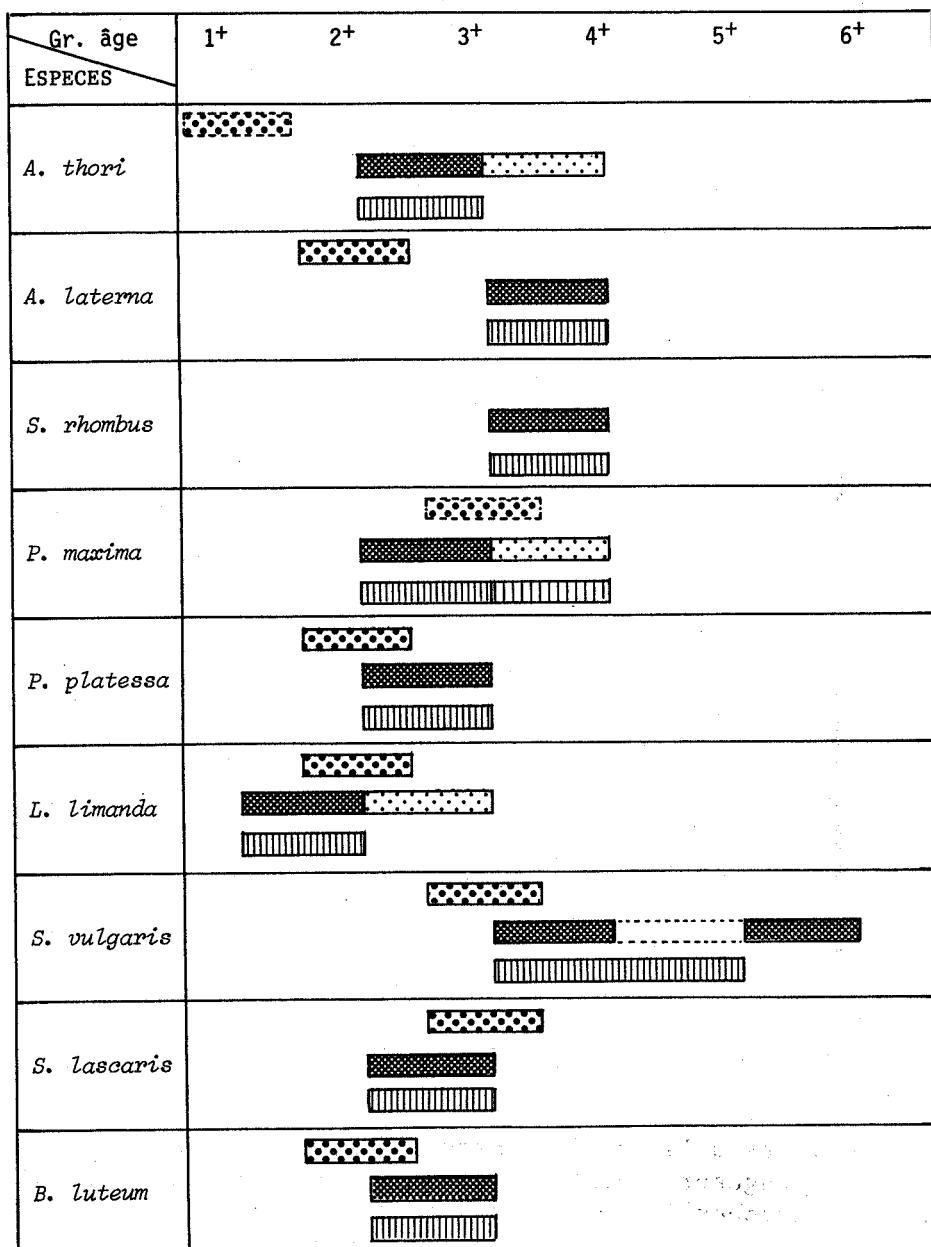


Tableau 135 - Age à la première maturité sexuelle et périodes d'apparition des plus fortes diminutions des taux de croissance linéaire des Pleuronectiformes en baie de Douarnenez.

Age à la première maturité sexuelle des femelles : observé
 calculé

Diminution du taux d'accroissement linéaire :

mâles	femelles	
		forte diminution
		assez forte diminution

ESPECES	L_{T^∞}	L_t	L_T ma	Age
<i>A. thori</i>	18,2	12,1	-	2
<i>A. laterna</i>	15,8	10,5	<i>10,9</i>	3
<i>P. maxima</i>	73,6	49,0	-	4
<i>P. platessa</i>	61,7	41,1	<i>40,0</i>	3
<i>L. limanda</i>	41,8	27,8	<i>27,0</i>	3
<i>P. flesus</i>	41,4	27,6	<i>30,0</i>	3
<i>S. vulgaris</i>	48,2	32,1	<i>32,0</i>	4
<i>S. lascaris</i>	36,4	24,2	<i>22,3</i>	4
<i>B. luteum</i>	11,6	7,7	<i>8,0</i>	3
<i>M. variegatus</i>	20,7	13,8	-	3

L_{T^∞} : longueur asymptotique (calculée)

L_t : taille à la première maturité (calculée) ($L_t = 2/3 L^\infty$)

L_T ma : taille à la première maturité (observée)

Tableau 136 - Tailles à la première maturité sexuelle (calculées et observées) et longueur asymptotique L_{T^∞} des femelles de dix espèces de Pleuronectiformes de la baie de Douarnenez.
 (Les tailles et les âges à la première maturité observés sont en italique).

3. LA CROISSANCE PONDERALE ET LE POIDS A LA PREMIERE MATURITE SEXUELLE

Lorsque l'exposant b de l'équation $P = aL^b$ égale trois, la loi de croissance pondérale, dérivée de la loi de croissance linéaire de Von Bertalanffy, est représentée par une courbe sigmoïde asymptote à P_∞ . Le point d'inflexion de cette courbe est situé à l'âge où L_T atteint les deux tiers de L_∞ , âge de la première maturité sexuelle. Le poids P_t , qui correspond à cette taille L_T , est alors très exactement égal à 0,296 P_∞ (DAGET, 1972).

Les douze espèces de Pleuronectiformes de cette étude ont une croissance isométrique et un coefficient b très voisin de trois, quel que soit le sexe des individus (Tableau 137).

ESPECES	RELATION TAILLE-POIDS des MALES	RELATION TAILLE-POIDS des FEMELLES
<i>A. thori</i>	$P = 0,004539 \cdot L^{3,30473}$	$P = 0,007908 \cdot L^{3,11582}$
<i>A. laterna</i>	$P = 0,007453 \cdot L^{3,04457}$	$P = 0,005381 \cdot L^{3,18772}$
<i>A. imperialis</i>	$P = 0,003993 \cdot L^{3,27694}$	$P = 0,009705 \cdot L^{2,98471}$
<i>S. rhombus</i>	$P = 0,008536 \cdot L^{3,14096}$	$P = 0,008615 \cdot L^{3,13910}$
<i>P. maxima</i>	$P = 0,010421 \cdot L^{3,16044}$	$P = 0,009501 \cdot L^{3,19679}$
<i>P. platessa</i>	$P = 0,010161 \cdot L^{3,01677}$	$P = 0,009619 \cdot L^{3,05937}$
<i>L. limanda</i>	$P = 0,007753 \cdot L^{3,10282}$	$P = 0,005832 \cdot L^{3,21708}$
<i>P. flesus flesus</i>	$P = 0,006079 \cdot L^{3,16477}$	$P = 0,005668 \cdot L^{3,24814}$
<i>S. vulgaris</i>	$P = 0,005146 \cdot L^{3,16323}$	$P = 0,004568 \cdot L^{3,20954}$
<i>S. lascaris</i>	$P = 0,006598 \cdot L^{3,12357}$	$P = 0,006888 \cdot L^{3,11662}$
<i>B. luteum</i>	$P = 0,004324 \cdot L^{3,35630}$	$P = 0,005478 \cdot L^{3,26736}$
<i>M. variegatus</i>	$P = 0,004621 \cdot L^{3,32646}$	$P = 0,004577 \cdot L^{3,33157}$

Tableau 137 - Relations longueur-poids des Pleuronectiformes de la baie de Douarnenez.

En substituant L^∞ à L dans les équations ci-contre, nous avons établi pour dix des espèces de poissons plats vivant en baie de Douarnenez, les poids à l'infini théoriques, et déduit (en supposant b égal à trois) le poids des femelles à leur première maturité sexuelle (Tableau 138).

ESPECES	P^∞	P_t	P_p ma	Age
<i>A. thori</i>	67	20	-	2
<i>A. laterna</i>	36	10	12	3
<i>P. maxima</i>	8 826	2 613	-	4
<i>P. platessa</i>	2 886	854	693	3
<i>L. limanda</i>	958	283	249	3
<i>P. flesus</i>	1 013	300	-	3
<i>S. vulgaris</i>	1 152	341	366	4
<i>S. lascaris</i>	505	149	127	4
<i>B. luteum</i>	16	5	6	3
<i>M. variegatus</i>	111	33	-	3

P^∞ : poids à l'infini (calculé)

P_t : poids à la première maturité (calculé) ($P_t = 0,296 P^\infty$)

P_p ma : poids du poisson à la première maturité (observé)

Tableau 138 - Poids à la première maturité sexuelle (calculé et observé) et poids asymptotique P^∞ des femelles de dix espèces de Pleuronectiformes de la baie de Douarnenez.
(Les poids et les âges à la première maturité observés sont en italique)

Pour six espèces, au moins, le poids à la première maturité sexuelle calculé avoisine celui observé et moyen, des jeunes femelles susceptibles de se reproduire pour la première fois dans l'année (contrôle des R.G.S.).

4. LES PARAMETRES DE CROISSANCE (Tableau 139)

ESPECES	PARAMETRES DES FEMELLES			PARAMETRES DES MALES		
	L ∞	P ∞	K	L ∞	P ∞	K
<i>S. rhombus</i> *	85,2	9 888	0,147	74,9	6 590	0,140
<i>P. maxima</i>	73,6	8 826	0,277	65,2	5 646	0,324
<i>P. platessa</i>	61,7	2 886	0,031	50,7	1 414	0,042
<i>S. vulgaris</i>	48,2	1 152	0,328	42,4	723	0,397
<i>L. limanda</i>	41,8	958	0,045	36,1	527	0,053
<i>P. flesus</i> *	41,4	1 013	0,525	35,2	477	0,547
<i>S. lascaris</i>	36,4	505	0,299	31,1	303	0,359
<i>M. variegatus</i> *	20,7	111	0,374	17,7	65	0,362
<i>A. thori</i> *	18,2	67	0,510	16,6	49	0,585
<i>A. laterna</i> *	15,8	36	0,070	15,1	29	0,086
<i>B. luteum</i>	11,6	16	0,507	9,8	9	0,362

* L'échantillonnage ne couvre pas toute la gamme des groupes d'âge.

Tableau 139 - Paramètres de croissance des Pleuronectiformes de la baie de Douarnenez (loi de Von Bertalanffy).

Des échantillonnages imparfaits biaissent, pour trois espèces au moins, les résultats ci-dessus :

- *Scophthalmus rhombus* : l'absence de barbues âgées dans nos captures enlève toute signification biologique à la longueur asymptotique L ∞ , surestimée par rapport à la taille maximale de l'espèce.
- *Platichthys flesus*, *Arnoglossus thori* : l'insuffisance de jeunes individus altère les valeurs de K en les majorant.

En effet, "K fixe la façon dont la vitesse de croissance diminue lorsque la taille augmente, dans l'intervalle d'âge considéré." (DAGET, 1972).

Les espèces ayant de faibles valeurs de K atteindront plus tôt leur première maturité sexuelle et leur longueur asymptotique que des espèces ayant des valeurs de K élevées.

Ainsi, en baie de Douarnenez :

La Plie *P. platessa*, la Limande *L. limanda*, l'Arnoglosse *A. laterna* (K faibles) atteindraient-ils leur première maturité avant le Turbot *P. maxima*, la Sole *S. vulgaris*, la Solette *S. lascaris* (K élevés). Il en est effectivement ainsi. Seul *Buglossidium luteum* ferait exception à la règle.

QUATRIÈME PARTIE

**LA DISTRIBUTION DES JEUNES ET DES ADULTES
DANS LA BAIE, LEURS DÉPLACEMENTS**



De nombreux facteurs biologiques et écologiques influencent la distribution bathymétrique des individus d'une population côtière de Pleuronectiformes qui, en fonction de leur taille ou de leur état de maturité sexuelle entre autres, fréquentent :

- les nurseries (ou nourriceries),
- les aires de ponte,
- les aires d'alimentation,
- les aires d'hivernage.

Deux activités physiologiques essentielles induisent des mouvements saisonniers (changements de fonds à certaines époques de l'année) d'une aire vers l'autre ; ce sont : la reproduction et l'alimentation. Les déplacements de poissons qui leur sont liés peuvent être réduits à un schéma triangulaire simple ayant à ses sommets : l'aire de ponte, la nurserie et l'aire d'alimentation (HARDEN-JONES, 1970) (Fig. 158).

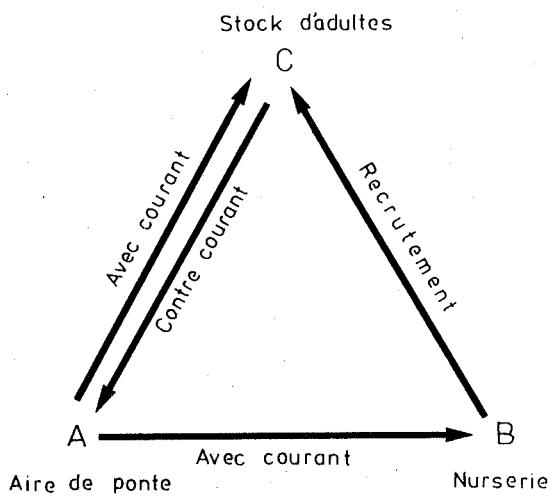


Fig. 158 - Schéma de migration des poissons

(d'après HARDEN-JONES, 1970).

A ce schéma simplifié s'en substitue un second, plus complexe, où les déplacements des individus matures et immatures sont séparés (Fig.159). Les mouvements y figurant ne se réalisent pas nécessairement tous chez une même espèce : la migration d'hivernage n'a pas lieu dans certains cas ; les aires de ponte et d'alimentation peuvent coïncider dans d'autres.

Nous avons recherché les principales aires de ce diagramme en baie de Douarnenez en y localisant les groupements de jeunes et d'adultes des trois familles les mieux représentées dans la baie : les Scophthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. Une étude descriptive des déplacements de quelques espèces exploitées (Turbot, Plie, Limande, Sole) nous a permis d'établir les liens reliant ces différentes aires entre elles et de mettre en évidence le rôle joué par la baie dans la production des jeunes de ces espèces.

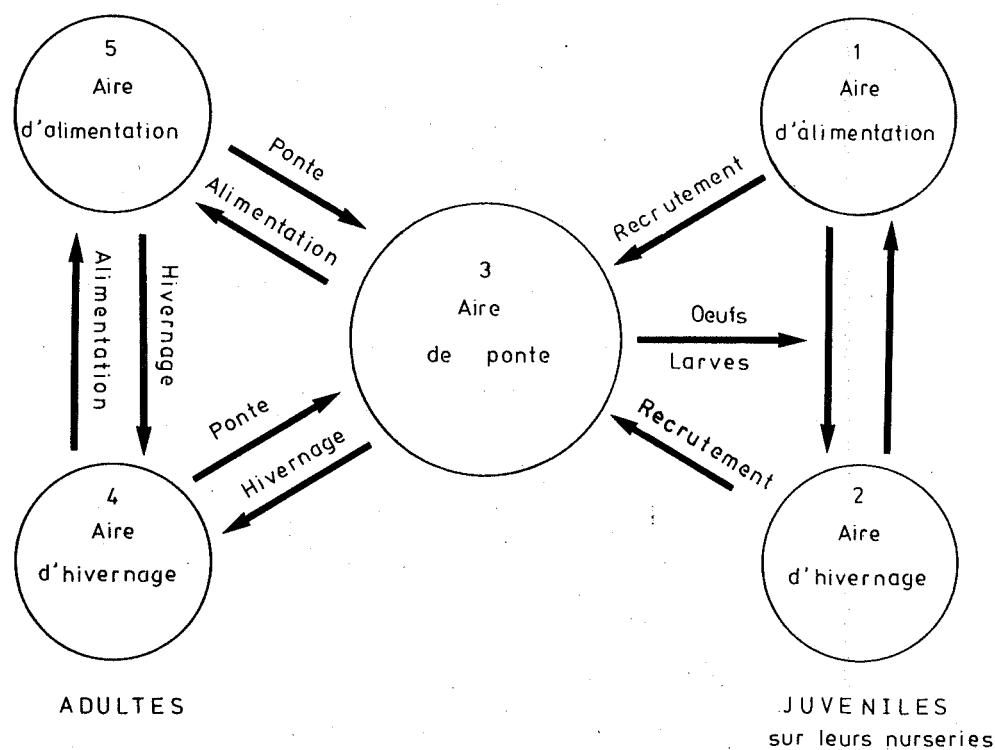


Fig. 159 - Les mouvements migratoires et leurs variations chez les poissons (d'après HARDEN-JONES, 1970).

Les déplacements des immatures et des adultes sont séparés ; Le recrutement peut aussi se faire des zones 1 et 2 des juvéniles vers les zones 4 et 5 des adultes.

I - METHODES D'ETUDE

Pour cette étude nous nous sommes intéressés à sept espèces de poissons plats, dont six ont une valeur commerciale ; ce sont : le Turbot *P. maxima*, la Barbe *S. rhombus*, la Plie *P. platessa*, la Limande *L. limanda*, la Sole *S. vulgaris*, la Solette *S. lascaris* et la "langue de chat" *B. luteum*.

- Deux années de prospections et d'échantillonnages, à pied ou à bord des chalutiers, nous ont révélé l'existence de groupements d'individus d'âges différents sur trois zones de la baie (Fig.160) :
- la zone I : d'extension réduite vers le large, elle couvre les estrans sableux de Morgat à Douarnenez, de la ligne de rivage au niveau des plus basses mers de coefficient 120. Elle regroupe les nurseries intertidales de la plupart des espèces de cette étude.
- la zone II : sa couverture de sable fin est analogue à celle de la zone I. Nous l'avons limitée à l'Est au zéro des cartes marines et à l'Ouest à l'isobathe des 15 mètres.
- la zone III : elle représente la majeure partie de la baie dont la profondeur n'excède pas 35 mètres.

Pendant cinq ans, de 1975 à 1980, nous avons suivi sur ces trois zones la distribution des fréquences de tailles des individus qui les peuplent, en mesurant régulièrement toutes les prises à bord des chalutiers de professionnels ou des navires océanographiques. Les résultats sont exprimés par espèce et par zone sous forme d'histogrammes de fréquences de tailles (longueurs totales L_T), soit par année complète, soit par saisons lorsqu'une variation temporelle nous est apparue intéressante à signaler.

- L'étude descriptive des déplacements saisonniers d'espèces exige une bonne connaissance de leurs périodes de ponte, de leurs croissances, de leurs comportements et régimes alimentaires ; elle s'inscrivait donc bien dans le contexte de ce travail. Nous l'avons menée par des marquages d'espèces commercialisées, de 1976 à 1980.

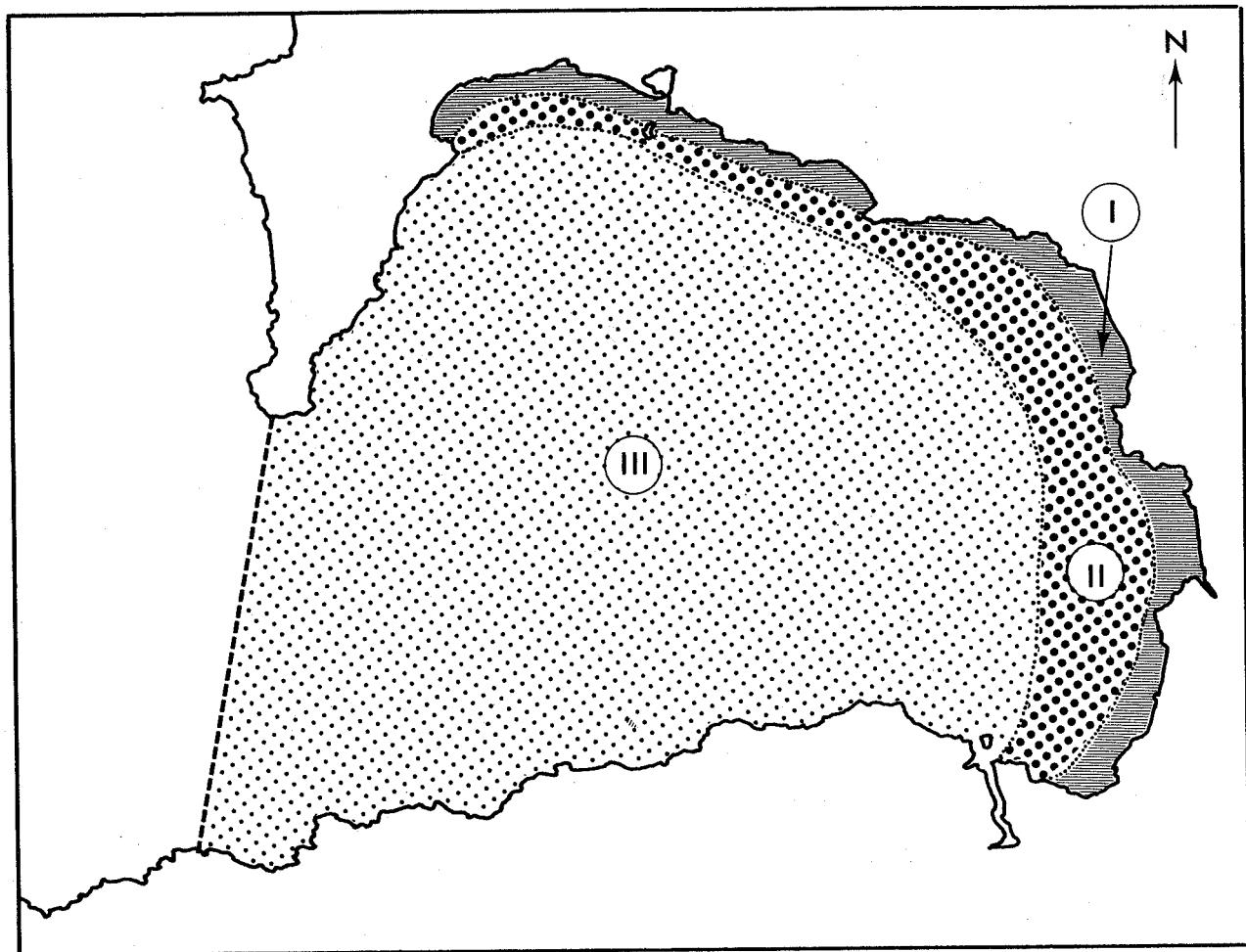


Fig. 160 - La distribution des jeunes poissons plats et des adultes en baie de Douarnenez : les trois zones d'étude.

Dans la gamme des marques permettant un repérage individuel, nous avons choisi celles à ancrage pour leur facilité de pose et leurs faibles dimensions. Chaque marque est formée d'un tube de polyvinyle (30 mm x 1,5 mm) solidaire, à une extrémité, d'un "T" en plastique qui en assure la fixation dans le poisson. Les marques, séries par groupe de cinquante sur une tige de plastique, sont posées à l'aide d'un appareil muni d'une aiguille creuse et d'un chargeur (Fig. 161).

Nous n'avons marqué que des poissons sains, capturés et relâchés sur la zone II, à proximité immédiate des nurseries. La longueur totale de chaque individu marqué a été notée ainsi que son sexe lorsqu'il était identifiable extérieurement.

Une campagne publicitaire par voie d'affiches distribuées aux Affaires Maritimes et aux Comités Locaux des Pêches de Lorient à Morlaix a complété notre travail sur le terrain (Fig. 162).

En quatre ans nous avons marqué :

293	turbots	<i>P. maxima</i>
34	barbues	<i>S. rhombus</i>
1 000	plies	<i>P. platessa</i>
230	limandes	<i>L. limanda</i>
153	soles	<i>S. vulgaris</i>
93	solettes	<i>S. lascaris</i>

soit, au total, 1 803 poissons.

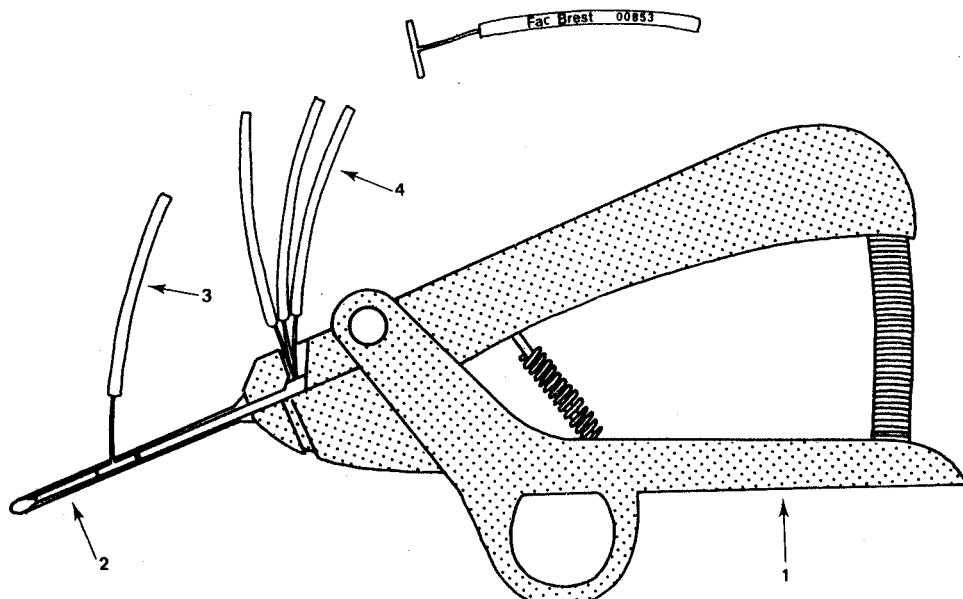


Fig. 161 - Appareil pour poser les marques à ancrage.

La poignée (1) actionne un piston qui, en s'engageant dans l'aiguille creuse (2), entraîne une marque (3) dans le corps du poisson. Après chaque pose, la marque suivante (4) du chargeur est mise automatiquement en position pour un nouveau marquage.

Pêcheurs, attention !

**La Faculté des Sciences de Brest a marqué
des Poissons plats en Baie de Douarnenez :**

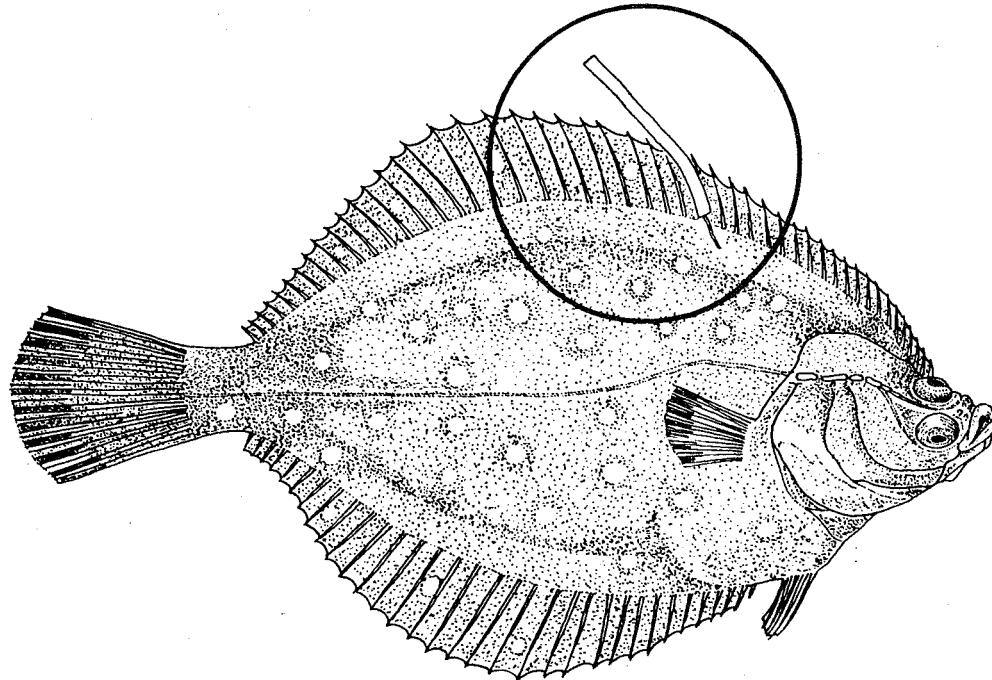
SOLES, TURBOTS, BARBUES, LIMANDES et PLIES

Les marques sont de petits tubes de caoutchouc jaune, solidaires d'un "T" en plastique permettant la fixation. Elles portent l'inscription :

FAC BREST n° de série du poisson (d'un côté)

TÉL. 03.16.94 (de l'autre côté)

Chaque marque est fixée à l'endroit indiqué ci-dessous sur le poisson.



En cas de capture :

- Conserver la marque ou noter son numéro.
- Noter : la longueur du poisson (queue comprise), son poids, la position ou l'endroit précis de la capture.
- Transmettre ces renseignements : au Comité Local des Pêches le plus proche,
par téléphone, en appelant le 03.16.94 à BREST.
en écrivant à Monsieur DENIEL Christian,

**PAR AVANCE
MERCI**

**Faculté des Sciences - Avenue Le Gorgeu
29279 BREST CEDEX.**

Fig. 162 - Marquage de poissons plats en baie de Douarnenez : affiche de la campagne publicitaire.

II - LA DISTRIBUTION DES JEUNES ET DES ADULTES DANS LA BAIE

1. LES SCOPHTHALMIDAE

1.1. LE TURBOT *P. MAXIMA*

■ Zone_I (Fig.163a) : les jeunes turbots, les plus abondants sur cette zone, appartiennent au groupe 0 ($2 \text{ cm} < L_T < 11 \text{ cm}$) et au groupe 1⁺ ($7 \text{ cm} < L_T < 26 \text{ cm}$). Les plus grands individus de ce dernier groupe y sont rares et ne s'y trouvent que pendant les mois d'été. Les turbots plus âgés ne fréquentent pas cette frange intertidale qui représente pour l'espèce la plus grande nurserie de la baie.

■ Zone_II (Fig.163b) : le peuplement en turbots de cette zone se compose surtout d'individus du groupe 2⁺ ($21 \text{ cm} < L_T < 41 \text{ cm}$) ; ceux des groupes 1⁺ et 3⁺ y sont minoritaires. Les turbots les plus fréquents mesurent moins de 32 cm de longueur totale ; un mode à 27 cm domine la distribution de fréquence des tailles.

■ Zone_III (Fig.163c) : le reste de la baie est peuplé de turbots de toutes tailles des groupes 2⁺ et supérieurs, mais les grands individus y sont très rares. L'essentiel de la population est constitué de jeunes poissons qui n'ont pas encore atteint leur première maturité sexuelle et dont la longueur totale est le plus souvent inférieure à 49 cm. Ils appartiennent, pour la plupart, aux groupes 2⁺ et 3⁺.

1.2. LA BARBUE *S. RHOMBUS*

■ Zone_I (Fig.164a) : les barbues de cette zone sont de petite taille et appartiennent soit au groupe 0 ($2 \text{ cm} < L_T < 10 \text{ cm}$), soit au groupe 1⁺ ($8 \text{ cm} < L_T < 24 \text{ cm}$). Le mélange de générations est, pour l'espèce, plus fréquent que chez le Turbot dont le séjour sur les nurseries dure moins longtemps. La proportion de jeunes barbues du groupe 1⁺ dans le peuplement de cette zone est en effet relativement élevée.

■ Zone_II (Fig.164b) : les abords des nurseries sont surtout fréquentés par des barbues des groupes 1⁺ et 2⁺ d'une taille souvent inférieure à 30 cm. Ce sont des immatures auxquels se mêlent parfois de rares individus plus âgés.

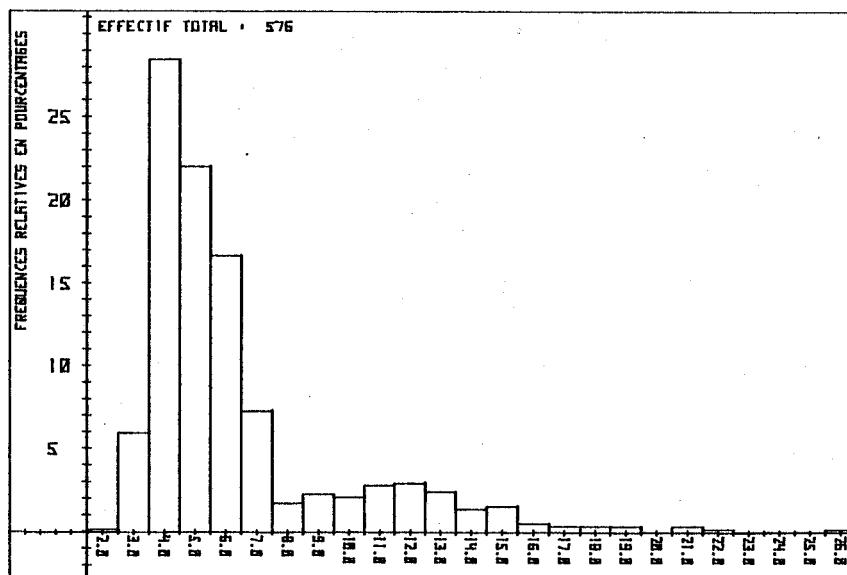


Fig. 163a - Zone I : distribution des fréquences de tailles des turbots *P. maxima* de mars à octobre.

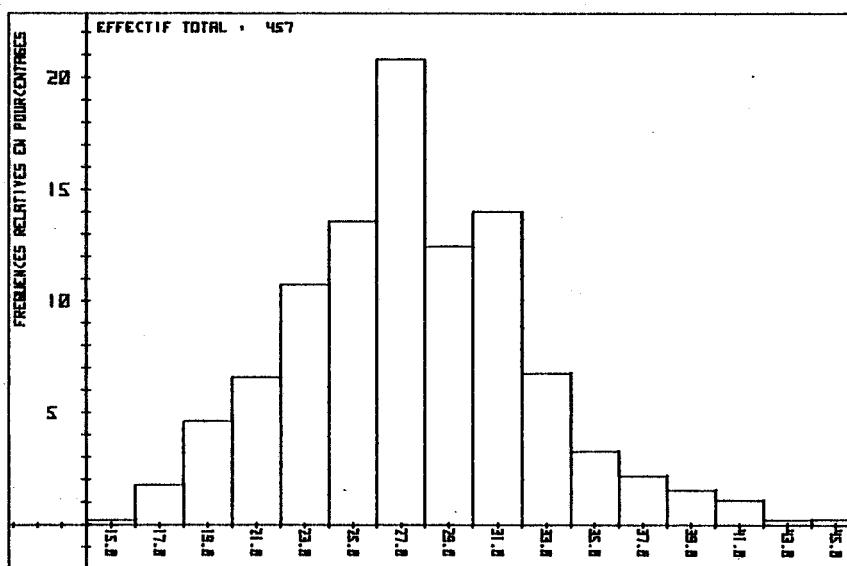


Fig. 163b - Zone II : distribution des fréquences de tailles des turbots *P. maxima* de janvier à décembre.

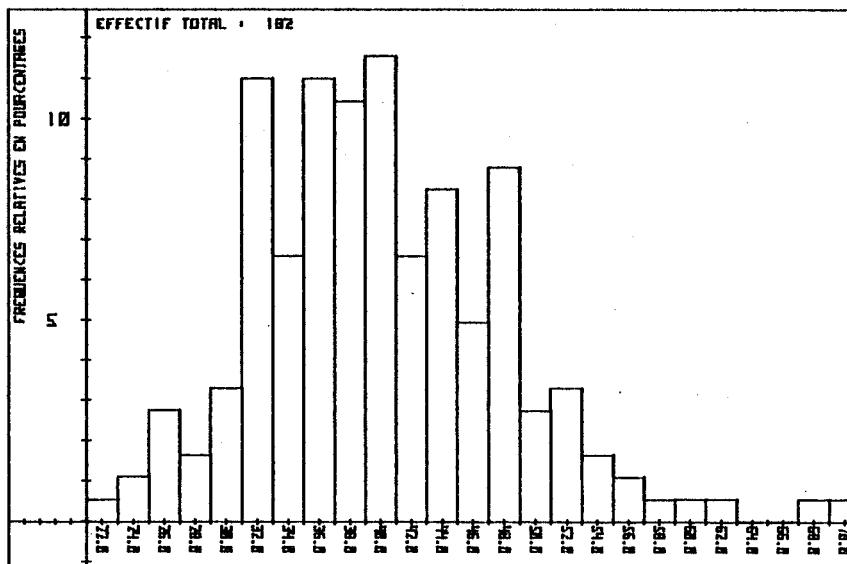


Fig. 163c - Zone III : distribution des fréquences de tailles des turbots *P. maxima* de janvier à décembre.

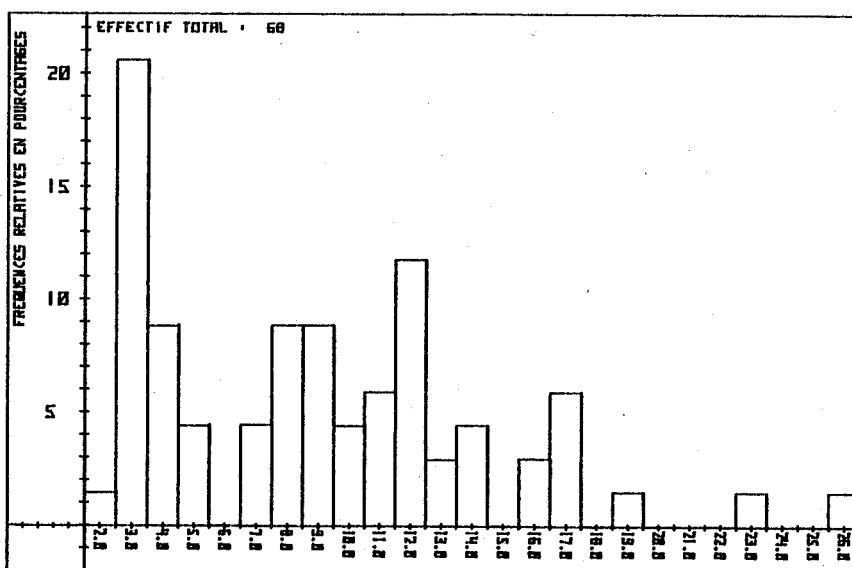


Fig. 164a - Zone I : distribution des fréquences de tailles des barbues *S. rhombus* de mai à octobre.

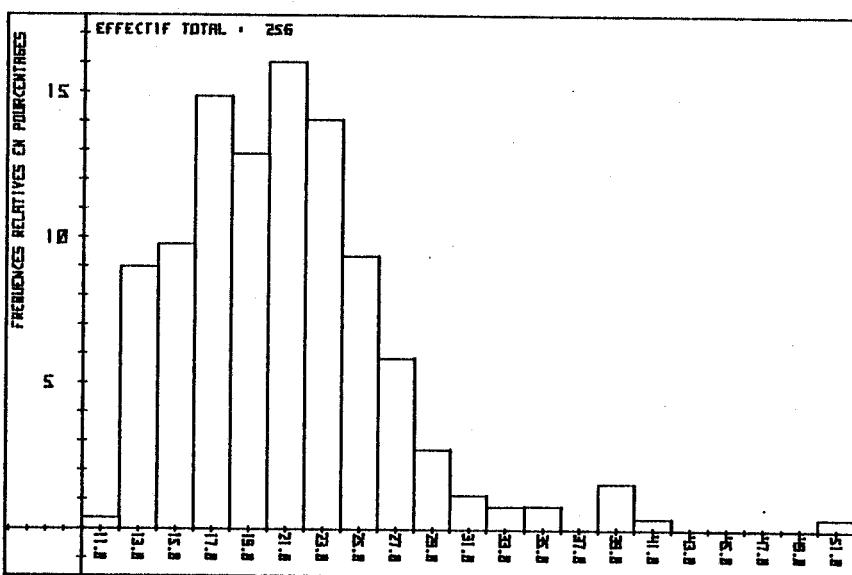
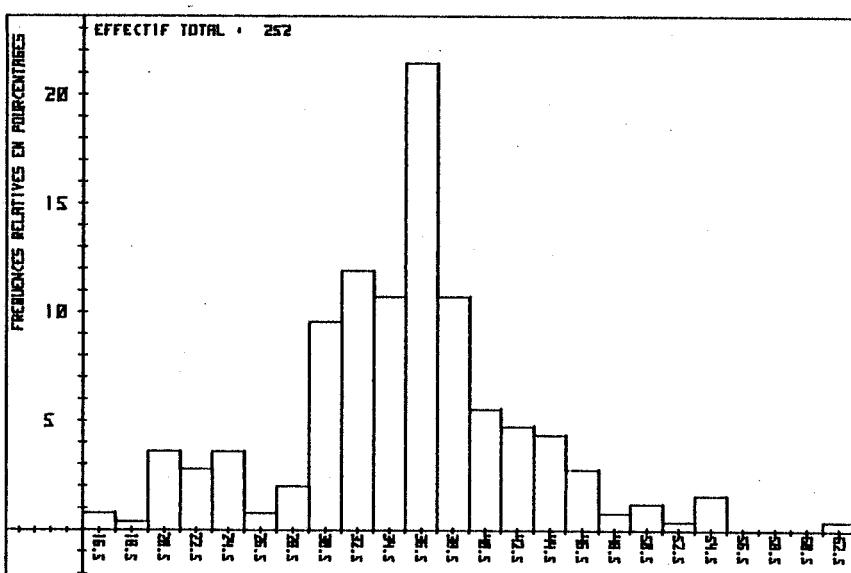


Fig. 164b - Zone II : distribution des fréquences de tailles des barbues *S. rhombus* de janvier à décembre.



■ Zone III (Fig.164c) : les jeunes barbues dominent dans le peuplement du reste de la baie : celles de quatre ans (groupe 3⁺ ; 30 cm < L_T < 40 cm) y sont largement majoritaires. Les individus plus âgés, d'une taille supérieure à 40 cm, n'y abondent pas, quelle que soit l'époque de l'année. Les jeunes de trois ans (groupe 2⁺) sont aussi, dans cette zone, bien moins nombreux que dans la zone II.

2. LES PLEURONECTIDAE

2.1. LA PLIE *P. PLATESSA*

■ Zone I (Fig.165a) : les plies de groupe 0 (2 cm < L_T < 16 cm) se concentrent sur cette zone de mai à octobre ; elles forment, à elles seules, la totalité du peuplement pour l'espèce. Celles du groupe 1⁺ y sont rares au début du printemps et exceptionnelles en automne.

■ Zone II (Fig.165b) : les jeunes plies, en quittant leurs nurseries, se regroupent sur la zone II, entre 5 et 15 mètres de profondeur. La majorité des individus capturables sur cette zone appartient en effet au groupe 1⁺ (14 cm < L_T < 39 cm) ; ils mesurent moins de 40 cm de longueur totale et sont immatures. De plus grands poissons, d'une longueur totale comprise entre 42 cm et 63 cm, y font de brèves apparitions en novembre, à l'approche de la période de ponte ; la recherche de nourriture est alors la seule cause de leur incursion sur ces fonds où ils exercent une active prédation sur les *Donax*.

■ Zone III (Fig.165c & d) : le peuplement de plies de la zone III est essentiellement formé d'individus âgés de deux à six ans (groupes 1⁺ à 5⁺) ; ils mesurent entre 30 cm et 58 cm de longueur totale et au-delà de 40 cm sont aptes à la reproduction. Des jeunes immatures et des reproducteurs se côtoient donc toute l'année sur la plus grande partie de la baie. Des plies de grande taille (L_T = 60 cm à 72 cm), âgées de sept à vingt-trois ans, commencent à apparaître sur les fonds de cette zone au mois de novembre et deviennent plus nombreuses de décembre à mars, au moment de la période de ponte (Fig.165c). Ces

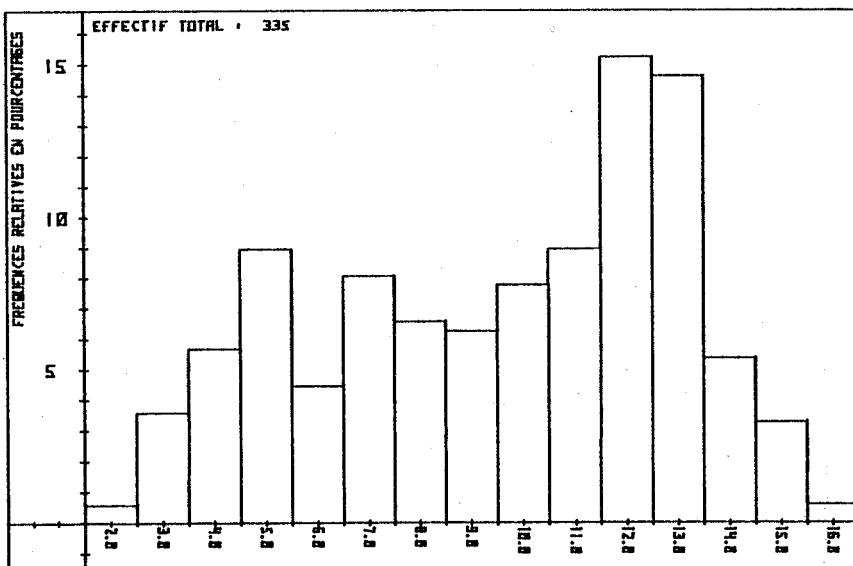


Fig. 165a - Zone I : distribution des fréquences de tailles des plies *P. platessa* de mai à octobre.

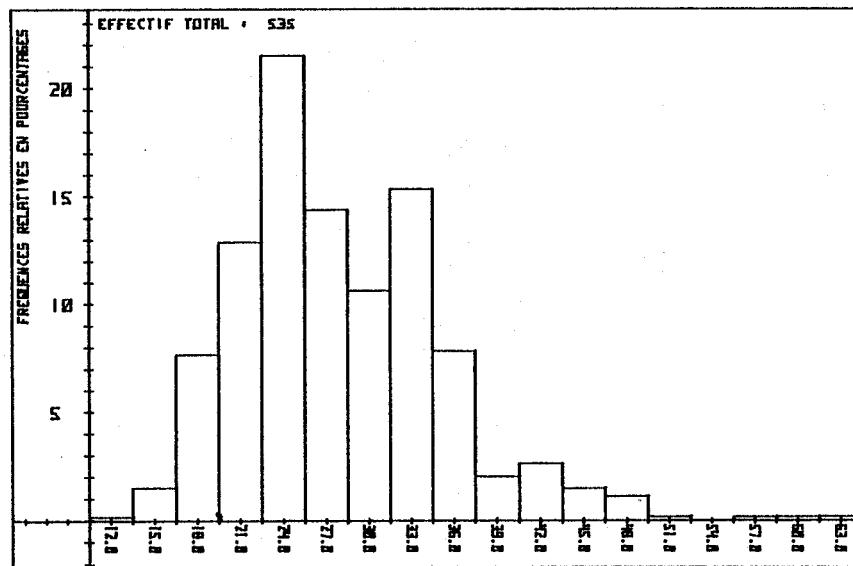


Fig. 165b - Zone II : distribution des fréquences de tailles des plies *P. platessa* d'avril à novembre.

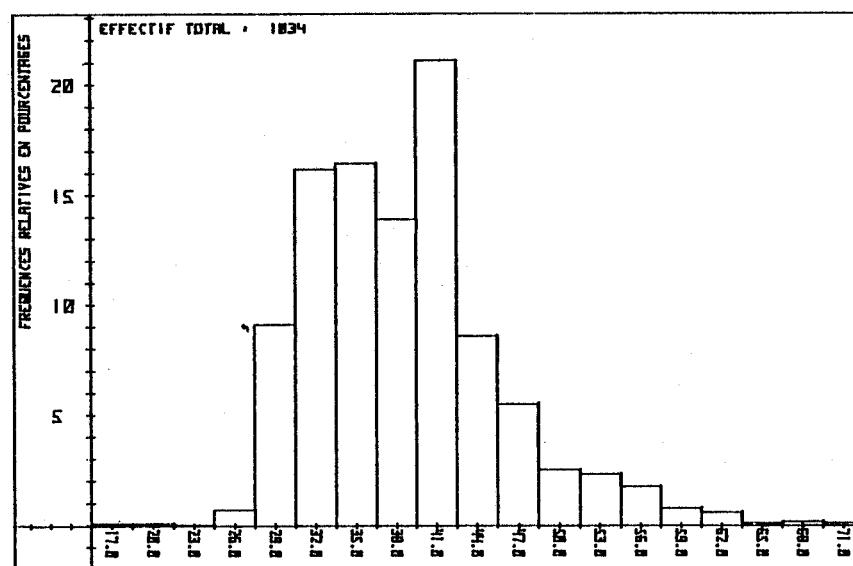


Fig. 165c - Zone III : distribution des fréquences de tailles des plies *P. platessa* de décembre à mars.

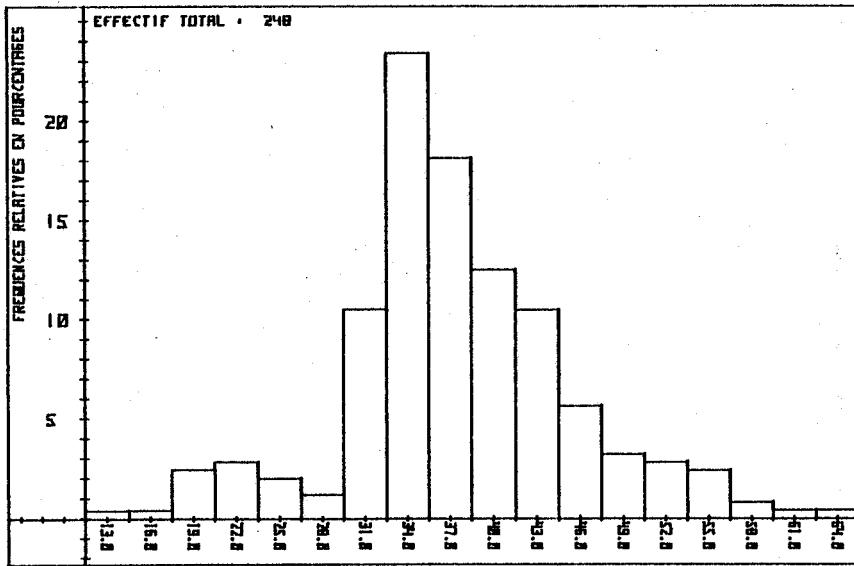


Fig. 165d - Zone III : distribution des fréquences de tailles des plies *P. plateissa* d'avril à novembre.

grands individus sont toujours des femelles qui, après avoir pondu, séjournent quelque temps dans la baie et s'y alimentent (parfois sur la zone III) avant de gagner de plus grandes profondeurs. Elles sont en effet plus rares, à l'intérieur de la zone étudiée, après le mois d'avril (Fig. 165d).

2.2. LA LIMANDE *L. LIMANDA*

- Zone II (Fig.166a) : les jeunes limandes de groupe 0 ne pénètrent pas dans la zone I de balancement des marées. Elles se capturent par contre sur les fonds de la zone II qui peut être considérée comme une nurserie pour l'espèce bien que le nombre d'individus de moins d'un an soit toujours faible. Toutes les générations de Limande se côtoient sur ces fonds de janvier à décembre ; les jeunes de deux ans (groupe 1⁺ ; 8 cm < L_T < 30 cm) n'y sont pas mieux représentés que dans la zone III.

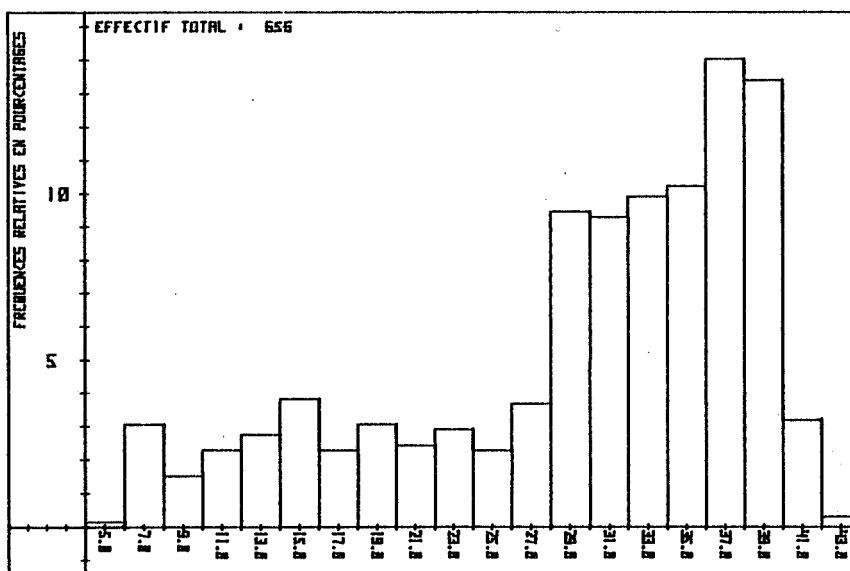
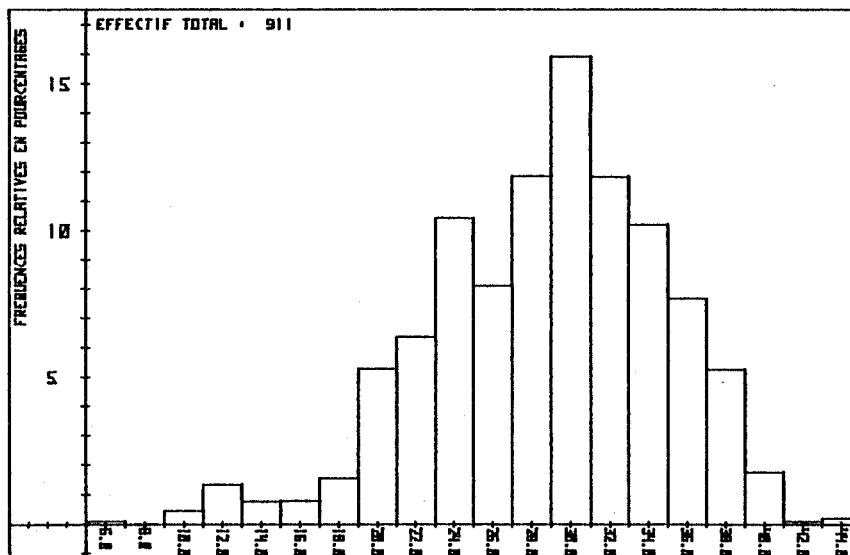


Fig. 166a - Zone II : distribution des fréquences de tailles des limandes *L. limanda* de janvier à décembre.



■ Zone III (Fig.166b) : la composition du peuplement de cette zone est sensiblement identique à celle de la zone II. Les jeunes limandes des groupes 0 ($L_T < 10$ cm) et 1⁺ (10 cm $< L_T < 30$ cm) s'y trouvent toute l'année. Les nurseries de l'espèce, probablement disséminées dans la baie, ne semblent pas aussi bien localisées que celles du Turbot ou de la Plie. Les reproducteurs, présents sur cette zone en période de ponte, appartiennent surtout au groupe 2⁺ (18 cm $< L_T$, $L_T < 35$ cm) et au groupe 3⁺ (27 cm $< L_T < 37$ cm).

2.3. LE FLET *P. FLESUS FLESUS*

Quelques rares flets immatures peuvent être capturés en mer au printemps ou en été, sur les zones I et II.

L'espèce, qui vit la majeure partie de l'année en eaux saumâtres, n'est vraiment présente dans la baie (zone III) qu'à l'époque de la reproduction, de janvier à mars ; des individus sexuellement mûrs, de groupes d'âge différents, s'y retrouvent alors (Fig.167).

3. LES SOLEIDAE

3.1. LA SOLE *S. VULGARIS*

Nous n'avons jamais capturé de jeunes soles de moins d'un an dans la zone I de cette étude.

■ Zone II (Fig.168a) : les plus jeunes soles qui fréquentent les fonds de sable fin des abords de plages ont deux ans (groupe 1⁺ ; 14 cm $< L_T < 26$ cm). Ce sont des individus immatures qui représentent, probablement, la fraction la plus sédentaire du peuplement. Des soles plus âgées, d'une longueur totale comprise entre 30 cm et 54 cm, les côtoient, surtout en période estivale.

■ Zone III (Fig.168b) : la distribution de tailles des soles de cette zone est très étalée, comme celle de la zone II : des individus de divers groupes d'âge vivent ensemble sur les mêmes fonds. La proportion de soles immatures,

d'une longueur totale inférieure à 30 cm, est toutefois ici bien plus faible qu'à proximité des plages. Le peuplement de soles de cette zone est donc essentiellement constitué de reproducteurs qui se tiennent surtout entre 15 mètres et 30 mètres de profondeur.

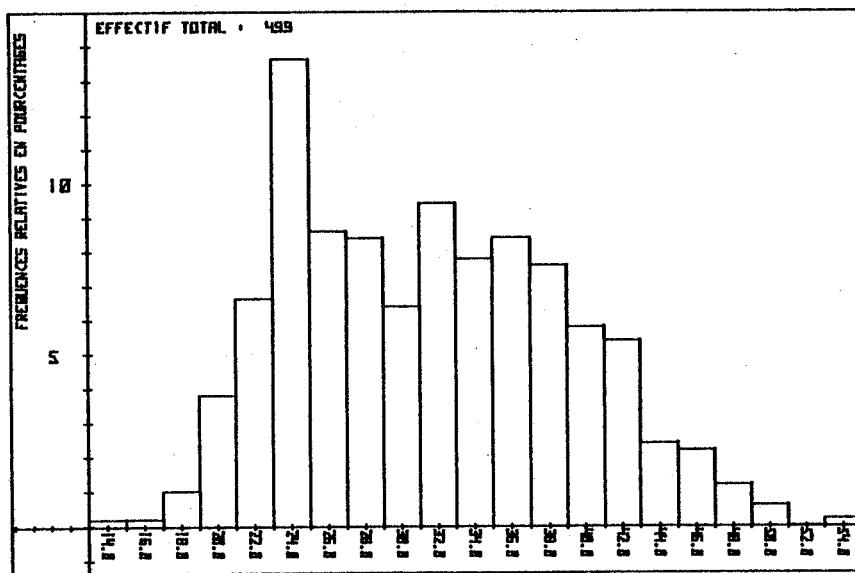


Fig. 168a - Zone II : distribution des fréquences de tailles des soles *S. vulgaris* de janvier à décembre.

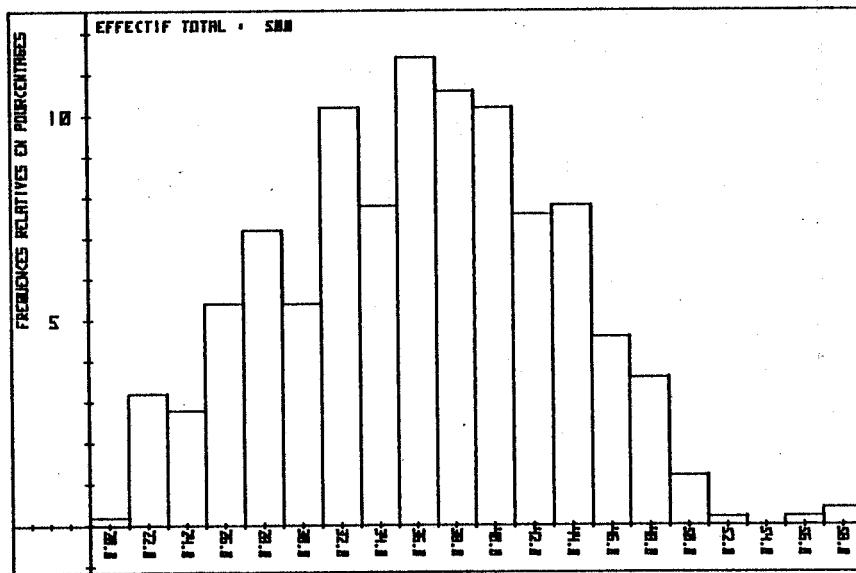


Fig. 168b - Zone III : distribution des fréquences de tailles des soles *S. vulgaris* de janvier à décembre.

3.2. LA SOLETTE *S. LASCARIS*

■ Zone_I (Fig.169a) : les jeunes solettes des groupes 0 ($3 \text{ cm} < L_T$, $L_T < 8 \text{ cm}$) et 1⁺ ($9 \text{ cm} < L_T < 15 \text{ cm}$) abondent dans la zone I où elles vivent, mêlées aux turbots et aux plies, à très faible profondeur. De plus grands individus y pénètrent aussi, surtout pendant les mois d'été.

■ Zone_II (Fig.169b) : les solettes de cette zone appartiennent, en majorité, aux groupes 1⁺ et 2⁺ ($15 \text{ cm} < L_T < 24 \text{ cm}$). A ce peuplement d'immatures ($L_T < 24 \text{ cm}$) s'adjoignent quelques reproducteurs qui restent toujours minoritaires.

■ Zone_III (Fig.169c) : le peuplement de solettes du reste de la baie est surtout composé de jeunes individus de trois et quatre ans (groupes 2⁺ et 3⁺) auxquels se mêlent, en moindre proportion, les individus plus âgés.

3.3. LA "LANGUE DE CHAT" *B. LUTEUM*

■ Zone_I : bien que l'espèce soit présente en zone I, elle n'y est que faiblement représentée.

■ Zone_II (Fig.170a & b) : *Buglossidium luteum* est très abondant sur les sables fins de cette zone où vivent ensemble des mâles et des femelles de toutes tailles ($2 \text{ cm} < L_T < 14,5 \text{ cm}$) et de tous âges (de un à quinze ans). Ils se déplacent probablement très peu : la structure démographique de l'espèce reste inchangée sur la zone, de mars à septembre.

Au début de la période de ponte, au mois de mars, les femelles sont sur ces fonds plus nombreuses que les mâles (Fig.171a & b). Elles sont aussi plus grandes et beaucoup d'entre elles sont, à cette époque, sexuellement très mûres ; certaines ont déjà pondu. *Buglossidium luteum* se reproduit donc sur cette zone qui représente, pour l'espèce, une des principales aires de ponte de la baie.

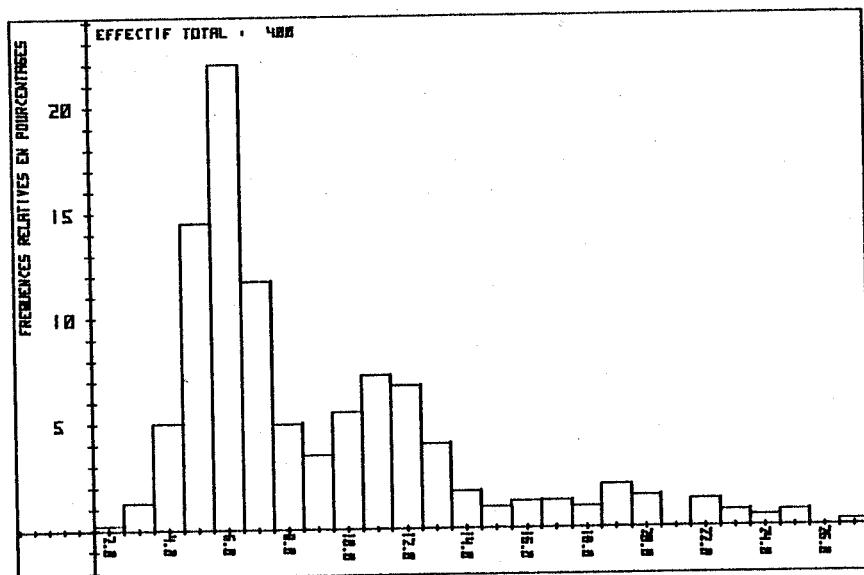


Fig. 169a - Zone I : distribution des fréquences de tailles des solettes *S. lascaris* de février à septembre.

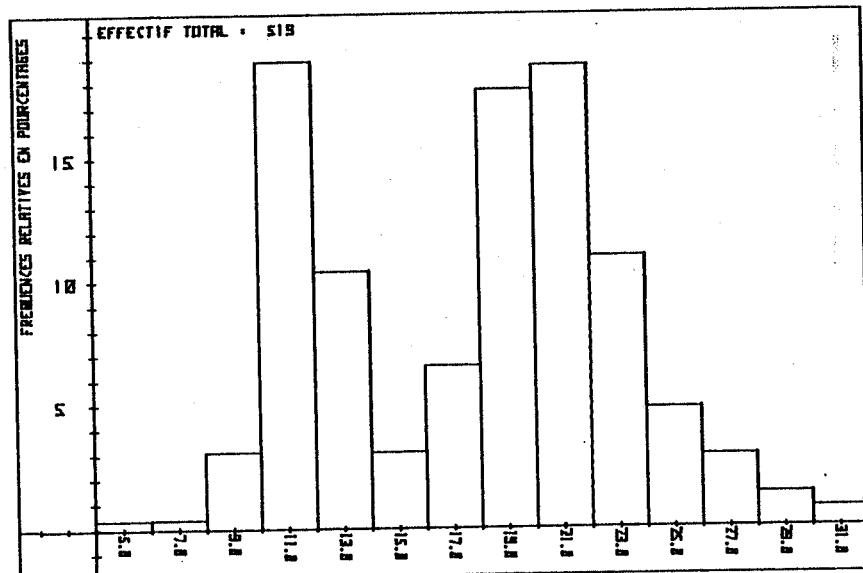


Fig. 169b - Zone II : distribution des fréquences de tailles des solettes *S. lascaris* de janvier à décembre.

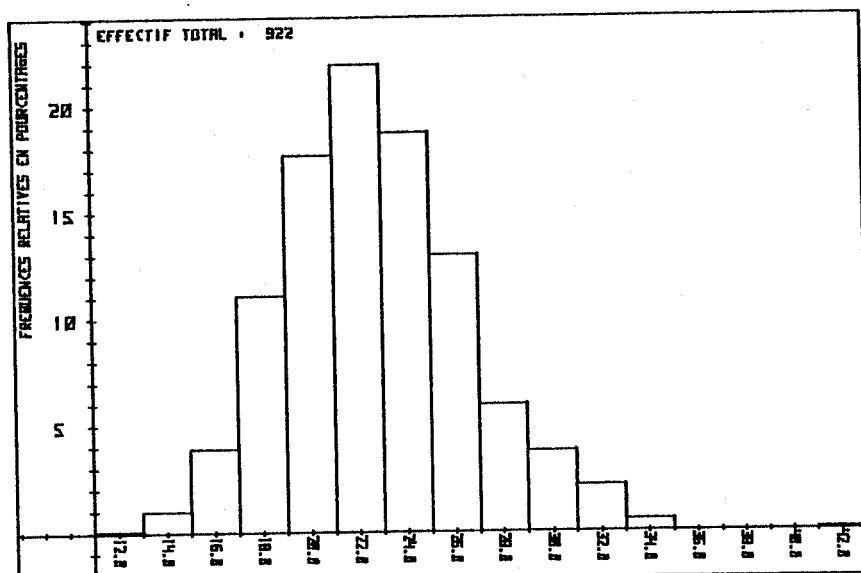


Fig. 169c - Zone III : distribution des fréquences de tailles des solettes *S. lascaris* de janvier à décembre.

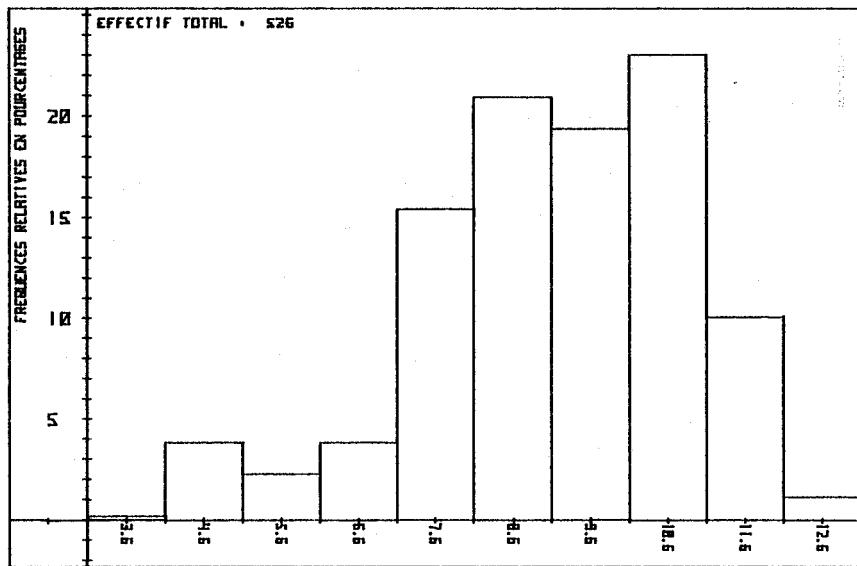


Fig. 170a - Zone II : distribution des fréquences de tailles des *Buglossidium luteum* en mars.

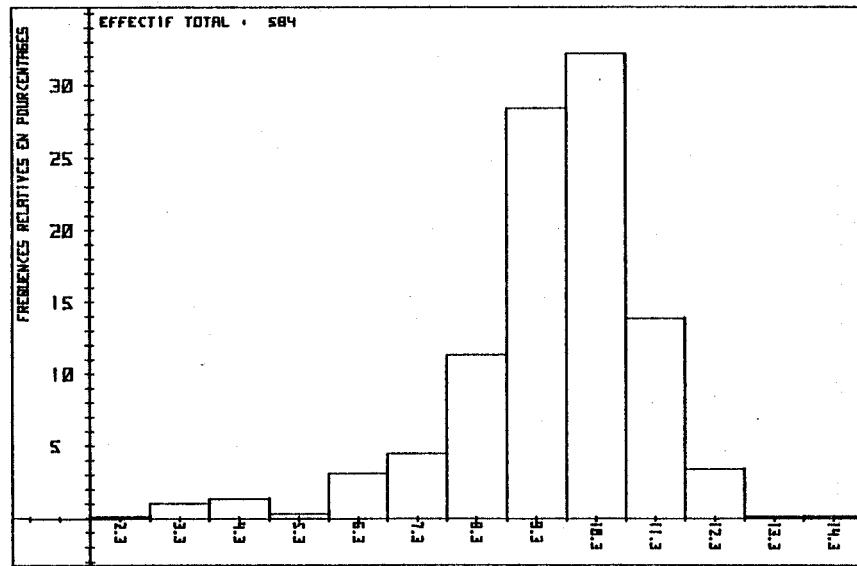


Fig. 170b - Zone II : distribution des fréquences de tailles des *Buglossidium luteum* en septembre.

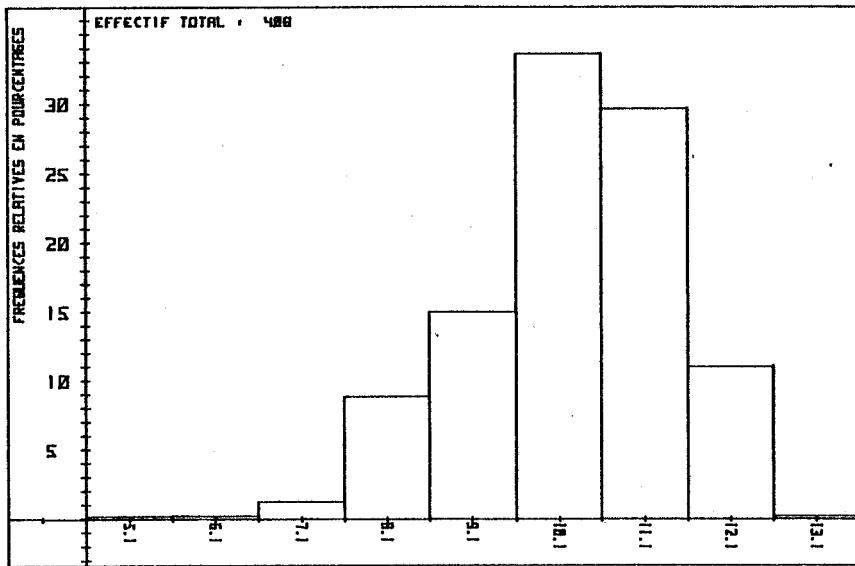


Fig. 171a - Zone II : distribution des fréquences de tailles des *Buglossidium luteum* femelles en mars.

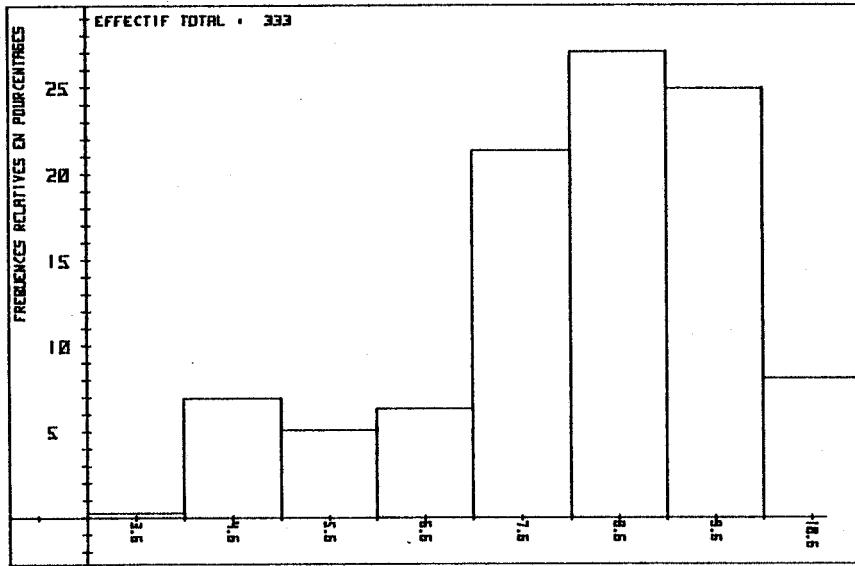


Fig. 171b - Zone II : distribution des fréquences de tailles des *Buglossidium luteum* mâles en mars.

■ Zone III (Fig. 172a & b) : l'espèce est largement distribuée sur tous les fonds de sables fins et coquilliers de cette zone où elle forme des groupements particulièrement denses le long de la côte sud (des Croms à Douarnenez) et de la côte ouest (du Cap de la Chèvre à Morgat). Leurs structures démographiques sont identiques à celles des groupements de la zone II : des individus de tailles et d'âges très différents cohabitent sur les mêmes fonds et s'y reproduisent sans effectuer de déplacements particuliers.

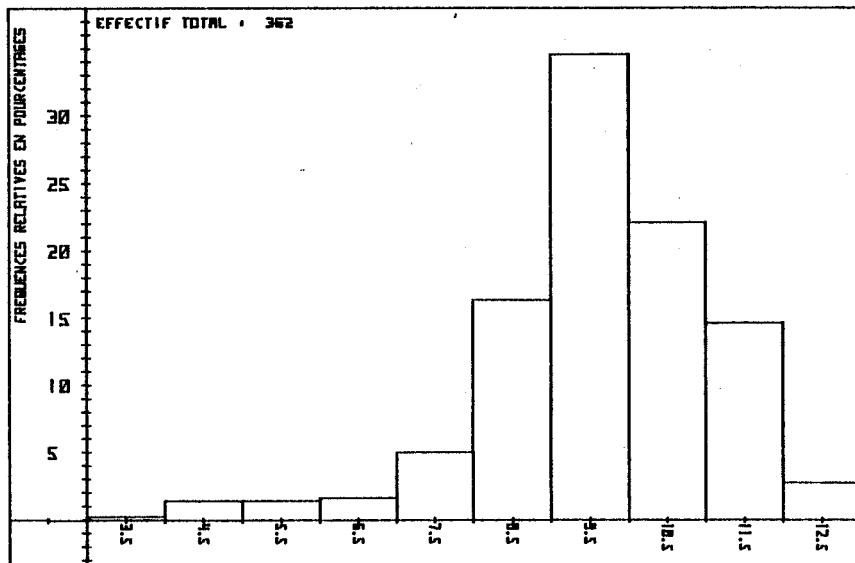


Fig. 172a - Zone III (côte de Beuzec) : distribution des fréquences de tailles des *Buglossidium luteum* en mars.

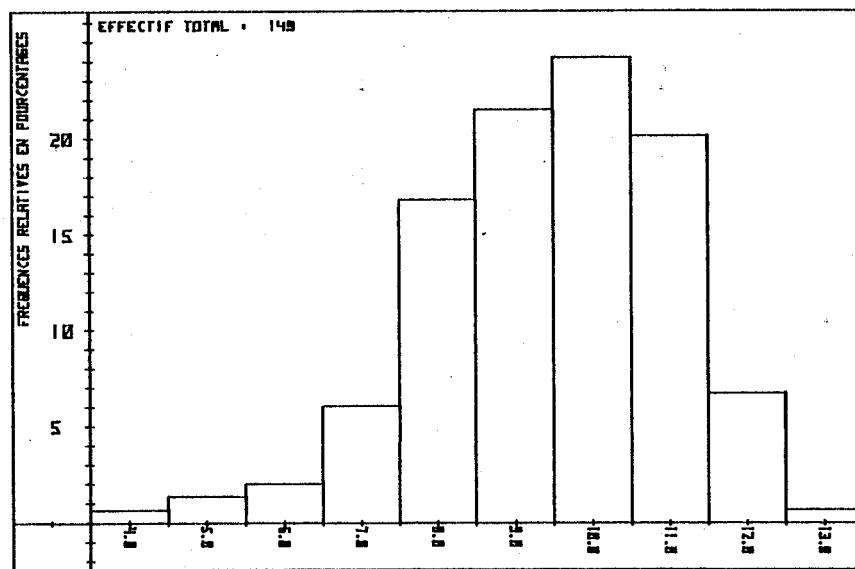


Fig. 172b - Zone III (du Cap de la Chèvre à Morgat) : distribution des fréquences de tailles des *Buglossidium luteum* en mars.

III - LES DEPLACEMENTS D'ESPECES

1. LES DEPLACEMENTS DU TURBOT ET DE LA BARBUE

- Sur 293 turbots immatures capturés et relâchés marqués en baie de Douarnenez, vingt-trois ont été repris à l'intérieur ou en dehors de la baie (Tableau 140 ; Fig.173 & 174). Parmi ces vingt-trois turbots :

- quatorze ont été recapturés sur les lieux mêmes du marquage (zone II de cette étude), la même année ou pendant l'année suivant leur mise en liberté. Ils mesuraient, pour la plupart, moins de 30 cm de longueur totale ;

- quatre ont été repris dans la baie, sur des fonds de 15 à 30 mètres, à moins de 6 milles de leur nurserie ;

- cinq l'ont été en dehors de la baie, sur des fonds de 20 à 130 mètres. Le plus petit de ces turbots, capturé à proximité de Basse Vieille, ne mesurait que 27 cm de longueur totale et portait sa marque depuis cinq mois. Les deux plus grands, repris à 16 et 30 milles du lieu de marquage, mesuraient entre 45 cm et 50 cm de longueur totale ; ils étaient marqués depuis 28 et 30 mois.

Le taux de recapture est de 8 % pour l'espèce.

- Nous n'avons marqué qu'un petit nombre de barbues (34 individus) en raison, surtout, de la fragilité des jeunes au chalutage et au marquage. Sur la trentaine d'immatures marqués, nous en avons repris trois sur les fonds de la baie : deux de ces jeunes barbues, marquées depuis quatre et cinq mois, n'avaient pas quitté la zone II où elles avaient probablement passé l'hiver ; la troisième, marquée depuis seize mois, s'était déplacée vers le centre de la baie (Tableau 141 ; Fig. 174).

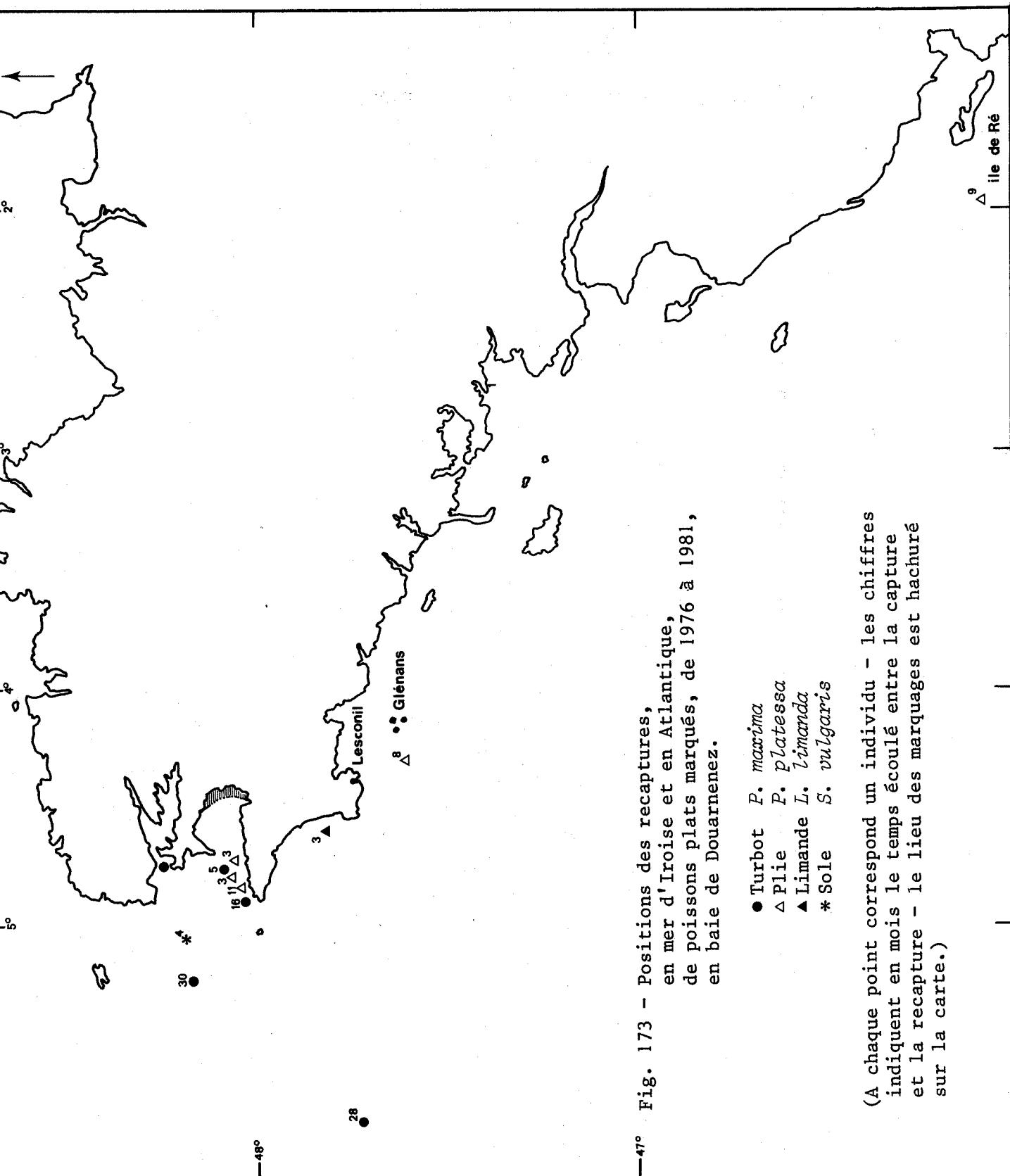
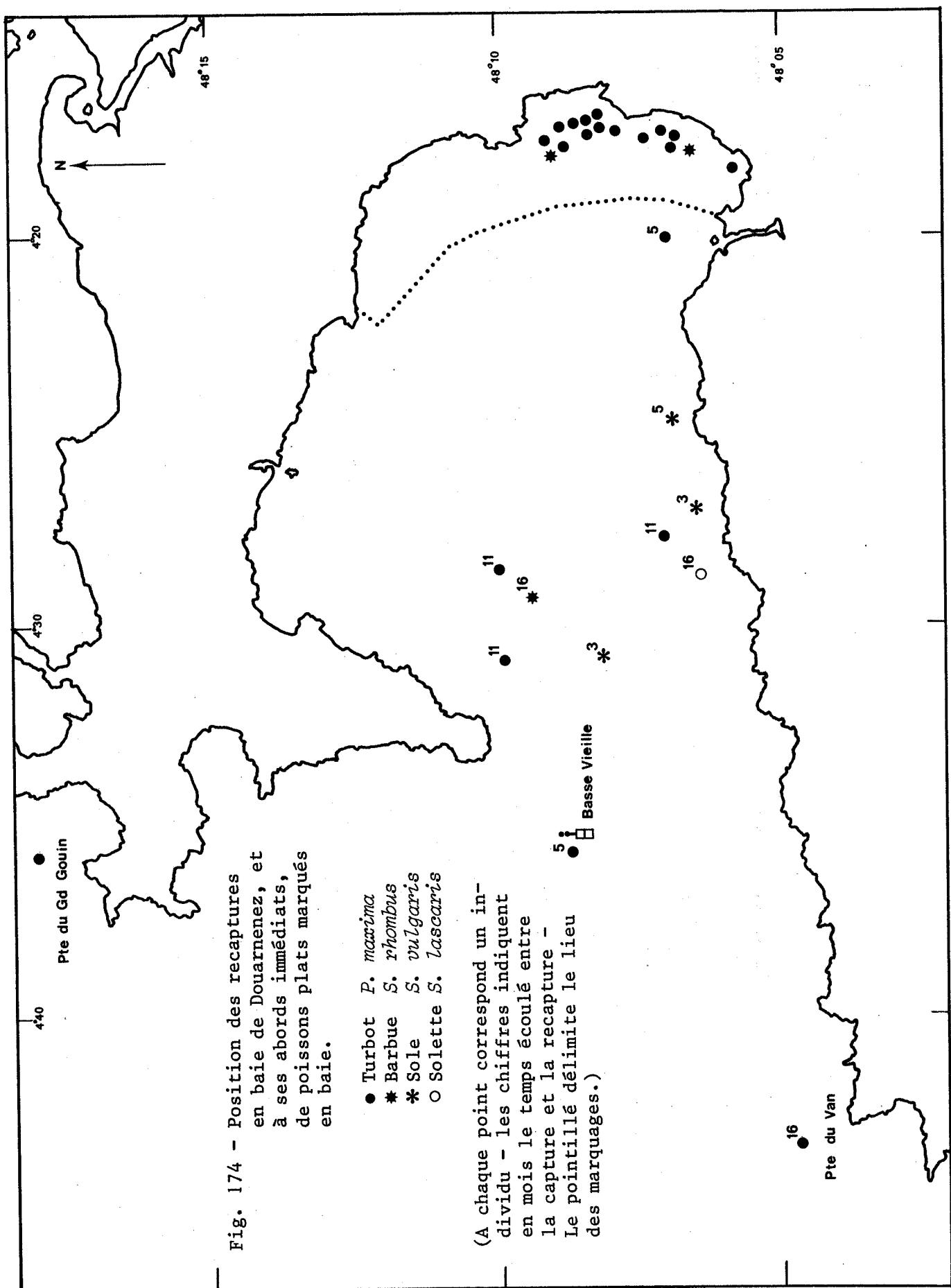


Fig. 173 - Positions des recaptures, en mer d'Iroise et en Atlantique, de poissons plats marqués, de 1976 à 1981, en baie de Douarnenez.

● Turbot *P. maxima*
△ Plie *P. platessa*
▲ Limande *L. limanda*
* Sole *S. vulgaris*

(A chaque point correspond un individu - les chiffres indiquent en mois le temps écoulé entre la capture et la recapture - le lieu des marquages est hachuré sur la carte.)



CAPTURE : BAIE - ZONE II			RECAPTURE				
DATE	L _T cm	P _{pg}	DATE	POSITION	L _T cm	P _{pg}	
25 juin 1976	33,0	700	janvier 1979	Mer d'Iroise	-	-	
26 août "	20,0	155	mars 1977	Baie - Zone II	23,0	-	
26 " "	20,5	150	23 " "	" "	28,0	350	
26 " "	23,0	220	" "	" "	29,0	400	
26 " "	19,0	110	27 février "	" "	-	-	
26 " "	23,5	240	27 " "	" "	25,0	-	
26 " "	27,0	330	janvier 1979	5°40'W - 47°48'N	-	-	
17 septembre "	21,5	-	28 février 1977	Baie - Zone II	29,0	350	
17 " "	22,0	-	6 juin "	" "	28,5	-	
17 " "	20,5	-	26 novembre "	" "	32,0	750	
23 novembre "	24,0	-	27 décembre "	" Zone III	31,0	500	
23 " "	25,0	300	23 mars "	" "	27,0	-	
23 " "	24,5	320	avril "	Basse Vieille	27,0	-	
23 " "	35,0	820	2 mars "	Baie - Zone II	-	-	
23 " "	22,5	220	16 février "	" "	24,0	-	
23 " "	25,0	300	24 mars "	" "	27,0	340	
4 mai 1977	27,0	390	27 novembre "	" "	34,0	730	
23 " "	31,0	560	12 octobre "	" Zone III	-	1 000	
27 " "	30,0	520	26 juin 1978	" "	-	-	
9 novembre 1979	28,0	400	septembre 1980	" "	-	1 200	
9 " "	25,0	-	16 avril 1981	Pointe du Van	-	-	
20 mars 1980	34,0	-	30 mai 1980	Baie - Zone II	36,0	800	
			mai 1979	Pointe du Gouin	-	400	

Tableau 140 - Positions des recaptures de turbots marqués en baie de Douarnenez, de 1976 à 1980.

CAPTURE : BAIE - ZONE II			RECAPTURE				
DATE	L _T cm	P _{pg}	DATE	POSITION	L _T cm	P _{pg}	
23 novembre 1976	22,0	150	21 mars 1977	Baie - Zone II	24,0	-	
9 " 1979	29,5	-	février 1981	" Zone III	32,0	800	
9 " "	31,0	-	20 mars 1980	" Zone II	34,5	-	

Tableau 141 - Positions des recaptures de barbues marquées en baie de Douarnenez, de 1976 à 1980.

2. LES DEPLACEMENTS DE LA PLIE ET DE LA LIMANDE

■ En quatre ans (1976-1980), nous avons marqué et relâché 1 000 plies, immatures pour la plupart, à proximité des nurseries de la côte est de la baie de Douarnenez. Sur le nombre, trente-cinq ont été reprises seize mois au plus tard après leur marquage ; certaines n'avaient pas quitté les fonds de la baie, d'autres s'en étaient éloignées (Tableau 142 ; Fig.173 & 175). Parmi ces trente-cinq plies :

- dix-sept, reprises deux à neuf mois après leur capture, étaient toujours sur les lieux du marquage ;

- treize avaient gagné d'autres fonds, tout en restant dans la baie (Fig.175) ;

- cinq avaient quitté la baie ; deux d'entre elles, particulièrement éloignées de la zone de marquage, avaient gagné la côte sud du Finistère (6,5 milles au sud de Lesconil) et les abords de l'île de Ré (Fig.173).

Le taux de recapture est de 3,5 % pour l'espèce.

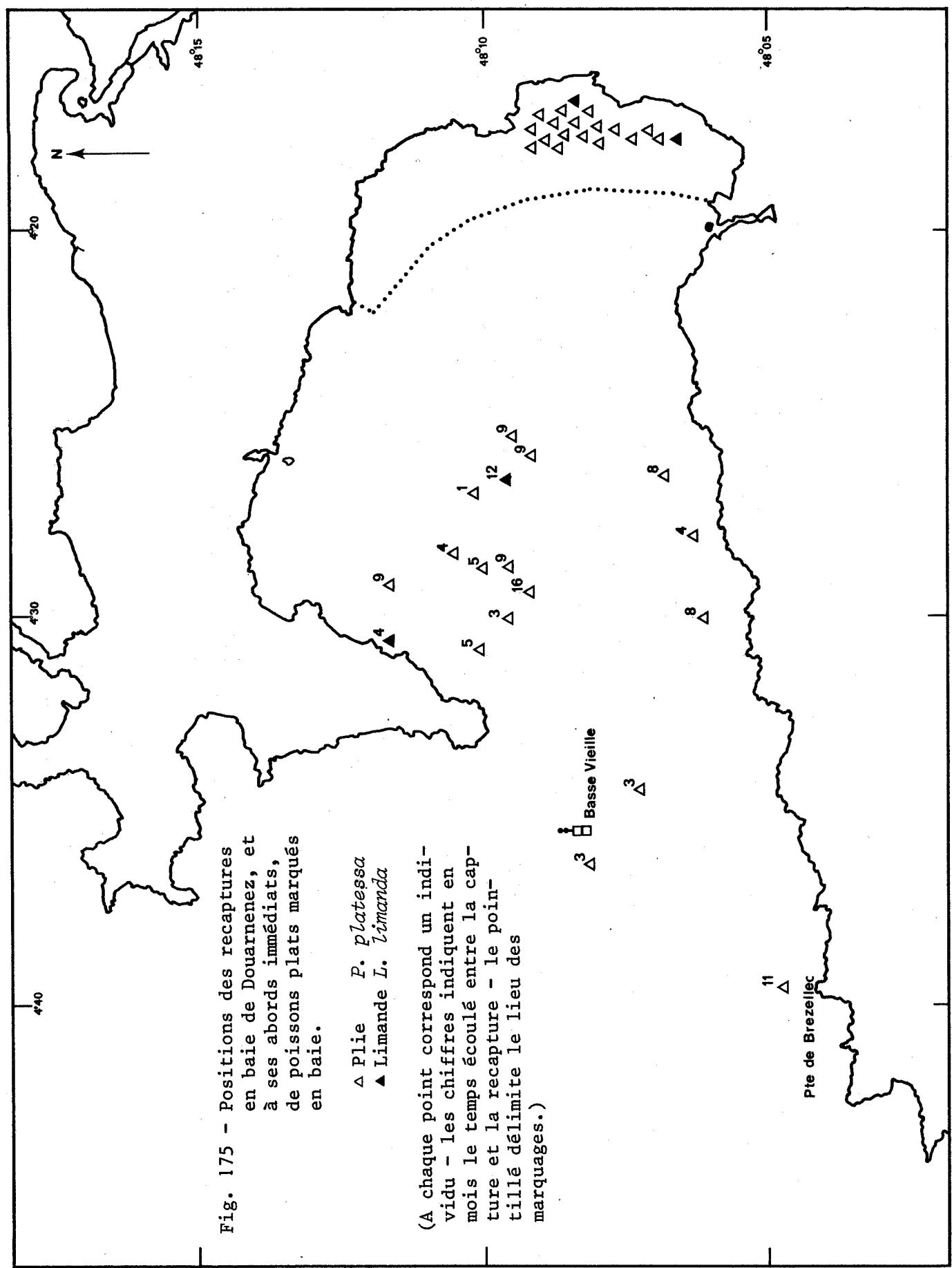
■ Nous n'avions marqué que 230 limandes, mais les cinq recaptures recensées ne manquent pas d'intérêt : de positions très différentes, elles révèlent en effet l'aptitude de l'espèce aux grands déplacements (Tableau 143 ; Fig.173 & 175). Deux de ces cinq limandes se trouvaient encore en février et mars sur les mêmes fonds où nous les avions marquées quatre et cinq mois plus tôt. Deux autres s'en étaient écarté et ne semblaient pas avoir quitté la baie. La cinquième fréquentait, trois mois après son marquage, les fonds de sable fin du sud de la baie d'Audierne.

CAPTURE : BAIE - ZONE II			RECAPTURE				
DATE	L _T cm	P _{pg}	DATE	POSITION	L _T cm	P _{pg}	
24 juin 1976	24,0	-	mars 1977	Baie - Zone II	32,5'	-	
24 "	27,0	-	6 février "	" "	32,0	220	
25 "	25,0	-	mars "	" "	31,5	350	
18 juillet "	29,0	320	" "	" "	35,0	405	
26 août "	27,0	230	24 "	" "	31,0	-	
26 "	40,0	-	" "	" "	-	-	
26 "	27,5	240	15 février "	Zone III	33,0	-	
26 "	26,0	210	22 mars "	Zone II	32,0	-	
26 "	29,5	310	29 "	" "	33,0	400	
26 "	28,0	250	23 "	" "	34,0	-	
26 "	30,5	340	27 "	" "	-	-	
26 "	28,5	290	22 "	" "	34,5	-	
23 novembre "	49,5	-	5 janvier "	Zone III	50,5	1 600	
23 "	36,5	600	29 "	" "	-	600	
23 "	35,5	520	26 février "	Basse Vieille	35,5	-	
1 mai 1977	23,5	170	14 " 1978	Baie - Zone II	-	400	
4 "	26,5	230	21 janvier "	Ile de Ré	-	600	
26 "	21,0	130	15 février "	Baie - Zone II	27,0	-	
29 avril 1978	41,0	980	avril 1979	Pte de Brézellec	-	1 500	
9 novembre 1979	34,5	-	25 février 1981	Baie - Zone III	-	320	
9 "	37,0	-	19 mars 1980	" Zone II	37,5	-	
9 "	37,0	-	28 janvier "	Basse Vieille	37,0	530	
9 "	31,5	-	22 février "	Baie - Zone II	35,0	-	
9 "	33,0	-	1 mars "	" Zone III	-	300	
9 "	34,0	-	mars "	" "	-	-	
9 "	36,5	-	" "	" "	-	-	
18 mars 1980	32,5	-	16 mai "	Zone II	40,0	1 360	
19 "	40,5	-	6 janvier 1981	Zone III	45,0	1 100	
19 "	31,0	-	mars "	" "	35,0	450	
19 "	37,5	-	12 janvier "	" "	42,0	1 000	
20 "	32,5	-	12 décembre 1980	Sud Lesconil	-	600	
20 "	30,0	-	Janvier 1981	Baie - Zone III	32,0	400	
20 "	46,0	-	10 août 1980	" Zone II	57,0	2 000	
20 "	32,5	-	10 décembre "	Zone III	-	600	
21 "	36,0	-	15 janvier 1981	" "	42,0	-	

Tableau 142 - Positions des recaptures de plies marquées en baie de Douarnenez, de 1976 à 1980.

CAPTURE : BAIE - ZONE II			RECAPTURE				
DATE	L _T cm	P _{pg}	DATE	POSITION	L _T cm	P _{pg}	
9 novembre 1979	41,5	-	22 février 1980	Baie - Zone II	-	980	
9 " "	35,5	-	18 mars "	" "	-	-	
18 mars 1980	21,5	-	5 août "	" Zone III	31,0	300	
19 " "	31,0	-	30 juin "	Baie d'Audierne	-	-	
20 " "	31,0	-	19 mars 1981	Baie - Zone III	32,5	300	

Tableau 143 - Positions des recaptures de limandes marquées en baie de Douarnenez, de 1976 à 1980.



3. LES DEPLACEMENTS DE LA SOLE ET DE LA SOLETTE

■ Quatre soles sur 153 individus marqués ont été reprises, mais aucune sur les lieux du marquage (Tableau 144 ; Fig. 173 & 174).

Trois à cinq mois après leur capture, trois soles avaient gagné de plus grandes profondeurs sans toutefois sortir de la baie (Fig.174). La quatrième se trouvait en mer d'Iroise à trois milles au sud des Pierres Noires, sur des fonds de 70 mètres ; elle portait sa marque depuis quatre mois (Fig.173).

C A P T U R E : B A I E - Z O N E II			R E C A P T U R E			
DATE	L _T cm	P _{pg}	DATE	POSITION	L _T cm	P _{pg}
26 août 1976	40,0	-	2 février 1977	Baie - Zone III	40,0	640
26 " "	32,5	-	9 décembre 1976	" "	32,5	300
23 novembre "	29,5	-	27 février 1977	" "	29,5	-
2 octobre 1978	38,5	-	12 février 1979	Mer d'Iroise	40,0	800

Tableau 144 - Positions des recaptures de soles marquées en baie de Douarnenez, de 1976 à 1980.

■ Les marques à ancrage que nous avons utilisées ne semblaient pas adaptées aux jeunes solettes ; nous n'avons ainsi marqué que 93 individus. L'unique solette reprise devait être gênée par sa marque : elle avait peu grandi en seize mois (1 cm) et ne pesait que 70 g pour 22 cm de longueur totale (poids habituel : 100-110 g). Elle avait gagné les fonds de sable coquillier de la côte sud de la baie (Fig.174).

IV - DISCUSSION

Les mélanges de générations ne sont pas rares chez la Plie *P. platessa* dont les groupes 0, 1⁺, 2⁺ et même 3⁺ peuvent fréquenter les fonds d'une même nurserie. Les individus à croissance lente restent plus près de la côte que ceux à croissance rapide qui s'en éloignent les premiers (WIMPENNY, 1960). Jusqu'à leur première maturité sexuelle les jeunes plies se déplacent avec les saisons, vers la côte en été et vers le large en hiver. Les groupes 1⁺, 2⁺ et 3⁺ sont alors nettement distribués en fonction de leur taille et de leur âge : les plus petits individus se tiennent près de la côte et les plus grands plus au large (HILL, 1971). Peu de temps avant leur première reproduction, les plies les plus mûres se regroupent et migrent, indépendamment de leurs aînés, vers les aires de ponte en utilisant les courants de marées pour leur déplacement (DE VEEN, 1978 ; GREER-WALKER *et al.*, 1978 ; HARDEN-JONES *et al.*, 1979). En Manche les géniteurs de Plie se regrouperaient sur, au moins, cinq zones alignées dans l'axe du chenal (HOUGHTON et HARDING, 1976) ; 56 % de ces géniteurs viennent de la Mer du Nord et y retournent après la ponte. Certains, minoritaires, se déplacent vers la mer d'Irlande et la Mer Celtique.

Les flets matures sont aussi capables de grands déplacements, surtout au moment de la reproduction ; ils ne s'éloignent jamais beaucoup de la côte, mais peuvent parcourir de 40 milles à 370 milles en mer (HARTLEY, 1947). En dehors de la période de reproduction, les différents groupes d'âge cohabitent sur les mêmes fonds, en estuaire (SUMMERS, 1980).

La distribution des limandes jeunes et âgées près de la côte rappelle celle des plies : les mélanges de générations ne sont pas rares et les principaux rassemblements de géniteurs apparaissent au moment de la reproduction (POULSEN, 1933). Très opportunistes, les limandes n'effectuent pas de grands déplacements pour la recherche de leur nourriture (KÜHL, 1963 ; JÖNSSON, 1966 ; ARNTZ, 1971 ; LANDE, 1976).

Les jeunes turbots d'une taille inférieure à 30 cm se tiennent fréquemment à moins de 10 mètres de profondeur. En grandissant ils quittent leurs nurseries de sable fin et probablement à l'approche de leur première maturité

sexuelle gagnent de plus grands fonds. Certains individus matures reviennent parfois très près de la côte (à 10-20 mètres) pour se nourrir (RAE et DELVIN, 1972). Les prises de grands turbots sont occasionnelles et saisonnières, plus nombreuses au moment des concentrations de reproduction.

■ La distribution bathymétrique des groupes d'âge, souvent mise en évidence chez les poissons plats, se retrouve en baie de Douarnenez où nous distinguerons trois aires en fonction des distributions de tailles et de l'état sexuel des individus qui les fréquentent :

- Les nurseries : essentiellement intertidales, ce sont les estrans de sable fin des côtes nord, nord-est et est de la baie, où arrivent du printemps à la fin de l'été, pendant des durées variables dépendantes de l'espèce, les alevins métamorphosés de Plie, de Barbue, de Turbot et de Solette. Les jeunes s'y nourrissent activement des faunes endogée et vagile ; ils y séjournent deux ans au plus.

D'autres nurseries infralittorales parsèment la baie entière où grandissent les jeunes de Limande, de *Buglossidium*, de Sole et probablement aussi ceux d'Arnoglosses, de Sole panachée et de Limande-sole.

- Les aires d'engraissement où se rassemblent les jeunes immatures pendant quelque temps avant la première reproduction et où s'alimentent temporairement leurs aînés avant ou après la ponte. La bande côtière des sables fins comprise entre 0 et 15 mètres représente une de ces aires, la mieux localisée de la baie (zone II de notre étude). Son peuplement de Pleuronectiformes, identique en nature à celui des nurseries intertidales, est en majeure partie constitué d'individus n'ayant pas encore atteint leur première maturité sexuelle ; leur âge varie le plus souvent entre deux et trois ans. A ces jeunes immatures se mêlent, pendant quelques mois, des individus plus âgés dont la principale activité, révélée par le volume de leurs contenus stomacaux, est l'alimentation. La plupart de ces reproducteurs, et des immatures dans une moindre proportion, s'alimente toute l'année d'Invertébrés vivant sur les fonds de 15 à 35 mètres du centre de la baie (QUINIOU, 1978) qui peut donc dans son ensemble être considérée comme une aire d'alimentation.

- Les aires de ponte où se rassemblent les géniteurs à l'époque de la reproduction. Onze espèces, au moins, se reproduisent en baie de Douarnenez, sur les fonds de 15 à 35 mètres pour la plupart. Certaines, probablement très rares, pondent aussi à proximité des nurseries intertidales sur les aires d'engraissement de Plie et de Turbot ; c'est le cas de *Buglossidium luteum* qui se reproduit également en d'autres endroits de la baie.

Les trois aires principales du schéma d'HARDEN-JONES (l'aire de ponte, les nurseries, l'aire d'alimentation) se trouvent ainsi réunies en baie de Douarnenez pour au moins cinq espèces de poissons plats qui y bouclent leur cycle biologique : la Plie, la Limande, la Sole, la Solette et *Buglossidium luteum*. La réunion de ces trois aires sur une zone géographique si réduite entraîne des chevauchements et des superpositions inévitables qui font parfois coïncider, pour plusieurs espèces, les différentes aires entre elles. Il en est probablement de même pour les deux espèces d'Arnoglosses (*A. thori* et *A. laterna*), pour la Sole panachée, pour la Barbe et pour d'autres espèces plus rares dans nos captures (*M. kitt*, *Z. punctatus*). Pour le Turbot, la baie ne représente qu'une nurserie et une aire d'engraissement ; l'espèce se reproduirait en mer d'Iroise. Pour le Flet, elle ne constitue qu'une aire de ponte.

■ Les connaissances acquises sur la reproduction et la croissance des onze espèces de Pleuronectiformes de cette étude, leur distribution en baie de Douarnenez et le résultat des marquages, nous conduisent à formuler une hypothèse de déplacements où elles seraient réparties en quatre types ::

- Le "type Plie" (Fig.176) :

- Les aires d'alimentation des reproducteurs âgés, des jeunes reproducteurs et des immatures sont séparées ;
- Les adultes se reproduisent dans la baie ;
- Le développement embryonnaire et la métamorphose se réalisent dans la baie ;
- Les alevins métamorphosés gagnent les nurseries, essentiellement intertidales ;
- Les jeunes grandissent et atteignent leur première maturité sexuelle à proximité de l'aire de ponte.

Appartiendraient à ce type : la Plie *P. platessa* et la Limande *L. limanda*.

- Le "type Turbot" (Fig.177) :

- Les aires d'alimentation des reproducteurs et des immatures sont séparées ;
- Les adultes se reproduisent en dehors de la baie ;
- Le développement embryonnaire et la métamorphose se réalisent dans la baie ;
- Les alevins métamorphosés gagnent les nurseries uniquement intertidales de la baie ;
- Les jeunes ne grandissent pas à proximité de l'aire de ponte.

Appartiendraient à ce type : le Turbot *P. maxima* et la Barbe *S. rhombus*.

- Le "type Sole" (Fig.178) :

- Les aires d'alimentation des reproducteurs et des immatures sont séparées, peuvent se chevaucher ou coïncider temporairement ;
- Les adultes se reproduisent dans la baie ;
- Le développement embryonnaire et la métamorphose se réalisent dans la baie ;
- Les alevins métamorphosés gagnent les nurseries intertidales et infralittorales de la baie ;
- Les jeunes grandissent sur l'aire de ponte ou à proximité.

Appartiendraient à ce type : les Soleidae *S. vulgaris*, *S. lascaris*, *B. luteum* ; les Bothidae *A. thori*, *A. laterna*.

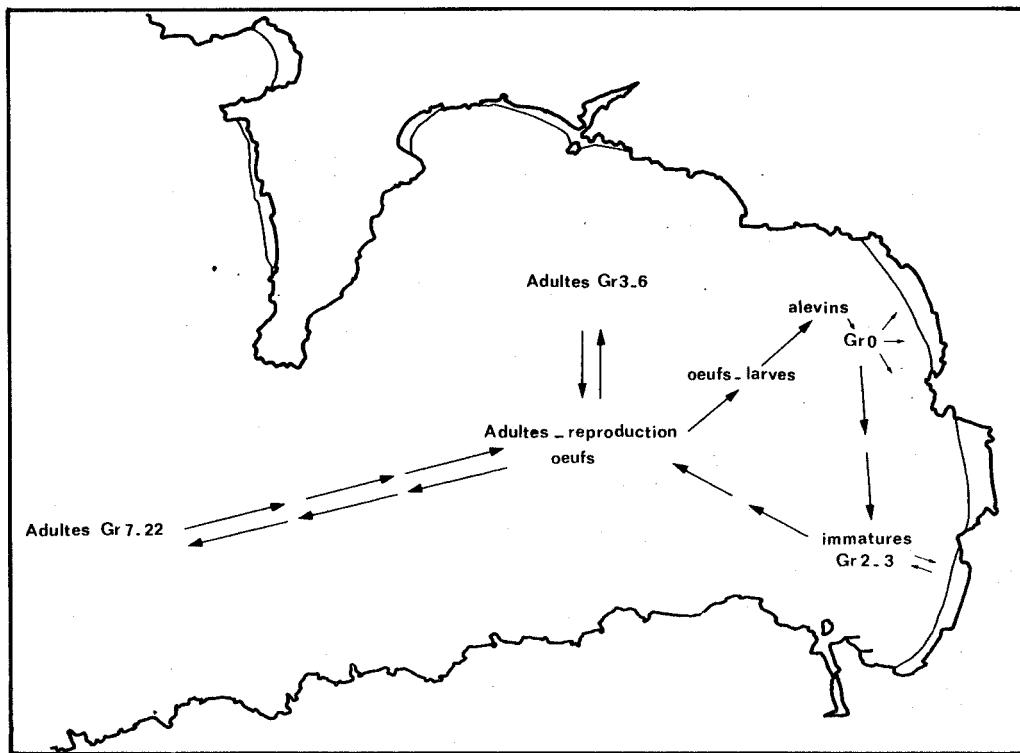


Fig. 176 - Schéma hypothétique de déplacements des poissons plats de "type Plie" en baie de Douarnenez.

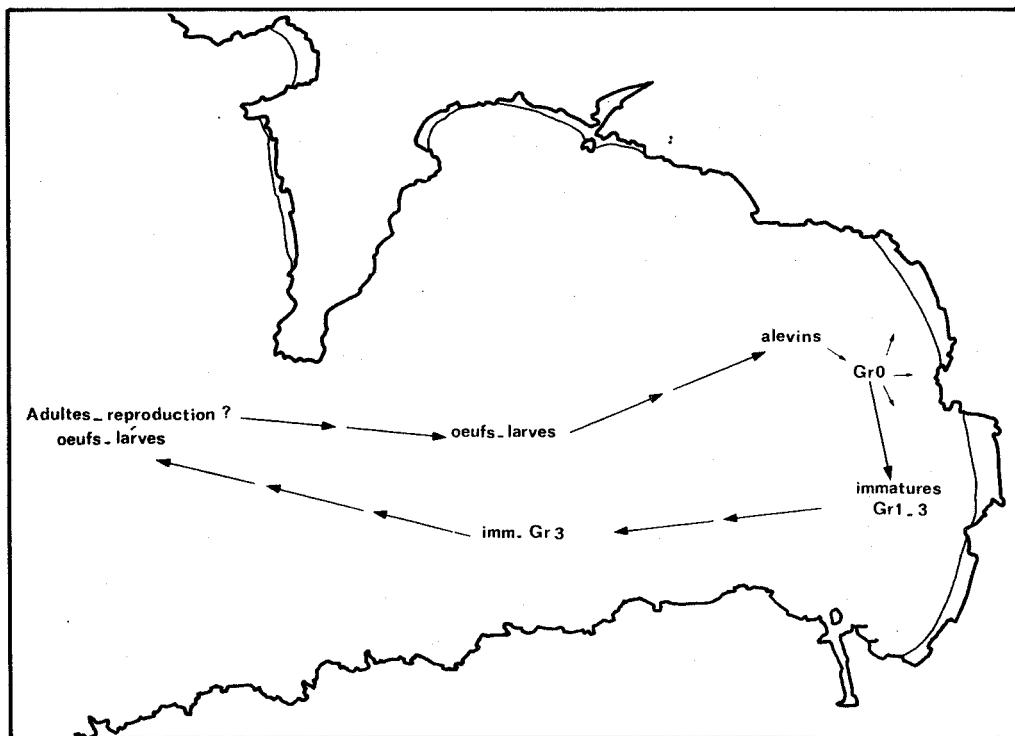


Fig. 177 - Schéma hypothétique de déplacements des poissons plats de "type Turbot" en baie de Douarnenez.

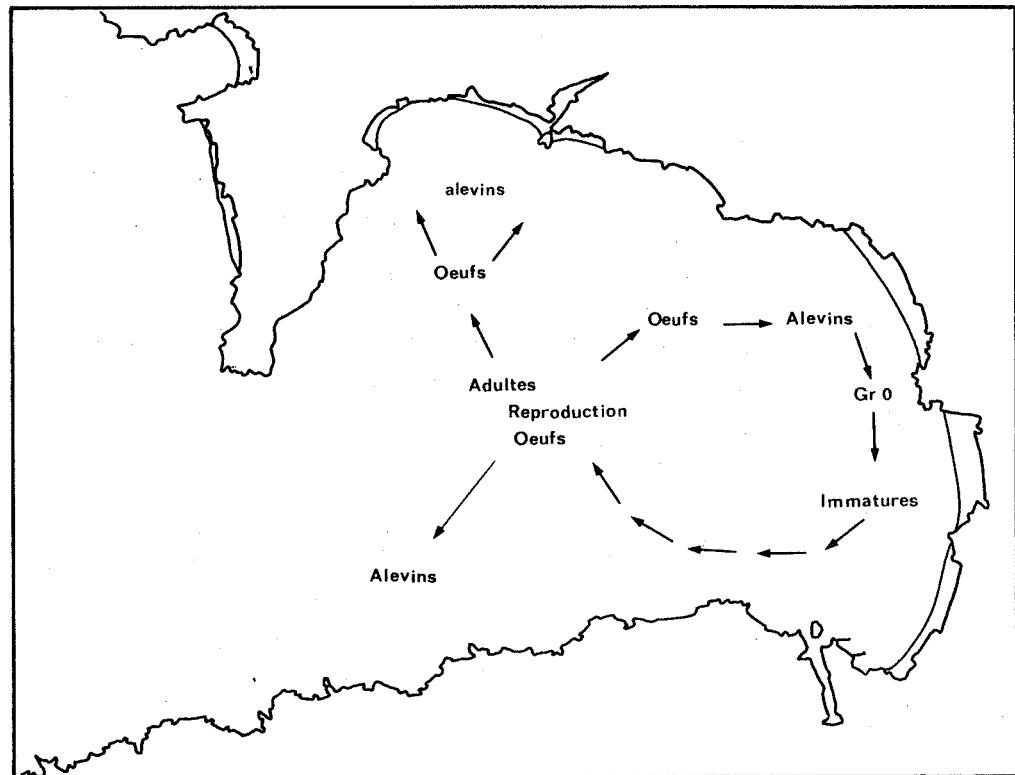


Fig. 178 - Schéma hypothétique de déplacements des poissons plats de "type Sole" en baie de Douarnenez.

- Le Flet *P. flesus flesus* représenterait, à lui seul, un quatrième "type" où (Fig.179) :

- Les aires d'alimentation des reproducteurs et des immatures coïncident (estuaires) ;
- Les adultes se reproduisent dans la baie ;
- Le développement embryonnaire et la métamorphose se réalisent dans la baie ;
- Les alevins métamorphosés gagnent les nurseries situées en estuaires ;
- Les jeunes grandissent et atteignent leur première maturité sexuelle en eaux saumâtres.

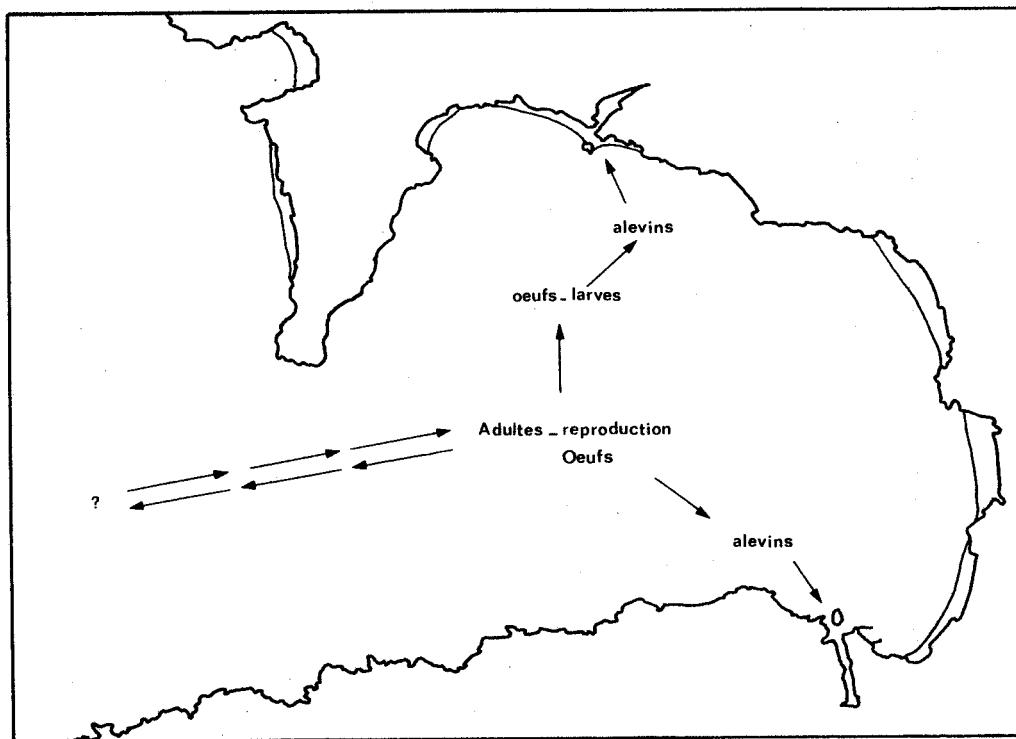


Fig. 179 - Schéma hypothétique de déplacements du Flet en baie de Douarnenez.

CONCLUSION



La faune ichthyologique de la baie de Douarnenez revêt un caractère composite qu'elle doit essentiellement à la situation géographique particulière de la péninsule armoricaine sur le plateau continental européen. En mer d'Iroise s'affrontent les eaux d'Atlantique et de Manche, se mêlent leurs faunes associées de Téléostéens où peuvent être distinguées trois catégories (LE DANOIS, 1913) :

1. Poissons répandus dans toutes les mers d'Europe ;
2. Poissons des mers septentrionales d'Europe (formes de l'Atlantique nord) ;
3. Poissons des mers méridionales d'Europe (formes méditerranéennes).

Les trois formes cohabitent en baie de Douarnenez ; la distinction en est particulièrement aisée et nette chez les Pleuronectiformes, dont la diversité donne à la baie un intérêt scientifique remarquable :

- La Barbe Scophthalmus rhombus, le Turbot *Psetta maxima*, le Flet *Platichthys flesus flesus*, la Sole *Solea vulgaris*, largement répandus dans toutes les mers européennes, y sont au centre de leur aire de distribution géographique.
- La Plie *Pleuronectes platessa*, la Limande *Limanda limanda*, la Limande-sole *Microstomus kitt*, la Sole de roches *Zeugopterus punctatus*, *Phrynorhombus regius* et *Phrynorhombus norvegicus*, formes septentrionales de l'Atlantique Nord, sont, en baie, proches de leur limite sud de répartition d'abondance. Certains y sont rares (*Phrynorhombus norvegicus*, *Phrynorhombus regius*), d'autres moins abondants dix ans auparavant y ont rapidement proliféré (*Limanda limanda*).
- Les Arnoglosses *Arnoglossus laterna*, *Arnoglossus thori*, *Arnoglossus imperialis*, la Solette *Solea lascaris*, la Sole panachée *Microchirus variegatus*, le Céteau *Dicologlossa cuneata* représentent en baie les formes méditerranéennes de

de Téléostéens qui fréquentent surtout les fonds de la Méditerranée où vivent le long des côtes d'Espagne, du Portugal et dans le Golfe de Gascogne. Ils sont ici proches de leur limite nord de répartition d'abondance. Certaines espèces ne sont pas rares (*Arnoglossus laterna*, *Solea laskaris*), d'autres ne sont qu'exceptionnelles (*Dicologoglossa cuneata*).

Les masses d'eau d'Atlantique et de Manche s'affrontent en mer d'Iroise ; les courants de marées particulièrement puissants deviennent les eaux de la rade de Brest vers celles de la baie de Douarnenez. A l'action de ces courants, convergents vers la baie, s'ajoutent celles de la houle et des vents qui jouent ici un rôle primordial dans la dissémination des espèces, mais aussi dans leur concentration. Ainsi, les œufs de Turbot *Psetta maxima*, probablement émis et fécondés en mer d'Iroise, se développent-ils en baie de Douarnenez comme ceux, d'autres espèces, produits sur place. La giration des courants propres à la baie, tout en y maintenant les œufs et les larves, en assure la dissémination vers les nurseries intertidales et infralittorales que gagnent les alevins métamorphosés.

L'hydrodynamisme d'Iroise, tout en facilitant la propagation des espèces vers la baie, en réduirait aussi la dispersion vers le large. La baie de Douarnenez et la rade de Brest forment en effet, avec la mer d'Iroise, un complexe hydrologique isolé, de mai à octobre, des eaux du large par le front interne de l'Iroise. Ce front thermo-halin limiterait par sa présence les déplacements d'œufs, de larves et d'adultes aux zones côtières de la rade, de la baie et de l'Iroise ; en son absence, se réaliseraient les passages de migrants venus du proche Atlantique et de la Manche vers la baie ou la rade, et inversement. Ces passages existent, nous l'avons vu, de la baie vers la mer d'Iroise et le plateau continental atlantique. De tels déplacements dans le complexe rade-baie expliqueraient le grand nombre de flets *Platichthys flesus flesus* présents, dans la baie de janvier à mars ; la majeure partie vivrait habituellement dans l'écosystème estuaire de la rade et ne viendrait dans la baie que pour se reproduire.

Les courants alternatifs de marées, les apports d'eau douce de l'Elorn et de l'Aulne, les pollutions urbaines et industrielles, ont peu favorisé l'installation et l'extension des populations de Pleuronectiformes en rade de Brest. L'ordre y est essentiellement représenté par des Soleidae (*Solea vulgaris*) et des Pleuronectidae (*Pleuronectes platessa*, *Platichthys flesus flesus*) dont la proportion dans les captures au chalut ne dépasserait pas 10 % (QUINIOU, comm. pers.). Soles, plies et flets vivent ici sur des fonds de sable, localement érodés, ou de vase à laquelle se mêlent des débris phycogènes et coquilliers. Les poissons plats ont en revanche trouvé en baie de Douarnenez un substrat, favorable à leur implantation, formé de sables et de graviers peu pollués par les agglomérations qui ont conservé leurs activités artisanales originelles. Ils entrent pour 82 % dans les captures au chalut.

L'inégalité des connaissances sur les Pleuronectiformes qui vivent ou transitent en baie de Douarnenez justifiait, à elle seule, notre intervention dans la baie. Le volume d'informations scientifiques disponibles allant fréquemment de pair, pour les poissons, avec leur valeur commerciale ou leur abondance, les poissons plats commercialisés étaient aussi les mieux connus. Nous n'avions ainsi que peu d'éléments nouveaux à apporter à la connaissance générale de la reproduction et de la croissance de la Plie *Pleuronectes platessa*, du Turbot *Psetta maxima* ou de la Sole *Solea vulgaris*. Nos apports prendront en revanche une autre dimension pour les espèces moins bien connues que sont la Limande *Limanda limanda*, le Flet *Platichthys flesus flesus*, la Sole panachée *Microchirus variegatus*, mais surtout pour celles très peu connues, les Arnoglosses *Arnoglossus thori*, *A. laterna*, *A. imperialis*, la Solette *Solea lascaris*, la Barbe *Scophthalmus rhombus* et *Buglossidium luteum*.

Les seize espèces de poissons plats de la baie méritaient notre attention : à notre connaissance, elles n'y avaient pas été étudiées. La plupart de ces espèces font actuellement l'objet d'exploitation en pêches ou de tentatives d'élevage ; concentrées en baie de Douarnenez, elles fournissent aux études fondamentales et appliquées un matériel aisément accessible toute

l'année. D'autres, dépourvues de valeur commerciale, forment en baie des peuplements dont l'intégrité n'est que faiblement altérée par les activités de pêche, artisanales et saisonnières. Le grand nombre d'individus capturables en facilite l'étude qui, loin d'être dénuée d'intérêt, apporte sa contribution à la bonne connaissance des poissons plats côtiers.

Les douze espèces étudiées ne se reproduisent qu'une fois dans l'année ; leurs modalités de maturation et de ponte permettent de les scinder en trois groupes dont les périodes de ponte (courte, moyenne ou longue) s'établissent en hiver, au printemps et en été.

Les jeunes, tous issus d'oeufs pélagiques, trouvent en baie des conditions physiques et trophiques optimales pour leur croissance. Les croissances linéaire et pondérale observées chez les immatures et les reproducteurs permettent de placer la baie de Douarnenez parmi les meilleures zones d'engraissement de poissons plats des côtes européennes.

Onze espèces de poissons plats se reproduisent, s'alimentent et croissent sur les 230 km² de la baie de Douarnenez qui doit être considérée comme l'une des plus grandes aires de ponte du littoral armoricain. La plupart de ces espèces y réalisent la totalité de leur cycle biologique, d'autres n'y viennent que pour pondre et s'alimenter.

La production de jeunes poissons plats de la baie n'enrichit pas seulement ses propres peuplements, mais aussi ceux du littoral avoisinant pour lesquels elle joue le triple rôle d'aires de ponte, d'alimentation et de nurserie.

L'exploitation artisanale et réglementée de la baie de Douarnenez ménage les populations de poissons plats qui restent saines et équilibrées. Les chalutages hivernaux, s'ils soustraient de la baie des jeunes et des reproducteurs, n'en déséquilibrent pas pour autant les structures démographiques où s'intègrent, dans des proportions normales, des individus de tous

les groupes d'âge. Une telle exploitation, indispensable pour des raisons sociales et économiques, sans porter préjudice au stock de Pleuronectiformes, peut stimuler la croissance et la fécondité des espèces qui réagissent ainsi à l'effort de pêche (DE VEEN, 1976). Cet effort, dans le cas particulier de la baie de Douarnenez, doit toutefois être maintenu à un niveau relativement bas ; l'exploitation doit rester artisanale pour que persiste l'équilibre actuel. Toute modification importante devra être nécessairement précédée d'une étude de dynamique indispensable à une gestion rationnelle du stock.

Les atouts nécessaires sont réunis en baie de Douarnenez pour que vive la petite pêche artisanale et côtière. Il appartient aux pêcheurs et aux organismes locaux d'en faire bon usage pour que soit conservée cette richesse locale de notre patrimoine littoral. Sa sauvegarde, comme celle de leur métier, passeront nécessairement par le respect des cycles biologiques des espèces exploitées, celui des reproducteurs et des jeunes, par la protection de l'environnement et des nurseries, éléments fragiles journalement menacés.



BIBLIOGRAPHIE



BIBLIOGRAPHIE

- A ABRAMSON N.J., 1971 - Computer programs for fish stock assesment.
F.A.O. Fish. Tech. Pap. 101 Pag. var.
- ARBAULT S. & LACROIX BOUTIN N., 1969 - Epoques et aires de ponte des poissons téléostéens du golfe de Gascogne en 1965-1966 (oeufs et larves).
Rev. Trav. Inst. Pêches Marit. 33(2) : 181-202.
- ARNTZ W.E., 1971 - Die nahrung der kliesche (*Limanda limanda* (L.) in der Kieler Bucht.
Ber. dt. wiss. Komm. Meeresforsch 22 : 129-183.
- B BAGENAL T.B., 1966 - The ecological and geographical aspects of the fecundity of the plaice.
J. mar. biol. Ass. U.K., 46 : 161-186.
- BANARESCU P., BLANC M., GAUDET J.L. & HUREAU J.C., 1971 - European inland water fish. A multilingual catalogue.
F.A.O. Fish. news (Books) LT.D. 188 p.
- BAUCHOT R. & BAUCHOT M.L., 1978 - Coefficient de condition et indice pondéral chez les Téléostéens.
Cybium 3ème série 4 : 3-16.
- BERR A.G., 1970 - Ichthyonymie bretonne. Tome 1 : Statistiques et systématique, Université de Bretagne Occidentale, 134 p.
- BERTALANFFY L.Von., 1938 - A quantitative theory of organic growth.
Human Biology 10(2) : 181-213.
- BERTIN L., 1929 - Faune ichthyologique de l'Atlantique Nord.
Classif. 1938. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.
- BERTIN L., 1958 - L'appareil digestif des Poissons. In Grassé, Traité de Zoologie (Anatomie, Systématique, Biologie) - Agnathes et Poissons : Anatomie, éthologie, systématique, t. XIII, II : 926-1812
- BINI G., 1968 - Atlante dei pesci della coste italiane.
Mondo Sommerso ed. Vol. VIII. 45 p.
- BLACKER R.W., 1974 - Recent advances in otolith studies. In "Sea Fisheries Research" : 67-90 Harden Jones Ed., Elek Sc. Lond. : 510 p.
- BLACKER R.W., 1975 - Stereoscan observations of a plaice otolith.
J. Cons. int. Explor. Mer 36(2) : 184-187.

BOUGIS P., 1952 - Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.).
Arch. Zool. Exp. et Gen., 89(2) : 57-174.

BOWERS A.B., 1966 - Marine fish culture in Britain. VI. The effect of the acclimatization of adult plaice to pond conditions on the viability of eggs and larvae.
J. Cons. perm. int. Explor. Mer 30(2) : 196-203.

BOWERS A.B. & JONG WHA LEE, 1971 - The growth of plaice in Laxey bay (Isle of Man).
J. Cons. Int. Explor. Mer 34(1) : 43-50.

BROTHERS E.B., MATHEWS C.P. & LASKER R., 1976 - Daily growth increments in otoliths from larval and adult fishes.
Fish. Bull., 74(1) : 8 p.

C CADENAT J., 1936 - Sur les stades jeunes de quelques poissons de chalut de la côte de Mauritanie.
Rev. Trav. Inst. Pêches Marit. IX Fasc. 3, n°3.

CADENAT J., 1937 - Recherches systématiques sur les poissons littoraux de la côte occidentale d'Afrique.
Rev. Trav. Inst. Pêches Marit. X Fasc. 4, n° 40.

CHABANAUD P., 1949 - Téléostéens dissymétriques.
Mémoires de l'Inst. Royal des Sciences Naturelles de Belgique.
Res. Scient. "Mercator" 4(1) : 1-102.

CHAINE J. & DUVERGIER J., 1934 - Recherches sur les otolithes des poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta des téléostéens.
Act. Soc. Linn. Bordeaux 86(1) : 1-254.

CHAINE J. & DUVERGIER J., 1935 - Recherches sur les otolithes des poissons. Etude descriptive et comparative de la sagitta des téléostéens.
Act. Soc. Linn. Bordeaux 87 : 1-242.

CHASSE C. & GLEMAREC M., 1976 - Atlas des fonds meubles du plateau continental du Golfe de Gascogne.
Cartes biosédimentaires. I.C.A. Brest.

CHESNEY E.J. (Jr.) & IGLESIAS J., 1979 - Seasonal distribution, abundance and diversity of demersal fishes in the inner Ria de Arosa, Northwest Spain.
Estuar. and Coast. Mar. Sc. 8 : 227-239.

CLOFNAM 1873 - Catalogue des poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée.
Vol. I Ed/Red. Hureau J.C. & Monod T.H. Unesco. Paris.

COLLIGNON M.M.J., ROSSIGNOL M. & ROUX Ch., 1957 - Mollusques, Crustacés, Poissons marins des côtes d'A.E.F.
O.R.S.T.O.M. 370 p.

CONAN G. & FRIHA M., 1979 - Impact des pollutions par hydrocarbures de l'"AMOCO-CADIZ" sur la croissance des soles et des plies dans les abers du nord de la Bretagne.
Cons. int. Explor. Mer CM 1979/E : 54 : 22 p.

D DAGET J., 1972 - Lois de croissance linéaire et pondérale. Mortalités, structures démographiques. *Doc. Sc. Centre de Pointe Noire, ORSTOM, nouvelle série*, 28 : 21-57

DAGET J. & LE GUEN J.C., 1975 - Les critères d'âge chez les Poissons. In "Problèmes d'écologie. La démographie des populations de Vertébrés", Masson ed. : 253-289

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

DE CLERCK R., 1974 - Growth of juvenile soles off the Belgian coast.
Annls. biol. Copenh., 29 : 165 p.

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

DENIEL C., 1973 - Nutrition et croissance du jeune turbot *Scophthalmus maximus* L. (Téléostéens - Bothidae).
Thèse 3e cycle. Univ. Bret. Occidentale Brest : 149 p.

DE VEEN J.F., 1969 - Recent changes in growth and fecundity in the common sole in the Eastern North sea.
Int. Counc. for the Explor. of the Sea. CM 1979/F 21 : 8 p.

DE VEEN J.F., 1970 - On some aspects of maturation in the common sole *Solea solea* (L.).
Ber. Dt. Wiss. Komm. Meeresforsch., 21 : 78-91.

DE VEEN J.F., 1976 - On changes in some biological parameters in the North sea sole (*Solea solea* L.).
J. Cons. int. Explor. Mer, 37(1) : 60-90.

DE VEEN J.F., 1978 - On selective tidal transport in the migration of North sea plaice (*Pleuronectes platessa*) and other flatfish species.
Neth. Journ. of Sea Res., 12(2) : 115-147.

DIETRICH G., 1950 - Die anormale Jarheschwankung der wärmeinhalts im Englischen Kanal, ihre Ursachen und Auswirkungen.
Deutsche Hydrographische Zeitschrift. Vol. 3, n° 3-4 : 181-201.

DOLLFUS Ph., 1955 - Première contribution à l'établissement d'un fichier ichthyologique du Maroc atlantique, de Tanger à l'embouchure de l'Oued Dra.
Trav. Inst. Scient. Chérif. : 226 p.

- E EDWARDS R. & STEELE J.H., 1968 - The ecology of O group plaice and common dabs at Loch Ewe. I. Population and food.
J. Exp. mar. Biol. Ecol., 2 : 215-238.
- F FABRE-DOMERGUE P. & BIETRIX E., 1905 - Développement de la sole (*Solea vulgaris*). Introduction à l'étude de la pisciculture marine.
Trav. Lab. Zool. Marit. Concarneau : 247 p.
- F.A.O., 1973 - Fiches d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire - Zone de pêche 37.
F.A.O. Rome.
- FOREST A., 1974 - Contribution à l'étude de la biologie et de la pêche du céteau, *Dicologoglossa cuneata* (Moreau) dans le sud du Golfe de Gascogne.
Thèse spécialité. Univ. Aix-Marseille : 114 p.
- FOREST A., 1975 - Le céteau *Dicologoglossa cuneata* (Moreau) : sa biologie et sa pêche dans le sud du Golfe de Gascogne.
Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 39(1) : 5-62.
- FROST A.G., 1925-1930 - A comparative study of the otoliths of the Neopterygian fishes.
Ann. Mag. Nat. Hist., 9, 10.
- FURNESTIN J., DARDIGNAC J., MAURIN C., VINCENT A., COUPE R. & BOUTIERE H., 1958 - Données nouvelles sur les poissons du Maroc atlantique.
Rev. Trav. Inst. Scient. Techn. Pêches Marit., XXII, 4 : 383-493.
- G GIBSON R.N., 1973 - The intertidal movements and distribution of young fish on a sandy beach with special reference to the plaice (*Pleuronectes platessa* L.).
J. exp. mar. Biol. Ecol., 12 : 79-102.
- GIBSON R.N., 1975 - A comparison of field and laboratory activity patterns of juvenile plaice.
Proc 9th Europ. mar. biol. Symp. : 13-28.
- GILIS Ch., 1966 - La limande *Limanda limanda* de la côte belge.
Cons. Perm. Int. Explor. Mer CM 1966/C : 1 : 10 p. (non publié).
- GREER WALKER M., HARDEN JONES F.R. & ARNOLD G.P., 1978 - The movement of plaice (*Pleuronectes platessa*) tracked in the open sea.
J. Cons. int. Explor. Mer 38(1) : 58-86.

- GUILLOU A., 1978 - Biologie et niveau d'exploitation des stocks de langoustine, de merlu, des baudroies et de sole dans le proche atlantique. *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, 42(1-2) : 115-151.
- GUILLOU J., 1980 - Les peuplements de sables fins du littoral nord-gascogne. *Thèse de Doct. 3e cycle. Univ. de Bretagne Occidentale* : 209 p.
- H HAMOU-TAHRA J., 1977 - Croissance et fécondité de *Callionymus lyra* en baie de Douarnenez. *Rapp. DEA Océano. Biol. Univ. de Bretagne Occidentale* : 53 p.
- HARDEN-JONES F.R., 1970 - Fish migration. *Ed. Arnold (Pub.) Ltd. Lond.* : 325 p.
- HARDEN-JONES F.R., ARNOLD G.P. & GREER WALKER M., 1979 - Selective tidal stream transport and the migration of plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Southern North sea. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 38(3) : 331-337.
- HARTLEY P.H.T., 1947 - Observations on flounders *Pleuronectes flesus* (L.) marked in the estuaries of the Tamar and Lynher. *J. mar. Biol. Ass. U.K.*, 27 : 53-64.
- HICKLING C.G., 1931 - The structure of the otolith of the hake. *Q. J. microsc. Sci.*, 74 : 547-561.
- HILL H.W., 1971 - Seasonal movement of young plaice in the North-East Irish Sea. *Fish. Invest. Ser. 2 Vol. 16, 7* : 24 p.
- HINSCHBERGER F., 1970 - L'Iroise et les abords d'Ouessant et de Sein. Etude de morphologie et de sédimentologie sous-marines. *Thèse de Doct. d'Etat. Univ. de Caen* : 309 p.
- HOAR W.S., 1957 - The gonads and reproduction : 287-321. In "The physiology of fishes" Vol. I *Metabolism* Brown M.E. Ed. Ac. Press : 447 p.
- HOUGHTON R.G. & HARDING D., 1976 - The plaice of the English Channel : spawning and migration. *J. Cons. Int. Explor. Mer*, 36(3) : 229-239.
- HTUN-HAN M., 1975 - The effects of photoperiod on maturation in the dab *Limanda limanda* (L.). *Ph. D. Thesis. Univ. of East Anglia U.K.* : 107 p.

- I IRIE T., 1957 - On the forming season of annual rings (opaque and translucent zones) in the otoliths of several marine Teleosts.
J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 1 : 311-317.
- IRIE T., 1960 - The growth of the fish otolith.
J. Fac. Fish. Anim. Husb. Hiroshima Univ., 3 : 203-221.
- J JENSEN A.C., 1965 - A standard terminology and notation for otolith age readers.
I.C.N.A.F. Res. Bull., 2 : 5-7.
- JONES A., 1970 - Some aspects of the biology of the turbot *Scophthalmus maximus* L. with special reference to feeding and growth in the juvenile stage.
Ph D. Thesis Univ. East Anglia : 145 p.
- JONES A., 1972 - Studies on egg development and larval rearing of turbot *Scophthalmus maximus* L. and brill, *Scophthalmus rhombus* L., in the laboratory.
J. mar. biol. Ass. U.K., 52 : 965-986.
- JONES A., 1973 - Ecology of young turbot (*Scophthalmus maximus* L.) at Borth, Cardiganshire, Wales.
Jour. of Fish. Biology, 5 : 367-383.
- JONES A., 1974 - Sexual maturity, fecundity and growth of the turbot *Scophthalmus maximus* L.
J. mar. biol. Ass. U.K., 54 : 109-125.
- JONSSON G., 1966 - Contribution to the biology of the dab *Limanda limanda* L. in Icelandic waters.
Rit Fishkideild 4(3) : 1-36.
- K KENNEDY M., FITZMAURICE P. & CHAMP T., 1973 - Pelagic eggs of fishes taken on the Irish coast.
Irish Fish. Invest., ser B, 8 : 23 p.
- KUHL H., 1963 - Über die Nahrung der Scharbe (*Limanda limanda* L.).
Arch. Fisch. Wiss. 14(1-2) : 8-17.
- KUIPERS B., 1973 - On the tidal migration of young plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the Wadden Sea.
Neth. Jour. of Sea Res., 6(3) : 376-388.
- KYLE H.M., 1913 - Flat-fishes.
Rep. Danish Ocean. Exped. 1908-1910. t. II : 1-150.

- L LAGARDERE F., 1975 - Biologie du céteau *Dicologoglossa cuneata* (Moreau).
Ethologie alimentaire.
Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 39(1) : 63-103.
- LAGARDERE F., DECAMPS P. & QUERO J.C., 1979 - Découverte le long des côtes de la Charente Maritime d'une population de *Solea senegalensis* Kaup, 1858 (Soleidae, Pleuronectiformes).
Ann. Soc. Sci. nat. Charente-Maritime, 6(6) : 563-572.
- LAHAYE J., 1972 - Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes.
Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 36(2) : 191-207.
- LAHAYE J., 1979 - Les cycles sexuels chez les poissons marins.
Séminaire Inst. Océano. Paris : 19 p.
- LAMONT J.M., 1967 - Plaice investigations in Scottish waters. 2. Age, composition and growth.
Mar. Res., 3 : 51 p.
- LANDE R., 1976 - Food and feeding habits of the dab (*Limanda limanda* (L.)) in Borgenfjorden, north Trondelag, Norway.
Norw. J. Zool., 24 : 225-230.
- LE DANOIS E., 1913 - Contribution à l'étude systématique et biologique des poissons de la Manche Occidentale.
Thèse de Doctorat. Paris. Masson ed. : 214 p.
- LEE C.K.C., 1972 - The biology and population dynamics of the common dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea.
Ph. D. Th. Univ. of East Anglia : 105 p.
- LE FEVRE J. & GRALL J.R., 1970 - On the relationships of *Noctiluca* swarming off the Western coast of Brittany with hydrological features and plankton characteristics on the environment.
J. exp. mar. Biol. Ecol., Vol. 4 : 287-306.
- LE GUEN J.C., 1976 - Utilisation des otolithes pour la lecture de l'âge des Scianidés intertropicaux. Marques saisonnières et journalières.
Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Oceanogr. Vol. XIV, 4 : 331-338.
- LOCKWOOD S.J., 1974 - The settlement, distribution and movements of O.group plaice *Pleuronectes platessa* (L.) in Filey Bay, Yorkshire.
J. Fish. Biol., 6 : 465-477.
- LOWESTEIN O., 1957 - The sense organs : the accounto latralis system
In : "The physiology of fishes" 2 : 155-186.
Brown M.E. ed. Acad. press. : 526 p.
- LOZANO REY D.L., 1960 - Pesces fisoclistos.
Mem. de la Real Acad. de Ciencias de Madrid. T. XIV 3e partie : 613 p.

- M MØLLER-CHRISTENSEN J., 1964 - Burning of otoliths, a technique for age determination of soles and other fish.
J. Cons. perm. int. Explor. Mer., 29 : 73-81.
- MUSS B.J. & DAHLSTROM P., 1964 - Guide des poissons de mer et pêche : poissons de la mer du Nord, de la Baltique et de l'Atlantique.
Delachaux et Niestlé ed., : 244 p.
- N NEWTON A.W & ARMSTRONG D.W., 1974 - A note on the fecundity of the lemon sole.
Int. Counc. for the Explor. of the Sea CM 1974/F 34 : 9 p.
- NORMAN J.R., 1934 - A systematic monograph of the flatfishes (*Heterosomatidae*) Vol. I : *Psettodidae, Bothidae, Pleuronectidae*.
British Museum Lond., 459 p.
- O OMORI M., 1975 - A study on the production ecology of demersal fishes in Sendai Bay. II. Interspecific relationships concerning habitat and food.
Bull. of Japanese Soc. of Scient. Fish., 41(6) : 615-629.
- OVIATT C.A. & NIXON S.W., 1973 - The demersal fish of Narragansett Bay : an analysis of community structure, distribution and abundance.
Estuar. and coast. Mar. Sc., 1 : 361-378.
- P PADOA E., 1956 - Uova, larve e stadi giovanili di Teleostei. Ordre : *Heterosomata* : 783-877.
Fauna e flora del Golfo di Napoli. St. Zool. di Napoli ed. : 1063 p.
- PANNELLA G., 1971 - Fish otoliths : daily growth layers and periodical patterns.
Wash. D.C. 173 : 1124-1127.
- PANNELLA G., 1974 - Otolith growth patterns : An aid in age determination in temperate and tropical fishes. In : "The ageing of fish".
Bagenal T.B. ed. : 28-39. *Unwin brothers L.t.d., Surrey* : 234 p.
- PINGREE R.D. & GRIFFITHS D.K., 1978 - Tidal fronts on the shelf seas around the British Isles.
Jour. of Geophysical Res., Vol. 83, n° C9 : 4615-4622.
- POLL M., 1947 - Poissons marins.
Faune de Belgique - Musée Royal d'Hist. Nat. de Belgique ed. : 452 p.
- POULSEN E.M., 1933 - Biology of the dab in Danish waters.
Rep. Dan. Biol. Stn., 38 : 9-30.

- Q QUINIOU L., 1978 - Les poissons démersaux de la baie de Douarnenez. Alimentation et écologie.
Thèse de Doct. 3ème cycle. Univ. de Bretagne Occidentale : 222 p.
- R RAE B.B., 1965 - The lemon sole.
Fish. News (Books) Ltd. : 106 p.
- RAE B.B. & DELVIN S.D.E., 1972 - The turbot, its fishery and biology in scottish area.
Dept of Agric. and fish. for Scotland Mar. Res., n° 1 : 27 p.
- RAILLARD J., 1977 - Quelques aspects de la structure thermique sur le plateau continental breton.
Ann. hydrographiques ser. 5, 5, fasc. 2, n° 757 : 11-30.
- RAUCK G., 1974 - The arrival of different groups of young plaice in the German Wadden sea.
Sonderdruck aus Bd., 23, 3 : 273-288.
- RILEY J.D., 1973 - Movements of 0 group plaice *Pleuronectes platessa* L. as shown by latex tagging.
J. Fish. Biol., 5 : 323-343.
- RUSSEL F.S., 1976 - The eggs and planktonic stages of British marine fishes.
Ac. Press. Lond., : 400 p.
- S SARDOU J., 1970 - Périodes de ponte de quelques Téléostéens dans la région de Villefranche/Mer.
Jour. d'Etud. Planet. Monaco C.I.E.S.M. : 141-145.
- SCHNAKENBECK W., 1930 - Faune ichthyologique de l'Atlantique Nord - Fiches 383-385.
Classif. 1938 Cons. Perm. int. Explor. Mer.
- Service hydrographique et Océanographie de la Marine 1974 - Courants de marée en Iroise n° 554.
- SIMPSON A.C., 1949 - Notes on the occurrence of fish eggs and larvae in the Southern Bight of the North Sea during the winter of 1947-48.
Annls biol., Copenh., 5 : 90-97.
- SIMPSON A.C., 1951 - The fecundity of the plaice.
Fish. Invest. Lond., 17(5) : 3-27.

- SIMPSON A.C., 1959a - The spawning of the plaice in the North sea.
Fish. Invest. Lond. ser. 2, 22(7) : 111 p.
- SIMPSON A.C., 1959b - The spawning of the plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Irish sea.
Fishery Invest. Lond., ser. 2, 22(18) : 30 p.
- SORBE J.C., 1972 - Ecologie et éthologie alimentaire de l'ichthyofaune chalutable du plateau continental Sud-Gascogne.
Thèse Doct. 3ème cycle. Univ. Aix-Marseille : 125 p.
- STEELE J.H. & EDWARDS R.R.C., 1970 - The ecology of O group plaice and common dabs in Loch Ewe. IV. Dynamics of the plaice and dab populations.
J. exp. mar. Biol. Ecol., 4 : 174-187.
- STRUHSAKER P. & UCHIYAMA J.H., 1976 - Age and growth of the nehu *Stolephorus purpureus* (Pisces : Engraulidae), from the hawaiian islands as indicated by daily growth increments of sagitta.
Fish. Bull., 74(1) : 9-17.
- SUMMERS R.W., 1980 - The diet and feeding behaviour of the flounder *Platichthys flesus* (L.) in the Ythan estuary, Aberdeenshire, Scotland.
Estuar. and Coastal Mar. Sc. II : 217-232.
- T TOULEMONT A., 1972 - Influence de la nature granulométrique des sédiments sur les structures benthiques - Baies de Douarnenez et d'Audierne (Ouest - Finistère).
Cah. Biol. Marine T.XIII : 91-136.
- W WEATHERLEY A.H., 1972 - Growth and ecology of fish populations.
Acad. Press. Lond., : 293 p.
- WHEELER A., 1969 - The fishes of the British Isles and north-west Europe.
Mac Millan ed. Lond., : 529 p.
- WILLIAMS T. & BEDFORD B.C., 1973 - The use of otoliths for age determination : 114-123. In "The ageing of fish". *Bagenal T.B. Ed. Unwin Brothers Ltd* : 234 p.
- WINPENNY R.S., 1960 - Young plaice hauls off the English east coast.
Fish. Invest. ser. 2, Vol. 23, 1 : 1-20.
- WINBERG G.G., 1960 - Rate of metabolism and food requirements of fishes.
Fish. Res. Bd. Canada 194 : 202 p.



