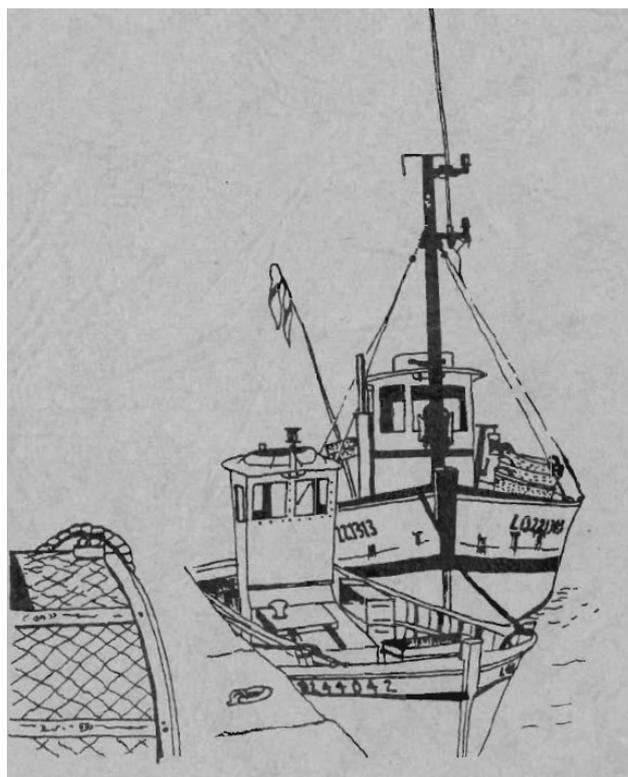


Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

La pêcherie du tourteau *Cancer pagurus* sur les cotes de Bretagne Sud : déplacements, croissance, reproduction

Par Anne Le Foll



Université de Bretagne Occidentale

1982

A V A N T - P R O P O S

Il m'est agréable d'adresser mes plus vifs remerciements à toutes les personnes qui ont participé à la réalisation de ce travail.

Madame Le Professeur J. LAHAYE m'a accueillie dans son laboratoire au début de cette étude pour me permettre de m'initier aux techniques histologiques. Je lui exprime ici toute ma gratitude pour les conseils qu'elle m'a prodigués lors de la rédaction de cette thèse.

Les connaissances de Monsieur Ph. GROS du Centre Océanologique de Bretagne me furent très précieuses, notamment pour la réalisation du chapitre "Croissance". Je le remercie très vivement pour son aide, ses conseils et ses encouragements.

Monsieur G. DE KERGARIOU m'a accueillie très gentillemeent au laboratoire de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes de la Trinité Sur Mer. Il a bien voulu m'accorder sa confiance en me proposant ce sujet. Je lui exprime ici tous mes remerciements.

Ma reconnaissance va également au Professeur H. CHARNIAUX-COTTON de l'Université Pierre et Marie Curie qui m'a fait bénéficier de sa grande compétence concernant l'histologie de la Reproduction chez les Crustacés. Ses conseils et commentaires qu'elle m'a prodigués avec beaucoup de gentillesse et de clarté, m'ont été très utiles pour la rédaction d'une partie de cette étude.

Je tiens à remercier Monsieur Le Professeur A. LUCAS de m'avoir acceptée au D.E.A. d'océanographie biologique de Brest. Je lui suis très reconnaissante de l'honneur qu'il me fait en participant au jury.

Je remercie Monsieur J. AUDOUIN, Directeur de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes de la Trinité Sur Mer, qui m'a autorisée à préparer cette thèse dans son centre.

Je ne saurais oublier l'aide que m'ont apportée Monsieur G. CONAN lorsqu'il était au centre océanologique de Bretagne et Monsieur Y. CADIOU du centre de Calcul de Nantes.

J'adresse également mes remerciements très sincères :

à D. LATROUITE, I. AUTISSIER, P. CAMUS dont les critiques, conseils et commentaires m'ont été fort utiles,

à C. RIBLER, S. CLAUDE, D. PERODOU pour la collaboration qu'ils m'ont apportée au cours de cette étude,

aux pêcheurs qui m'ont acceptée à bord de leurs bateaux en particulier P. HARNOIS, J.C. CLOAREC, J. LE HIREZ, J. BERTIN.

à H. TREBAOL et M.N. DENIEL qui ont assuré avec compétence et gentillesse la présentation dactylographique de ce mémoire,

à l'ensemble du personnel de l'Atelier Offset de l'Université de Bretagne Occidentale pour l'impression de cet ouvrage,

à mon mari et mes enfants pour l'aide morale qu'ils m'ont apportée.

THESE

présentée

A L'UNIVERSITE DE BRETAGNE OCCIDENTALE

pour l'obtention

DU DOCTORAT DE 3^{ÈME} CYCLE

Spécialité : Océanographie

Mention : Biologie

par

ANNE LE FOLL



LA PECHERIE DU TOURTEAU *CANCER PAGURUS*

SUR LES COTES DE BRETAGNE SUD :

DEPLACEMENTS - CROISSANCE - REPRODUCTION

Soutenue le 30 novembre 1982 devant la Commission d'examen :

Mesdames J. LAHAYE

Président

H. CHARNIAUX-COTTON

Messieurs A. LUCAS

Examineurs

P. GROS

G. DE KERGARIOU

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1952-53

1. 1952-53

2. 1953-54

3. 1954-55

4. 1955-56

5. 1956-57

6. 1957-58

7. 1958-59

1959-60

8. 1959-60

9. 1960-61

10. 1961-62

11. 1962-63

SOMMAIRE

| | Pages |
|---|-------|
| AVANT - PROPOS | |
| INTRODUCTION | 1 |
| CHAPITRE I : DESCRIPTION DE LA PECHERIE | 7 |
| A - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES CONCERNANT LA BRETAGNE SUD | 10 |
| 1. ZONES ET SAISONS DE PECHE | 10 |
| 2. MODE ET ENGINS DE PECHE | 10 |
| 3. LA FLÔTTILLE ET SON EVOLUTION | 15 |
| 4. SITUATION ACTUELLE : EFFORT DE PECHE ET RENDEMENT | 17 |
| 5. APPORTS ET COMMERCIALISATION | 19 |
| 6. REGLEMENTATIONS | 21 |
| B - LA PECHERIE ETUDIEE | 24 |
| 1. CARACTERISTIQUES DE LA PECHERIE EXPLOITEE PAR LES LORIENTAIS | 24 |
| 2. METHODE D'ECHANTILLONNAGE | 26 |
| 3. COMPOSITION DES CAPTURES | 31 |
| 3.1. Secteur des Birvideaux | 31 |
| 3.1.1. <i>Le sex-ratio</i> | 31 |
| 3.1.2. <i>Taille moyenne des captures</i> | 35 |
| 3.1.3. <i>Taille moyenne de la fraction commercialisable</i> | 43 |
| 3.1.4. <i>Rendements</i> | 43 |
| 3.2. Autres secteurs prospectés | 46 |
| C - CONCLUSION | 50 |

| | |
|---|----|
| CHAPITRE II : LES DEPLACEMENTS DU TOURTEAU : MISE EN EVIDENCE | 53 |
| A - METHODES D'ETUDE | 55 |
| 1. RECOLTE DES ECHANTILLONS | 57 |
| 2. TECHNIQUES DE MARQUAGES | 57 |
| 2.1. Technique d'Edwards "suture-tag" | 60 |
| 2.2. Technique de type Gundersen "toggle-tag" | 61 |
| 3. OPERATION DE MARQUAGE EN VIVIER | 64 |
| 4. IMMERSION DES INDIVIDUS MARQUES | 65 |
| B - RESULTATS | 65 |
| 1. MORTALITE CONSECUTIVE AUX MARQUAGES | 65 |
| 2. TENUE DE LA MARQUE | 67 |
| 3. COMPARAISON DE DEUX METHODES DE MARQUAGE | 68 |
| 4. RECAPTURES DES TOURTEAUX MARQUES | 69 |
| 4.1. Secteur de Lorient | 69 |
| 4.2. Secteur d'Auray et de Vannes | 78 |
| C - DISCUSSION - CONCLUSION | 78 |
| CHAPITRE III - BIOMETRIE ET CROISSANCE | 85 |
| A - BIOMETRIE | 85 |
| 1. DEFINITION | 85 |
| 2. METHODE D'ETUDE | 85 |
| 2.1. Allométrie et régression | 87 |
| 2.2. Comparaison des droites de régression | 87 |

| | |
|---|--------|
| 3. RESULTATS | 88 |
| 3.1. Relation longueur-largeur | 88 |
| 3.2. Relation taille-poids | 91 |
| 3.2.1. Comparaison des relations taille/poids obtenues en octobre-février-juin | 92 |
| 3.2.2. Comparaison des relations taille/poids entre mâles et femelles durs | 95 |
| B - CROISSANCE | 98 |
| 1. GENERALITES A PROPOS DES MANIFESTATIONS EXTERNES DU PROCESSUS DE MUE | 98 |
| 1.1. Processus de mue | 98 |
| 1.2. Cycle de mue : critères de détermination des stades d'intermue chez <i>Cancer pagurus</i> | 100 |
| 1.3. Facteurs intervenant sur la mue | 100 |
| 2. MATERIELS ET METHODES | 102 |
| 2.1. Choix des méthodes d'étude | 102 |
| 2.1.1. Distribution de fréquence d'un caractère mesurable | 102 |
| 2.1.2. Fréquence des animaux "mous" | 103 |
| 2.1.3. Marquage - Recapture | 103 |
| 2.1.4. Elevage | 105 |
| 2.1.4.1. Récolte des juvéniles | 105 |
| 2.1.4.2. Techniques d'élevage | 106 |
| 2.2. Expression mathématique de la croissance | 107 |

| | |
|--|---------|
| 2.2. Etude histologique des appareils reproducteurs | 152 |
| 2.2.1. <i>Techniques histologiques</i> | 152 |
| 2.2.2. <i>Examen histologique de l'ovaire</i> | 152 |
| 2.2.2.1. Données bibliographiques - Déroulement de l'ovogénèse | 152 |
| 2.2.2.2. Structure et fonctionnement de l'ovaire des femelles juvéniles | 155 |
| 2.2.2.3. Structure et fonctionnement de l'ovaire des femelles pubères | 159 |
| 2.2.2.4. Conclusion | 160 |
| 2.2.3. <i>Description histologique du testicule</i> | 160 |
| 2.2.3.1. Généralités | 160 |
| 2.2.3.2. Différents stades de la spermatogénèse chez <i>Cancer pagurus</i> | 161 |
| B - PROCESSUS DE LA REPRODUCTION | 165 |
| 1. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES : RAPPROCHEMENT SEXUEL - COPULATION - PONTE - | 165 |
| 1.1. Rapprochement sexuel | 165 |
| 1.2. Copulation | 165 |
| 1.3. Ponte | 167 |
| 2. METHODES D'ETUDE | 167 |
| 3. RESULTATS | 171 |
| 3.1. Période de ponte | 171 |
| 3.1.1. <i>Variation saisonnière du rapport gonado-somatique</i> | 171 |
| 3.1.1.1. Définition du paramètre | 171 |
| 3.1.1.2. Evolution du paramètre | 171 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.2. <i>Variations saisonnières du pourcentage des stades sexuels</i> | 173 |
| 3.2. Période d'éclosion | 175 |
| 3.2.1. <i>Variations saisonnières du pourcentage de femelles portant des coques embryonnaires</i> | 175 |
| 3.2.2. <i>Note sur les aires d'éclosion</i> | 176 |
| 4. CONCLUSION | 177 |
| C - REPRODUCTION ET GESTION DU STOCK | 179 |
| 1. DETERMINATION DE LA TAILLE A LA PREMIERE MATURETE | 179 |
| 1.1. Maturité femelle | 179 |
| 1.1.1. <i>Développement ovarien</i> | 179 |
| 1.1.2. <i>Présence de bouchons spermatiques</i> | 181 |
| 1.2. Maturité mâle | 183 |
| 1.3. Discussions - Conclusions | 184 |
| 2. LA FECONDITE | 185 |
| 2.1. Introduction | 185 |
| 2.2. Matériel et méthodes | 186 |
| 2.2.1. <i>Echantillons</i> | 186 |
| 2.2.2. <i>Méthode de mesure</i> | 186 |
| 2.2.3. <i>Méthode de calcul</i> | 186 |
| 2.3. Résultats | 187 |
| 2.4. Conclusion | 190 |
| CONCLUSION GENERALE | 193 |

INTRODUCTION

INTRODUCTION

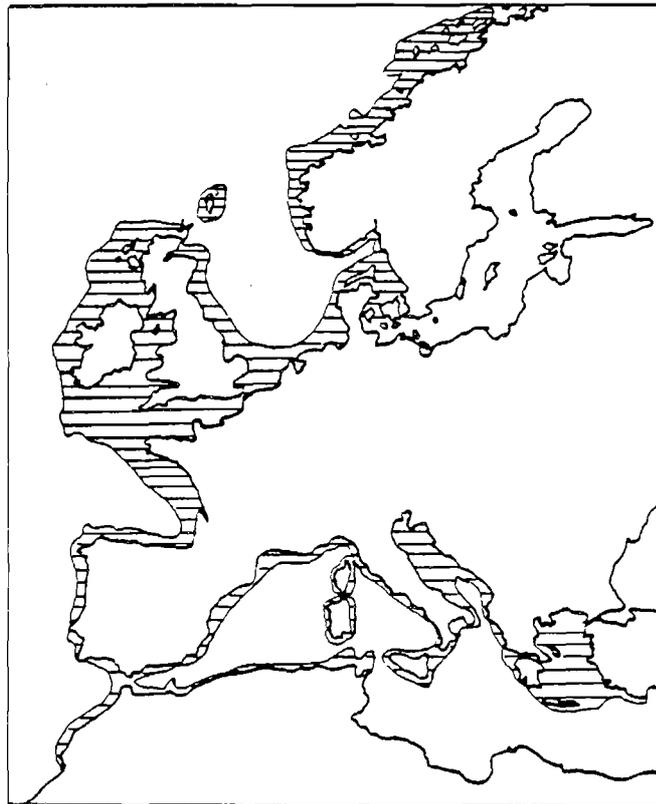
Le Tourteau *Cancer pagurus* Linné est un Crustacé Décapode Brachyoure de la famille des Cancéridés. On le trouve de la Norvège à la Grèce mais il est surtout abondant sur le littoral Nord Ouest de l'Europe (carte 1). La principale zone de production est la Manche où pêchent les flottilles bretonnes et anglaises. Ces principaux pays producteurs sont, comme l'indique le tableau 1, le Royaume Uni et la France assurant chacun plus de 40 % du total européen suivis par la Norvège qui fournit 10 % des captures.

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 |
|-----------------------|-------|--------|--------|--------|
| <u>Royaume Uni</u> | 9 290 | 10 440 | 11 690 | 11 030 |
| - Angleterre + Galles | 6 900 | 7 800 | 9 310 | 8 500 |
| - Ecosse | 2 390 | 2 640 | 2 380 | 2 530 |
| - Nord Irlande | 2 | 2 | 6 | 6 |
| France | 8 700 | 10 400 | 11 510 | 10 840 |
| Norvège | 2 350 | 2 565 | 2 720 | 2 140 |
| Irlande | 950 | 910 | 1 470 | 970 |
| Belgique | 220 | 215 | 210 | 180 |
| Pays Bas | 80 | 70 | 70 | 70 |
| Suède | 60 | 65 | 80 | 70 |
| R.F.A. | 20 | 40 | 20 | 20 |
| Espagne | | 30 | 30 | 10 |

Tableau 1 : Production de Tourteau en Europe.

Tonnages annuels (en tonnes).

Source: Annuaire statistique des pêches de la F A O (1980)



Carte 1 : Répartition géographique du Tourteau (*Cancer pagurus*).

D'après les chiffres officiels de la Marine Marchande, la production française pour l'année 1980 s'est élevée à 9 866 tonnes; soit une valeur de 72,9 millions de francs. Cette même année le Tourteau représentait parmi les Crustacés 34 % du tonnage débarqué, soit 17 % en valeur.

La pêche aux Tourteaux constitue, depuis quelques années, une ressource importante pour les bateaux de pêche artisanale dans de nombreux ports de la Manche et de l'Atlantique.

Les caseyeurs se sont progressivement consacrés à cette espèce pour faire face à la diminution des ressources en homards et en langoustes. Malgré le caractère récent de cette orientation de l'effort de pêche vers le Tourteau, il a été mis en évidence une chute de rendement dans certains secteurs, entraînant des modifications du mode d'exploitation, un éloignement des zones de pêche, des reconversions, etc... Il convient donc, dès à présent, de mettre en oeuvre une politique de gestion des stocks pour assurer une utilisation rationnelle de cette ressource et maintenir son exploitation à un niveau optimal. Cette gestion de stock nécessite la définition d'un modèle de rendement et suppose de connaître :

- la biologie du Tourteau : croissance, taux de mortalité, recrutement
- le tonnage réellement prélevé (captures) et les moyens mis en oeuvre dans ce but (effort de pêche)
- la structure démographique et la répartition géographique.

Le prélèvement annuel sur le stock dépend de l'effet combiné d'au moins cinq facteurs :

- niveau de recrutement,
- taux de mortalité naturelle,
- schéma de croissance,
- âge de première capture,
- taux d'exploitation.

A long terme, la meilleure productivité sera obtenue en faisant correspondre le taux d'exploitation et le maximum de renouvellement naturel du stock.

La France, contrairement aux autres pays producteurs - en Angleterre, il existe depuis des années des données précises sur les pêcheries du Tourteau - ne dispose pas actuellement d'informations suffisantes permettant de tirer des conclusions sur l'état des stocks exploités. Les données recueillies au cours de l'enquête 1980-1981 par le CORPECUM (Comité Régional des Pêches et Cultures Marines en Bretagne) et en particulier les informations fournies sur l'évolution de l'effort de pêche et les rendements ont permis de dresser un premier bilan de la situation de cette pêche en Bretagne.

Le présent travail confié par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes complète le dossier du CORPECUM en fournissant les données biologiques, éléments de base nécessaires à l'élaboration d'une véritable gestion. Il présente les résultats obtenus en laboratoire et sur le terrain après deux années d'étude. Cette dernière étant limitée dans le temps, ce document est incomplet, les études entreprises devront être poursuivies durant plusieurs années. Toutefois, elles fournissent déjà des informations de base concernant la pêcherie côtière de Bretagne Sud (distribution de l'espèce, répartition spatio-temporelle, migration) et une estimation des paramètres biologiques : croissance et reproduction.

CHAPITRE I

DESCRIPTION DE LA PÊCHERIE

La Bretagne Sud est caractérisée par sa pêcherie côtière qui s'étend de la Baie d'Audierne à l'embouchure de la Loire, à l'intérieur de l'isobathe des 100 mètres. Elle est exploitée par des bateaux des Quartiers du Guilvinec, de Concarneau, de Lorient, d'Auray et de Saint-Nazaire.

A - DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES CONCERNANT LA BRETAGNE SUD

1. ZONES ET SAISONS DE PECHE

Le Tourteau vit sur différents types de fonds (rocheux, sableux, sablo-vaseux) depuis la zone de basse mer jusqu'à une profondeur de 200 mètres au large. Localement abondant, il est devenu la cible principale des flottilles de caseyeurs.

La pêche est pratiquée sur une période s'étendant d'avril à octobre. Ces limites varient sensiblement suivant les années et dépendent des conditions météorologiques, des rendements et des autres espèces pêchées (homards, araignées, crevettes, coquilles St-Jacques). Le transfert de l'effort de pêche d'une espèce sur une autre dépend de la rentabilité des divers métiers. La pêche à la crevette rose (*Leander serratus*) devient plus rentable que celle du Tourteau en automne, la période de transition dépendant du temps.

2. MÔDE ET ENGIN DE PECHE

Les crabes sont essentiellement pêchés dans des casiers appâtés et disposés en filières. Cependant quelques chalutiers ramènent également du Tourteau. Une soixantaine de chalutiers de Gâvres et de Port-Louis par exemple pêchent dans toute la zone comprise entre Groix et Belle-Ile. Leurs apports en Tourteaux pour l'année 1980 ont été évalués à 35 tonnes, c'est-à-dire 7 % de la production du Quartier de Lorient (CORPECUM). Pour l'ensemble de la Bretagne, l'apport des chalutiers est estimé à 4 % de la production totale. Il est important également de noter l'augmentation des captures par les filets à soles ces dernières années dans toute la Bretagne Sud. Le tonnage sera dans ce cas difficile à chiffrer car il n'y a que les pinces à être commercialisées.

Les casiers : (Pl. 1, photos A, B, C)

Les casiers appartiennent à la catégorie d'engins de pêche appelés pièges. La majorité d'entre eux est de fabrication artisanale. Ils peuvent être cylindriques, cubiques, hémisphériques ou hémicylindriques. Les armatures, initialement en lattes de bois de châtaignier, sont progressivement remplacées par des armatures plastiques recouvertes de filets. Le passage du casier en bois au casier en plastique (d'origine anglaise) se fait progressivement. Une estimation du pourcentage de ces types montre que 61 % sont en plastique en Bretagne Nord (du Quartier de St-Malo au Quartier d'Audierne) contre 19 % en Bretagne Sud (du Quartier du Guilvinec au Quartier de Saint-Nazaire). Les casiers hémicylindriques munis de 1 à 2 kilogrammes de lest, en filet plastique sur armature en bois, sont les plus couramment employés en Bretagne Sud. Le maillage réglementaire du filet est de 40 mm de côté.

Les filières :

Le nombre de casiers par filière est fonction de la place disponible sur le pont du bateau, de la profondeur de pêche et de la stratégie envisagée. Les petits bateaux en disposent de 150 en moyenne grésés en filière de 10 à 30. Les plus grosses unités en ont entre 350 à 600, mouillés en filière de 40 à 60. (Fig. 1).

La distance entre chaque casier est fonction de l'engin de relevage (treuil, cabestan). L'équipement des bateaux, resté traditionnel jusqu'à ces dernières années, tend à évoluer par acquisition de vire-casier hydraulique et utilisation du système de radio navigation (Toran) qui facilite le repérage des filières.

L'appât ou boette :

Dans la pêche aux Crustacés, le choix de l'appât est fonction de l'espèce recherchée, et du prix de cette boette.

Le Tourteau se pêche avec un appât frais. Les espèces les plus employées sont : le chinchard, le grondin, les déchets de raie et de lotte, les

PLANCHE 1 : Différents types de casiers utilisés pour la pêche
aux Tourteaux sur les côtes de Bretagne Sud.

A : Casier type conquétois

Matériaux : armature plastique , couverture : lattes et filet

Dimensions du casier :

longueur : 0,70 m

largeur : 0,50 m

hauteur : 0,40 m

diamètre du goulot : 0,25 m

B : Casier conquétois

Matériaux : armature métallique , couverture : filet nylon

Dimensions du casier :

longueur : 0,65 m

largeur : 0,50 m

hauteur : 0,40 m

diamètre du goulot : 0,25 m

C : Casier type "barrique"

Matériaux : armature bois , couverture : filet

Dimensions du casier :

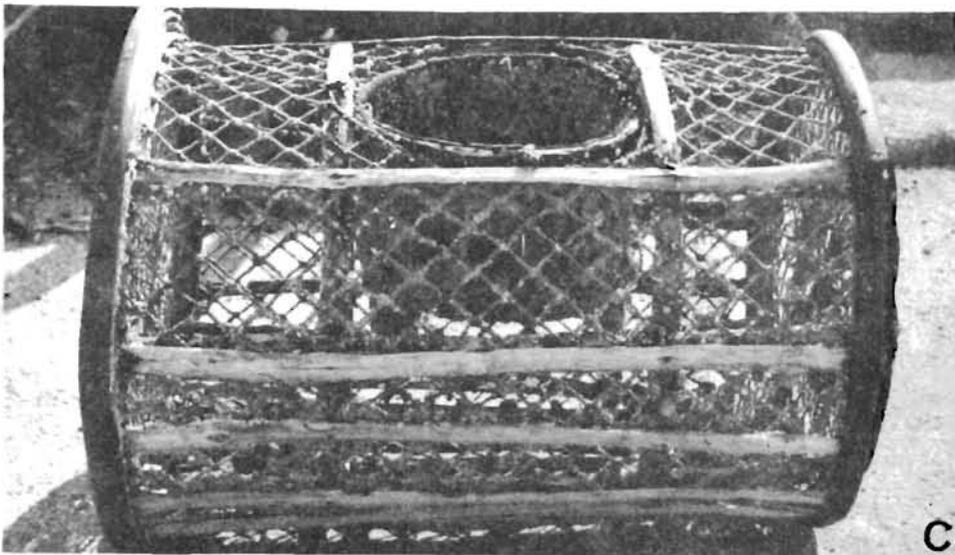
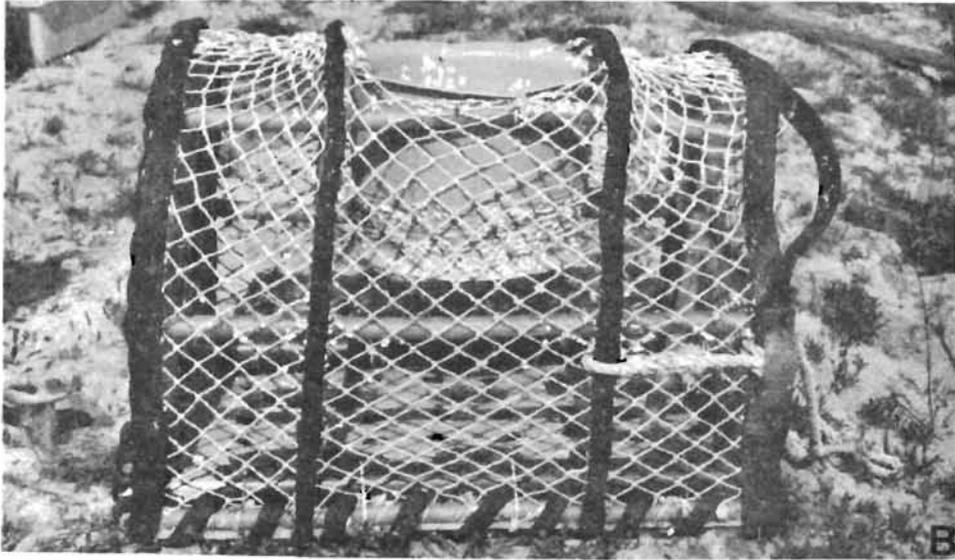
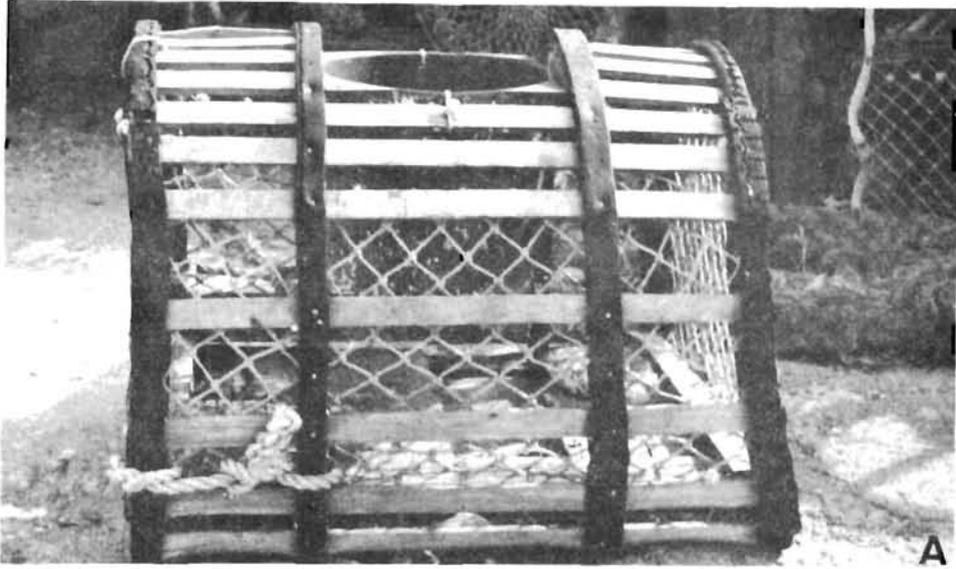
longueur : 0,70 m

largeur : 0,50 m

hauteur : 0,50 m

diamètre du goulot : 0,25 m

PLANCHE 1



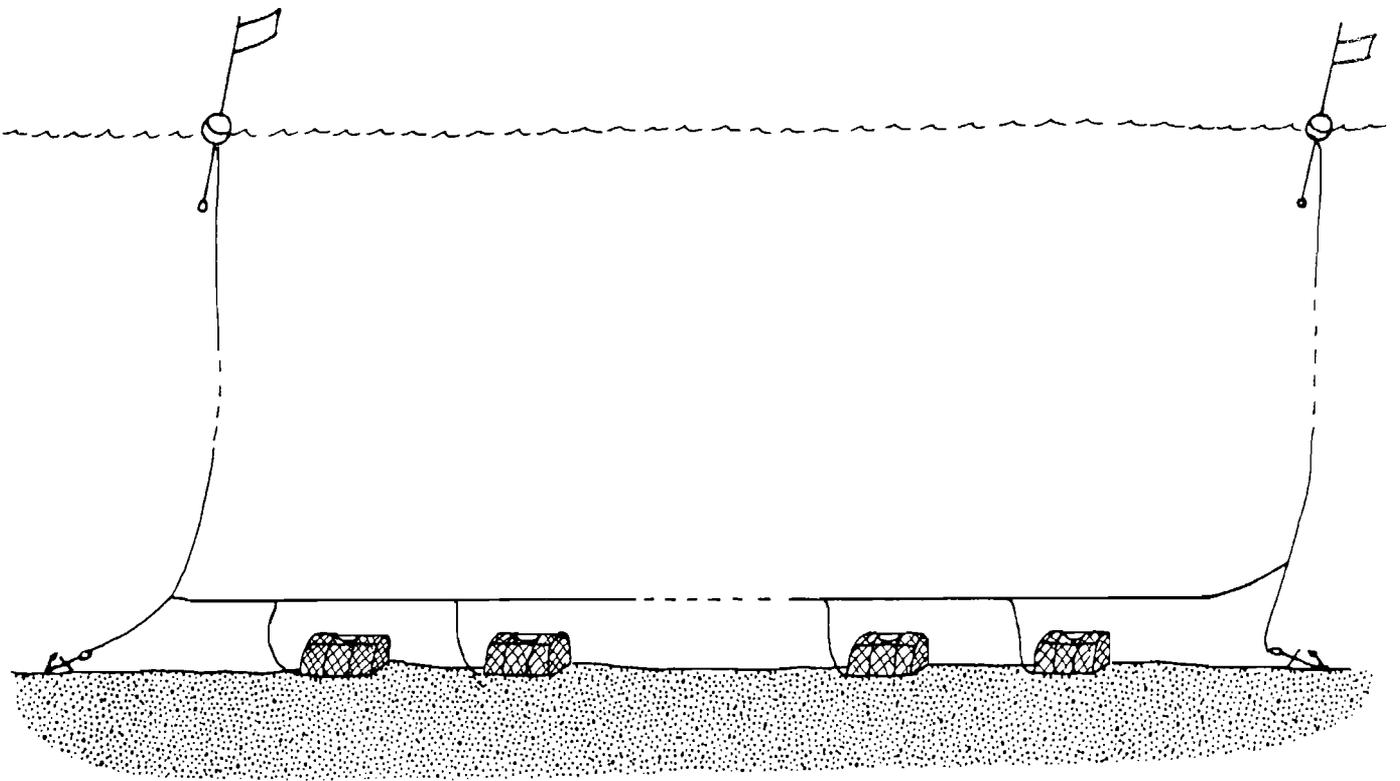


Figure 1 : Position de la filière sur le fond

requins, le congre, le tacaud. Les caseyeurs la pêchent rarement eux-mêmes. La plupart l'achète auprès des mareyeurs ou des chalutiers (lorientais).

Les techniques de boettage sont très variées. En Bretagne sud l'appât est, soit placé dans une poche grillagée, soit enfilé sur un fil de nylon ou de fer. L'ensemble étant ensuite amarré à l'intérieur du casier.

3. LA FLOTTILLE ET SON EVOLUTION

En Bretagne Sud, la pêche aux Crustacés est une activité artisanale. La flottille est composée essentiellement de petites unités d'une jauge inférieure à 8 tonneaux (Tableau 2). Celle-ci constitue 90 % de l'effectif. La principale caractéristique de cette flottille côtière est sa polyvalence. Le Guilvinec est le seul Quartier à posséder un bateau de jauge supérieure à 30 tonneaux.

| QUARTIER | FLOTTILLE (Nombre d'unités) | | | | TOTAL |
|--------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-------|
| | 0-7,9 Tx | 8-17,9 Tx | 18-29,9 Tx | Sup. 30 Tx | |
| Le Guilvinec | 58 | 2 | 3 | 1 | 64 |
| Concarneau | 80 | 3 | 1 | - | 84 |
| Lorient | 37 | 9 | 2 | - | 48 |
| Auray | 76 | 12 | 3 | - | 91 |
| Vannes | 49 | - | - | - | 49 |
| St-Nazaire | 35 | 2 | - | - | 37 |
| TOTAL | 335 | 28 | 9 | 1 | 373 |
| POURCENTAGE | 89,8 | 7,5 | 2,4 | 0,3 | 100 |

TABLEAU 2 - Composition de la flottille en Bretagne sud (source CORPECUM). 1980

Les bateaux de 8 à 30 tonneaux ne représentent que 10 % de l'effectif et se distinguent surtout par leur zone de pêche. Ceux du Guilvinec vont pêcher le Tourteau soit en Baie d'Audierne, soit dans les parages de l'île de



Sein. Les autres unités de même tonnage sont réparties dans cinq centres : Lorient, Houat, Belle-Ile, Le Croisic et Concarneau. Leur zone de pêche se situe généralement entre 5 et 10 milles de la côte.

Le nombre de bateaux est resté stable de 1970 à 1980 dans les Quartiers du Guilvinec, de Concarneau et de Lorient. On note cependant un renouveau des unités de jauge supérieure à 8 Tx à Lorient, et une disparition de celles supérieures à 40 Tx au Guilvinec. Les flottilles d'Houat et du Croisic se sont développées depuis 1970, celles de Belle-Ile se sont accrues entre 1970 et 1973 et régressent légèrement depuis.

N.B. : Pour la majorité des autres Quartiers bretons (Tableau 3), nous trouvons une plus grande diversité dans la flottille. Les bateaux pêchant dans le "demi-large" jaugeant de 8 à 30 tonneaux et les bateaux de pêche "au large" supérieurs à 30 tonneaux, représentant respectivement 24,3 % et 4,8 % de l'effectif. La pêche du tourteau "au large" : Manche, Mer d'Irlande, Golfe de Gascogne, est assurée par 31 bateaux de jauge supérieure à 29 tonneaux, répartis entre les Quartiers de Paimpol (5), Morlaix (17), Brest (1) et Camaret (8).

| QUARTIER | FLOTTILLE (Nombre d'unités) | | | | TOTAL |
|--------------|-----------------------------|-----------|------------|------------|-------|
| | 0,7,9 Tx | 8-17,9 Tx | 18-29,9 Tx | Sup. 30 Tx | |
| Saint-Malo | 36 | 23 | 12 | - | 71 |
| Saint-Brieuc | 56 | 34 | 1 | - | 91 |
| Paimpol | 129 | 32 | 7 | 6 | 174 |
| Morlaix | 97 | 10 | 4 | 17 | 128 |
| Brest | 132 | 19 | 8 | 1 | 160 |
| Camaret | 15 | 1 | - | 8 | 24 |
| Douarnenez | 6 | - | 5 | - | 11 |
| Audierne | 33 | 12 | 5 | 2 | 52 |
| TOTAL | 504 | 131 | 42 | 34 | 711 |
| POURCENTAGE | 70,9 | 18,4 | 5,9 | 4,8 | 100 |

TABLEAU 3 - Composition de la flottille des Quartiers de Saint-Malo à Audierne (source CORPECUM). 1980

4. SITUATION ACTUELLE : EFFORT DE PECHE ET RENDEMENT

En Bretagne Sud l'orientation de l'effort de pêche vers le Tourteau est récente et fait suite à une diminution des rendements en homards, araignées et langoustes. Sur toute la zone, l'effort de pêche* a augmenté depuis 1970 de 4 à 7 % par bateau et par an. Le nombre de casiers par Quartier est donné dans le tableau 4 et l'évolution de l'effort de pêche et des rendements des caseyeurs du Quartier de Lorient sur la figure 2.

En 1980, les captures ont encore augmenté avec l'effort de pêche, et les rendements pour 100 casiers sont restés globalement stables. En 1981, la situation est restée bonne dans les Quartiers de Lorient, Auray et Saint-Nazaire, mais une chute importante du rendement a été notée au Guilvinec et à Concarneau. Il est fort probable que si cet effort continue à augmenter, des difficultés apparaîtront sur l'ensemble du secteur.

| QUARTIER | NOMBRE DE CASIERS |
|--------------|-------------------|
| Le Guilvinec | 10 650 |
| Concarneau | 13 000 |
| Lorient | 8 500 |
| Auray | 14 540 |
| Vannes | 7 500 |
| St-Nazaire | 5 000 |

TABLEAU 4 - Nombre de casiers dans les 6 Quartiers de Bretagne Sud (source CORPECUM).

Les rendements sont affectés par plusieurs facteurs :

- les conditions météorologiques : une mer agitée est favorable à la pêche. La houle "déterre" le crabe qui entre alors dans le casier. Les vents de suroît et de terre ou un temps orageux contribueraient également à augmenter les rendements.

Ces observations recueillies auprès des professionnels peuvent toutefois être contradictoires suivant les secteurs prospectés.

* l'unité d'effort de pêche est donnée en jours casiers.

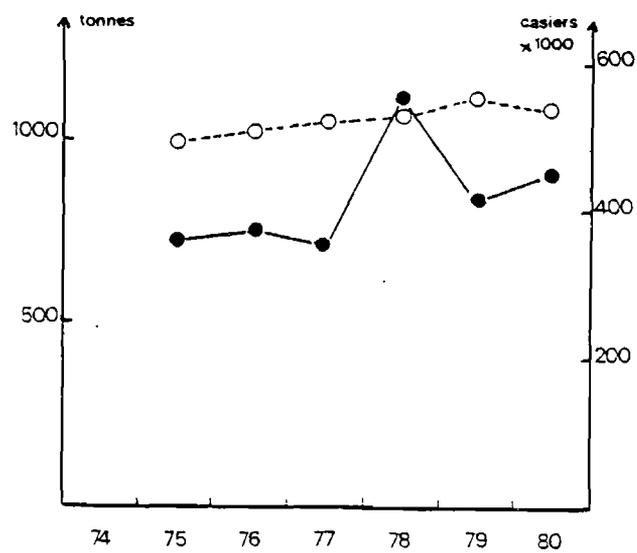


Figure 2 : Production et efforts de pêche des caseyeurs du Quartier de Lorient.

●—● effort de pêche (estimation CORPECUM)

○---○ production selon les Affaires Maritimes

- Le comportement du crabe : l'activité du crabe varie à l'intérieur :
 - a) du cycle d'intermue (tab.31 p.101): du stade A₁ à B₂ et à partir du stade D₀, l'animal ne s'alimente pas. Au stade C₁ et C₂, les animaux entrent dans les casiers mais leur carapace est "molle" et ils doivent être rejetés à la mer.
 - b) du cycle de reproduction : après la ponte, les femelles "grainées" disparaissent des captures car elles s'enfouissent dans le sédiment.

- La nature du fond et la profondeur : il ne nous a pas été possible au cours de cette étude de tester l'influence de la nature du sédiment et les données bibliographiques traitant ce sujet sont à notre connaissance inexistantes. Par contre, les données antérieures (Edwards, 1979) et nos observations en mer à bord des navires commerciaux permettent de conclure à une relation entre la profondeur et la taille moyenne des captures.

5 . APPORTS ET COMMERCIALISATION

D'après les statistiques des Affaires Maritimes, la production bretonne en Tourteaux pour l'année 1980 se répartit de la façon suivante (tab. 5) :

| | BRETAGNE NORD | BRETAGNE SUD | BRETAGNE |
|--|---------------|--------------|----------|
| Production (tonnes) | 4 454 | 3 695 | 8 149 |
| Pourcentage de la production nationale | 45,1 | 37,4 | 82,5 |

Tableau 5 : Production bretonne de Tourteaux en 1980.

(Source : Statistiques des Affaires Maritimes).

L'évaluation de la répartition de la production dans les différents Quartiers du Sud Bretagne est fournie pour 1980 par le CORPECUM. Leur estimation de la production totale, 3 471 tonnes, est inférieure à celle fournie par les statistique des Affaires Maritimes (3 695 tonnes) (Tableau 6).

| QUARTIERS | PRODUCTION (T) |
|--------------|----------------|
| Le Guilvinec | 1 460 |
| Concarneau | 600 |
| Lorient | 500 |
| Auray | 600 |
| Vannes | 91 |
| St-Nazaire | 220 |
| Total | 3 471 |

Tableau 6 : Production de Tourteaux pour les six quartiers de Bretagne Sud (Source CORPECUM) 1980.

La forte production dans le Quartier du Guilvinec s'explique par la spécialisation de sa flottille qui pêche essentiellement le Tourteau.

La commercialisation est l'un des problèmes les plus importants de cette activité. Seul Le Croisic bénéficie d'une bonne commercialisation liée à l'existence d'une O.P.* , d'une criée et d'un mareyage actif.

L'écoulement des apports s'effectue par vente aux mareyeurs ou par vente directe (les crabes sont vendus directement aux détaillants ou par les femmes de marins sur les marchés). Les deux réseaux peuvent être utilisés simultanément. Les prix de vente directe varient énormément, suivant :

- les circuits de vente,
- la taille des animaux,
- la période de mise sur le marché. A certaines périodes de l'année et surtout l'été, les apports sont importants et les marchés sont saturés.

Pour assurer la pérennité de la ressource et sa meilleure valorisation, le CRUSCO a fait les propositions suivantes :

- a) Modulation des périodes de pêche en fonction de la demande,
- b) Incitation par contrat au soutien des prix,
- c) Recherche au niveau du stockage et de la mise en conserve.

* O.P. : Organisation des Professionnels.

6. REGLEMENTATIONS

Des réglementations sont apparues nécessaires, tant aux professionnels qu'aux scientifiques et aux administrations. Elles doivent reposer sur des critères biologiques et tenir compte des données halieutiques (effort de pêche, taux d'exploitation). Les mesures actuellement en vigueur en France ne tiennent pas compte de ces paramètres.

Il est également important de différencier au niveau des réglementations : les décisions CRUSCO limitées aux professionnels et les arrêtés de la Marine Marchande applicables à tous les pêcheurs (professionnels, plaisanciers...).

La réglementation des populations de Crustacés définies par le CRUSCO en juin 1966, établie de manière empirique, avait pour objectif de :

- préserver les jeunes,
- permettre aux adultes de se produire,
- faire en sorte que l'intensité de la pêche soit compatible avec le maintien des populations.

Les réglementations portent sur :

La taille marchande minimale :

En France, la première mesure réglementaire concernant le Tourteau date du 19 octobre 1964. Elle fixait la taille marchande minimale à 70 mm. A la suite de problèmes occasionnés par la mévente, le CRUSCO (décision n° 3) décida de faire passer la taille marchande minimale à 100 mm au 1er août 1978. Cette décision est apparue inadaptée à la pêcherie de Bretagne Sud (cf. histogrammes de composition des captures p. 36 à 39, car elle entraînait le fin de la pêche pour les canots côtiers. Cette réglementation fut donc annulée et remplacée par la décision n° 40 du CRUSCO le 6 octobre 1978, qui fixait la nouvelle taille marchande à 80 mm de largeur.

Les animaux inférieurs à 80 mm ne doivent être ni vendus, ni exposés, ni transportés, mais rejetés immédiatement à l'eau.

* CRUSCO : Comité Interprofessionnel des Crustacés et Coquillages de Pêche.
Section I : "Langouste rouge, homard, crabe et araignée".

L'état des crabes :

- Il est interdit de vendre des "crabes clairs" ou "crabes blancs" dans tous les ports du littoral français (décision n° 40 du Crusco - octobre 1978). Les crabes "clairs" ou "blancs" sont des crabes qui viennent de muer.

- Il existe pour tous les Crustacés une réglementation interdisant la capture et la commercialisation des femelles "grainées".

Les secteurs de pêche :

La pêche du Tourteau est interdite sur les cantonnements à crustacés bien que ces derniers n'aient été créés que pour le homard. A l'exception de ces quelques zones, il n'existe pas d'autre secteur de pêche interdit.

Aucun véritable contrôle n'est associé à ces règlements. Ainsi, il n'est pas rare de voir l'été au moment de l'afflux touristique et l'hiver lorsque la plupart des femelles matures sont grainées, une commercialisation de très petits individus pouvant mesurer moins de 70 mm de longueur. Cette taille est comme nous le verrons plus loin dans ce travail, inférieure à la taille de première maturité.

Remarque :

En Angleterre, la nécessité de mettre en place des mesures réglementaires est apparue beaucoup plus tôt. Des réglementations nationales et locales concernant la taille marchande minimale et les conditions des crabes qui sont débarqués et présentés à la vente existent depuis 1870.

Les tailles marchandes minimales légales en Angleterre sont données dans la revue "Fishing Prospects 1979-1980, Lowestoft". Depuis 1976, cette taille est de 115 mm de largeur (à peu près 70 mm de longueur) pour le Devon et 127 mm (à peu près 76 mm) dans le Dorset, le Hampshire et en Cornouailles. Des études sont actuellement en cours pour l'augmenter à 140 mm pour les femelles et 160 mm pour les mâles.

B - LA PECHERIE ETUDIEE

Les informations de base recueillies proviennent d'observations réalisées à bord de navires de pêche du Quartier de Lorient (carte 3) dans la zone comprise entre Groix et Belle-Ile.

Deux embarquements furent également effectués à partir de la Trinité sur la zone de Méaban. Nous n'avons pas jugé utile de détailler les caractéristiques de ce secteur où la pêche du Tourteau n'est qu'accessoire.

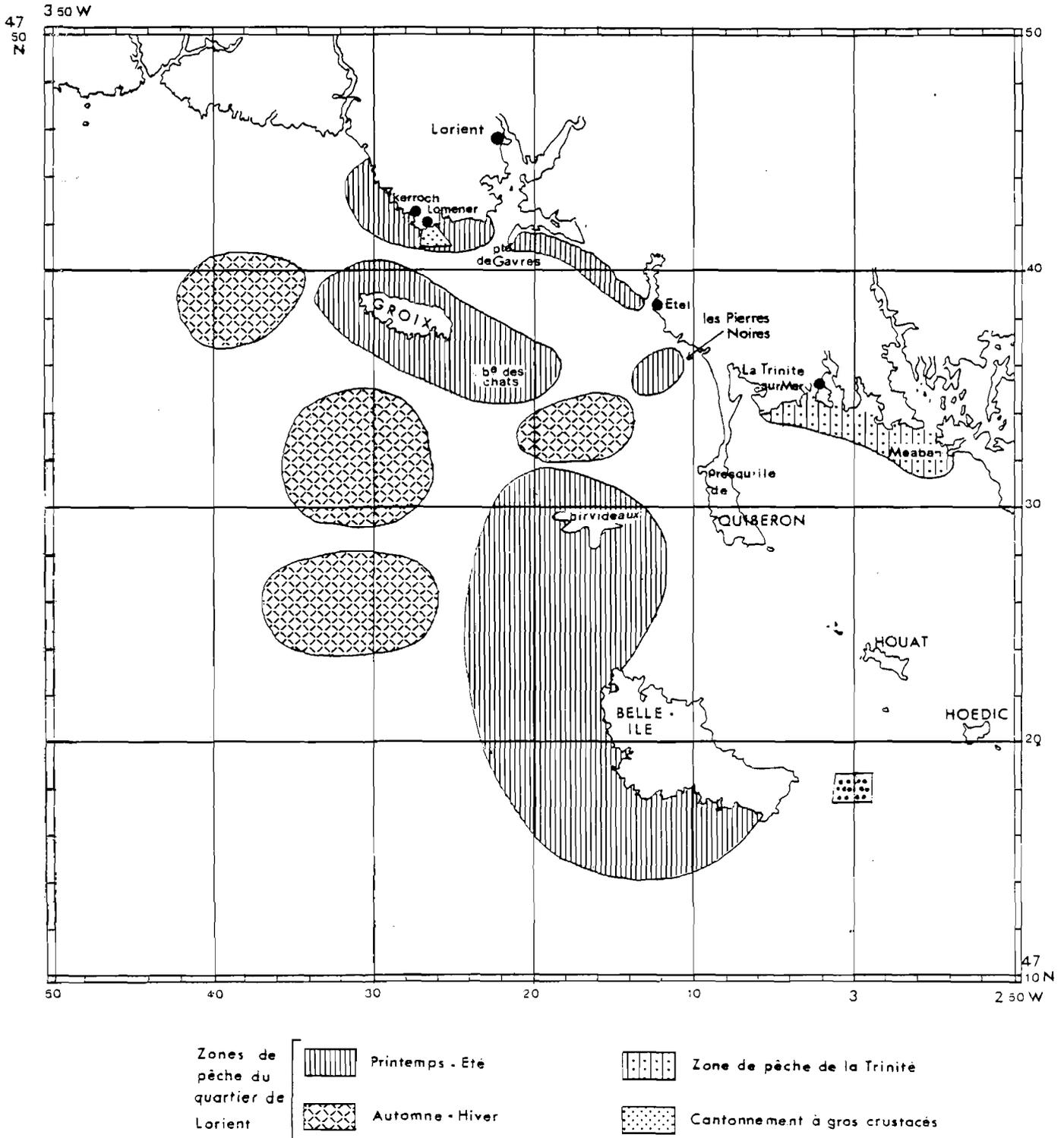
1. CARACTERISTIQUES DE LA PECHERIE EXPLOITEE PAR LES LORIENTAIS

Dans ce Quartier en 1980, 48 unités pratiquaient la pêche aux Tourteaux :

- 37 petites unités : 2 à 7 tonneaux, 5 à 45 chevaux
2 à 3 hommes à bord, environ 150 casiers
- 11 unités moyennes : 8 à 20 tonneaux, 60 à 200 chevaux
3 à 5 hommes à bord, environ 270 casiers
50 % de ces bateaux ont moins de 5 ans.

Les petits bateaux travaillent sur des fonds de 10 à 30 mètres devant Lomener et Kerroch, en face de Gâvre et d'Étel, autour de Groix et jusqu'à 6 milles dans le Sud-Ouest et autour des Birvideaux. Pour ces petites unités, le déplacement des casiers est guidé en début de saison de pêche (cf. calendrier de pêche, fig. 3) par la recherche d'un rendement maximum en homard. Les plus grands bateaux pêchent surtout entre 40 et 90 mètres. On les trouve aux Birvideaux mais également jusqu'à 6 milles à l'Ouest de Belle-Ile (corail).

Dès le mois de novembre, les gros bateaux qui continuaient à pêcher autour de Belle-Ile se rapprochent de Groix et des Birvideaux. Ils ramènent à terre alors environ la moitié de leurs casiers à gros crustacés pour mettre à l'eau les casiers à crevettes ; pêche plus rentable à cette période de l'année.



Carte 3 : Zones de pêche du Quartier de Lorient et de la Trinité Sur Mer.

Fig. 3 : Calendrier de pêche du quartier de Lorient.

(Source : Statistiques des Affaires Maritimes).

| 1979 | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tourteaux | | | | | | | | | | | | |
| Homards | | | | | | | | | | | | |
| Araignées | | | | | | | | | | | | |
| Crevettes | | | | | | | | | | | | |

 Mois où la pêche est supérieure à $1/12^{\text{ème}}$ de la pêche annuelle

 Mois où la pêche est comprise entre 0 et $1/12^{\text{ème}}$ de la pêche annuelle

Les casiers à gros crustacés ne seront alors relevés qu'une ou deux fois par semaine, en fonction des conditions météorologiques. La plupart des petites unités arrêtent complètement la pêche aux gros crustacés pour passer à la crevette ou à la coquille Saint-Jacques (ouverture du 17 novembre 1980 au 13 mars 1981 pour le gisement des courreaux de Groix).

2. METHODE D'ECHANTILLONNAGE

Une zone de référence a été choisie et étudiée bimensuellement durant la saison, c'est-à-dire de juin à septembre et mensuellement hors saison. Cette zone se situe de Groix aux Birvideaux par 20 à 40 mètres de profondeur sur un fond de sable et de roches. La position des filières varie sur ce secteur. Les pêcheurs, en effet, déplacent fréquemment leurs casiers à la recherche de meilleurs rendements, mais aussi en fonction des conditions météorologiques.

Des observations complémentaires ont été réalisées dans plusieurs autres secteurs, choisis en fonction de la nature du sédiment et de la profondeur, dans le but de nous informer sur la répartition et l'écologie de l'espèce (tableau 7 et carte 4).

Au cours de chaque embarquement, une fiche (Annexe 1) est établie indiquant :

- . la date, le secteur de pêche, la profondeur, le type de sédiment ;
- . le nom du bateau et ses caractéristiques, le nombre de filières, le nombre de casiers par filière ;
- . le nombre d'heures d'immersion des casiers ;
- . le type d'appâts ;
- . le but de la sortie. (Tourteaux, Homards, Crevettes).

Les individus capturés sont mesurés au pied à coulisse (au mm près) dans le sens de la longueur (fig. 4) et les caractéristiques suivantes sont relevées :

- . sexe (mâle ou femelle) ;
- . consistance de la carapace (dure ou molle) ;
- . présence de bouchons spermatiques au niveau des orifices génitaux femelles ;
- . présence éventuelle de coques, vides de leur embryon, sur les soies des pléopodes femelles.

Les données enregistrées sur magnétophone sont dépouillées au laboratoire. Ceci permet à la suite de chaque embarquement d'obtenir :

- . la composition des captures (distribution - taille moyenne) ;
- . le sex-ratio ;
- . la proportion d'individus hors taille ;
- . le pourcentage de crabes à carapace molle.

| DATES | SECTEURS | PROFONDEUR (mètres) |
|--|--------------------------------|---------------------|
| <i>A. Quartier maritime de LORIENT</i> | | |
| 1980 | | |
| 02/05 | Tourelle des Birvideaux 1 | 10 |
| 17/05 | NW Birvideaux 2 | 20-30 |
| 03/06 | NW Birvideaux 3 | 30-10 |
| 26/06 | Pierres Noires 4 | 10 |
| 04/07 | SE Birvideaux 5 | 30-35 |
| 10/07 | Pierres Noires 6 | 10 |
| 24/07 | NE et SE Birvideaux 7 | 30 |
| 08/08 | NE et SE Birvideaux 8 | 30 |
| 20/08 | NW Birvideaux 9 | 35-48 |
| 23/08 | NW des Poulains (Belle-Ile) 10 | 30-52 |
| 27/08 | SW Birvideaux 11 | 48-60 |
| 29/08 | Pierres Noires 12 | 10-12 |
| 13/09 | NW et N Birvideaux 13 | 35-40 |
| 26/09 | SE-SW Bouée des Chats 14 | 30-40 |
| 16/10 | W Belle-Ile 15 | 90 |
| 29/10 | Bouée des Chats 16 | 25-30 |
| 21/11 | Bouée des Chats 17 | 30 |
| 24/12 | Bouée des Chats 18 | 35 |
| 1981 | | |
| 21/01 | Bouée des Chats 19 | 30 |
| 28/02 | NW Birvideaux 20 | 35-40 |
| 16/03 | NW Birvideaux 21 | 35-40 |
| 16/04 | Birvideaux 22 | 20 |
| 20/05 | S et SE Birvideaux 23 | 30-40 |
| <i>B. Quartier maritime d'AURAY</i> | | |
| 1980 | | |
| 13/11 | Méaban 24 | 8-10 |
| 1981 | | |
| 19/05 | Méaban 25 | 8-10 |

TABLEAU 7- Liste des secteurs prospectés.



Carte 4 : Secteurs échantillonnés, positionnés sur une carte sédimentologique (Glémarec, 1969).

- | | |
|---|------------------------------|
|  . Vase à Ninoo | 4 Gravelles sales |
|  . Fonds rocheux | 4' <i>Tellina donacina</i> |
| * Maerl | A <i>Acrocnuta brachiota</i> |
| 1 Sables fins à <i>Venus Gallina</i> | AM Amphicteis |
| 1' <i>Tellina fabula</i> - <i>Spisula subtruncata</i> | E <i>Eunice Vittata</i> |
| 3 Sables grossiers | Nn <i>Nucula nucleus</i> |
| 3' Sables grossiers sales | V <i>Virgularia</i> |

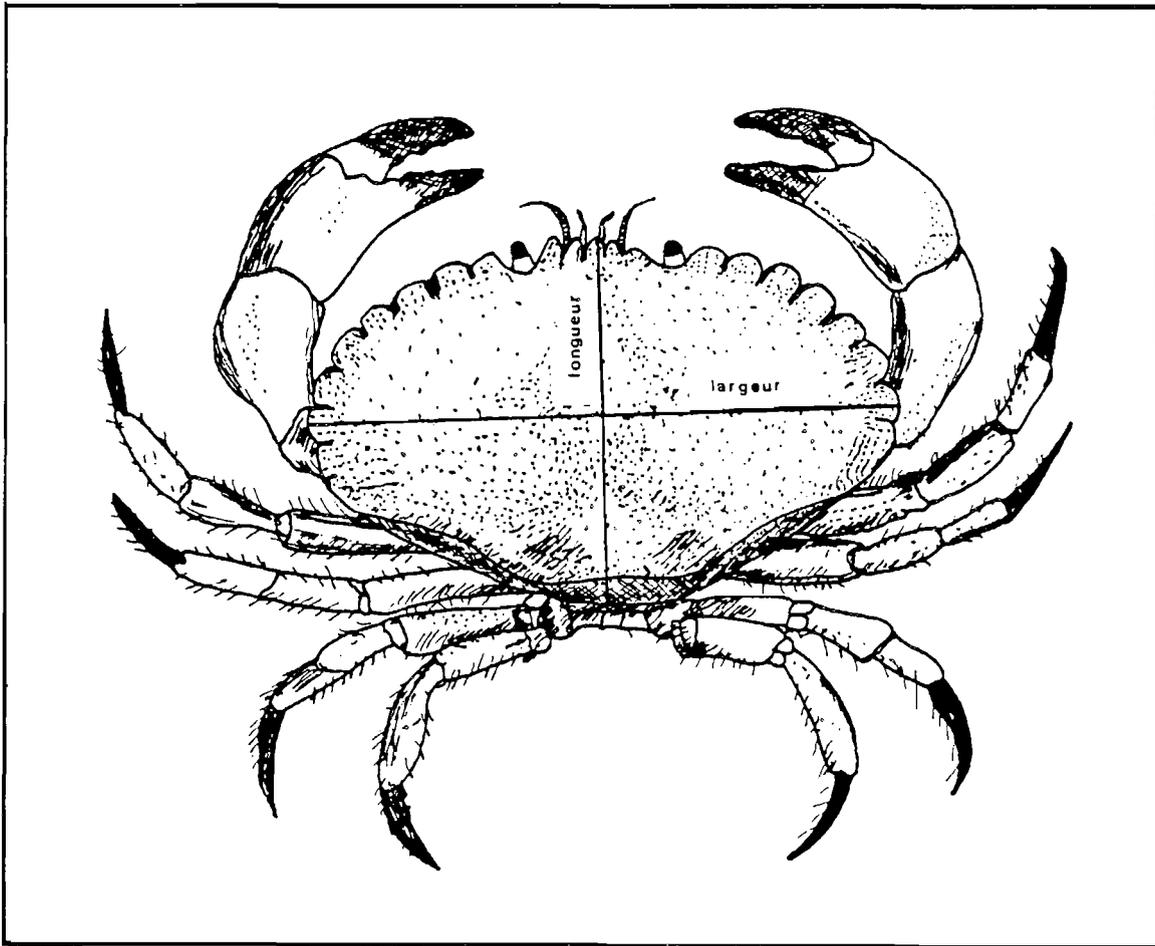


Figure 4 : Le Tourteau : *Cancer pagurus*.

3. COMPOSITION DES CAPTURES

3.1. Secteur des Bivirdeaux

3.1.1. Le Sex-ratio

Nous entendrons ici par sex-ratio le rapport du nombre de mâles au nombre total d'individus considérés et ramené à 100.

Variation mensuelle du sex-ratio global :

Les fluctuations mensuelles (Fig. 5) s'inscrivent entre 18 % (juin 80) et 64 % (avril 81). Elles découpent l'année en deux périodes. Le sex-ratio moyen passe de 51 % entre décembre et avril, à 23 % entre mai et novembre.

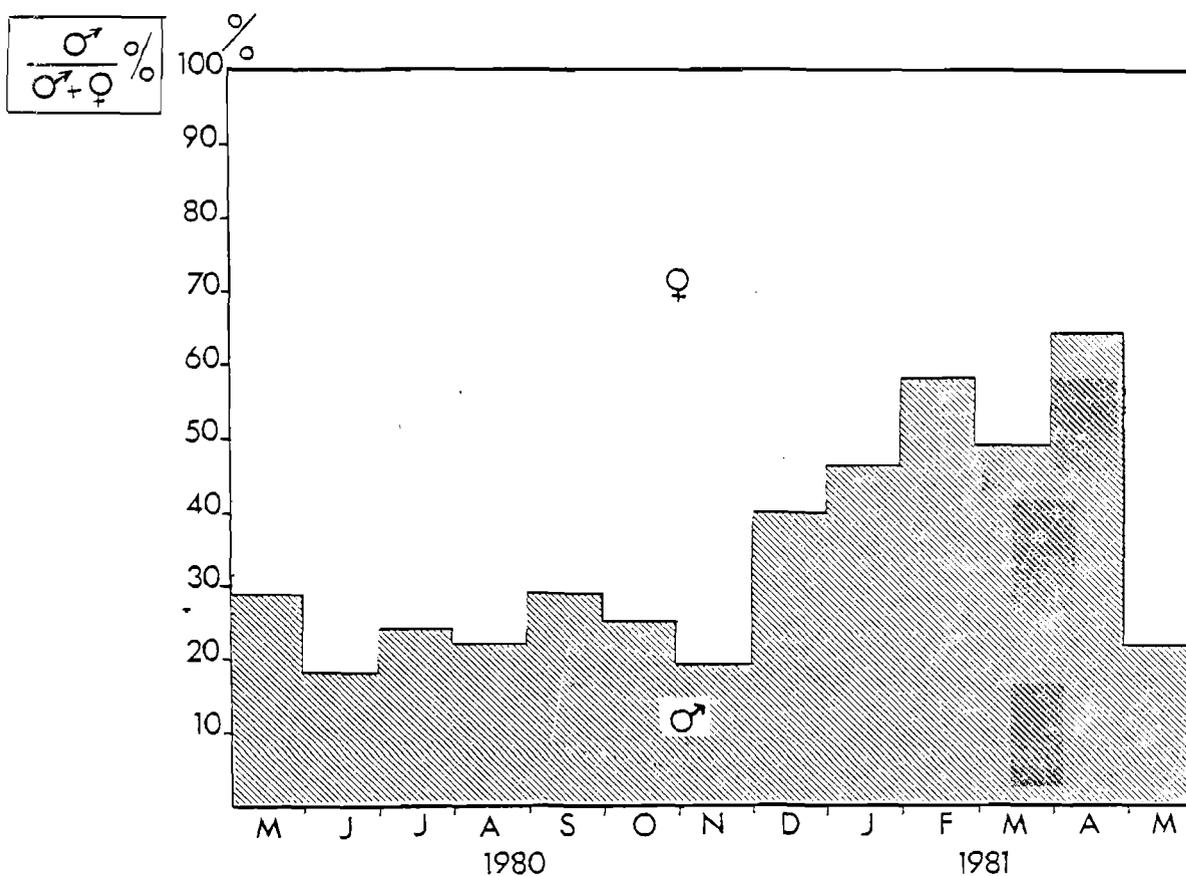


Figure 5 : Variation mensuelle du Sex-Ratio global

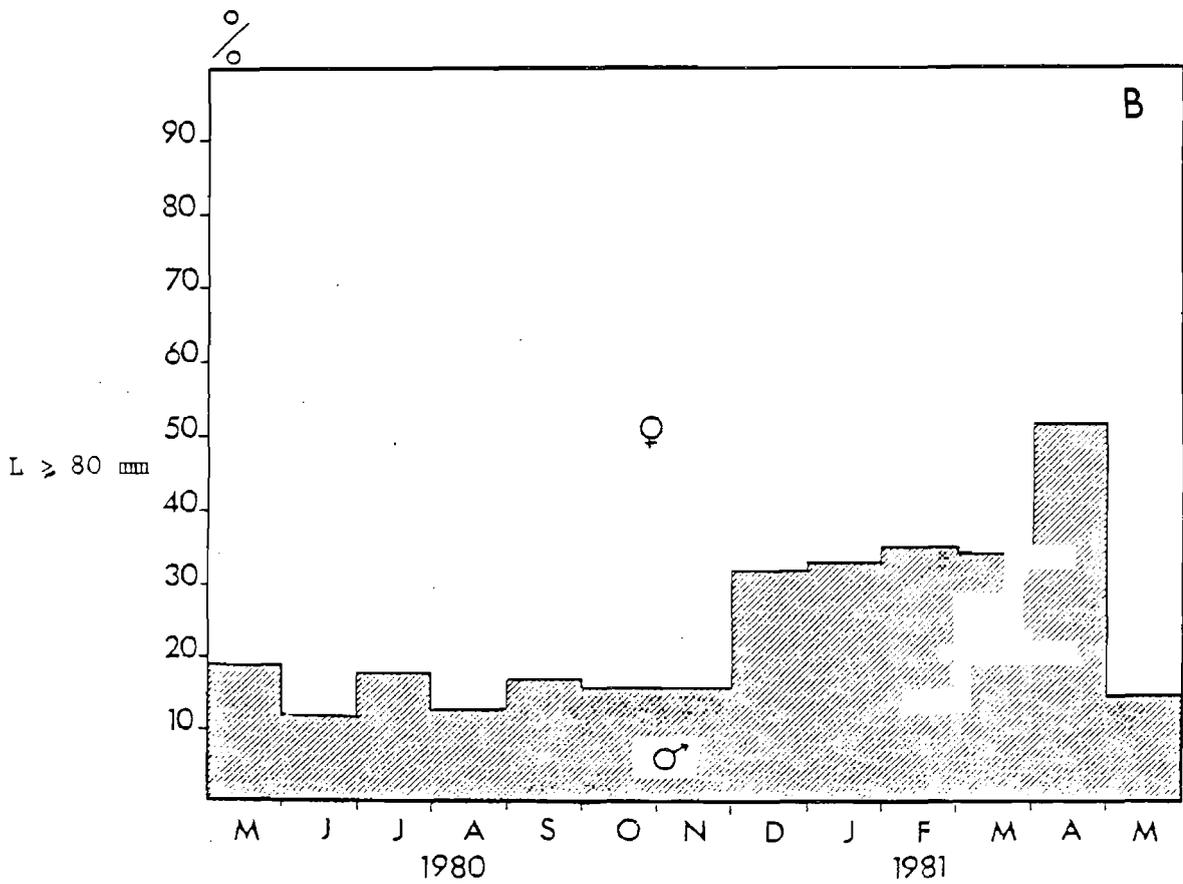
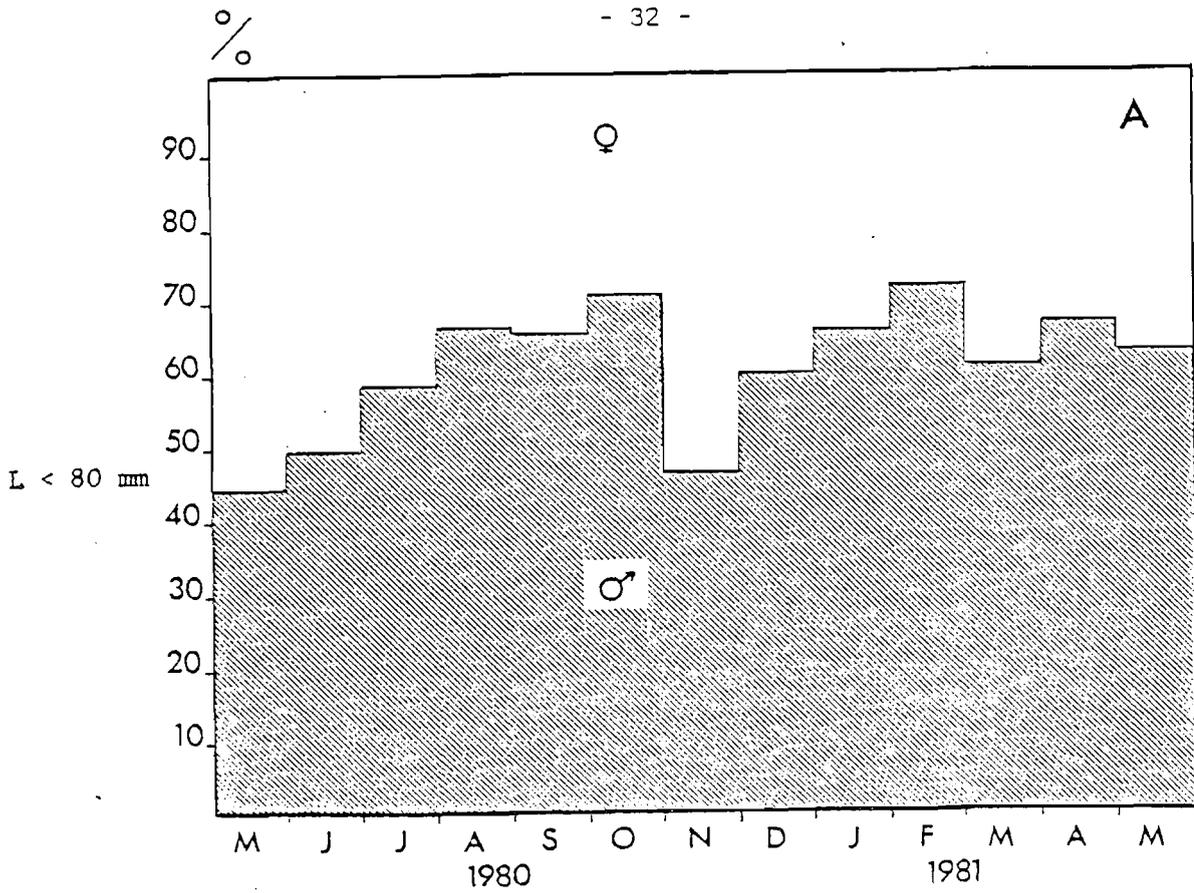


Figure 6 : Variation mensuelle du Sex-Ratio

A : Tourteaux de taille inférieure à Tc

B : Tourteaux de taille supérieure à Tc

Tc : Taille commerciale (L = 80 mm)

Variation mensuelle du sex-ratio en fonction de la taille marchande :

Les individus ont été classés en deux groupes en fonction de la taille marchande, $T_c = 80$ mm. A l'intérieur de chacun de ces groupes, le sex-ratio mensuel a été calculé.

Au-dessous de T_c , on note la prédominance des mâles ceux-ci représentent 60 % des captures totales (Fig. 6 A).

Pour les Tourteaux de taille marchande (Fig 6 B), le sex-ratio subit des fluctuations en fonction de l'époque considérée. Il est inférieur à 20 % de mai à novembre, augmente entre décembre et avril pour atteindre une valeur moyenne de 39 %.

Les femelles sont en nombre maximum en juin où elles représentent 88 % des captures. Les variations mensuelles s'expliquent par le comportement des femelles de *Cancer pagurus* qui lorsqu'elles sont "grainées" ne "travaillent" pas aux casiers.

Cette diminution du nombre de mâles dans les échantillons commerciaux peut-être interprétée en tenant compte des données suivantes :

- un coefficient de mortalité naturel élevé chez les mâles au-delà d'une certaine taille,
- une croissance différentielle entre les sexes,
- une migration des mâles de taille supérieure à la taille commerciale,
- une activité alimentaire plus importante chez les femelles,
- une capturabilité différente entre les sexes en liaison avec la reproduction.

Cette dernière possibilité nous paraît la plus plausible. En effet, les femelles qui ont atteint la maturité sexuelle peuvent disparaître des captures pendant environ 6 mois de l'année. En raison de ce comportement, les femelles matures subiraient sur une année et à taille égale un effort de pêche plus faible que les mâles.

N.B. Nous avons également calculé les variations mensuelles du sex-ratio pour les individus de taille supérieure à celle de première maturité (T_m). Au-dessus de cette taille, les résultats sont identiques à ceux notés pour des tailles supérieures à T_c . En dessous de T_m , il n'est pas possible d'interpréter les résultats, compte tenu du faible nombre d'individus.

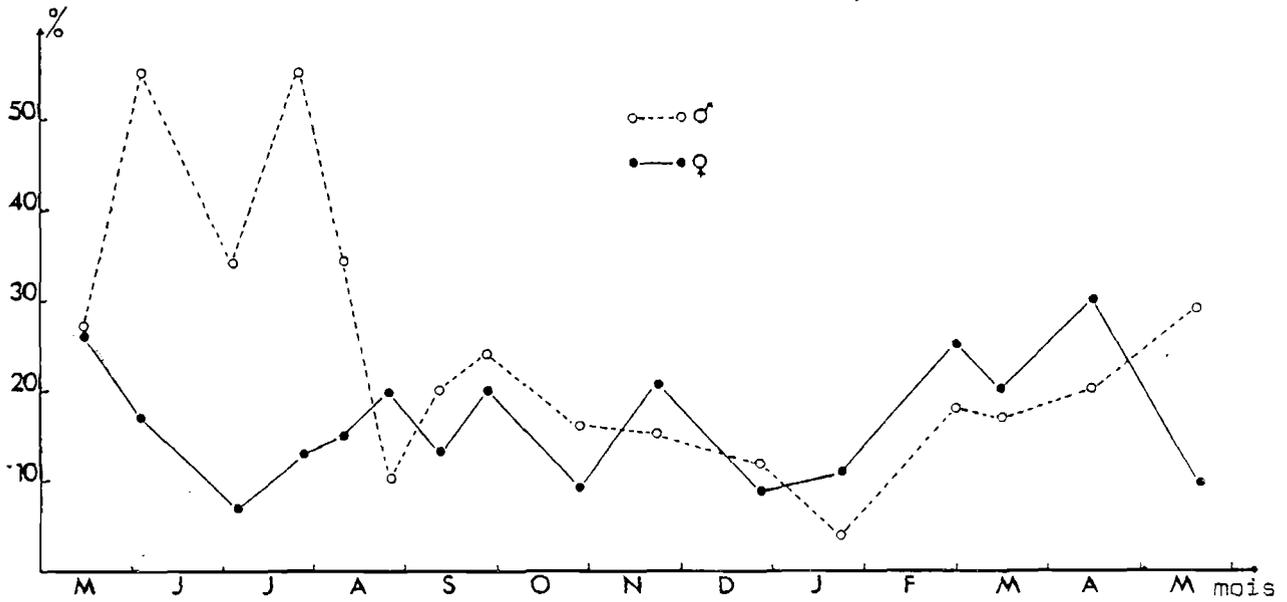


Figure 7 : Pourcentage mensuel d'individus mous sur l'ensemble des captures.

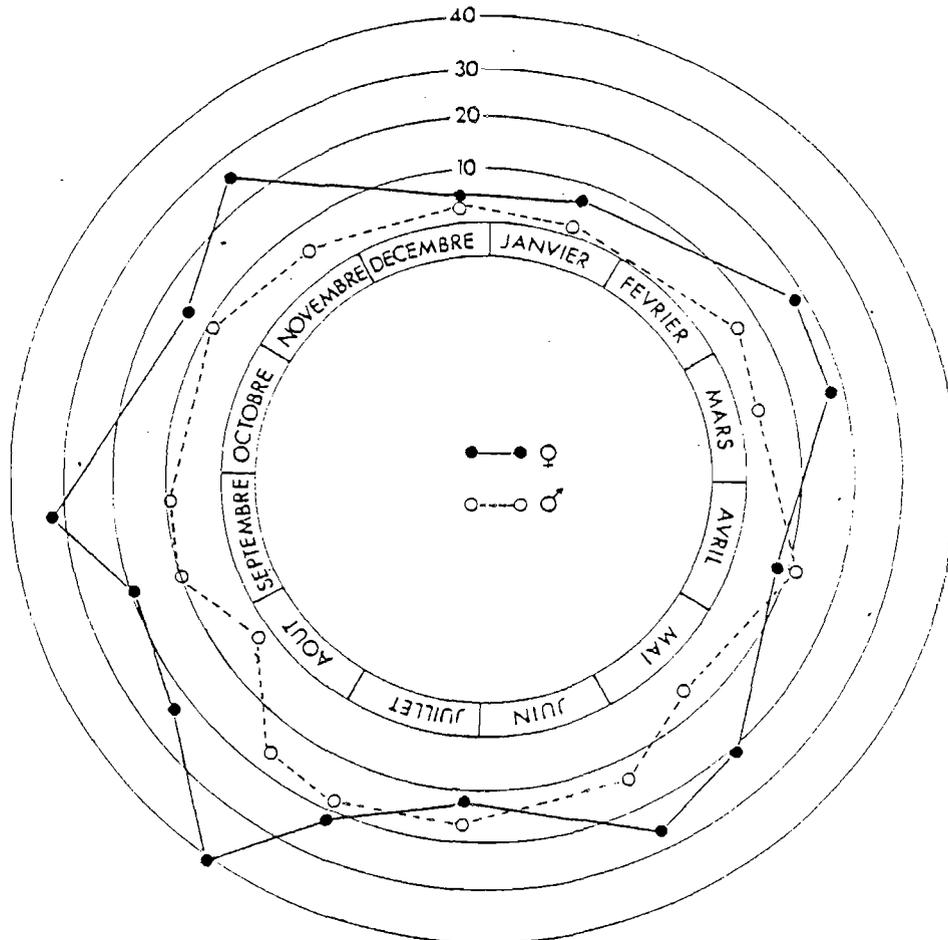


Figure 8 : Nombre de crabes mous pour 100 casiers (individus de taille supérieure à la taille commerciale (L = 80 mm)).

3.1.2. Taille moyenne des captures

Les échantillonnages réalisés aux Birvideaux de mai 1980 à mai 1981 sont présentés sous forme d'histogrammes de distribution de fréquences de taille pour les femelles, puis pour les mâles (Fig. 10 et 11). L'analyse de ces histogrammes ne nous a pas permis de suivre les modes (comme nous le verrons au Chapitre 3), ni de cerner une période de mue. L'étude des figures 7 et 8 montre que des individus mous sont capturés toute l'année. Pour étudier cette pêcherie, nous nous sommes donc intéressés à l'évolution de la taille moyenne des captures (T_n) (Fig. 9).

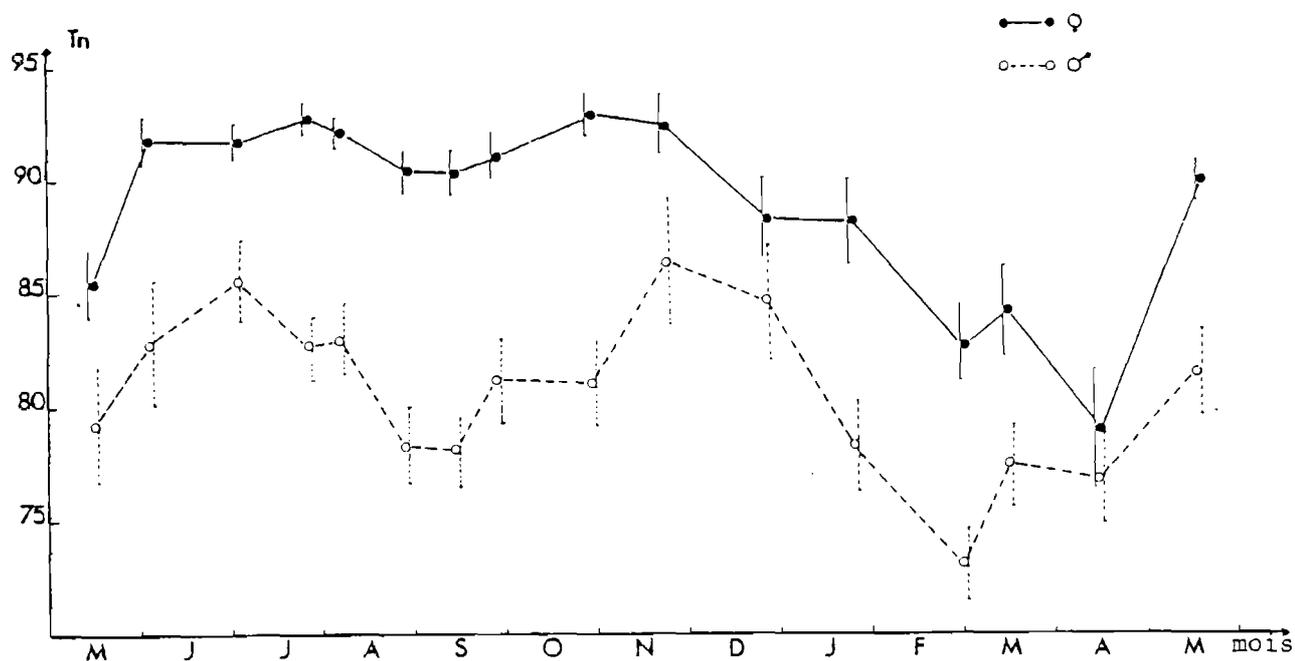


Figure 9 : Taille moyenne des captures (T_n).

| DATES | | % de FEMELLES < à Tc | % de MALES < à Tc |
|-------|-------|-------------------------|----------------------|
| 1980 | | | |
| | 17/05 | 31 | 60 |
| | 03/06 | 10 | 45 |
| | 04/07 | 8 | 31 |
| | 24/07 | 8 | 41 |
| | 08/08 | 7 | 41 |
| | 20/08 | 10 | 60 |
| | 13/09 | 13 | 62 |
| | 26/09 | 12 | 49 |
| | 29/10 | 7 | 50 |
| | 21/11 | 7 | 27 |
| | 24/12 | 21 | 45 |
| 1981 | | | |
| | 21/01 | 25 | 56 |
| | 28/02 | 44 | 78 |
| | 16/03 | 43 | 68 |
| | 16/04 | 57 | 61 |
| | 20/05 | 9 | 40 |

TABLEAU 8 - Pourcentage d'individus inférieurs à Tc.

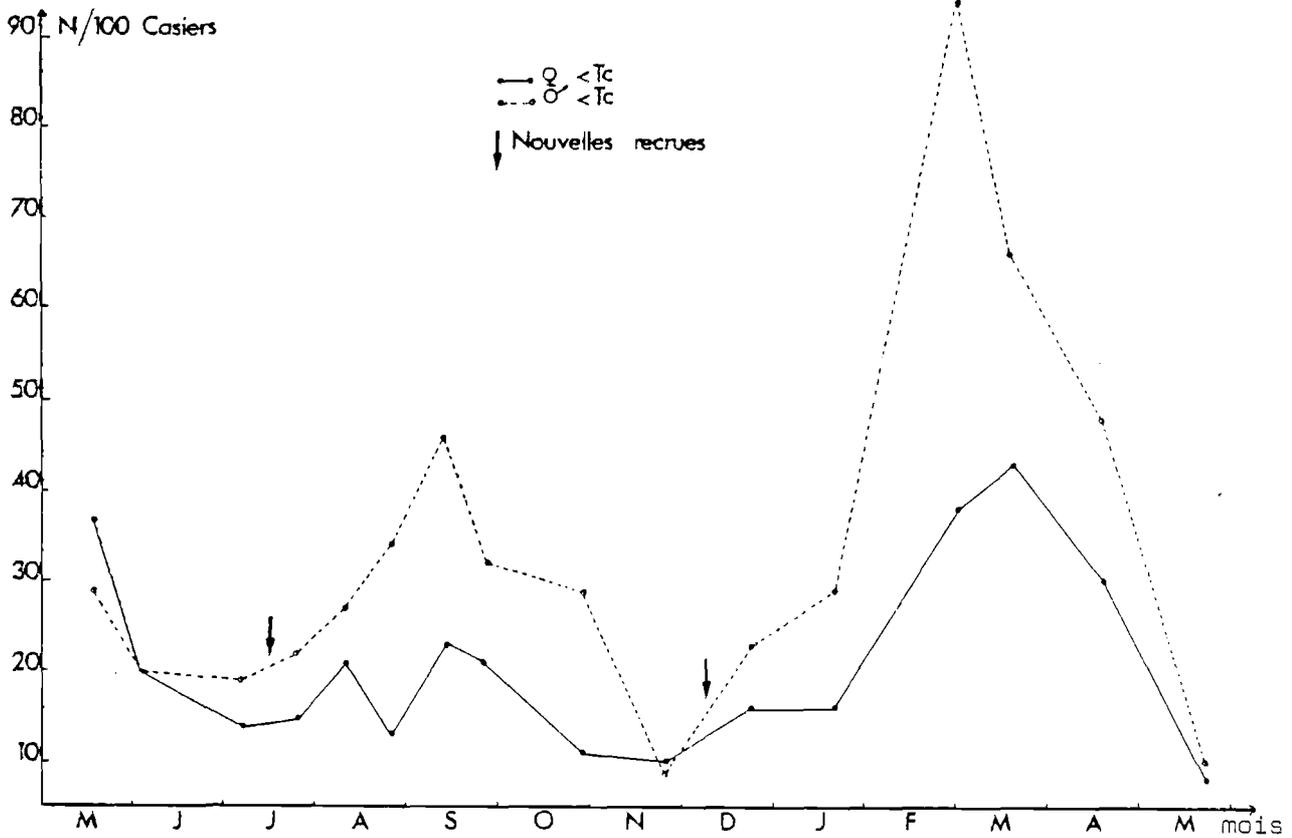


Figure 12 : Nombre de crabes de taille inférieure à la taille commerciale (Tc) pour 100 casiers.

Les variations de la taille moyenne d'une population de Tourteaux dans un secteur donné peuvent provenir :

- d'un apport exogène, soit de petits individus et dans ce cas T_n diminue, soit de grands individus, entraînant alors une augmentation de T_n .
- d'une disparition définitive ou temporaire d'une fraction de la population :
 - . enfouissement des femelles pendant l'incubation,
 - . arrêt de l'alimentation durant la période entourant la mue (stade D₁ à S₂),
 - . migration des jeunes individus au cours de la croissance de la côte vers le large.
- d'une (ou de plusieurs) période de mue bien délimitée dans le temps, provoquant ainsi une brusque augmentation de T_n ,
- de la stratégie de pêche : un effort de pêche intensif et prolongé peut entraîner, par sélection systématique des gros individus, une baisse de T_n .

Pour interpréter l'évolution de la taille moyenne, nous avons divisé la période d'étude en quatre parties :

D'avril à juillet :

La taille moyenne augmente. Cette évolution est en relation avec la diminution des pourcentages de mâles et de femelles de taille inférieure à la taille marchande (Tableau 8, figure 12). Elle s'explique également par la présence sur la pêcherie de nombreux mâles à carapace molle qui se trouvaient antérieurement à cette mue à une taille inférieure à T_c (figure 13, page 42). Enfin, elle correspond à l'arrivée massive de femelles de taille supérieure à la taille de première maturité à la suite de l'éclosion des larves (figure 14, page 42). Il en résulte un déplacement des histogrammes vers la droite, surtout bien marqué en mai-juin.

De juillet à septembre :

T_n diminue. Cette baisse de la taille moyenne est surtout très marquée pour les mâles et correspond à l'arrivée de jeunes individus sur la pêcherie (Fig. 12, Tableau 8). Il est possible également que l'effort de pêche intensif et la disparition d'une partie de la population pour muer contribuent à cette baisse.

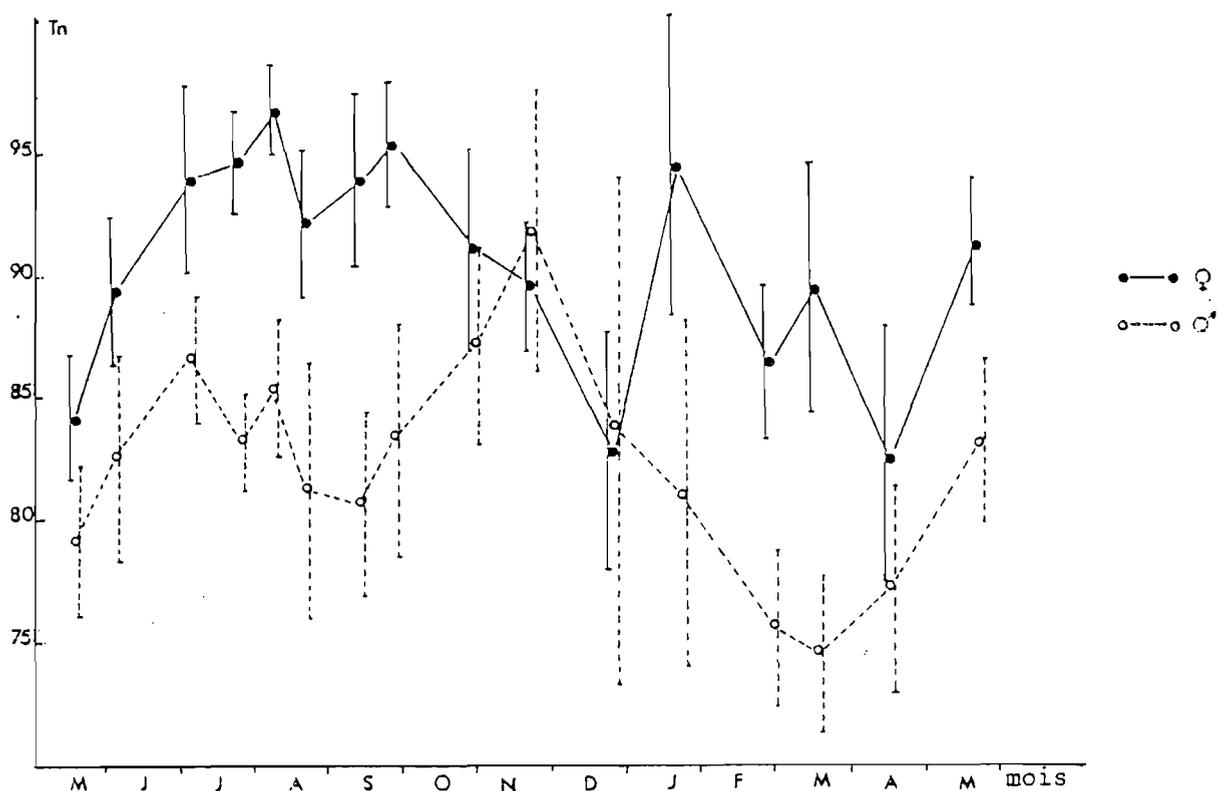


Figure 13 : Taille moyenne des crabes mous (Tn).

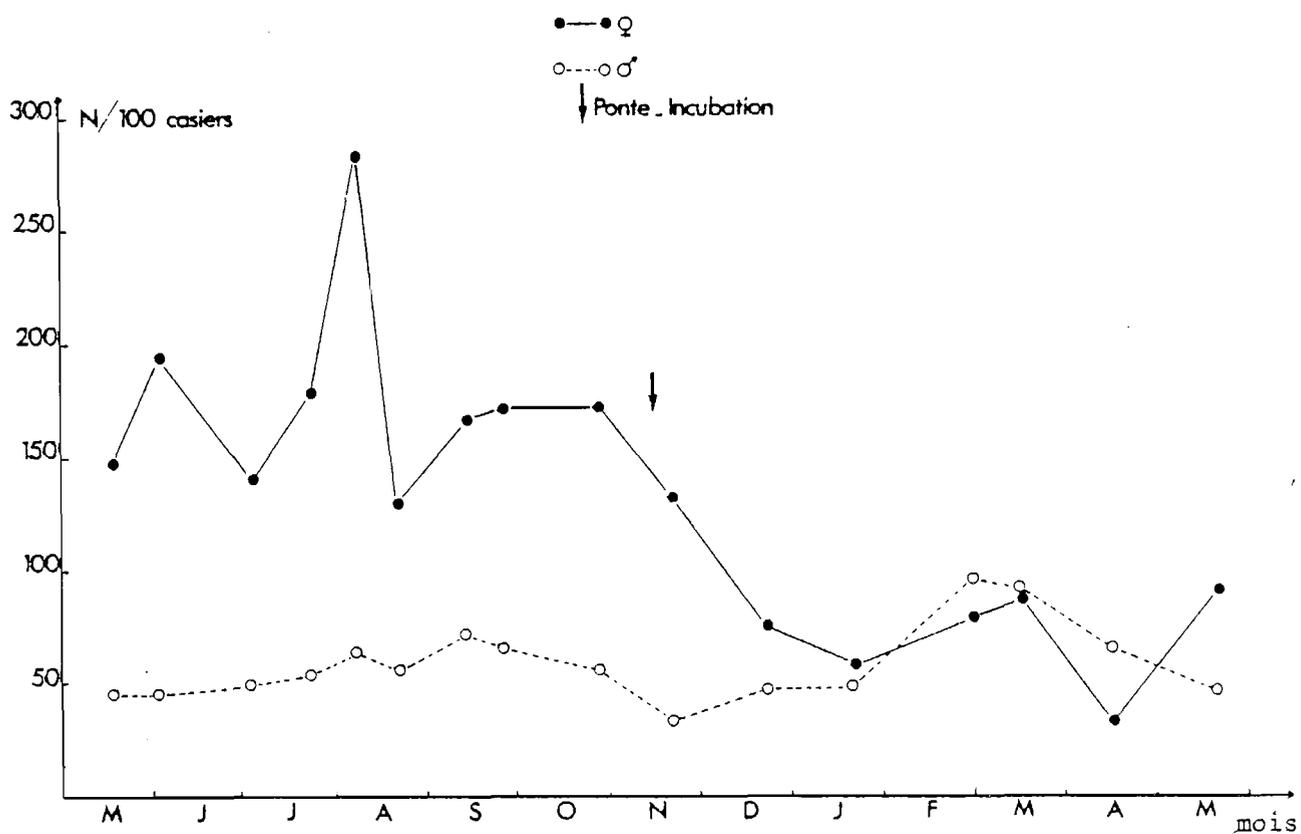


Figure 14 : Nombre de crabes mâles et femelles pour 100 casiers de taille supérieure à la taille moyenne de première maturité.

De septembre à fin novembre :

La taille moyenne augmente à nouveau. Les pourcentages de mâles à carapace molle et de grande taille (fig. 13) sont encore importants à cette époque (supérieurs à 20 %) et permettent d'expliquer la variation observée. Pour les femelles, l'augmentation de la taille moyenne est moins nette et peut correspondre à une élévation en septembre du nombre d'individus mous supérieurs à la taille marchande.

De décembre à avril :

Une baisse très marquée de T_n peut être observée pour les deux sexes. Cette chute est à associer à une arrivée de prérecrues (Fig. 12 , p. 40 ; Tableau 8, p. 40) et accentuée pour les femelles par la disparition dans les captures de celles supérieures à la taille de première reproduction au moment de la ponte et durant toute l'incubation (figure 14).

3.1.3. Taille moyenne de la fraction commercialisable

Les variations observées au niveau de la taille moyenne des captures se retrouvent du moins pour les femelles, au niveau de la taille moyenne des débarquements (Fig. 15). L'arrivée de prérecrues de juillet à septembre ne suffit donc pas à expliquer la chute de T_n . D'autres facteurs interviennent, le plus important étant probablement l'effort de pêche qui peut être associé à un apport exogène de la zone côtière d'individus de taille légèrement supérieure à T_c . La chute de la taille moyenne des débarquements femelles qui débute dès le mois de décembre correspond à la disparition des captures de celles qui sont "grainées". De février à mai, les différences entre les tailles moyennes des mâles et des femelles auparavant très marquées, s'estompent. Les plus grands individus sont débarqués en juin-juillet et novembre.

3.1.4. Rendements

Pour ces différents embarquements, nous avons calculé le rendement/100 casiers (Tableau 9). Ce rendement est d'environ 80 kilos pour 100 casiers entre mai et octobre et 40 kilos pour 100 casiers entre novembre et avril.

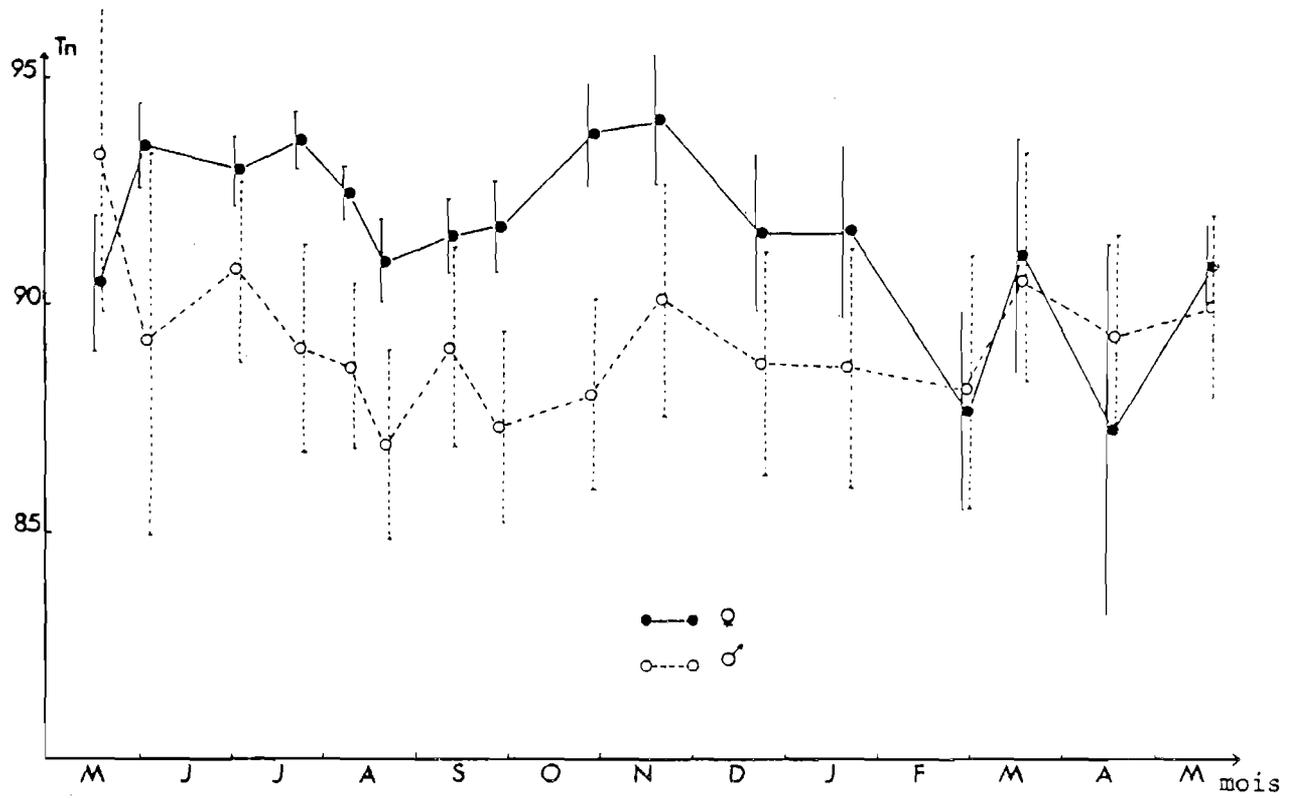


Figure 15 : Taille moyenne des débarquements.

| DATES | | NOMBRE DE CASIERS | RENDEMENT/100 CASIERS (kg) | |
|-------|-------|-------------------|----------------------------|----|
| 1980 | 17/05 | 175 | 39 | |
| | 03/06 | 125 | 88 | |
| | 04/07 | 250 | 92 | |
| | 24/07 | 300 | 85 | |
| | 08/08 | 200 | 128 | |
| | 20/08 | 198 | 58 | |
| | 13/09 | 198 | 76 | |
| | 26/09 | 173 | 73 | |
| | 29/10 | 150 | 90 | |
| | 21/11 | 150 | 66 | |
| | 24/12 | 150 | 44 | |
| | 1981 | 21/01 | 200 | 33 |
| | | 28/02 | 125 | 26 |
| 16/03 | | 125 | 38 | |
| 16/04 | | 175 | 20 | |
| 20/05 | | 320 | 42 | |

TABLEAU 9 - Rendement/100 casiers aux Birvideaux.

Les résultats que nous avons obtenus sont sensiblement supérieurs à ceux fournis par le CORPECUM pour l'année 1980. Leurs estimations sont en effet les suivantes :

Rendements entre mai et septembre :

. Pour les petites unités travaillant à la côte et recherchant le homard, les rendements sont d'environ 50 kilogrammes pour 100 casiers.

. Pour les moyennes unités pêchant plus au large, et axées sur le Tourteau, les rendements sont de 40 à 50 kilogrammes en mai-juin et passent à 60-80 kilogrammes de juillet à septembre.

Rendements d'octobre à mai :

Petites et moyennes unités pêchent alors près de la côte et les rendements varient entre 15 et 20 kilogrammes.

3.2. Autres secteurs prospectés

Des observations complémentaires ont été réalisées à bord de divers bateaux à des périodes différentes de l'année et à des profondeurs variées (Tableau 10, annexes 2, 3 et 4).

Il apparaît nettement, et quel que soit le secteur échantillonné une différence très marquée entre les tailles moyennes des mâles et des femelles. D'autre part, suivant la date d'échantillonnage et le secteur prospecté, les tailles moyennes des captures et des débarquements peuvent varier. Cette dernière observation nous a conduit à étudier l'influence de la bathymétrie sur la répartition des individus à une période donnée de l'année.

| DATES | SECTEURS | PROFONDEUR (m) | TAILLE MOYENNE (mm) | | TAILLE MOYENNE DES DEBARQUEMENTS (mm) | |
|----------|----------------------------|-------------------|------------------------|--------|--|--------|
| | | | Femelles | Mâles | Femelles | Mâles |
| 2/05/80 | Tourelle des Birdiveaux | 10 | 80 ± 2 | 76 ± 2 | 89 ± 2 | 89 ± 3 |
| 26/06/80 | Etel-Pierres Noires | 10 | 81 ± 1 | 76 ± 2 | 88 ± 1 | 86 ± 2 |
| 4/07/80 | Etel-Pierres Noires | 10 | 82 ± 2 | 76 ± 2 | 88 ± 1 | 86 ± 2 |
| 23/08/80 | NW des Poulains | 30-52 | 91 ± 1 | 79 ± 1 | 92 ± 1 | 86 ± 2 |
| 27/08/80 | SW Birvideaux | 48-60 | 95 ± 1 | 89 ± 2 | 95 ± 1 | 92 ± 2 |
| 29/08/80 | Etel | 10-20 | 74 ± 4 | 73 ± 4 | 90 ± 5 | 90 ± 5 |
| 16/10/80 | W Belle-Ile | 90 | 93 ± 1 | 80 ± 1 | 94 ± 1 | 88 ± 2 |
| 13/11/80 | Méaban | 8-10 | 64 ± 2 | 61 ± 2 | 84 | 83 ± 5 |
| 19/05/80 | Méaban | 8-10 | 70 ± 3 | 65 ± 3 | 88 ± 5 | 93 |

Tableau 10 : Informations concernant les autres secteurs prospectés.

Influence de la bathymétrie :

A partir des secteurs prospectés à la fin août 1980, nous avons sélectionné des filières et comparé les compositions des captures à différentes profondeurs : < 20 mètres, entre 20 et 55 mètres, et > 55 mètres.

L'examen des histogrammes de la figure 17 et du tableau 11 permet de constater que lorsque la profondeur augmente, la population vieillit. En effet :

- la taille moyenne des mâles et des femelles augmente ; (figure 16)
- le pourcentage d'individus supérieur à la taille commerciale s'accroît ;
- le sex-ratio diminue.

| PROFONDEUR | SEXE | LONGUEUR MOYENNE (mm) | SEX-RATIO $\frac{\sigma}{\sigma\phi}$ % | CRABES SUPERIEURS à Tc (%) |
|------------|----------|--------------------------|--|-------------------------------|
| < 20 m | Femelles | 74 | 51 | 31 |
| | Mâles | 73 | | |
| 20-55 m | Femelles | 91 | 30 | 76 |
| | Mâles | 78 | | |
| > 55 m | Femelles | 95 | 11 | 96 |
| | Mâles | 90 | | |

Tableau 11 : Composition des captures à différentes profondeurs.

A la suite de ces différentes observations on peut conclure à la nécessité de tenir compte de la profondeur au cours de l'échantillonnage. Il faut néanmoins ajouter que ces variations de la distribution bathymétrique peuvent être liées à l'interférence d'autres facteurs physiques (sédiment) ou biologiques (reproduction). Les campagnes de marquage entreprises également au cours de cette étude nous donnerons quelques informations sur ces échanges entre la proximité de la côte et les eaux plus profondes.

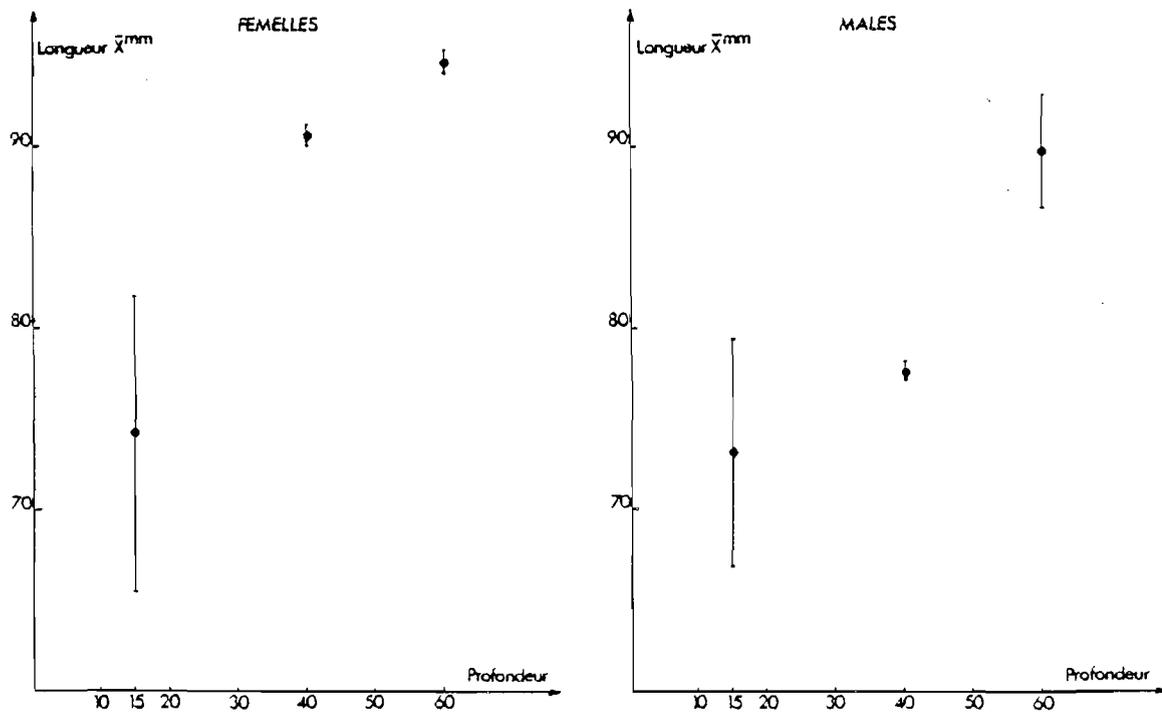


Figure 16 : Longueur moyenne (\bar{X}), des crabes mâles et femelles capturés à différentes profondeurs.

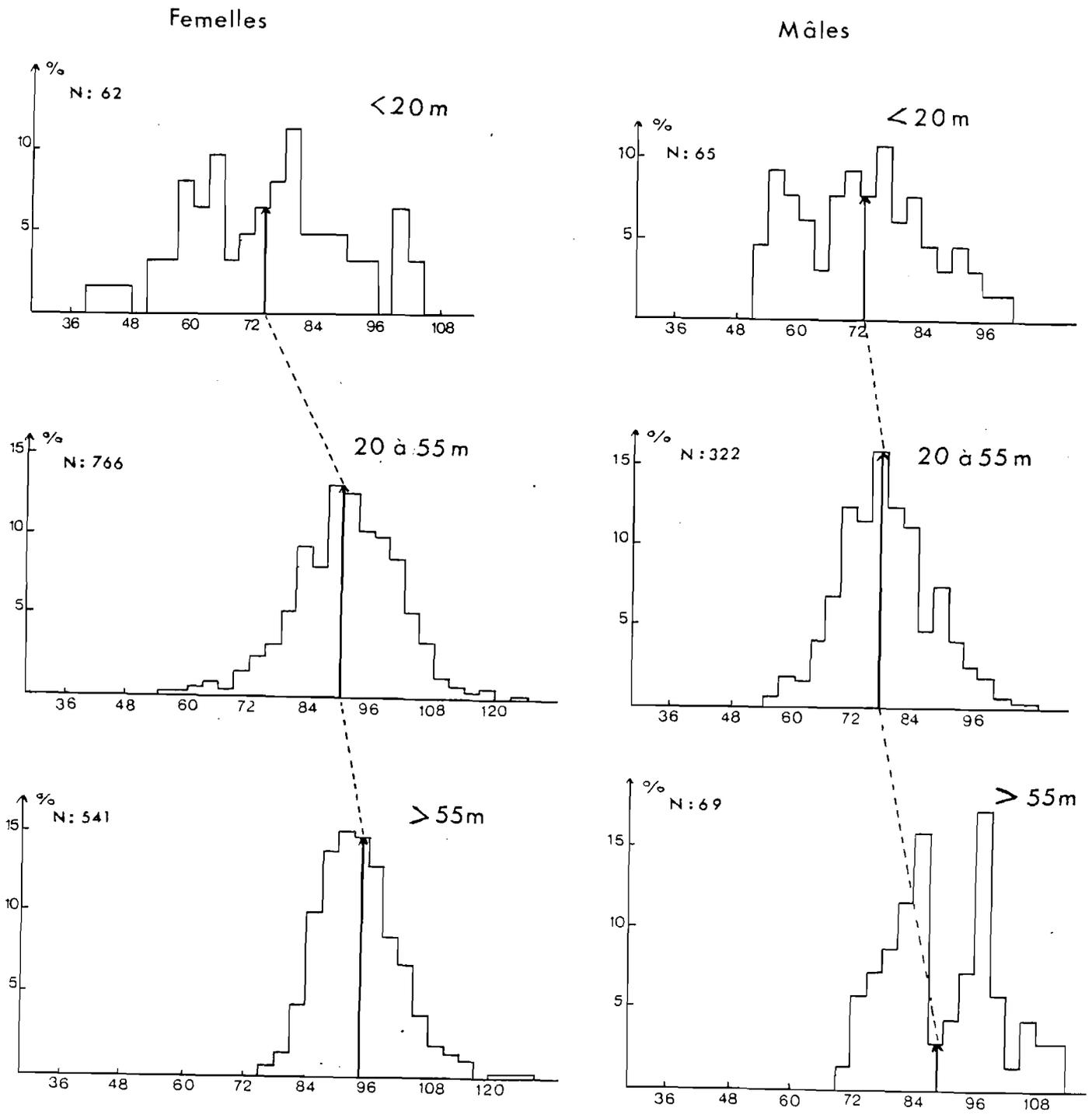


Figure 17 : Etude de la Bathymétrie.

Variations des pourcentages de fréquences relatives des crabes femelles et mâles - Août 1980.

C - CONCLUSION

Cette pêcherie côtière de Bretagne Sud présente donc les caractéristiques suivantes :

- a) La pêche est essentiellement pratiquée d'Avril à Octobre-Novembre par des unités polyvalentes à faible tonnage. 90 % de la flottille fait moins de 8 tonnes.
- b) Le Sex-ratio pour les individus de taille supérieure à la taille marchande (celle-ci est fixée actuellement à 80 mm de longueur) est en faveur des femelles qui représentent 81 % du total des débarquements. Leur pourcentage le plus élevé survient en Juin (93 %) et coïncide comme nous le verrons plus loin dans ce travail à l'arrivée dans la pêcherie des femelles après éclosion de leurs oeufs.
- c) Cette population est constituée en majorité d'individus de petite taille. La longueur moyenne mensuelle des crabes débarqués de Mai 1980 à Mai 1981 est toujours inférieure à 95 mm. Les plus grands Tourteaux sont pêchés entre Juin et Novembre.

L'intensité de la pêche dans ce secteur côtier ne doit pas être sous-estimée car les observations réalisées à différentes profondeurs suggèrent une migration des crabes de la côte vers les eaux plus profondes. La possibilité d'un approvisionnement de la zone de pêche du golfe de Gascogne le long de l'isobathe des 150 mètres par cette pêcherie côtière de Bretagne sud peut donc être envisagée.

CHAPITRE II

LES DEPLACEMENTS DU TOURTEAU :

MISE EN EVIDENCE



CHAPITRE II : LES DEPLACEMENTS DU TOURTEAU - MISE EN EVIDENCE

Lors de l'étude d'une pêcherie, il est intéressant de connaître les déplacements effectués par les individus qui la constituent car les phénomènes de migration jouent un rôle prépondérant sur la structure des échantillons. Les migrations peuvent être liées à la reproduction et influencées par des facteurs variés tels que la nature du sédiment, les ressources trophiques et les conditions hydrologiques. D'une manière générale, un grand nombre d'espèces littorales s'enfoncent dans les eaux plus profondes à l'approche de la saison hivernale et échappent ainsi aux températures trop basses et surtout à leurs variations trop brusques. Elles regagnent la côte au cours du printemps.

Les premiers travaux concernant les migrations du Tourteau datent du début du siècle. Les expériences de marquage furent d'abord réalisées dans les eaux écossaises (Williamson, 1900), puis sur la côte Est de l'Angleterre par Meek (1903, 1905, 1907, 1913, 1914), Tosk (1906), Donnison (1912). D'autres informations furent obtenues plus tard par Williamson (1940) et Mistakidis (1960). Dans toutes ces expériences, la marque attachée, soit à la pince (claw tag), soit à l'exosquelette, est perdue à la mue. Les résultats obtenus sur des courtes durées ont cependant permis de mettre en évidence des migrations allant parfois de 100 à 150 km en un an.

Pearson (1906) illustre par un diagramme, le cycle des mouvements saisonniers des crabes matures en mer du Nord (figure 18). Les femelles migreraient au printemps vers la côte au moment de l'éclosion des larves, mueraient à l'automne et retourneraient ensuite vers le large. Les mâles migreraient moins facilement que les femelles. Quant aux immatures, ils se déplaceraient peu et ne s'éloigneraient guère de la côte.

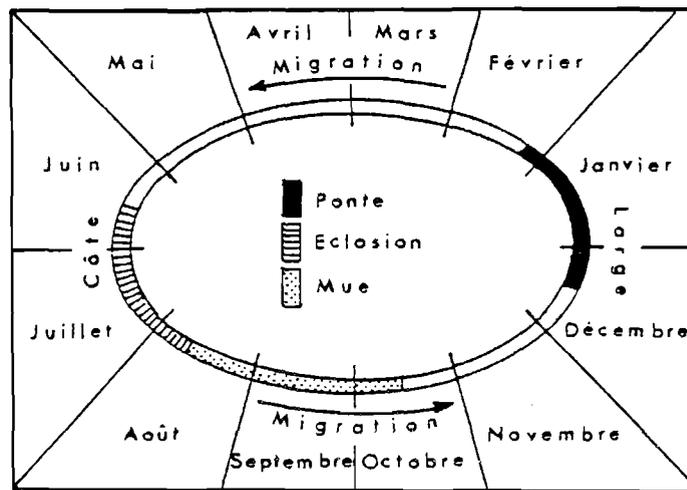


Figure 18 : Migrations saisonnières des femelles adultes (*Cancer pagurus*). D'après PEARSON 1908 en Mer du Nord.

Pour mettre en évidence des déplacements sur de longues distances après plusieurs années de liberté, il a fallu attendre la mise au point de nouvelles techniques de marquage qui permettaient à la marque de rester attachée à l'exosquelette après une ou plusieurs mues.

Deux méthodes ont jusqu'à présent été utilisées. La première "suture-tag" mise au point par Butler (1957) et Van Engel (1958), dérive de la technique de marquage du crabe bleu *Callinectes sapidus*. Mistakidis (1959) et Edwards (1964) adaptèrent progressivement cette méthode au Tourteau. Cette "suture-tag" fut très employée en Mer du Nord et en Manche : les études les plus nombreuses ayant été réalisées en Angleterre d'abord sur la côte Est (Norfolk et Yorkshire) par Edwards (1965-1966a -1967) puis dans le Sud Ouest (Cornouailles et Devon) par Bennett et Brown (1970-1976). Elle fut également utilisée par Mason (1965) dans les eaux écossaises et Hallbäck (1969) dans les eaux suédoises.

La deuxième méthode "toggle-tag" fut mise au point par Gundersen et utilisée dans les eaux norvégiennes (1963-1973-1976-1977). Elle dérive de la technique de marquage du hareng *Clupea sprattus*.

L'emploi de ces deux techniques a permis d'obtenir des données sur la migration après plusieurs années de liberté. Le schéma migratoire des Tourteaux a pu ainsi être confirmé et précisé dans de nombreux secteurs et surtout sur les côtes Est et Sud Ouest de la Grande Bretagne. La France dans ce domaine accuse un grand retard. Nous avons donc jugé utile de commencer cette étude par une série de marquages afin de mettre au point un protocole utilisable dans l'avenir.

A - METHODES D'ETUDE

Dans le but d'étudier les déplacements du Tourteau et d'obtenir des données sur la croissance, des expériences de marquage furent menées de décembre 1979 à avril 1981. Ces opérations furent d'abord limitées au secteur de Lorient et progressivement étendues à la Trinité Sur Mer et à la presqu'île de Rhuys. Pour réaliser ces marquages, quatre techniques peuvent être utilisées. Nous détaillerons dans ce paragraphe celles que nous avons employées au cours de cette étude.

Dans le cas de la "claw-tag", la marque est attachée au niveau de la pince et perdue à la mue. Notre but étant d'étudier simultanément croissance et déplacement, cette méthode n'a pas été employée dans notre étude. Pour les trois autres techniques, la marque est conservée à la mue et présente deux parties : une partie interne fixée au niveau de la cavité branchiale et une partie externe. Nous détaillons ci-dessous les deux techniques utilisées dans ce travail.

2.1. Technique d'Edwards "suture-tag" (Planche 2, photos A et C)

1) Deux trous distants de 23 mm sont percés au niveau de la ligne épimérienne, au-dessus des deux dernières pattes locomotrices.

2) Au moyen d'une aiguille à suture, (réf. 1 255 n° 6) à pointe triangulaire, on passe par ces trous un fil de nylon.

3) La marque est alors introduite par l'une des extrémités du fil et maintenue par plombage.

Les marques sont des disques de Petersen jaune en PVC de 26 mm de diamètre d'orifice central 2 mm portant l'inscription R F A (République Française, série A).

Pour des individus de longueur supérieure à 95 mm, il est possible d'utiliser des aiguilles à suture plus grande (réf. 1 255 n° 10). Dans ce cas les trous doivent être distants de 29 mm.

Il faut environ deux minutes à deux personnes pour marquer un crabe et enregistrer ses caractéristiques. Compte tenu de la précision que nécessite cette méthode, nous ne l'avons employée que lors des marquages à terre.

2.2. Technique de type Gundersen "toggle-tag" (Planche 2, photos B et D)

Le matériel est du même type que celui employé dans le prêt à porter pour étiqueter les vêtements. Il est analogue à celui qui sert pour le marquage en série des poissons ("fish-tagging gun"). Cette technique a été utilisée pour la première fois en 1980 en baie d'Audierne par Camus (1982).

1 - Un trou unique est percé au niveau de la ligne de déhiscence et toujours au-dessus des dernières pattes locomotrices.

2 - Le disque de Petersen est enfilé sur l'aiguille du pistolet. La partie en I de l'attache, en actionnant la gachette est introduite dans la cavité branchiale et la partie externe aplatie maintient la marque. Les caractéristiques de l'attache en nylon et de l'aiguille du pistolet sont les suivantes :

Attache : longueur : 25 mm
partie interne en I : 10 mm Ø 1 mm
partie externe aplatie : 10 mm X 5 mm
Aiguille : longueur : 33 mm
diamètre : 1,5 mm

Pour des individus de longueur inférieure à 65 mm, un autre type d'aiguille et d'attache a été utilisé :

Attache : longueur : 24 mm
partie interne en I : 7 mm Ø 0,5 mm
partie externe aplatie : 7 mm X 3 mm
Aiguille : longueur : 25 mm
diamètre : 1 mm

Cette méthode est rapide, ainsi en mer il suffit de 30 secondes pour marquer un crabe et enregistrer ses caractéristiques.

PLANCHE 2 : Les marquages de *Cancer pagurus*

A : Matériels pour le marquage
"suture-tag"

B : Matériels pour le marquage
de type "toggle-tag"

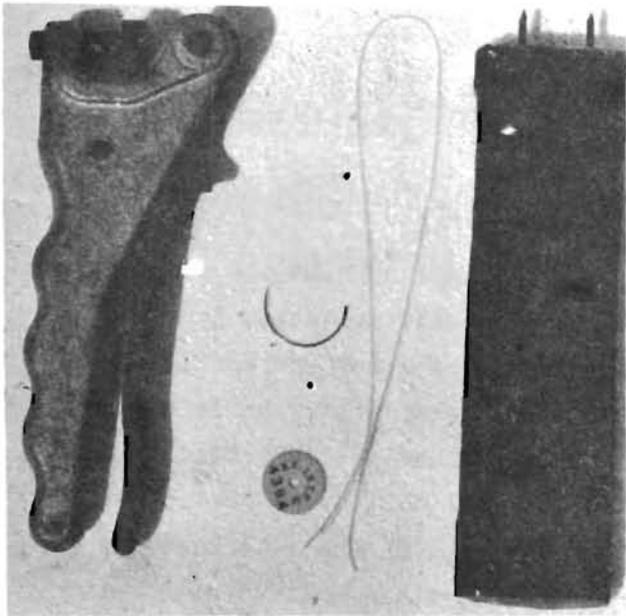
C : Crabe marqué par la technique
"suture-tag"

D : Crabe marqué par la technique
de type "toggle-tag"

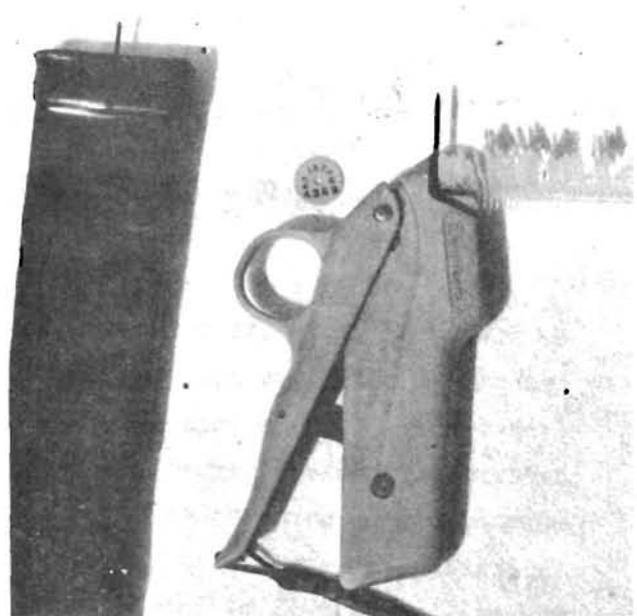
E : Crabe "mou" qui va perdre sa
marque

F : Crabe qui a mué après avoir été
marqué par la technique "suture-tag"
auréole (rouge) au niveau des trous
de marquage.

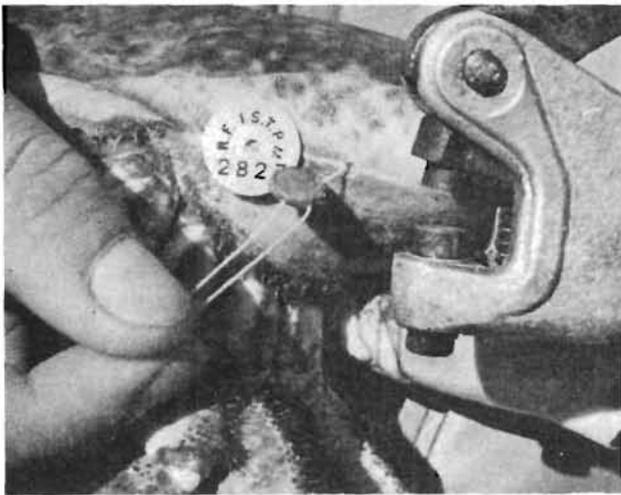
PLANCHE 2



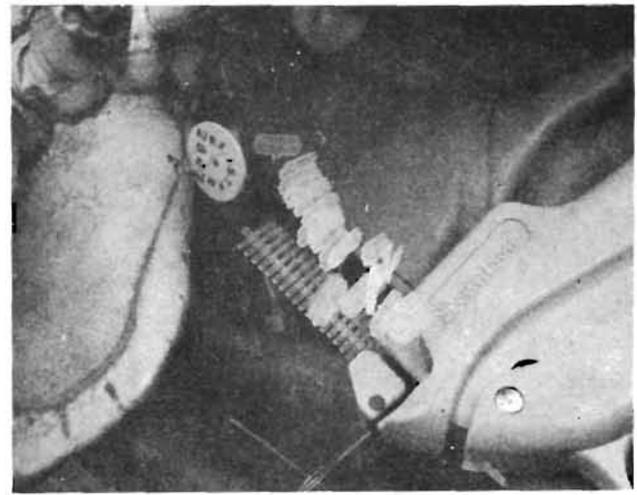
A



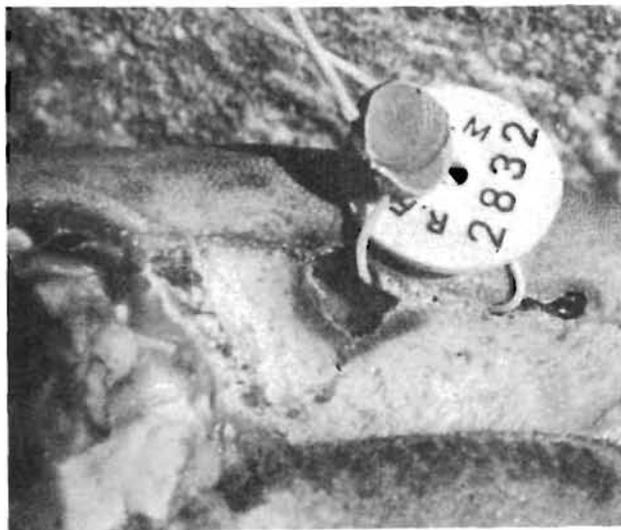
B



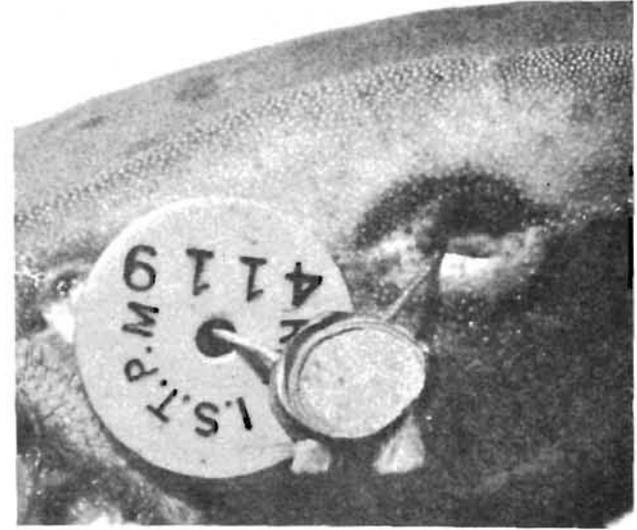
C



D



E



F

3. OPERATION DE MARQUAGE EN VIVIER

La pose de la marque crée une blessure et une possibilité d'infection au niveau de la cavité branchiale. Il est donc nécessaire de tester les deux techniques utilisées afin de savoir si elles n'entraînent pas une mortalité trop élevée. De plus lorsque les individus muent, il est fort probable qu'un certain pourcentage perdent leurs marques. Afin d'évaluer cette mortalité au marquage et la perte de la marque au moment de la mue, nous avons réalisé au laboratoire de Roscoff en collaboration avec D. LATROUITE, une expérience en vivier (longueur 13 m, largeur 1 m). Les individus destinés à l'expérimentation sont récoltés auprès des pêcheurs environ huit jours avant la manipulation. Cette procédure ayant pour objectif de permettre aux individus de s'adapter aux conditions d'élevage avant le marquage. Le test est alors pratiqué sur trois lots de crabes.

Le premier est marqué par la technique d'Edwards, le deuxième par le procédé de type Gundersen. Le troisième est un lot témoin qui servira à déterminer le taux de mortalité naturelle. La répartition des individus est faite de façon homogène. Dans chaque lot, les sexes sont en nombre équivalent, les tailles et les poids sont aussi variés que possible afin de pouvoir ensuite généraliser les résultats. La taille des crabes mis en expérimentation varie entre 53 et 134 mm de longueur. La plupart des individus marqués possédaient un exosquelette dur. Durant toute l'étude, ils ont été nourris de chair de poisson. Des abris faits de pierres furent aménagés dans le vivier, sur toute sa longueur, afin de permettre aux animaux de s'isoler et de fuir la lumière trop vive.

4 . IMMERSION DES INDIVIDUS MARQUES

Lors des marquages à terre, nous avons essayé, à chaque fois, dans la mesure du possible, d'immerger à nouveau les crabes à l'endroit même de leur capture, afin d'éliminer certaines erreurs d'interprétation dans l'étude du déplacement.

Pour les individus marqués à terre et durant l'hiver, plusieurs heures voire plusieurs jours (en cas de mauvais temps) s'écoulaient entre le marquage et l'immersion. Ce stockage en caisse et dans le vivier fut incontestablement responsable d'un taux élevé de mortalité et expliquera en partie le faible pourcentage de recapture résultant de ces premiers travaux. C'est pour pallier ces problèmes qu'à partir du mois de juin, la plupart des marquages furent effectués directement en mer.

Le concours des professionnels a été requis pour ramener les crabes marqués soit au laboratoire, soit au vivier du Pérello, soit dans les comités locaux. Une prime de 25 francs est allouée à chaque pêcheur ramenant un crabe marqué avec indication de la date et du lieu de recapture. L'ensemble de cette opération est financée par l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes.

B - RESULTATS

1 - MORTALITE CONSECUTIVE AUX MARQUAGES

L'étude a été menée sur 121 individus. Nous présentons dans le tableau 13 les résultats après 15 jours d'expérience. Le taux de mortalité est identique pour les deux types de marquages et égale à 2,5 %. Il n'est plus possible ensuite d'interpréter les données, les morts étant plus nombreux chez les individus non marqués. Cette mortalité naturelle élevée au-delà de la deuxième semaine, doit provenir d'une mauvaise qualité de l'eau liée à un excès de nourriture et à une mauvaise élimination des déchets.

| | Nombre d'individus | Sexe | | Mortalité | | Total mortalité |
|-------------------------------|-----------------------|---------|------|-----------|------|--------------------|
| | | Femelle | Mâle | Femelle | Mâle | |
| Marquage "suture-tag" | 40 | 19 | 21 | 1 | 0 | 1 |
| Marquage type "toggle-tag" | 41 | 22 | 19 | 0 | 1 | 1 |
| Lot témoin | 40 | 20 | 20 | 0 | 0 | 0 |

Tableau 13 : Mortalité au marquage après 15 jours d'expérience.

Les résultats obtenus par Edwards en août 1962, à partir d'une expérience similaire sont donnés dans le tableau 14. La mortalité au marquage par la "suture-tag" est très supérieure à celle provenant de notre étude. Il y apparait également une mortalité plus forte dans le groupe des petites tailles.

| Longueur (mm) | Largeur (mm) | "Suture tag" % | "Claw tag" % |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| 70-88 | 114-142 | 9 | - |
| 50-70 | 81-114 | 10 | - |

Tableau 14 : Mortalité au marquage après 14 jours d'expérience Edwards (1971).

A la suite de son étude, Edwards signale que la "claw-tag" est meilleure que la "suture-tag" pour faire une étude de mortalité. Il considère cependant cette dernière technique comme satisfaisante pour une étude de croissance, dans laquelle seules les recaptures sont utilisées dans les calculs.

Des informations complémentaires sont fournies par ce même auteur. La mortalité au marquage peut être fortement réduite si les crabes sont immergés dans l'eau de mer immédiatement après avoir été marqués (Edwards 1964).

Le taux de mortalité le plus élevé est obtenu dans les 24 heures suivant le marquage (Edwards 1966 b).

2 - TENUE DE LA MARQUE

Après trois mois d'expérience, 4 (9,8 %) marques type "toggle-tag" et 3 (7,5 %) marques "suture-tag" ont été récupérées au fond du vivier. Nous ne disposons malheureusement d'aucune information concernant la tenue de la marque à la mue. En effet, des 121 individus mis en élevage, un seul a commencé à muer et est mort en cours de mue.

L'intervention de la marque sur le processus de mue a été étudiée pour les deux techniques : 24 "suture-tag" et 31 "claw-tag" par Edwards (1965). La "claw-tag" est une technique de marquage externe et peut dans cette expérience, servir de témoin. Les résultats sont grevés, quelle que soit la méthode utilisée, par une mortalité d'environ 10 %. Ces observations, quoiqu'obtenues sur un nombre limité d'individus, amènent à conclure que le marquage "suture-tag" n'a pas d'incidence sur le processus de la mue où sur la mortalité à la mue.

Lorsque les individus au marquage ont une carapace molle, le fil utilisé dans la technique d'Edwards et l'attache en nylon de la technique de type Gundersen érodent la carapace. Le diamètre des trous peut être aussi fortement agrandi. Dans le cas de la "suture-tag" comme l'indique la photo E de la planche 2, le fil peut même aller jusqu'à déchirer la carapace. A la suite de cette observation et compte tenu de l'évolution de la carapace au cours de l'intermue, il est fort probable que plus l'exosquelette sera dur au moment du marquage, plus la marque aura de chance de tenir.

La dispersion géographique et l'importance des déplacements pour les individus qui se sont déplacés à plus de 5 milles de leur point d'immersion sont données dans le tableau 18.

| Période | Sexe | Direction | Nombre d'individus | Distance moyenne parcourue (milles) | Distance maximum (milles) |
|--------------|---------|-----------|--------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 0 à 6 mois | Femelle | N.E. | 7 | 9 | 16 |
| | | S.E. | 4 | 13 | 27 |
| | | N.W. | 5 | 8 | 16 |
| | | S.W. | 8 | 12 | 30 |
| | Mâle | N.E. | 1 | 7 | 7 |
| | | S.E. | 1 | 6 | 6 |
| S.W. | | 1 | 7 | 7 | |
| 6 à 12 mois | Femelle | N.E. | 1 | 8 | 8 |
| | | S.E. | 4 | 17 | 26 |
| | | N.W. | 3 | 9 | 13 |
| 12 à 24 mois | Femelle | S.E. | 3 | 17 | 29 |
| | | N.W. | 2 | 14 | 23 |
| S.W. | | 4 | 8 | 13 | |
| | Mâle | S.W. | 1 | 6 | 6 |

Tableau 18 : Distribution géographique et importance des déplacements des Tourteaux recapturés à plus de 5 milles de leur point d'immersion.

Aucune orientation privilégiée ne peut être mise en évidence, excepté pour les Tourteaux marqués au Pierres Noires à 10 m de profondeur (secteur 3) où une migration de la côte vers le large est observée.

39 % des individus se sont déplacés à plus de 5 milles, 91 % étant des femelles. La plupart des mâles, 87 % ont effectué moins de 5 milles soit 43 % de la population recapturée sur le site de marquage.

Pour pouvoir affirmer l'existence d'un moment privilégié dans le déplacement, nous avons comparé les distances moyennes parcourues par les crabes marqués aux différentes époques (printemps-été, automne-hiver) en ne retenant que les individus dont la recapture avait eu lieu après moins de six mois de liberté. Les résultats sont présentés dans le tableau 19. Ils nous conduisent à émettre l'hypothèse que l'époque de l'année où a lieu le marquage n'influence pas le déplacement.

| Sexe | Epoque | |
|----------|---------------|---------------|
| | automne-hiver | printemps-été |
| Femelles | 5,7 milles | 6,7 milles |
| Mâles | 3 milles | 2,8 milles |

Tableau 19 : Distances moyennes parcourues par les mâles et les femelles de Tourteaux marqués à deux époques différentes et recapturés après moins de six mois de liberté.

Les distances parcourues par les femelles n'apparaissent pas être liées au temps de liberté (tableau 20). Qu'elles soient recapturées moins de six mois ou entre 12 à 24 mois après leur immersion, 45 à 56 % d'entre elles sont repêchées à moins de 5 milles du point de lâcher.

Par contre, si les déplacements des femelles sont plus importants que ceux des mâles, ils n'atteignent que très rarement 55 kilomètres et restent donc très inférieurs aux valeurs observées en Manche, en Mer du Nord et dans le Nord de l'Atlantique. Dans ce dernier secteur par exemple, des déplacements pouvant atteindre 260 kilomètres ont été obtenus. De plus, les travaux antérieurs ont toujours mis en évidence des directions privilégiées dans le déplacement des femelles. L'étude du tableau 21 montre que le sens général du déplacement se fait en direction opposée à celle du courant résiduel, c'est à dire dans le sens opposé de la dérive générale de la masse d'eau.

| Auteurs | Secteurs | Direction du déplacement | Direction du courant résiduel |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Edwards 1965 1966 1967 | Côté W de la Mer du Nord | N | S |
| Hallbäck 1969 | Eaux suédoises | S | N |
| Bennett et Brown 1976 | Manche (Anglaise) | W S W | E.NE |
| Camus 1982 | Nord du Golfe de Gascogne | S E | N W |

Tableau 21 : Direction du courant général et du déplacement des femelles dans différents secteurs.

Pour expliquer la différence de comportement migratoire entre mâles et femelles, et ce mouvement contre le courant, l'hypothèse avancée par les chercheurs britanniques est de considérer que la migration est liée à l'activité de reproduction. Les larves dont la durée de vie pélagique est de 6 à 8 semaines, se déplaceraient avec le courant (Nichols et Cryer 1978).

La migration des femelles aurait pour effet de compenser cette dérive et jouerait ainsi un rôle non négligeable dans le maintien de la répartition biogéographique de l'espèce.

Dans la partie du Golfe de Gascogne considérée dans cette étude, le courant de marée et le courant général sont faibles. Près de la côte, les courants sont giratoires. L'absence de schéma migratoire constaté chez les femelles plaide en faveur de l'hypothèse anglaise précédente. Toutefois, compte tenu des résultats actuels, il est prématuré de conclure. L'influence des autres paramètres (taille, stade de maturation ovarienne, état de la carapace, etc...) sont également à considérer.

CHAPITRE III

BIOMETRIE ET CROISSANCE

CHAPITRE III : BIOMETRIE ET CROISSANCE

A - BIOMETRIE

1. DEFINITION

La définition de la croissance relative a été donnée par Tessier (1948) : ce sont les relations qui existent chez un animal entre la dimension ou le poids (y) d'un organe et les dimensions ou le poids total (x) du corps ou d'un autre organe, pris comme référence. Ces relations sont décrites par l'équation :

$$y = ax^b \quad 1$$

ou après transformation logarithmique

$$\text{Log } y = \text{Log } a + b \text{ Log } x$$

$$\text{soit } Y = A + b X \quad 2$$

La transformation en coordonnées logarithmiques a généralement pour effet de linéariser la relation, de stabiliser les variances et de normaliser les distributions.

Suivant les valeurs de b on parlera d'isométrie ou d'allométrie. Il y a isométrie si $b = 1$ dans le cas où ce sont deux dimensions linéaires qui sont considérées ou si $b = 3$ lorsque c'est un poids qui est étudié par rapport à une dimension. Dans les autres cas ($b \neq 1$ et $b \neq 3$) on parle d'allométrie minorante ou majorante selon que b est inférieur ou supérieur à 1 ou à 3 respectivement.

| Réalité (in-connue) Décision | H_0 Fausse | H_0 vraie |
|---------------------------------|---|---|
| H_0 non repoussée | erreur de 2ème espèce $1 - \beta$ (Puissance du test) Proba = β | Pas d'erreur |
| H_0 repoussée | Pas d'erreur | erreur de 1ère espèce Proba = α |

← "Type I error"

Tableau 22 : Définition de α .

α = probabilité de repousser H_0 quand elle est vraie ;

100α : seuil de significativité ;

Résultat du test connu si :

- α connu
- H_0 clairement énoncée

2. METHODE D'ETUDE

2.1. Allométrie et régression

La première étape consiste à ajuster aux données les paramètres a et b de l'équation 2. Il existe plusieurs types d'ajustements exposés en détail par Ricker en 1973. Dans notre étude de croissance relative comparée, les ajustements ont été réalisés selon le critère des moindres carrés (droite prédictrice de y en x) après transformation logarithmique (base 10) des données.

La régression prédictrice est la régression de y en x qui minimise la somme des carrés des distances verticales des points expérimentaux de la droite.

2.2. Comparaison des droites de régression

N droites de régression prédictrices peuvent être comparées au moyen d'une analyse de variance. La technique de comparaison utilisée est le test séquentiel de Reeve. Dans un premier temps, on teste l'homogénéité des variances résiduelles. Cette homogénéité des variances résiduelles est requise pour la poursuite du test. Dans un deuxième temps, on compare les pentes. Si la différence entre les pentes ne s'avère pas significative, on peut comparer dans un troisième temps les ordonnées à l'origine des n droites. Etant donné qu'il s'agit d'un test séquentiel, les résultats sont à considérer avec prudence. La définition de α est donnée dans le tableau 22.

L'analyse de variance suppose comme hypothèse préalable l'homogénéité des variances résiduelles liées aux différentes droites, ce qui n'est pas toujours le cas dans notre étude. Pour cette raison, nous avons utilisé dans un cas l'ellipse de confiance à 100 $(1 - \alpha)$ % attribuable à l'estimation du couple (\hat{a}, \hat{b}) (DRAPER et SMITH, 1966), qui est l'ensemble des points (a, b) pour lesquels on ne repousse pas H_0 (i.e. $(a, b) = (\hat{a}, \hat{b})$) dans un test à α % de risque. L'extension au cas de la comparaison de deux droites (\hat{a}_1, \hat{b}_1) et (\hat{a}_2, \hat{b}_2) consiste à vérifier graphiquement que l'intersection des domaines entourant chaque couple est vide : on convient alors de rejeter H_0 (i.e. $(\hat{a}_1, \hat{b}_1) = (\hat{a}_2, \hat{b}_2)$ au seuil α). Ce test est approché et présente l'inconvénient d'une faible puissance (probabilité α non négligeable).

3. RESULTATS

3.1. Relation longueur-largeur

Deux types de mensurations sont couramment utilisées :

- . La longueur de la carapace (L), utilisée en France pour définir la taille marchande,
- . La largeur de la carapace (l), employée comme mesure de référence en Angleterre.

Les paramètres des relations allométriques pour les femelles et pour les mâles sont présentés dans le tableau 23. Dans les deux cas, nous avons obtenu après transformation logarithmique un coefficient de corrélation voisin de 1. Les valeurs de l'exposant b sont significativement différentes de l'unité, l'allométrie est majorante quelque soit le sexe considéré.

| Sexe | Femelles | Mâles |
|------|----------|-------|
| A | 0,161 | 0,065 |
| b | 1,023 | 1,079 |
| R | 0,998 | 0,999 |
| N | 87 | 58 |

Tableau 23 : Relation longueur-largeur des mâles et des femelles de *Cancer pagurus* - Paramètres des régressions prédictives.

Comparaison des deux droites :

Nous avons ensuite comparé les deux droites d'allométrie exprimant la longueur en fonction de la largeur. Les résultats du test de Reeve figurent dans le tableau 24.

| | Longueur/Largeur |
|---|--|
| H_0 : Homogénéité des variances résiduelles F bilatéral Degrés de liberté α | 1,203 85/56 $4,626 \cdot 10^{-1}$ |
| H_0 : Pentes égales F unilatéral D.L. Num. D.L. Den. α | $2,482 \cdot 10^{-1}$ 1 141 $1,815 \cdot 10^{-6}$ |
| H_0 : Hauteurs égales F unilatéral D.L. Num. D.L. Den. α | 7,818 1 142 $5,890 \cdot 10^{-3}$ |

Tableau 24 : *Cancer pagurus* : Application de la méthode de Reeve à la comparaison des deux droites d'allométrie exprimant la relation entre la longueur et la largeur des mâles et des femelles.



$\alpha < 0,01$ pour le test sur les pentes. Comparaison inutile sur les ordonnées à l'origine.

On peut donc conclure que les deux droites sont différentes. Pour réaliser les transformations longueur/largeur chez les mâles et les femelles, les équations suivantes sont à retenir :

$$\begin{aligned} \text{Femelles} : l &= 1,449 L^{1,023} \\ \text{Mâles} : l &= 1,161 L^{1,079} \end{aligned}$$

La représentation graphique de ces deux droites est fournie dans la figure 20.

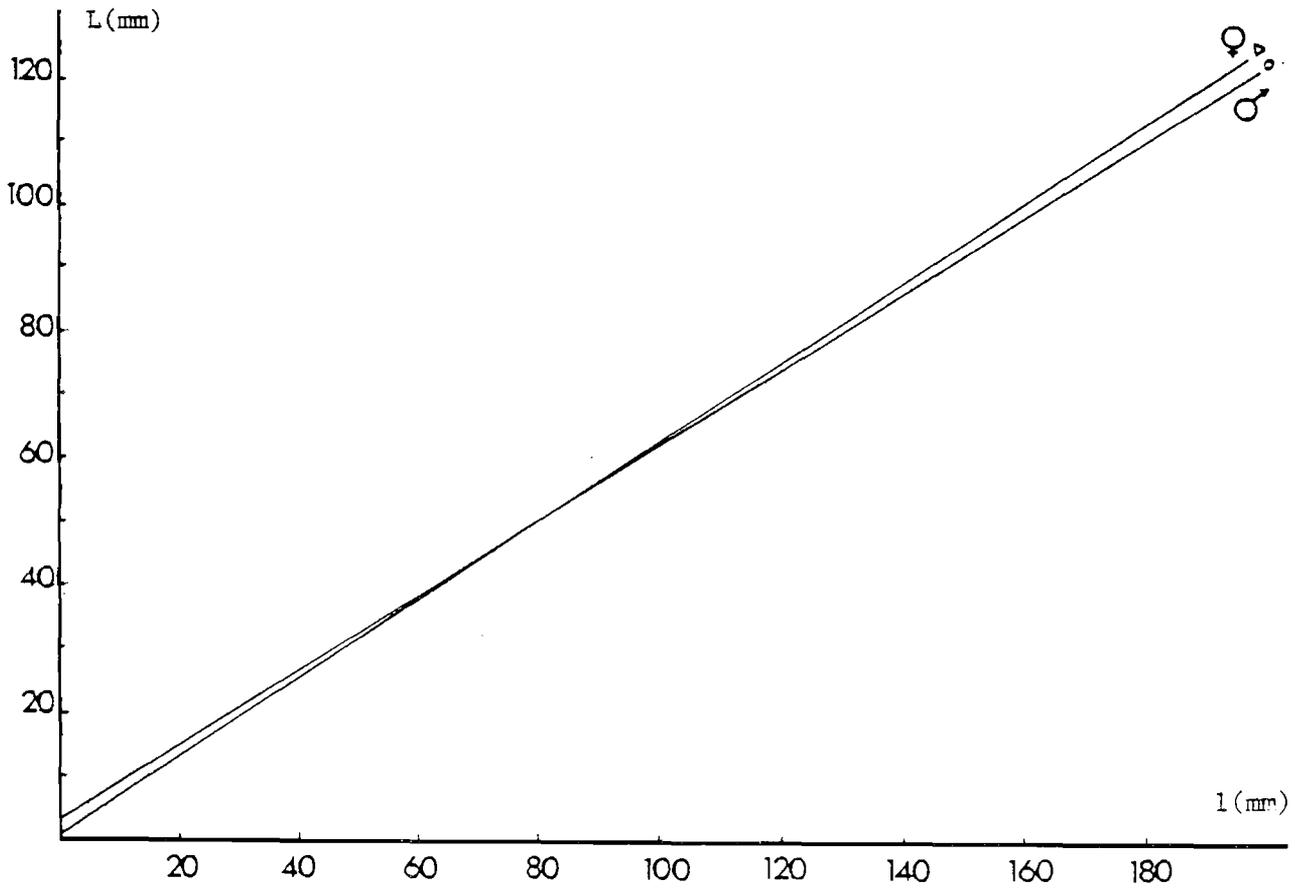


Figure 20 : Relation longueur - largeur (mm)

o Mâles

Δ Femelles

Droites tracées à partir de 645 mâles o et
614 femelles Δ .

3.2. Relation taille-poids

L'expression de la relation d'allométrie existant entre la longueur et le poids représente un outil pratique en biologie des pêches. Elle permet de déduire des poids moyens à partir des données sur la taille plus facilement accessible sur le terrain.

Les relations longueur-poids ont été étudiées sur des Tourteaux pêchés en novembre 1980, février et juin 1981 possédant la totalité de leurs appendices au moment des mesures. Des groupements ont été réalisés en fonction du sexe (mâles ou femelles) et de l'état physiologique (mous ou durs). Pour ce dernier caractère, trois critères de classification sont employés (tableau 25) : la dureté et la couleur de la carapace au niveau des pièces épimériennes (face ventrale) et secondairement le poids spécifique estimé à la main.

Cette classification n'a pas la même valeur que celle de Drach (1939), elle a l'avantage d'être simple et facilement applicable sur le terrain. Toutefois, nous pouvons rapprocher les individus "mous" appartenant au groupe A des étages C₂ et C₃ et les individus "durs" du groupe B à l'étage C₄.

| Critères qualitatifs | "mous" groupe A | "durs" groupe B |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| Elasticité pièces épimériennes | + | - |
| Couleur face ventrale | blancs | crème |
| Poids spécifique | - | + |

Tableau 25 : Critères de séparation des états physiologiques.

3.2.1. Comparaison des relations taille/poids obtenues en octobre-février-juin

Les paramètres des relations allométriques ajustées aux données de poids (W) en fonction de la longueur (L) sont présentées dans le tableau 26 en tenant compte des caractéristiques suivantes :

- sexe,
- état de la carapace (dur ou mou),
- période de pêche.

| Sexes | Femelles | | Mâles | |
|--------------------|----------|---------|---------|---------|
| Etat physiologique | Dures | Molles | Durs | Mous |
| <u>Novembre 80</u> | | | | |
| A | - 3,193 | - 3,167 | - 3,687 | - 3,621 |
| b | 3,001 | 2,972 | 3,291 | 3,242 |
| R | 0,998 | 0,992 | 0,996 | 0,996 |
| N | 122 | 57 | 78 | 45 |
| <u>Février</u> | | | | |
| A | - 3,204 | - 3,164 | - 3,770 | - 3,657 |
| b | 3,006 | 2,975 | 3,337 | 3,264 |
| R | 0,998 | 0,995 | 0,997 | 0,986 |
| N | 115 | 86 | 73 | 52 |
| <u>Juin</u> | | | | |
| A | - 3,095 | - 3,243 | - 3,795 | - 4,010 |
| b | 2,952 | 3,005 | 3,354 | 3,445 |
| R | 0,995 | 0,994 | 0,988 | 0,994 |
| N | 141 | 17 | 79 | 25 |

Tableau 26 : Relation taille-poids des mâles et des femelles de *Cancer pagurus*. Paramètres des relations d'allométrie estimés à partir des données de poids (W) en g en fonction de la longueur (L) en mm.

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

$$W = aL^b$$

Dans tous les cas, nous avons obtenu un bon coefficient de corrélation après transformation logarithmique ($0,985 < R < 0,999$). Les valeurs de l'exposant b estimées pour chaque état (mou ou dur) et chaque mois sont toujours significativement différentes de 3 au seuil de 5 % pour les mâles. Nous pouvons donc conclure à une allométrie (majorante) de croissance dans la relation taille-poids des mâles, quels que soient l'état et la période. Pour les femelles, les valeurs de l'exposant b ne sont jamais significativement différentes de 3 au seuil de 5 % si ce n'est pour les femelles dures du mois de juin. Nous pouvons donc, chez les femelles, dans la plupart des cas rejeter l'hypothèse d'une allométrie de croissance.

Les résultats des différentes relations comparées sont présentés dans le tableau 27.

| | Femelles | | Mâles | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Dures | Molles | Durs | Mous |
| Ho : <u>Homogénéité des varian-</u> <u>ces résiduelles</u> | | | | |
| x^2 | 2,612 | 2,512 | 9,113 | 4,136 |
| Degrés de liberté | 2 | 2 | 2 | 2 |
| α | $2,708 \cdot 10^{-1}$ | $1,847 \cdot 10^{-1}$ | $1,050 \cdot 10^{-2}$ | $1,264 \cdot 10^{-1}$ |
| Ho : <u>Pentes égales</u> | | | | |
| F unilatéral | 1,623 | $6,770 \cdot 10^{-2}$ | $6,076 \cdot 10^{-1}$ | 1,702 |
| D.L. Num. | 2 | 2 | 2 | 2 |
| D.L. Den. | 372 | 154 | 224 | 116 |
| α | $1,988 \cdot 10^{-1}$ | $9,346 \cdot 10^{-1}$ | $5,456 \cdot 10^{-1}$ | $1,869 \cdot 10^{-1}$ |
| Ho : <u>Hauteurs égales</u> | | | | |
| F unilatéral | 1,026 | 9,637 | 1,670 | 1,071 |
| D.L. Num. | 2 | 2 | 2 | 2 |
| D.L. Den. | 374 | 156 | 226 | 118 |
| α | $3,595 \cdot 10^{-1}$ | $1,132 \cdot 10^{-4}$ | $1,906 \cdot 10^{-1}$ | $3,459 \cdot 10^{-1}$ |

Tableau 27 : Comparaison inter mois des relations taille-poids par analyse de variance. Les comparaisons portent sur les régressions prédictrices.

Pour les individus du groupe B, nous n'avons noté aucune différence significative dans les relations. Dans la suite de l'étude, les informations recueillies chaque mois seront donc regroupées. Cette observation est en accord avec celle de Hancock et Edwards (1966) qui considèrent que dans la pêcherie du Yorkshire, un seul échantillonnage suffit pour établir la relation taille/poids des crabes débarqués.

Les paramètres des relations d'allométrie après regroupement pour les individus du groupe B sont présentés dans le tableau 28.

| Sexes | Femelles | Mâles |
|-------|----------|---------|
| A | - 3,188 | - 3,742 |
| b | 2,998 | 3,323 |
| N | 378 | 230 |
| R | 0,997 | 0,996 |

Tableau 28 : Relation taille-poids des mâles et des femelles de *Cancer pagurus*.
Paramètres des relations d'allométrie.

Pour les individus du groupe A : des différences significatives au seuil de 5 % sont trouvées uniquement chez les femelles. Cette différence se situe dans la position des droites qui sont parallèles mais non confondues.

L'existence de plusieurs droites chez les femelles de ce groupe peut s'expliquer par les caractères biologiques suivants :

- l'absorption d'eau au moment de la mue entraîne une augmentation du poids frais de 50 %,
- la calcification de la carapace se fait en différentes étapes.

La combinaison de ces deux processus aboutit à la formation de crabes mous, appellation qui regroupe en fait une population hétérogène.

3.2.2. Comparaison des relations tailles-poids entre mâles et femelles durs.

Si l'établissement d'une clef taille/poids est nécessaire lorsqu'on veut établir un modèle de dynamique de population, il est également indispensable de savoir si la même relation peut servir à la fois pour les mâles et les femelles. Les résultats des comparaisons sont présentés dans le tableau 29.

| | Durs |
|---|------------------------|
| Ho : <u>Homogénéité des variances résiduelles</u> | |
| F bilatéral | 2,281 |
| D.L. Num. | 228 |
| D.L. Den. | 376 |
| α | $1,328 \cdot 10^{-12}$ |
| Ho : <u>Pentes égales</u> | |
| F unilatéral | $2,388 \cdot 10^2$ |
| D.L. Num. | 1 |
| D.L. Den. | 604 |
| α | $1,211 \cdot 10^{-45}$ |
| Ho : <u>Hauteurs égales</u> | |
| F unilatéral | $4,816 \cdot 10^2$ |
| D.L. Num. | 1 |
| D.L. Den. | 605 |
| α | $5,661 \cdot 10^{-79}$ |

Tableau 29 : Comparaison inter sexes dans les relations taille-poids par analyse de variance.

Test d'homogénéité, les comparaisons portent sur les régressions prédictives.



$\alpha < 0,01$: pour variance résiduelle : pas de comparaison possible sur les pentes et ordonnées à l'origine.

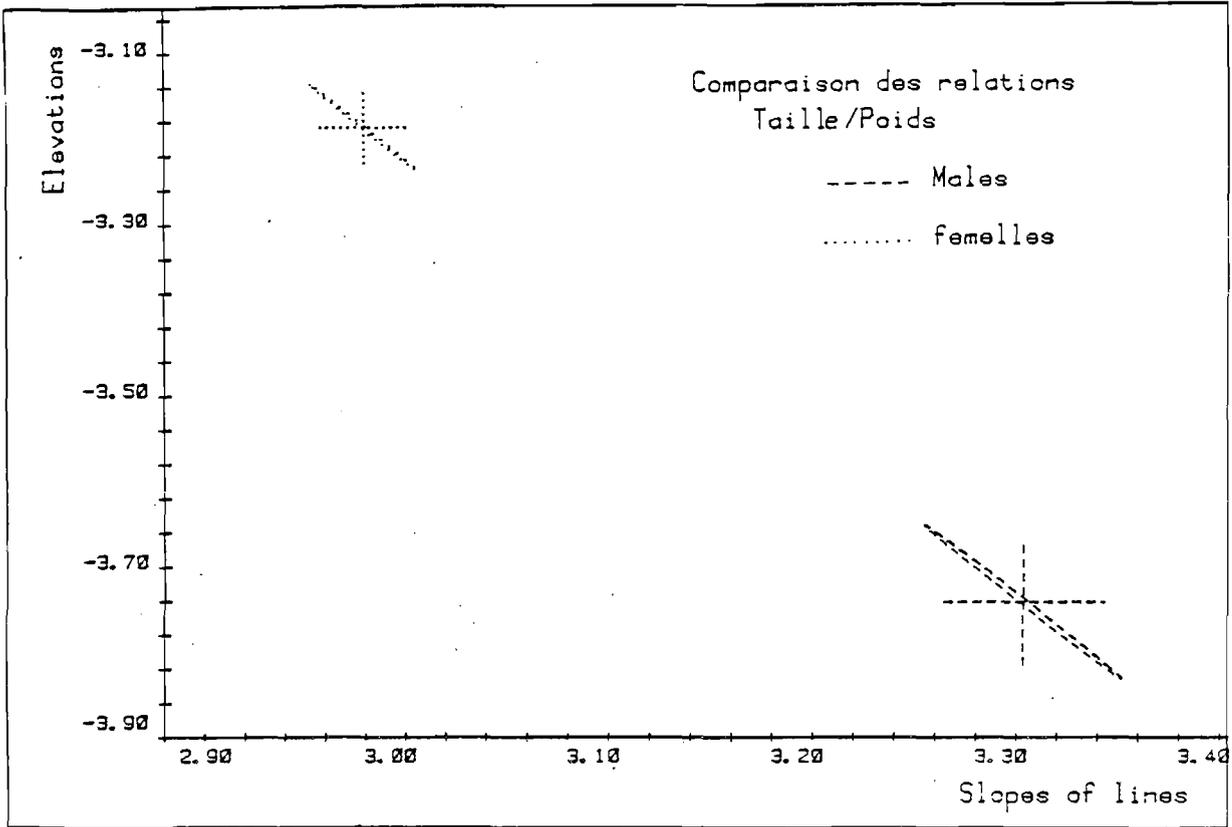


Figure 21 : Comparaison des relations tailles-poids des Tourteaux par les ellipses de confiance

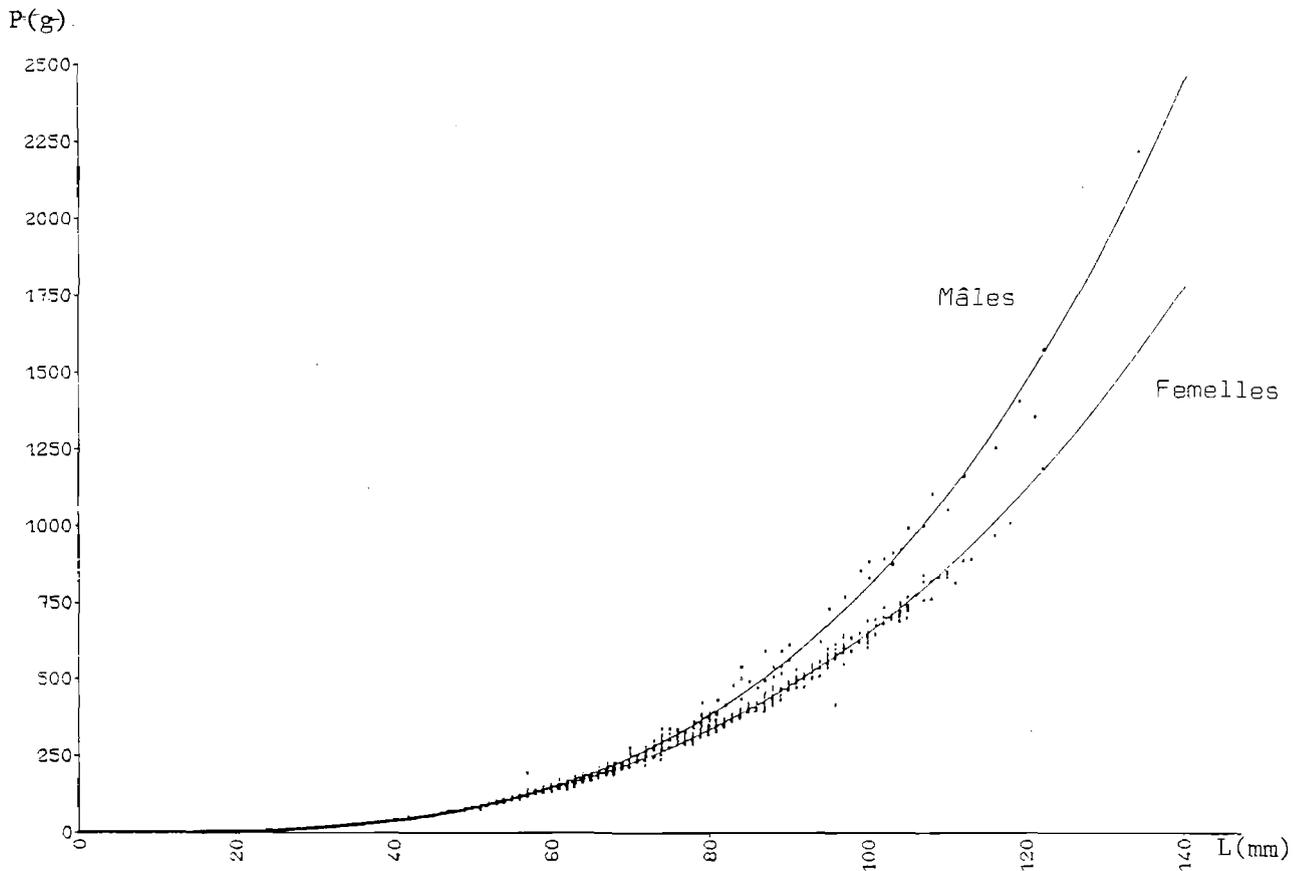


Figure 22 : Relations Tailles/Poids

Les ellipses de confiance pour les femelles et les mâles du groupe B sont totalement séparées l'une et l'autre (fig. 21). Cette représentation graphique conduit à conserver les 2 relations taille/poids précédemment obtenues fig. 22 :

$$\begin{aligned} \text{femelles} : W &= 0,00065 L^{2,998} \\ \text{mâles} : W &= 0,00018 L^{3,323} \end{aligned}$$

Le point de divergence calculé à partir de ces équations correspond à $L = 53$ mm (et $W = 96$ g). A partir de cette taille, le poids en fonction de la taille s'accroît plus vite pour les mâles que pour les femelles en raison notamment du développement des pinces beaucoup plus important chez les mâles. Le développement des pinces étant un caractère sexuel secondaire, on peut rapprocher la valeur du point de divergence de la taille à laquelle la maturité est observée, soit 54 mm pour les plus petits mâles trouvés dans nos échantillonnages. Hancock et Edwards (1966) ont déjà signalé l'existence de ce point de divergence correspondant à la maturité.

Le tableau 30 donne quelques relations taille-poids obtenues à partir des relations précédentes :

| | Longueur de la carapace en mm | | | |
|------------------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|
| | 70 | 80 | 90 | 100 |
| Poids en grammes femelles | 221 | 330 | 470 | 644 |
| Poids en grammes mâles | 244 | 380 | 561 | 797 |

Tableau 30 : Poids moyen en grammes

B - LA CROISSANCE

Chez les crustacés, la présence d'un exosquelette calcifié ne permet l'accroissement en taille de l'animal qu'au moment de l'exuviation. L'animal passe par des stades successifs séparés par des mues au cours desquelles l'exosquelette devenu trop petit est remplacé par un autre avec brusque augmentation en taille.

L'estimation de la croissance des crustacés se fait à l'aide de deux composantes : accroissement à la mue et fréquence de mue. Les premiers travaux dans ce domaine furent réalisés en laboratoire (Williamson (1900, 1904) ; Pearson (1908)). Pour obtenir les premières données dans le milieu naturel, il fallut attendre la mise au point de techniques de marquage qui permettaient la conservation de la marque après une ou plusieurs mues (Gundersen 1963, Edwards 1964).

1. GENERALITES A PROPOS DES MANIFESTATIONS EXTERNES DU PROCESSUS DE MUE

1.1. Processus de mue

Beaucoup de travaux sur la mue et son contrôle furent publiés Drach (1939), Carlisle et Knowles (1959), etc... Le déclenchement du phénomène serait sous contrôle nerveux aussi bien qu'hormonal. L'approche de la mue (mue = exuviation) chez *Cancer pagurus* peut être décelée à la fois par des signes d'ordre éthologique et par des signes morphologiques (Drach, 1939).

Les indices éthologiques

La période qui précède la mue est marquée par une modification dans le comportement de l'animal. Plusieurs jours avant la mue, les crabes ne prennent aucune nourriture et manifestent une tendance à se cacher sous les pierres ou à s'enfouir dans le sable. Ce ralentissement de l'activité des animaux procède à la fois d'une certaine atonie musculaire et d'une diminution marquée de l'excitabilité sensorielle.

Les signes morphologiques

- Peu de temps avant la mue, les branchiostégites et les articles basilaires sont le siège de résorptions partielles. La ligne de déhiscence épimérienne qui sépare les épimères de la partie réfléchie, du bouclier dorsal, s'amincit progressivement. Cette ligne correspond à la limite entre le céphalothorax et l'abdomen.

- La section partielle du dernier article d'une des pattes laisse apparaître la nouvelle chitine interposée entre l'épithélium et le squelette tégumentaire. A ces deux critères morphologiques facilement observables, Drach en ajoute deux autres d'un emploi plus délicat : le changement de coloration de la chitine et la formation de nouvelles soies dans l'épipodite d'un maxillipède. La formation de ces nouvelles soies fournit le diagnostic le plus précoce de la mue.

De nombreux auteurs ont décrit l'exuviation chez le Tourteau. Williamson (1900), Pearson (1908), Drach (1939), Edwards (1979) dans son laboratoire à Burnham on Crouch a observé et photographié plusieurs mues.

La croissance d'un crabe se décompose en plusieurs étapes : Planche 3, photo E.

- Le rejet de l'ancien squelette tégumentaire : lors de l'exuviation le bouclier dorsal s'écarte à la fois des épimères et du premier tergite abdominal. L'abdomen se retire le premier, suivi par les péréiopodes. Lorsque les huit péréiopodes sont sortis, ils servent de levier pour l'extraction des pinces qui sont toujours les derniers appendices à quitter l'ancien squelette. Cette étape survient souvent la nuit. Elle dure de 30 minutes à 6 heures.

- L'absorption d'eau : elle commence au cours même de l'exuviation et fixe l'accroissement de l'animal. Cette eau absorbée représente immédiatement après la mue environ 60 % du poids total du corps. Elle sera progressivement remplacée au cours du cycle d'intermue par le tissu et les réserves organiques. La nouvelle taille est atteinte au bout de 24 heures.

- La consolidation du nouveau squelette tégumentaire : les crabes restent très mous 7 à 8 jours. Le durcissement définitif est atteint après 2 ou 3 mois.

La mortalité à la mue en laboratoire est d'environ 5 %. Pendant son déroulement, un certain pourcentage de mâles meurent par cannibalisme. Chez les femelles, ce taux de mortalité au moment de l'exuviation est fortement réduit par la protection qu'elles reçoivent des mâles.

1.2. Cycle de mue : critères de détermination des stades d'intermue chez *Cancer pagurus*

La physiologie cyclique des crustacés, liée au processus de la mue a largement été décrite par Drach en 1939 chez les Décapodes à squelette calcifié. Les principes généraux de la méthode de détermination des stades du cycle d'intermue ont été remis à jour par Drach et Tchernigovtzeff (1967). Le fractionnement du cycle est basé sur l'étude de l'évolution du tégument au cours de l'intermue.

Les critères retenus par ces deux auteurs pour définir les stades successifs sont données dans le tableau 31. Il n'est pas possible d'observer ces différents stades sur des crabes capturés aux casiers en raison de l'arrêt de l'alimentation du stade D_0 au stade B_2 .

1.3. Facteurs intervenant sur la mue

Les modalités de la croissance varient à la fois suivant des facteurs génétiques individuels (causes intrinsèques) et des conditions du milieu extérieur.

La vitesse de croissance peut être modifiée par des facteurs externes tels que la température, la lumière, l'alimentation. De nombreux travaux ont également mis en évidence le rôle du système endocrinien pédonculaire sur le rythme des mues des crustacés.

Selon Aiken (1969), la mue serait induite par plusieurs hormones et contrôlée par deux facteurs externes : température et photopériode. L'interaction de ces deux facteurs provoquerait un signal entraînant la mue. A basse température correspondant à l'hiver, les animaux auront besoin de très longues photopériodes pour muer. Par contre, de courtes photopériodes déclencheront la mue à des températures correspondant au printemps.

| | Crustacés fortement calcifiés (type : <i>Cancer pagurus</i>) | Durée | Activité |
|-----|---|----------------|----------|
| A 1 | Immédiatement après la mue téguments tout à fait mous | 5 à 6 h | - |
| A 2 | Période de sécrétion post exuviale : | 20 à 40 h | - |
| B 1 | Consolidation et épaissement des téguments | 3 à 6 jours | - |
| B 2 | | | - |
| C 1 | Appréciation du durcissement | 4 à 8 jours | + |
| C 2 | des téguments | 7 à 15 jours | + |
| C 3 | | 2 à 6 semaines | + |
| C 4 | Couche membraneuse observable Période de stabilité des téguments : Ils ont leur épaisseur maximale et il n'y a pas de rétraction de l'épiderme dans les pièces bordées de soies | plusieurs mois | + |
| D 0 | Rétraction de l'épiderme et des matrices des soies (visible dans les pièces minces bordées d'une rangée linéaire de soies) | | - |
| D 1 | Formation des invaginations autour des matrices des soies : mise en place du squelette des futures soies (Dl., Dl., Dl...) | 5 à 12 jours | - |
| D 2 | Sécrétion de la couche préexuviale visible à la surface de l'épiderme basal entre les soies | 6 à 12 jours | - |
| D 3 | Résorptions apparentes à l'examen macroscopique | 2 à 5 jours | - |
| D 4 | Ouverture des lignes exuviales | 15 à 30 h. | - |

Tableau 31 : à gauche : principaux critères de détermination des stades d'intermue (Drach-Tchernigovtzeff, 1967)

à droite : estimation de la durée et de l'activité des crabes au cours de ces différents stades (Drach, 1939)

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Choix des méthodes d'étude

Tandis que chez les poissons l'âge peut être déterminé directement par la lecture du nombre d'anneaux de croissance sur les otolithes, écailles ou vertèbres, chez les Crustacés, il n'y a par contre aucune possibilité de lecture directe sur les pièces anatomiques. On est alors amené à déterminer l'âge par des méthodes indirectes. Nous allons exposer ici quatre d'entre elles et justifier notre choix.

2.1.1. *Distribution de fréquences d'un caractère mesurable.*

Une revue critique de quelques techniques d'analyse des distributions de fréquence classiquement utilisées en dynamique des populations a été fournie par Gros (1980a). La méthode la plus couramment employée est celle de Petersen (1892) qui étudie l'évolution des modes des histogrammes des fréquences de taille. Cette méthode se limite à la recherche d'un modèle cohérent de l'évolution temporelle de la structure démographique. Mais son application est assujettie à deux conditions :

- la croissance est telle que la distribution des tailles des différentes classes d'âge ne se recouvrent pas totalement,

- on admet que l'apparition des modes correspond à des classes d'âge successives.

Cette méthode graphique offre l'avantage de ne nécessiter aucune connaissance préalable des caractéristiques de la distribution. Cependant, pour être efficace et justifier la valeur des classes (c'est-à-dire confirmer que telle composante a la valeur d'une ou de plusieurs cohortes ou n'est au contraire qu'un artéfact), elle doit s'appuyer sur des informations complémentaires : amplitude de l'accroissement à la mue et intervalle de temps entre deux mues.

Compte tenu de l'insuffisance de nos connaissances sur la croissance; il serait prématuré à partir des histogrammes que nous avons obtenus lors des embarquements (fig. 7 et 8 pages 36 à 39 et annexes 2. 3. 4) de déterminer des classes de taille ou des classes d'âges. Cette technique d'approche de la croissance n'a donc été utilisée dans cette étude que pour les toutes premières classes.

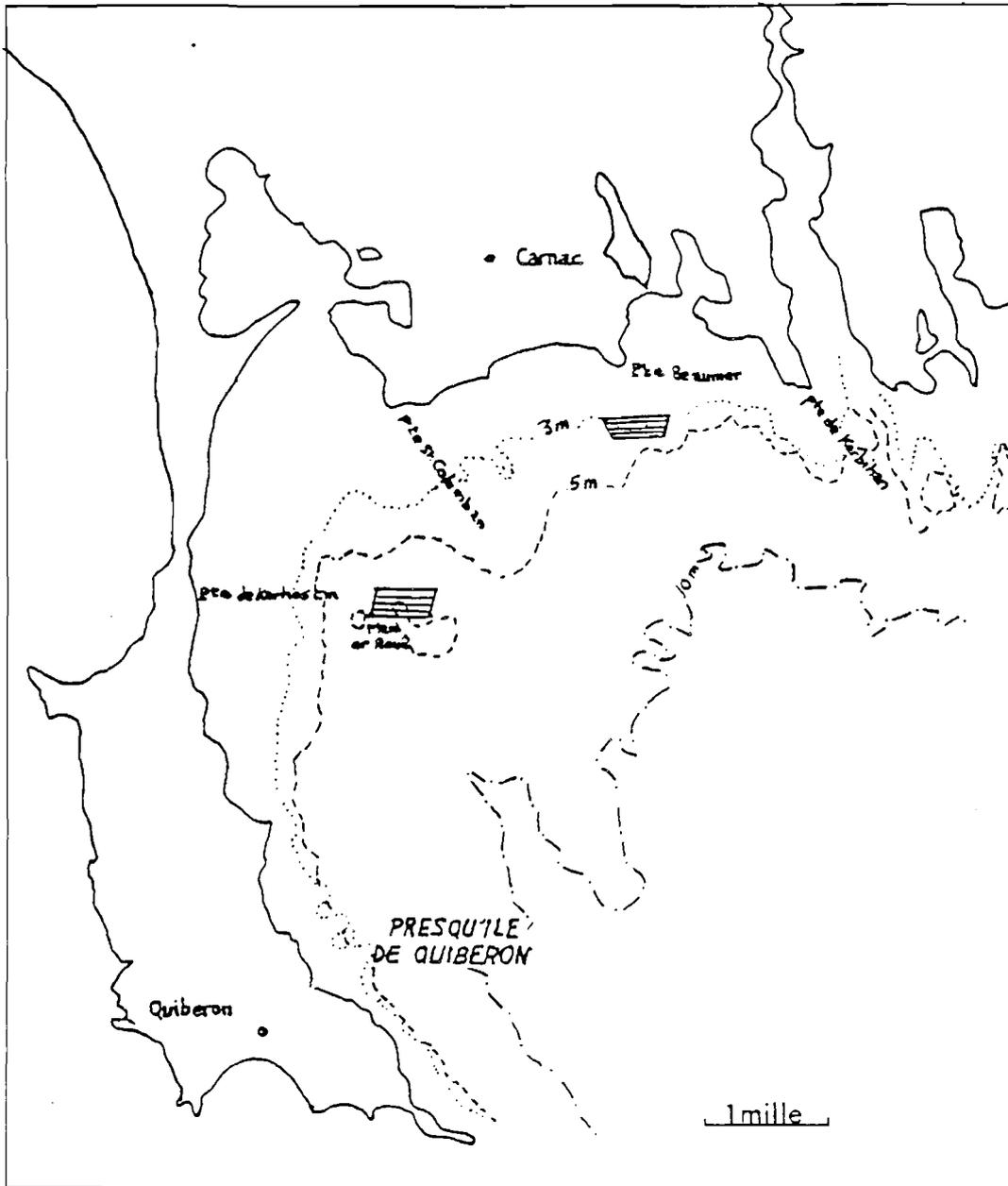
N.B. Nous pouvons signaler dans ce paragraphe les données obtenues par Williamson sur 2 336 crabes récoltés sur les plages. Dans le but d'identifier les classes de mue et l'accroissement à la mue ces données furent reprises plus tard et analysées en employant la méthode de Cassie (1954) pour décomposer les différentes distributions de taille. Le chevauchement de classes même à un stade précoce ne permit d'obtenir aucune information concernant les accroissements à la mue.

2.1.2. Fréquence des animaux "mous"

Cette méthode employée par Conan (1977) pour les langoustines consiste à estimer la fréquence des mues d'après la proportion d'animaux "mous" par classe de taille. Hancock et Edwards (1967) notent chez le Tourteau une différence de capturabilité entre les individus "durs" et "mous". Nous avons également constaté que les crabes "mous" marqués pouvaient être recapturés plusieurs fois dans le mois suivant leur marquage. Le tableau 31 page 101 montre qu'il existe un arrêt de l'alimentation de D_0 à B_2 . Ces deux observations amènent à conclure qu'il n'est pas souhaitable d'utiliser les pourcentages "de mous" dans les captures pour estimer la fréquence des mues.

2.1.3. Marquage - Recapture

La croissance pour des individus de longueur supérieure à 50 mm a été obtenue par la méthode des "captures-recaptures". Ainsi que nous l'avons décrit dans le chapitre précédent au moment de la capture, les animaux sont marqués individuellement puis réimmergés. La recapture, de ces animaux marqués, permet l'étude de différents paramètres biologiques.



Carte 14 : Emplacements d'immersion des filières 

L'avantage de cette méthode est de permettre aux animaux d'évoluer dans leur milieu naturel. Son principal inconvénient réside dans l'insuffisance du taux de recaptures. Elle ne permet pas non plus de savoir directement combien de fois ont mué les individus recapturés.

2.1.4. Elevage

Pour étudier la croissance des individus de petite taille, compte tenu du fait que les types de marquages actuellement utilisées ne sont applicables qu'à des individus de longueur supérieure à 50 mm, la seule possibilité était de réaliser des élevages. Drach (1939) a mis en évidence chez *Cancer pagurus* une période de stabilité (de durée variable suivant la taille des individus) période au-delà de laquelle les taux de croissance sont des taux réduits, affectés par la captivité. Les résultats obtenus par ces élevages devront donc être considérés avec prudence. Les chiffres représenteront des valeurs minimales.

Pour étudier la croissance du Tourteau, nous avons utilisé ces deux dernières méthodes.

2.1.4.1. Récolte des juvéniles

Les juvéniles sont récoltés dans les collecteurs à pectinidés placés en baie de Quiberon sur des concessions expérimentales de l'I.S.T.P.M. La carte 14 donne l'emplacement d'immersion des filières. Nous désignons par "juvéniles" les jeunes individus chez qui la longueur de carapace est inférieure à 65 mm. Ce sont des crabes immatures (chapitre IV, § C).

Les collecteurs sont immergés entre mai et mi-août et relevés entre décembre et mars. On peut ainsi obtenir des animaux dont on connaît l'âge à quelques semaines près.

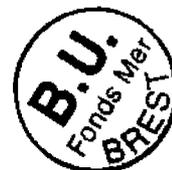


PLANCHE 3

A : Casier d'élevage

B : Compartiments d'un casier d'élevage

C : Paniers d'élevage

D : Lanternes japonaises

E : Crabe en mue

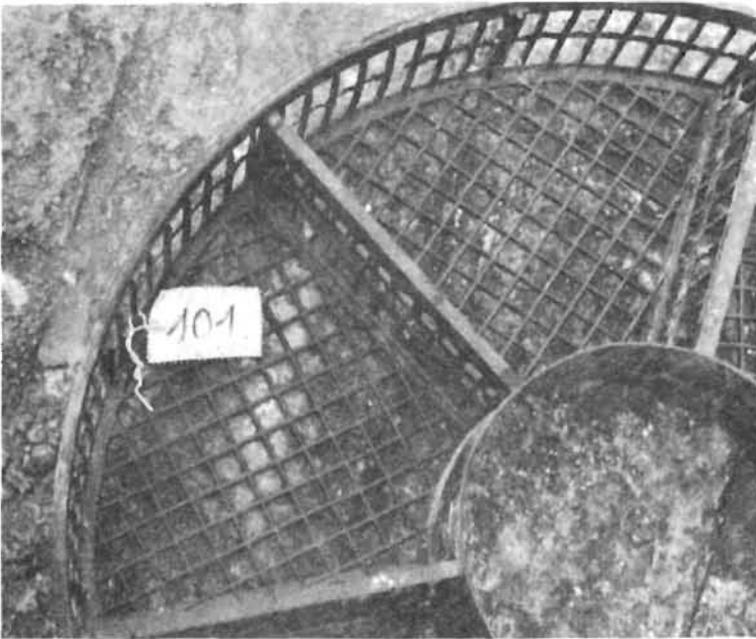
PLANCHE 3



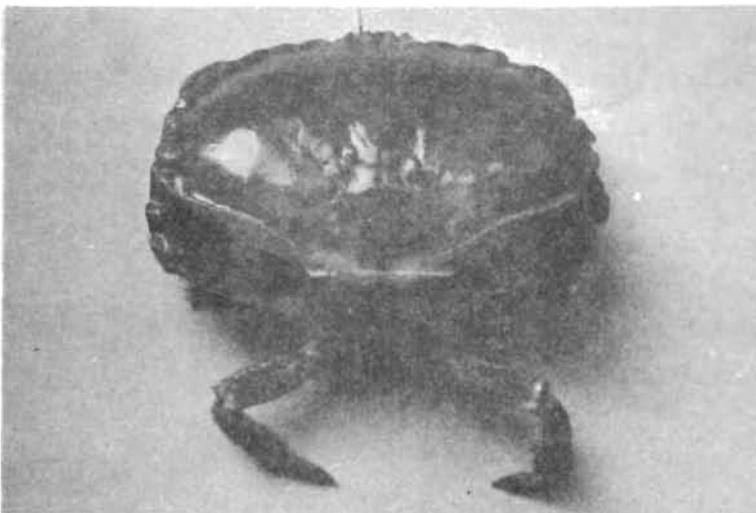
A



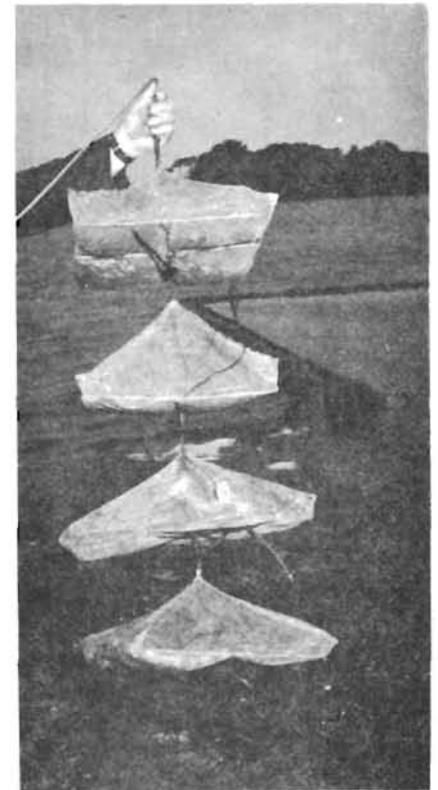
C



B



E



D

3. RESULTATS

2.1. Exploitation des données d'élevage

3.1.1. Accroissement à la mue

3.1.1.1. Accroissement linéaire

Les crabes mis en élevage proviennent surtout des collecteurs placés en 1979. La figure 23 donne la distribution des fréquences de taille des jeunes Tourteaux récoltés dans ces collecteurs et mesurés en décembre.

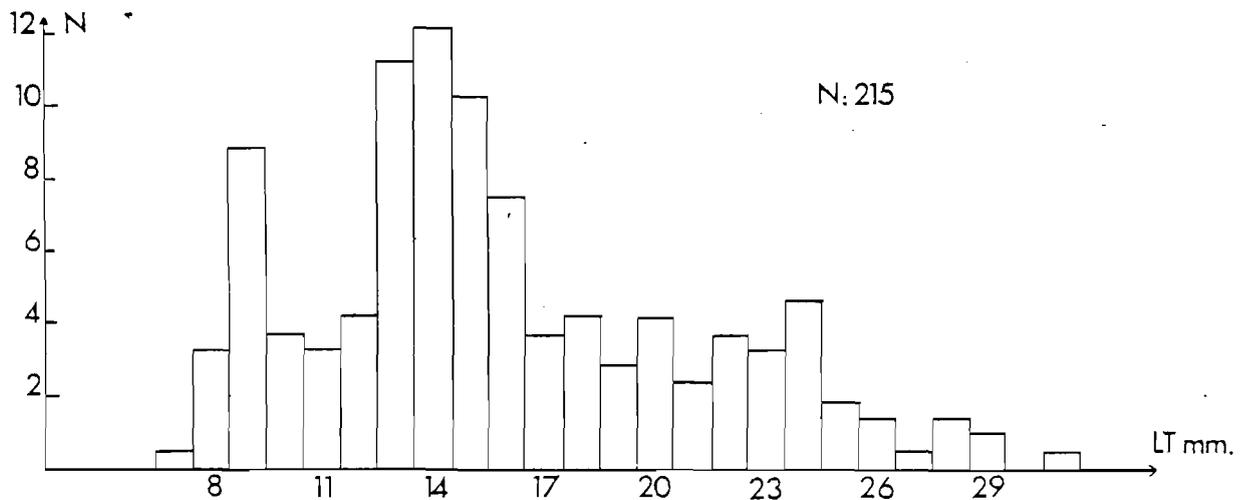


Figure 23 : Distribution des fréquences de taille (L) des Tourteaux récoltés en décembre dans les collecteurs placés en 1979 entre juin et août.

Les individus échantillonnés mesurent entre 7 et 31 mm de longueur céphalothoracique. Cette étendue des mesures provient :

- d'une période de capture (et donc d'éclosion) très étalée. Le nombre de crabes captés dans six collecteurs en fonction de la date d'immersion est donné dans la figure 24. Il apparaît qu'en 1980, les premiers captages se sont produits début juin.

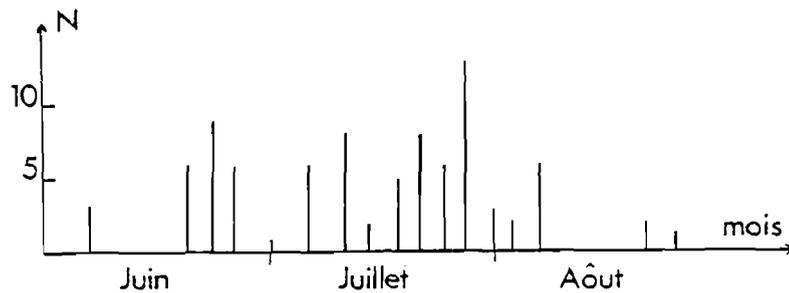


Figure 24 : Nombre de *Cancer pagurus* capté dans six collecteurs en fonction de la date d'immersion en 1980.

- d'une variation inter-individuelle du taux de croissance. Certains crabes ont effectué plusieurs mues et à chaque intermue, leur taux de croissance a été calculé, tableau 32. Seuls les animaux ayant effectué au minimum trois mues durant l'intervalle d'étude ont été pris en compte dans ce tableau. Le taux de croissance n'est pas constant. Il diffère souvent d'une mue à une autre et d'un animal à un autre.

La valeur du t_0 , paramètre de l'équation de Von Bertalanffy, correspond au temps (fictif) où $L_t = 0$. Connaissant la période d'entrée des larves dans les collecteurs et la durée de la vie larvaire (30 à 50 jours selon les auteurs), nous avons choisi de prendre pour valeur de t_0 : 0,5 années.

| Numéro | Longueur initiale | Coefficients successifs | Longueur terminale |
|------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|
| 1er animal | 14 | 1,36 - 1,26 - 1,33 | 32 |
| 2ème " | 15 | 1,47 - 1,32 - 1,31 | 38 |
| 3ème " | 16 | 1,31 - 1,33 - 1,25 | 35 |
| 4ème " | 16 | 1,31 - 1,33 - 1,43 - 1,35 | 54 |
| 5ème " | 17 | 1,29 - 1,41 - 1,29 | 40 |
| 6ème " | 18 | 1,28 - 1,30 - 1,30 - 1,28 - 1,24 | 62 |
| 7ème " | 18 | 1,33 - 1,29 - 1,29 | 40 |
| 8ème " | 20 | 1,25 - 1,28 - 1,25 - 1,25 | 50 |
| 9ème " | 20 | 1,25 - 1,36 - 1,23 | 42 |
| 10ème " | 20 | 1,3 - 1,38 - 1,28 - 1,24 | 57 |
| 11ème " | 21 | 1,29 - 1,18 - 1,25 | 40 |
| 12ème " | 22 | 1,32 - 1,24 - 1,31 | 47 |
| 13ème " | 24 | 1,29 - 1,35 - 1,24 | 52 |
| 14ème " | 26 | 1,23 - 1,25 - 1,25 | 50 |
| 15ème " | 29 | 1,38 - 1,25 - 1,28 | 64 |
| 16ème " | 31 | 1,16 - 1,28 - 1,22 | 56 |
| 17ème " | 35 | 1,29 - 1,29 - 1,26 | 73 |

Tableau 32 : coefficients successifs de croissance pour un même animal

a) comparaison de l'accroissement à la mue entre juvéniles mâles et femelles

Les paramètres des régressions prédictrices ajustées aux données de longueur après la mue (L_2) en fonction de la longueur avant la mue (L_1) sont représentées dans le tableau 33 séparément pour 26 femelles et 19 mâles. Dans les deux cas nous avons obtenu un bon ajustement après transformation logarithmique.

| Sexe | Femelles | Mâles |
|------|----------|-------|
| a | 1,018 | 2,238 |
| b | 1,246 | 1,183 |
| R | 0,985 | 0,995 |
| N | 26 | 19 |

Tableau 33 : Relation longueur après la mue L_2 - longueur avant la mue L_1 des juvéniles femelles et mâles de *Cancer pagurus*.

On ne repousse pas H_0 (i.e. "les deux droites sont confondues") au seuil de 5 % après application du test séquentiel de REEVE (tableau 34). Nous pouvons donc poursuivre l'étude en regroupant les données obtenues sur 198 juvéniles en élevage.

La droite commune d'accroissement à la mue pour les mâles et les femelles est tracée figure 25 et a pour équation :

$$L_2 = 1,048 + 1,229 L_1$$

La région de confiance à 95 % attribuable à l'estimation des paramètres est présentée à la figure 26.

b) Comparaison avec le taux de croissance à la mue d'animaux en liberté

Drach (1939) a montré que chez les crustacés la captivité donnait des taux de croissance réduits par rapport à ceux des animaux en liberté. Il a étudié l'influence de cette captivité sur les taux de croissance afin de savoir au bout de combien de temps pour une espèce donnée ceux-ci commencent à diminuer. L'intervalle de temps pendant lequel la captivité reste sans influence sur le taux de croissance est appelé "période de stabilité des taux de croissance".

| | Longueur après mue |
|---|-----------------------|
| <u>Ho Homogénéité des variances résiduelles</u> | |
| F bilatéral | 1,674 |
| D.L. Num. | 17 |
| D.L. Den. | 24 |
| α | $2,414 \cdot 10^{-1}$ |
| <u>Ho Pentes égales</u> | |
| F unilatéral | 1,393 |
| D.L. Num. | 1 |
| D.L. Den. | 41 |
| α | $2,446 \cdot 10^{-1}$ |
| <u>Ho Hauteurs égales</u> | |
| F unilatéral | 2,183 |
| D.L. Num. | 1 |
| D.L. Den. | 42 |
| α | $1,470 \cdot 10^{-1}$ |

Tableau 34 : Comparaison des relations longueur après la mue (L_2) et longueur avant la mue (L_1) par analyse de variance entre mâles et femelles.

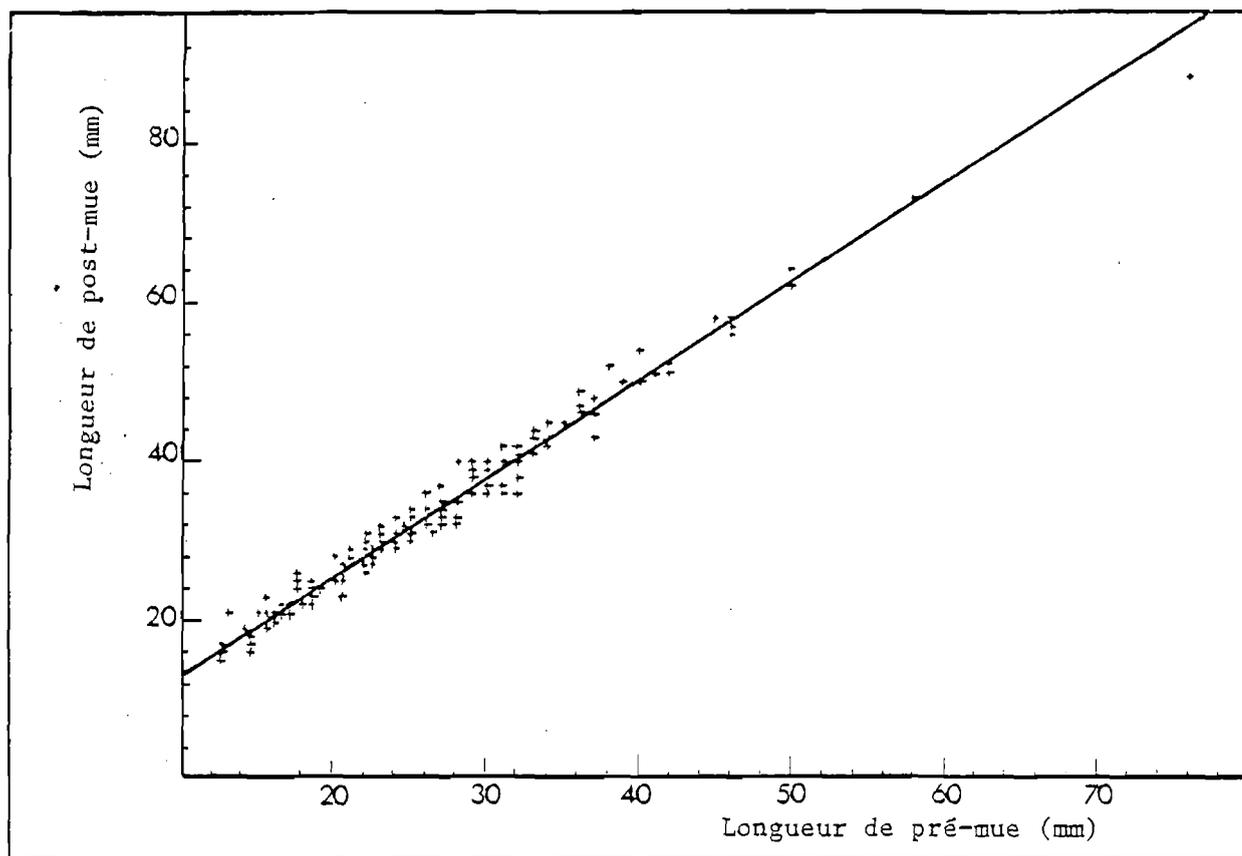


Figure 25 : Accroissements à la mue des juvéniles de *Cancer pagurus* en élevage.

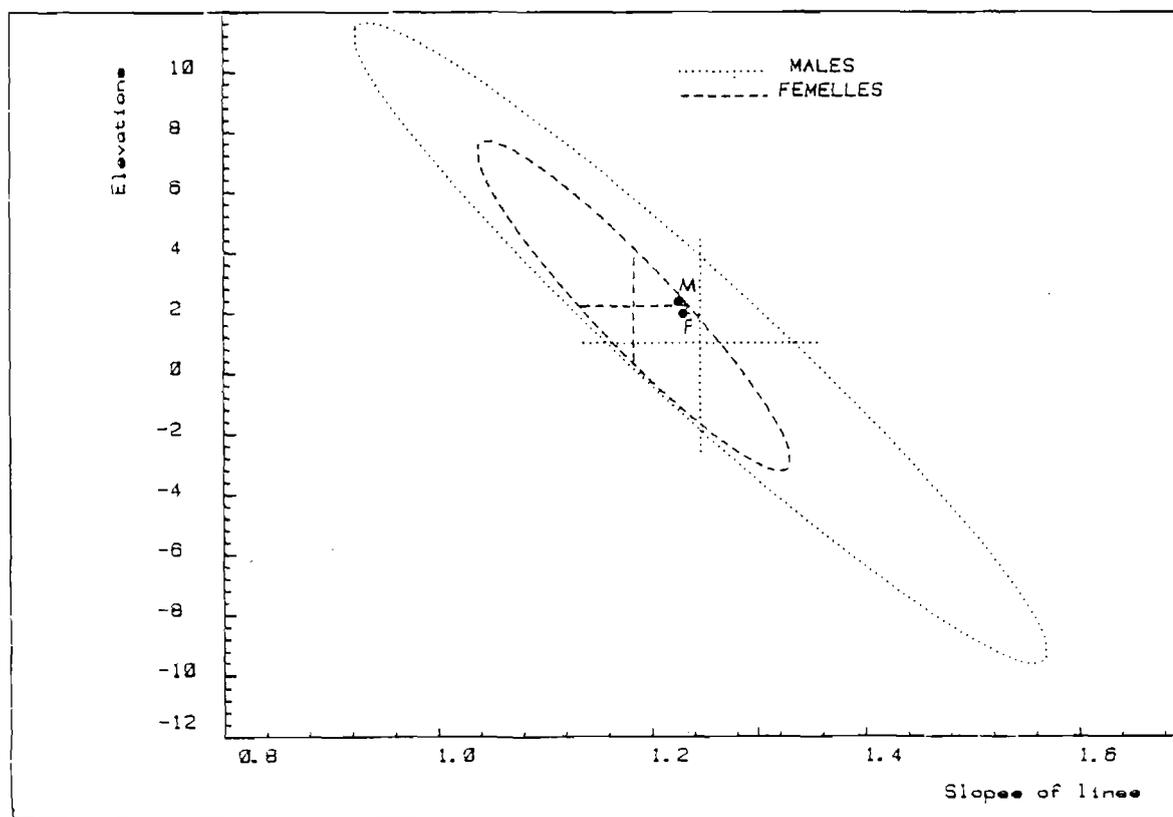


Figure 26 : Comparaison des relations linéaires entre les tailles après et avant la mue pour les mâles et les femelles de *Cancer pagurus* immatures en élevage. Nous avons placé les valeurs des paramètres des équations de croissance des mâles (M) et des femelles (F) fournis par Drach, 1939.

Cette période est sous la dépendance étroite des phénomènes qui précèdent la mue. Sa durée est certainement liée à la sécrétion de la nouvelle chitine et à la période de jeûne antérieure à l'exuviation.

Les taux de croissance observés par Drach chez *Cancer pagurus* ont été déterminés à partir de 63 sujets dont la taille était comprise entre 30 et 100 mm de largeur céphalothoracique. Pour obtenir des chiffres normaux, il s'est assuré qu'au moment où la période de stabilité est la plus courte, c'est-à-dire en août elle soit supérieure ou égale à 5 jours pour les tailles envisagées. Ainsi tous les taux rapportés dans le tableau 35 sont obtenus sur des individus ayant mué moins de 5 jours après leur récolte. Ce tableau donne les taux de croissance moyen pour les différentes classes établies.

Pour un individu mesurant 30 mm de largeur avant la première mue, il a déterminé une croissance moyenne au cours des mues successives. Les chiffres obtenus ont été les suivants :

Largeur en mm : 30 - 38,5 - 49 - 63 - 80,5 - 101

La relation longueur - largeur commune aux mâles et aux femelles juvéniles a pour équation :

$$l = - 4,74 + 1,693 L$$

l : Largeur
L : Longueur

Les données citées ci-dessus ont donc été transformées :

Longueur en mm : 20,5 - 25,5 - 32 - 40 - 50 - 62

| Classes (mm) longueur | Classes (mm) largeur | Nbre de mesures | Accroissement linéaire % |
|--------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|
| 20-26 | 30-40 | 10 | 29,0 |
| 26-32 | 40-50 | 12 | 28,1 |
| 32-38 | 50-60 | 9 | 27,9 |
| 38-44 | 60-70 | 10 | 28,5 |
| 44-50 | 70-80 | 7 | 27,5 |
| 50-56 | 80-90 | 8 | 27,2 |
| 56-62 | 90-100 | 7 | 25,2 |

Tableau 35 : Accroissements linéaires moyens chez *Cancer pagurus*
(captivité \leq 5 jours d'après Drach 1939)

| Classes (mm) longueur | Nbre d'observa- tions | Accroissement linéaire % |
|--------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 10-14 | 24 | 28,6 |
| 15-19 | 37 | 32,1 |
| 20-24 | 47 | 29,9 |
| 25-29 | 36 | 26,9 |
| 30-34 | 29 | 25,9 |
| 35-39 | 12 | 28,3 |
| 40-44 | 7 | 25,7 |
| 45-49 | 5 | 24,2 |
| 50-54 | 2 | 26 |
| 55-59 | 1 | 25,9 |

Tableau 36 : Accroissements linéaires moyens chez *Cancer pagurus*
(Résultats de nos élevages).

Les accroissements successifs normaux ont été comparés à ceux obtenus au cours de nos élevages (tableau 36).

Longueur en mm : 20,5 - 26 - 33 - 41,5 - 52 - 65

Il en résulte que l'accroissement à la mue ne paraît pas être affecté par l'élevage.

Les paramètres des équations de croissance calculés par Kurata (1962) à partir des données de Drach (1939) et de Pearson (1908) sont indiqués dans le tableau 37.

| Auteurs | Sexe | Juvéniles | |
|----------------|----------|-----------|------|
| | | a | b |
| Pearson (1908) | - | 2,97 | 1,21 |
| Drach (1939) | Mâles | 2,46 | 1,23 |
| | Femelles | 2,25 | 1,24 |

Tableau 37 : Paramètres des équations de croissance fournies par Kurata (1962) à partir des données de Pearson (1908) et de Drach (1939)

Les paramètres des équations de croissance cités dans ce tableau peuvent être comparés avec les paramètres, obtenus par les élevages. Les valeurs de l'exposant b et de a ordonnées à l'origine sont du même ordre de grandeur, les droites peuvent donc être confondues. La comparaison des chiffres permet de conclure que l'accroissement à la mue n'est pas perturbée par notre méthode d'élevage.

3.1.1.2. Accroissement pondéral.

La manière la plus simple d'envisager la croissance pondérale consiste à évaluer la différence entre le poids de l'animal avant et après la mue. La valeur trouvée représente la différence entre le poids d'eau absorbé pendant la mue et le poids de l'exuvie rejetée.

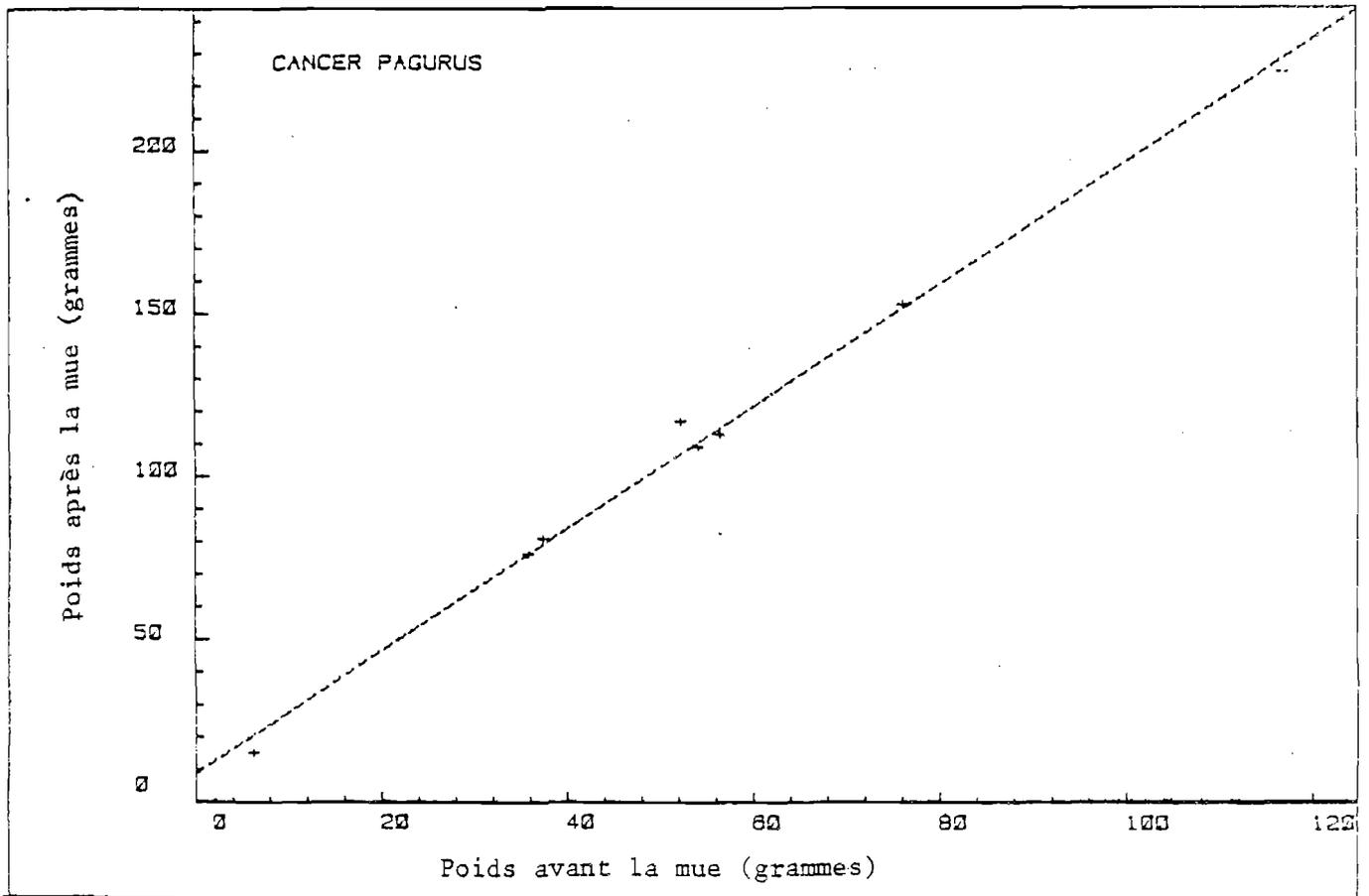


Figure 27 : Accroissements en poids à la mue de juvéniles en élevage

| Sexe | Longueur (mm) | | Poids (g) | | | Accroissement pondéral % |
|------|---------------|----------|-----------|----------|--------|--------------------------|
| | pré-mue | Post-mue | Pré-mue | Post-mue | Exuvie | |
| - | 21 | 28 | 4,44 | 11,2 | - | 152 |
| M | 22 | 31 | 6,2 | 15 | - | 142 |
| F | 40 | 50 | 35,8 | 76,1 | - | 113 |
| M | 42 | 51 | 37,4 | 81 | - | 117 |
| F | 45 | 58 | 52,2 | 116,8 | - | 124 |
| F | 46 | 56 | 54 | 109 | - | 102 |
| F | 46 | 58 | 56,4 | 113 | 53,2 | 100 |
| - | 50 | 62 | 84,3 | 167,3 | - | 98 |
| M | 50 | 64 | 76,1 | 152,8 | 57,66 | 101 |
| F | 58 | 73 | 116,8 | 224 | - | 92 |

Tableau 38 : Taux de croissance pondéral chez des juvéniles de *Cancer pagurus* en élevage.

Le tableau 38 présente les résultats de l'accroissement en poids à la mue de dix juvéniles possédant tout leurs appendices au moment des mesures. L'accroissement en poids à la mue diminue quand la taille augmente. Le poids de post-mue (P_2) est relié au poids de pré-mue (P_1) par l'équation : (figure 27).

$$P_2 = 1,873 P_1 + 9,111$$

3.1.2. Fréquence des mues

3.1.2.1. Période de mue

Le pourcentage d'individus qui muent chaque mois est présenté dans le tableau 39, pour les années 1979 et 1980.

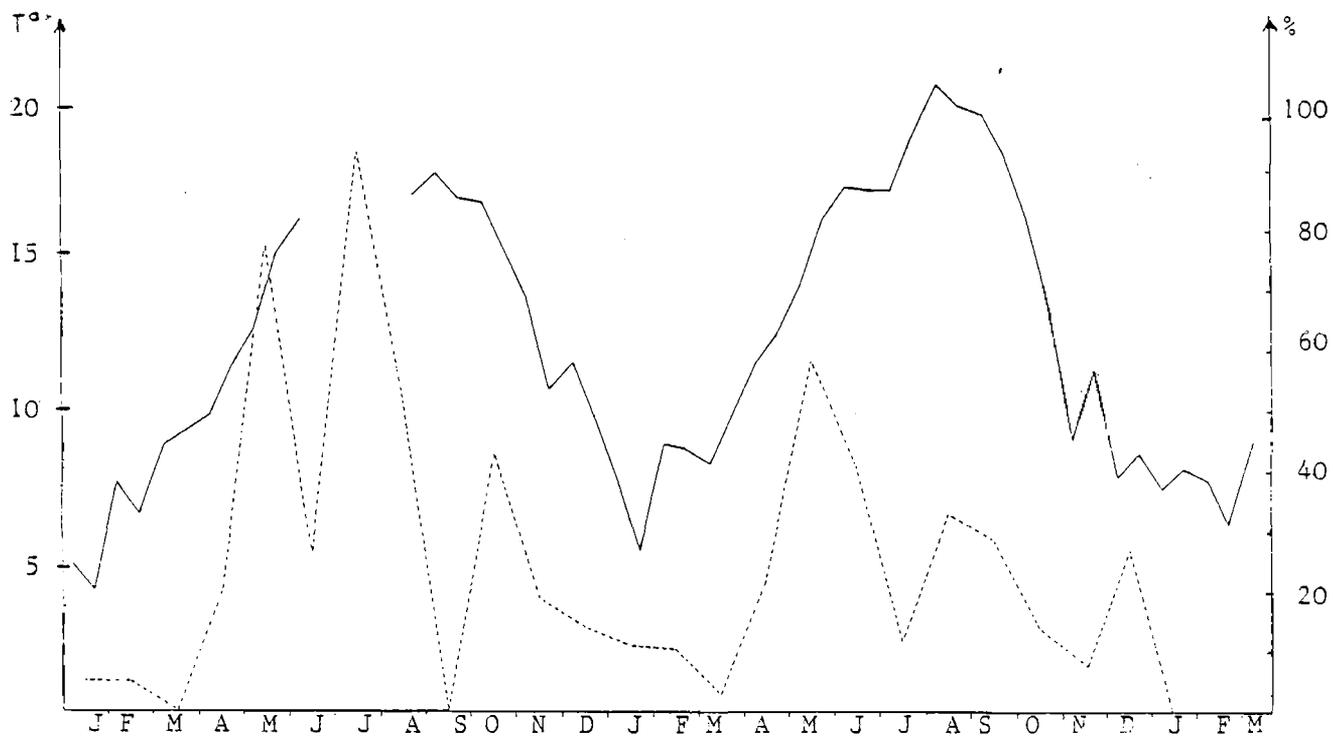


Figure 28 : Variations mensuelles de la température de l'eau et du pourcentage de mues chez des juvéniles de *Cancer pagurus* de janvier 1979 à mars 1981.

— Température de l'eau
---- Pourcentages de mues en élevage

| Années | 1979 | | | 1980 | | |
|-----------|-----------------------------|--------------|---------------------|-----------------------------|--------------|---------------------|
| | Nbre d'individus en élevage | Nbre de mues | Pourcentage de mues | Nbre d'individus en élevage | Nbre de mues | Pourcentage de mues |
| Janvier | 20 | 1 | 5 | 18 | 2 | 11 |
| Février | 20 | 1 | 5 | 19 | 2 | 11 |
| Mars | 20 | 0 | 0 | 36 | 1 | 3 |
| Avril | 20 | 4 | 20 | 31 | 7 | 23 |
| Mai | 18 | 14 | 78 | 29 | 17 | 59 |
| Juin | 15 | 4 | 27 | 27 | 11 | 41 |
| Juillet | 14 | 13 | 93 | 26 | 3 | 12 |
| Août | 25 | 13 | 52 | 21 | 7 | 33 |
| Septembre | 24 | 0 | 0 | 14 | 4 | 29 |
| Octobre | 27 | 11 | 41 | 14 | 2 | 14 |
| Novembre | 26 | 5 | 19 | 13 | 1 | 8 |
| Décembre | 21 | 3 | 14 | 11 | 3 | 27 |

Tableau 39 : % mensuel d'animaux mous ($10 \text{ mm} \leq L \leq 65 \text{ mm}$)

Les crabes peuvent muer toute l'année mais les plus forts pourcentages de mues sont observés au printemps et en été. En 1979, trois pics importants de mue peuvent être distingués (Mai-Juillet-Octobre). On les retrouve en 1980, mais ils sont de plus faible amplitude et décalés par rapport à 1979 (Mai-Août-Décembre).

Kurata (1962) a démontré que pour des individus d'une même longueur le Log de la durée de la période d'intermue est linéairement reliée au Log de la température du milieu, la période d'intermue diminuant avec l'augmentation de la température.

L'évolution de la température de l'eau et du pourcentage de mues suivent des variations que l'on peut schématiser selon deux courbes (figure 28). Lorsque la température de l'eau est inférieure à 8° les pourcentages de mues sont très faibles. Par contre à partir de 10° , les conditions sont favorables et les crabes vont muer.

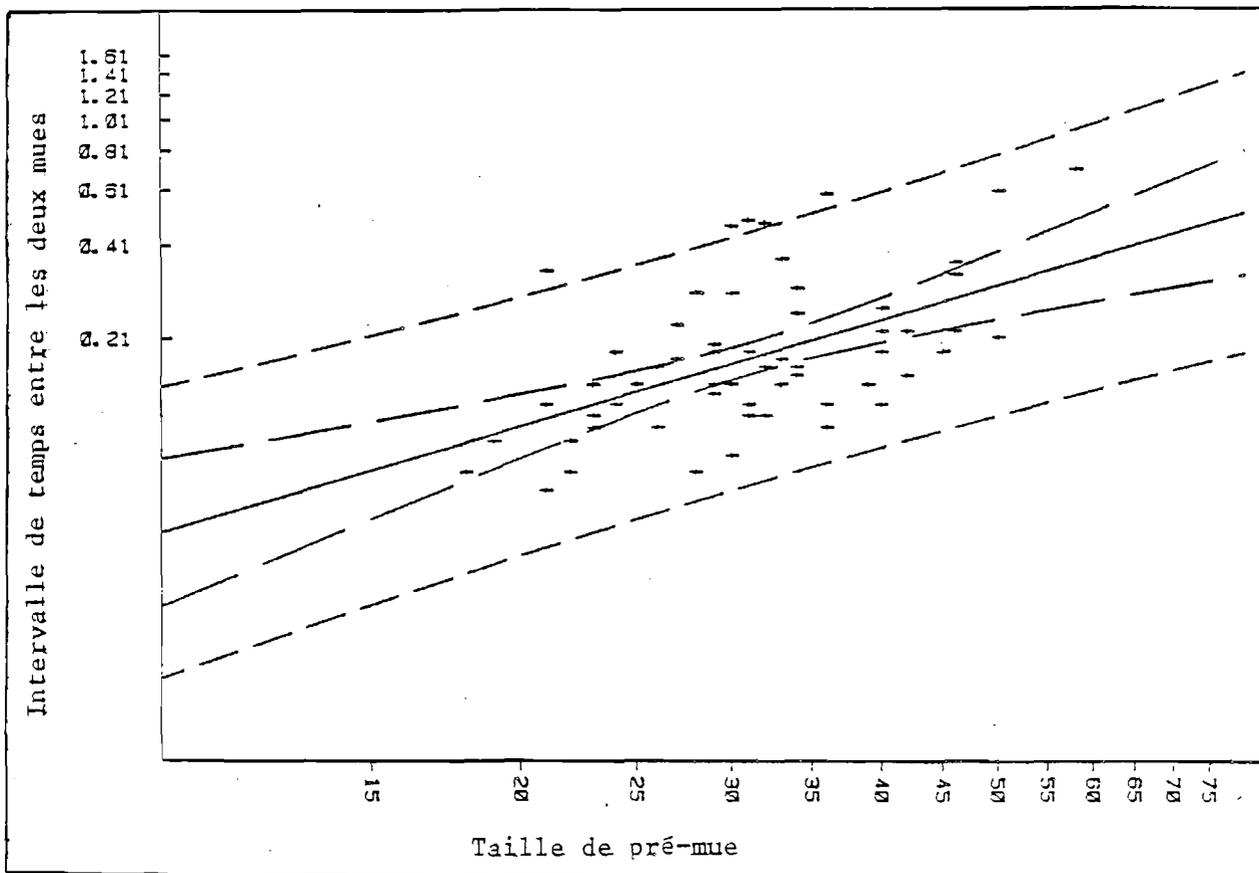


Figure 29 : Relation taille de pré-mue, intervalle de temps entre deux mues.

Les 88 observations effectuées sont représentées ainsi que la droite prédictrice de y en x issue de la régression allométrique

- -- intervalle de dispersion
- — intervalle de confiance

3.1.2.2. Intervalle de temps entre deux mues.

Pour chaque individu en élevage, il est possible de calculer l'intervalle de temps s'écoulant entre deux mues, et donc la relation existant entre la fréquence des mues et la taille de pré-mue.

Les paramètres de la régression prédictrice ajustée aux données de la taille de pré-mue (L_1) en fonction de l'intervalle de temps entre deux mues (t) ont été obtenues pour 62 couples de valeurs.

L'intervalle de temps entre deux mues est relié à la taille de pré-mue par l'équation :

$$\log t = - 2,4 + 1,102 \log L_1$$

$$R = 0,530$$

L'hypothèse que la pente égale 0 est rejetée au seuil de 1 %

L'hypothèse que la pente égale 1 est acceptée au seuil de 5 %

On peut donc conclure à une diminution du nombre de mues quand la taille augmente. La durée de l'intermue est assez régulière pour des individus dont la longueur est au-dessous de 26 mm elle est assez variable au-dessus de cette taille et se traduit alors par une forte dispersion des points autour de la droite (fig. 29).

La fréquence des mues (ou ce qui revient au même la durée du cycle d'intermue) est une question complexe où beaucoup de facteurs interfèrent : saison, température de l'eau, âge des individus, etc... L'interaction de tous ces facteurs dans les processus de mues explique les différences entre les durées des intermues pour un même individu et entre individus de même taille. (tableau 40).

N.B. : Le rythme le plus élevé a été observé pour une femelle qui a mué cinq fois en dix sept mois et est passée de 18 mm à 62 mm de longueur.

Cinq individus de taille supérieure à la taille de première maturité ont mué en élevage. Leur coefficient de croissance est inférieur à celui obtenu dans le milieu naturel. Il apparaît donc dans ce cas, contrairement aux juvéniles, que l'élevage affecte le taux de croissance à la mue des adultes. Bennett (1970) constate également que l'accroissement à la mue est perturbé d'environ 25 % par la perte d'un membre et sa régénération.

| Sexe | Date de mise en élevage | Date d'observ. de la mue | Durée d'élevage avant la mue en années | Longueur en mm | | Accroissement linéaire | | |
|------|-------------------------|--------------------------|--|----------------|----------|------------------------|------|-------|
| | | | | pré-mue | post-mue | mm | % | Coef. |
| F | Mars 80 | 18/08/80 | 0,43 | 81 | 96 | 15 | 18,5 | 1,19 |
| F | Mars 80 | 06/08/80 | 0,46 | 80 | 93 | 13 | 16,3 | 1,16 |
| F | Fev. 80 | 25/09/80 | 0,67 | 76 | 88 | 12 | 15,7 | 1,16 |
| M | Mars 80 | 16/08/80 | 0,46 | 67 | 78 | 11 | 16,4 | 1,16 |
| M | Mars 80 | 06/08/80 | 0,43 | 66 | 77 | 11 | 16,7 | 1,17 |

Tableau 43 : Accroissements obtenus chez les individus matures en élevage.

Les accroissements qui ont été déterminés chez les crabes après recaptures selon les trois critères définis précédemment ne peuvent correspondre à plus d'une mue. Sur la figure 30, nous avons représentés les accroissements à la mue obtenus en élevage et dans le milieu naturel.

A la suite de ces observations, les crabes qui ont mué dans le milieu naturel ont été classés en fonction de la taille de maturité définie chapitre IV, § C. Les taux de croissance à la mue pour les quatre groupes ainsi constitués et les données précédemment acquises sur les juvéniles en élevage sont énoncées dans le tableau 44.

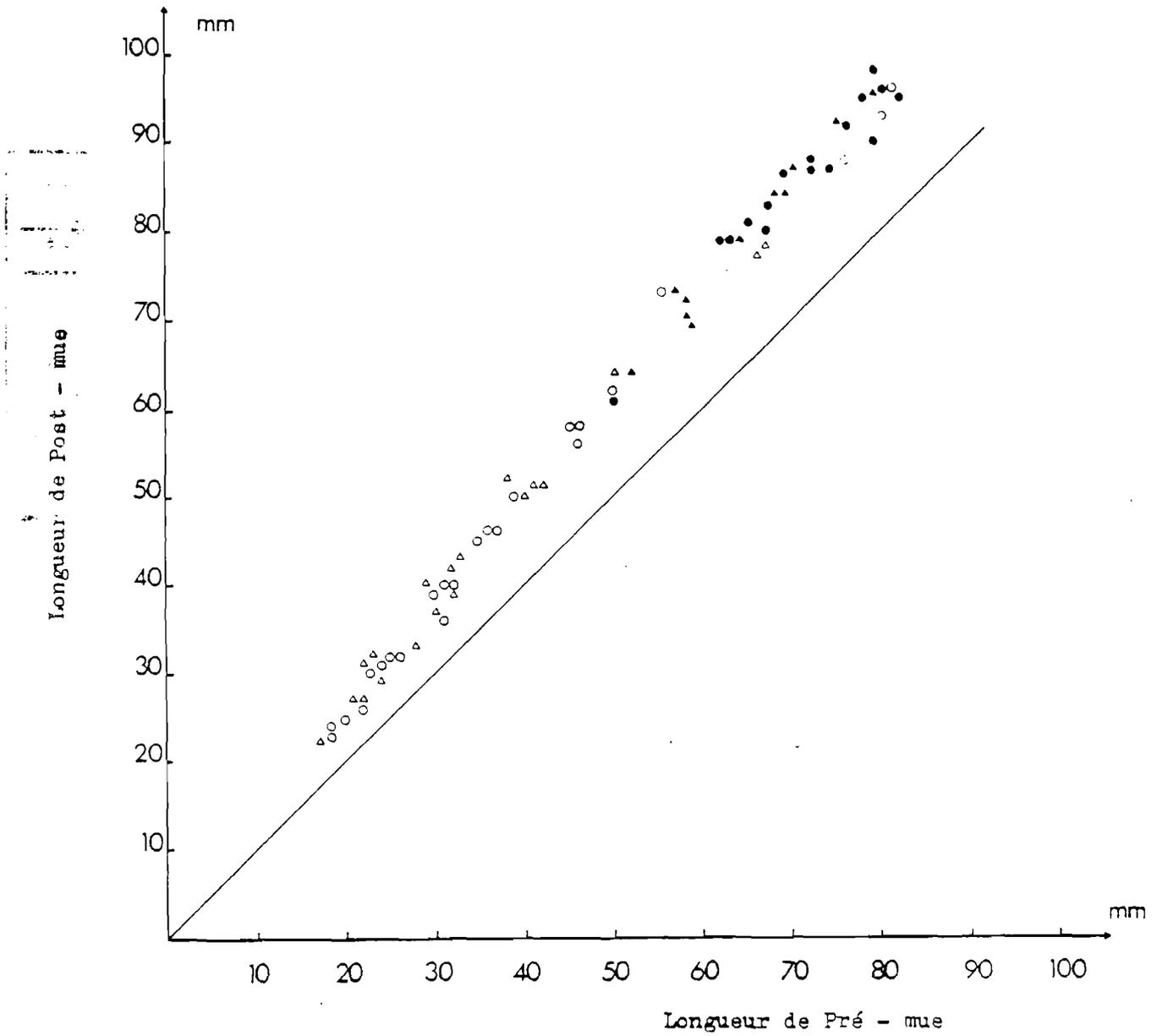


Figure 30 : Accroissements linéaires à la mue.

- Femelles qui muent dans le milieu naturel
- " " " en laboratoire
- △ Mâles qui muent dans le milieu naturel
- ▲ " " " en laboratoire.

| Longueur initiale (L en mm) | Accroissement à la mue % | |
|-----------------------------|--------------------------|-------|
| | Femelles | Mâles |
| <u>Juvéniles en élevage</u> | | |
| L < 20 | 30,3 | |
| 20 < L < 40 | 27,7 | |
| 40 < L < 60 | 25,4 | |
| <u>Immatures recapturés</u> | | |
| Mâles 52 < L < 65 | 23,5 | 23,1 |
| Femelles 62 < L < 73 | | |
| <u>Mâtures recapturés</u> | | |
| Mâles 65 < L < 79 | 19,6 | 22,5 |
| Femelles 73 < L < 82 | | |

Tableau 44 : Taux d'accroissement à la mue chez les femelles et les mâles de *Cancer pagurus*.

(Taille moyenne de première maturité femelle 73 mm)
 (" " " " " mâle 65 mm)

Les taux de croissance moyens à la mue des mâles et des femelles immatures dans le milieu naturel sont voisins et inférieurs à ceux obtenus en élevage. Ces observations concordent avec les résultats précédemment obtenus sur les juvéniles, pour lesquels des accroissements identiques entre sexes et une diminution du taux de croissance à la mue quand la taille augmente peuvent être notés.

A partir de la maturité, figure 31, l'accroissement à la mue est fortement réduit chez les femelles, il ne diminue que légèrement pour les mâles. Cette réduction du taux de croissance à la mue chez les femelles matures s'expliquerait par une orientation du métabolisme vers la fonction de reproduction qui épuise les réserves.

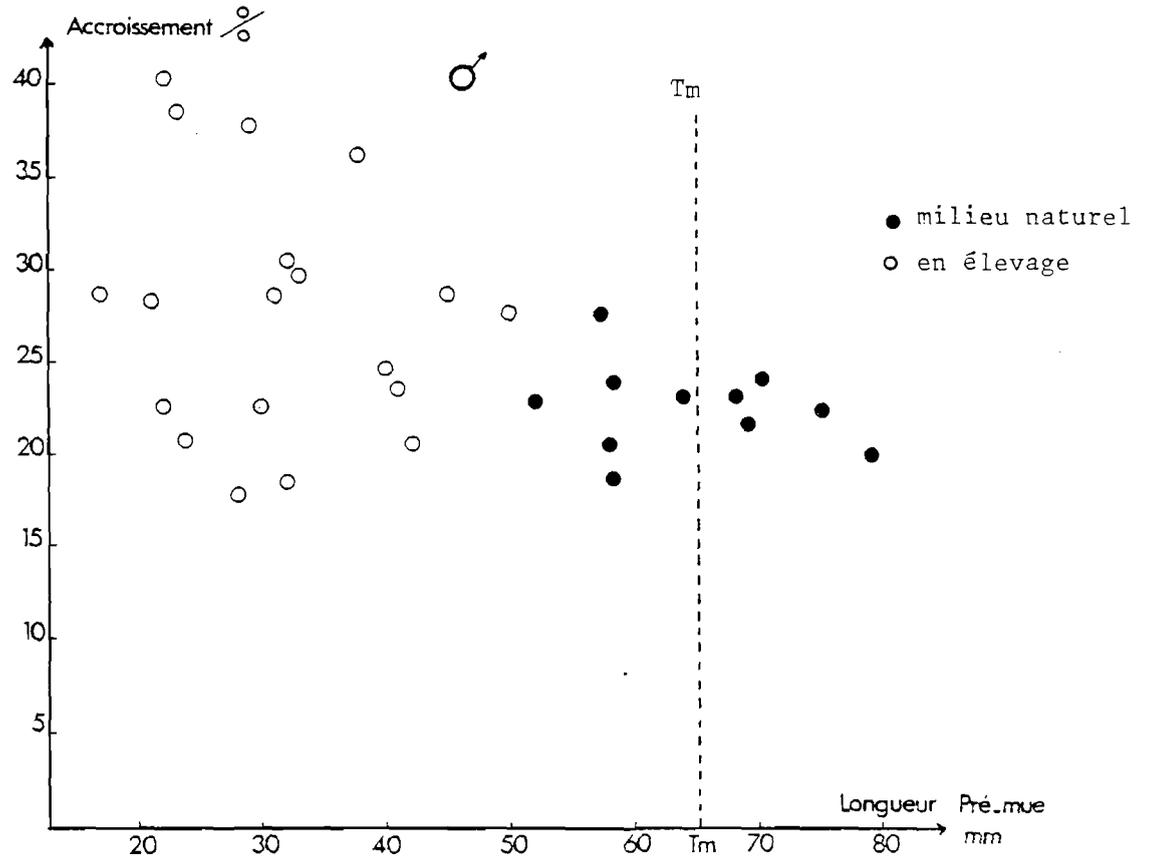
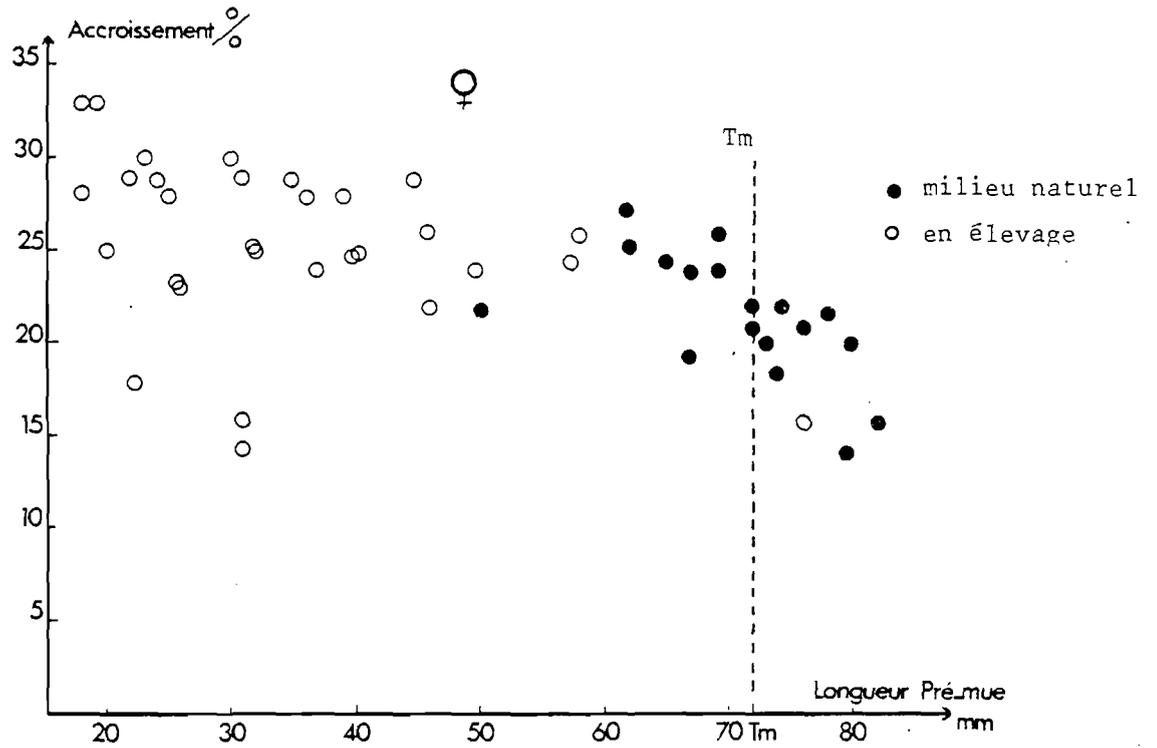


Figure 31 : Taux de croissance à la mue

Tm : Taille moyenne de première maturité

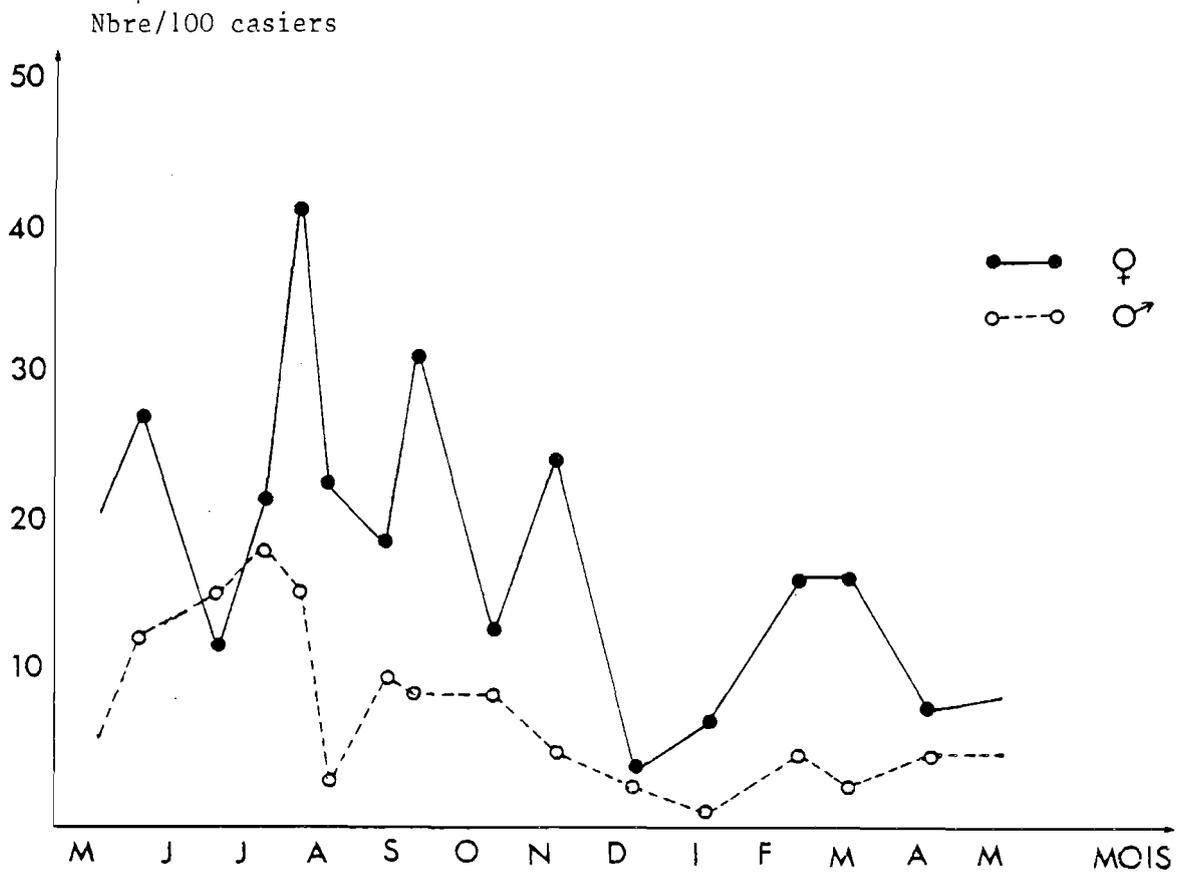


Figure 32 : Evolution mensuelle du nombre de crabes "mous" pour 100 casiers.

La relation entre L_1 (longueur de pré-mue) et L_2 (longueur de post-mue) s'exprime sous la forme des équations suivantes :

$$\text{Femelles : } L_2 = 1,049 L_1 + 11,74 \quad r = 0,968$$

$$\text{Mâles : } L_2 = 1,182 L_1 + 2,926 \quad r = 0,990$$

Ces résultats sont obtenus à partir d'individus dont la longueur varie de 50 à 82 mm pour les femelles et de 52 à 79 mm pour les mâles. Il est possible que les équations précédentes puissent être utilisées chez des sujets dont les dimensions sont situées en dehors des bornes précitées.

3.2.3. Période de mue

Les crabes mous ne sont pas débarqués, leur nombre dans les captures ne peut être déterminé qu'en accompagnant les pêcheurs sur les lieux de pêche. Le nombre de crabes à carapace molle pour 100 casiers est maximum en été et diminue en automne (fig. 32). Les femelles qui muent à cette époque sont pour la plupart de taille supérieure à la taille de première maturité et correspondent alors probablement à des femelles dont les oeufs viennent d'éclore. Par contre, celles qui muent en hiver et au printemps sont soit des immatures ou des femelles qui ont "dégrainé" tard dans la saison.

Les pourcentages de Tourteaux mous observés en Bretagne Sud varient peu au cours de l'année. Ils sont cependant plus faibles en décembre et janvier. Durant les autres mois, ils fluctuent entre 12 et 27 %. Par contre en Angleterre, sur les pêcheries du Yorkshire et du Sud-Ouest de l'Irlande, ils atteignent le maximum entre août et octobre. Les plus forts pourcentages obtenus sont respectivement de 90 à 50 % (fig. 33). Pendant cette période, un grand nombre de bateaux anglais délaissent le Tourteau pour se consacrer à d'autres espèces comme le homard.

Des observations complémentaires réalisées sur différents gisements anglais (Tableau 45) par Williamson, Pearson, Edwards, Bennett et Brown concordent avec celles obtenues dans le Yorkshire et le Sud-Ouest de l'Irlande. Toutefois, dans le secteur le plus au Sud, l'étalement de la période de mue est déjà plus important.

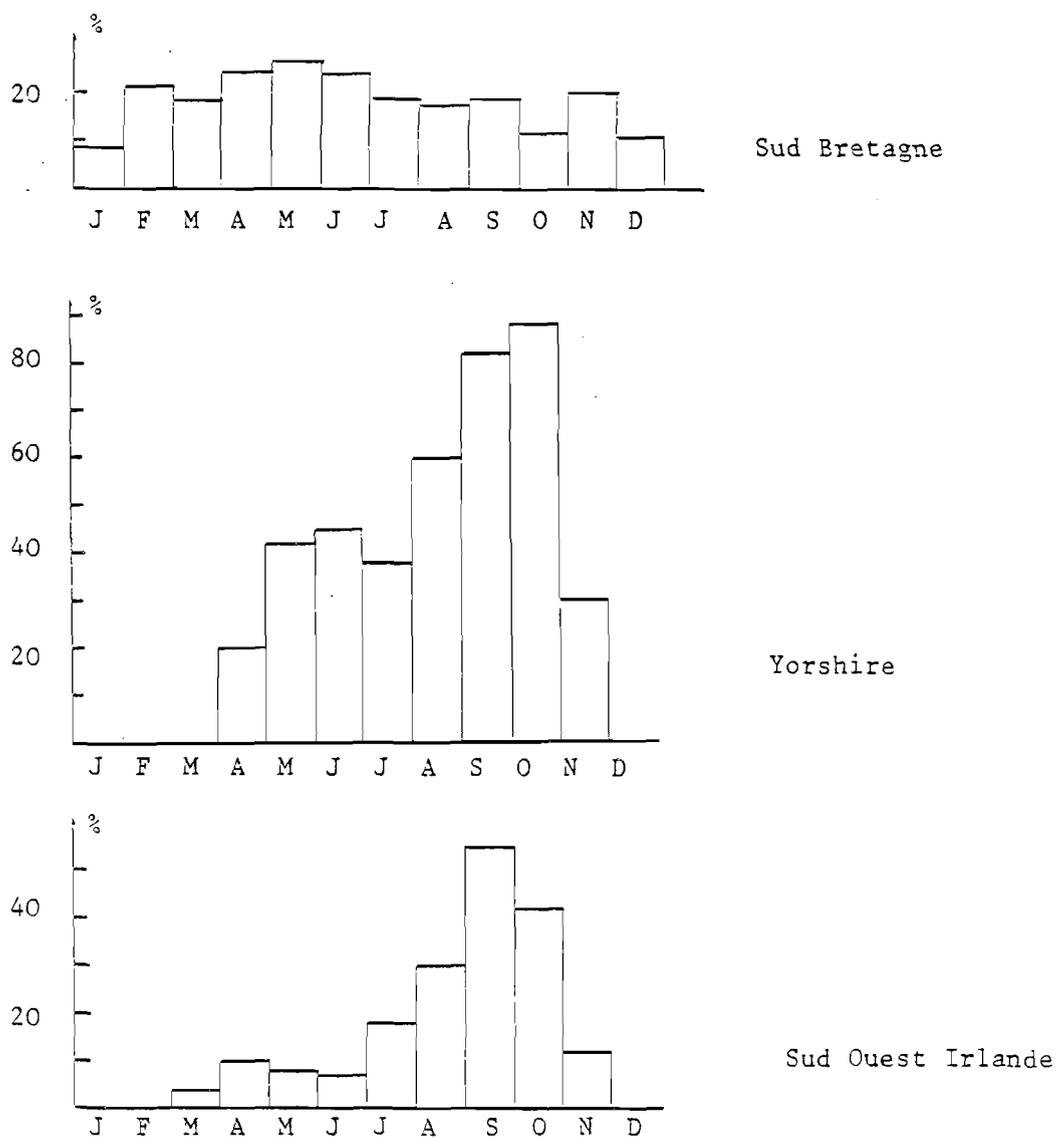


Figure 33 : Pourcentages de crabes "mous" dans les captures commerciales :

Sud Bretagne : 1980 - 1981

Yorkshire : 1961 - 1962

S.W. Irlande : 1968 - 1969

| AUTEURS | LIEU | PERIODE DE MUE |
|-----------------------------------|---------------------|--|
| Williamson (1904) | Côte Est Ecosse | Juillet → Septembre (peut atteindre Décembre) |
| Pearson (1908) | Ile de Man | Août → Novembre |
| Edwards (1966), Edwards (1967) | Côte Est Angleterre | Juillet → Octobre (peut atteindre Novembre) |
| Bennett et Brown (1970) | Cornouailles | Printemps → tard dans l'année |

Tableau 45 : Période de mue pour différents secteurs.

3.3. Première estimation de la courbe de croissance

Le modèle de Von Bertalanffy adopté ici pour représenter la croissance des Tourteaux, ne tient pas compte de la croissance par paliers caractéristiques des Crustacés. Ce modèle a l'avantage d'être simple : la connaissance des paramètres K et L_{∞} suffisant à résumer entièrement la géométrie de la courbe (à une translation près définie à l'aide du paramètre t_0).

Les paramètres K et L_{∞} sont dans un premier temps calculés séparément pour les immatures, les mâles et les femelles, puis regroupés. (tableau 46).

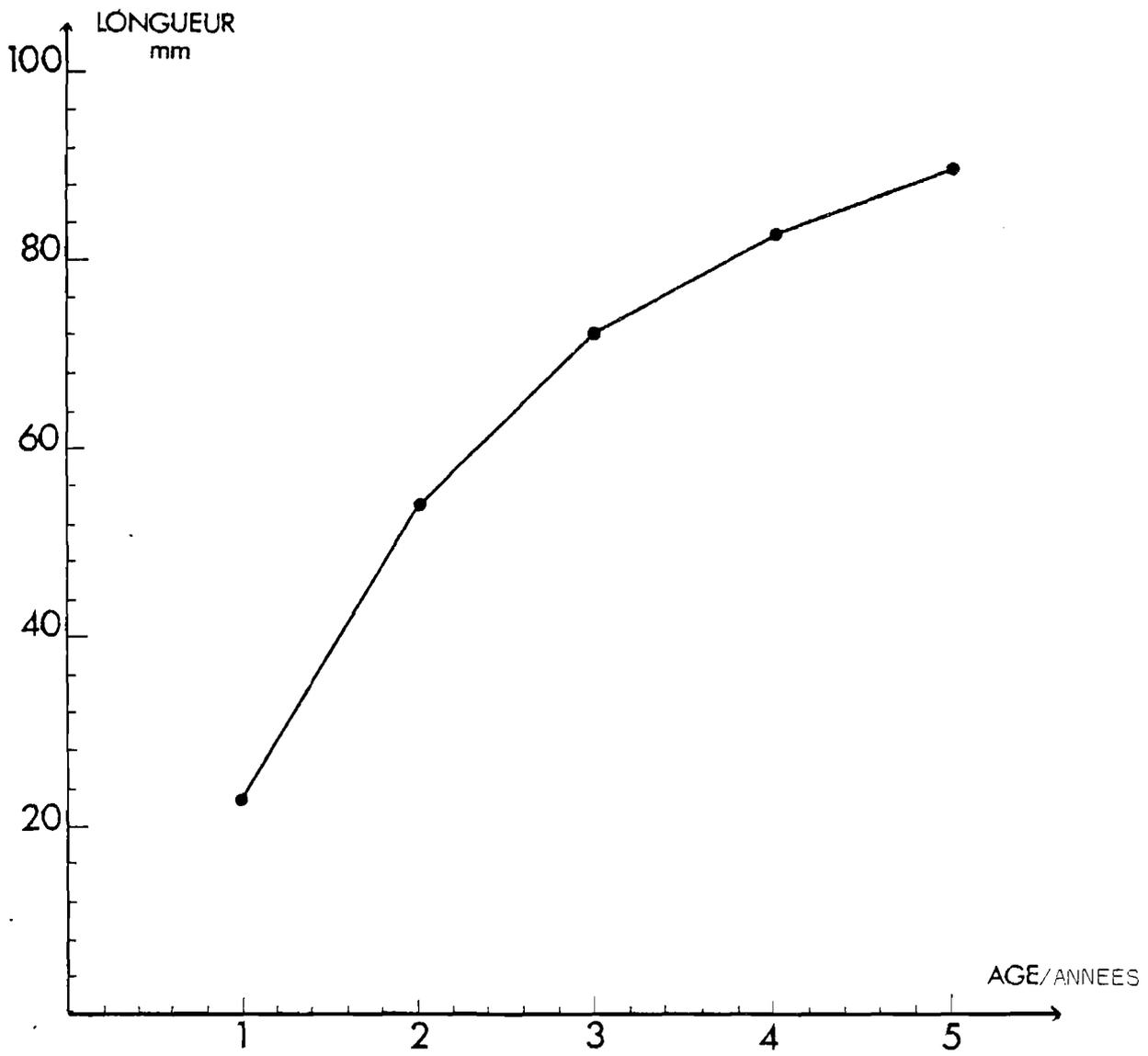


Figure 34 : Courbe de croissance

| | Juvéniles en élevage | Mâles recapturés | Femelles recapturées | Juvéniles + Mâles + Femelles |
|---|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|
| L_{∞} mm | 117,47 | 109,19 | 97,23 | 98,95 |
| K | 0,44 | 0,39 | 0,58 | 0,52 |
| Intervalle d'étude Longueur en mm | 18-62 | 52-102 | 50-112 | 18-112 |
| Nombre d'observations | 65 | 32 | 70 | 167 |

Tableau 46 : Paramètres de croissance

Il serait intéressant de comparer les profils de croissance des trois groupes (juvéniles, mâles et femelles) en les repérant dans l'espace des paramètres : l'axe des abscisses décrivant les variations de L_{∞} , celui des ordonnées celles de K.

La détermination par simulation d'une région de probabilité maximale d'occurrence du couple (K, L_{∞}) a été proposée par Gros (1980b). Cette solution originale aurait pour objectif de définir un domaine de confiance attribuable à l'estimation du couple (K, L_{∞}) . En fait, elle fournit un diagramme de dispersion que l'on peut en première approximation assimiler au domaine de confiance.

Malheureusement, dans notre étude, ce travail n'a pas pu être réalisé et compte tenu du faible nombre d'individus qui ont mué dans les captures, les résultats ont été regroupés pour établir la courbe de croissance.

La valeur du t_0 , évaluée à partir du pourcentage de femelles portant des coques embryonnaires dans les captures et du nombre de crabes captés dans les collecteurs à pectinidés a été estimée à 0,5. La courbe de croissance (fig. 34) a été établie à partir des trois paramètres suivants :

$$L_{\infty} = 98,95 \text{ mm} \quad K = 0,52 \quad \text{et } t_0 = 0,5 \text{ années}$$

La valeur du L_{∞} est sous estimée, pour l'expliquer plusieurs raisons peuvent être évoquées. La plupart des individus marqués et donc recapturés sont de petites tailles : la longueur moyenne des individus marqués est de 80 mm. De plus, le taux de recapturés et de mues durant l'intervalle d'étude est faible.

En outre, il est fort probable que dans ce cas le paramètre K est lui aussi entaché d'un biais (surestimation) compte tenu de la corrélation qui existe entre les paramètres K et L_{∞} .

Le modèle de Von Bertalanffy autorise des interpolations, mais dès que l'on extrapole au-delà des bornes de l'intervalle d'observation, on ne connaît plus la valeur de l'information obtenue. Dans ces conditions, nous retiendrons les valeurs comprises entre 1 et 5 ans (tableau 47).

| Age (années) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------|----|----|----|----|----|
| Longueur en mm | 23 | 54 | 72 | 83 | 89 |

Tableau 47 : Relation taille-âge

3.4. Discussions - Conclusions

Chez les Crustacés, la croissance s'effectue par mues successives. Le taux de croissance annuel est fonction d'une part de la croissance à la mue et d'autre part de la fréquence des mues (fréquence qui varie avec la taille, la température de l'eau, les saisons). L'estimation de ces deux paramètres a été faite à partir d'élevage sous un radeau et par les marquages.

D'après Kurata (1962), la croissance chez les Crustacés peut se présenter sous trois formes :

1°) Progressive quand l'accroissement à la mue est de plus en plus grand (pente de la droite de régression supérieure à 1)

2°) Arithmétique, quand l'accroissement à la mue est constant (pente de la droite de régression = 1)

3°) Régressive quand l'accroissement à la mue est de plus en plus petit (pente de la droite de régression inférieure à 1).

Pour notre part, nous avons observé des taux de croissance à la mue identiques pour les juvéniles, mâles et femelles et non perturbés par l'élevage. Pour ceux-ci, la longueur de pré-mue (L_1) est reliée à la longueur de post-mue (L_2) par l'équation.

$$L_2 = 1,229 L_1 + 1,048$$

Les relations obtenues à partir de crabes marqués recapturés dans le milieu naturel sont à considérer séparément pour les mâles et les femelles.

$$\text{Femelles : } L_2 = 1,049 L_1 + 11,74$$

$$\text{Mâles : } L_2 = 1,182 L_1 + 2,926$$

La croissance en terme d'accroissement à la mue se situe entre 20 et 30 %. Des résultats similaires sont obtenus sur les côtes Est, Nord-Est et Sud-Ouest de l'Angleterre (Edwards 1971 ; Bennett 1974). Les différences entre ces secteurs se situeraient au niveau de la fréquence des mues.

La fréquence des mues diminue quand la taille augmente. Pour estimer l'intervalle de temps entre deux mues à partir des recaptures, Hancock et Edwards (1967) utilisent la méthode des anniversaires qui consiste à déterminer les taux de croissance annuelle en se référant à la population de crabes pêchés une année (ou deux ou trois) après le marquage. Il est conseillé lorsque l'on emploie cette méthode de marquer les crabes au moment où l'effort de pêche est maximum afin de s'assurer un taux de recapture maxima dans la courte période entourant leur anniversaire. Il est également important d'éviter le relâchement durant la période de mue. Cette méthode apparait alors difficile-

ment applicable dans les secteurs comme la Bretagne Sud où cette période est très étendue.

Edwards et Brown (1967), à partir d'études menées au laboratoire et dans le milieu naturel, résumant le modèle de croissance des crabes de la pêcherie du Norfolk. Leurs résultats avec ceux de Pearson (1908), Williamson (1904), Meek (1904) sont exposés dans le tableau 48. Jusqu'à la cinquième année, la croissance est identique pour les mâles et les femelles. Les divergences s'observent ensuite c'est-à-dire à partir de la maturité, où elle diminue pour les deux sexes. Le taux de croissance des femelles est intimement lié au cycle reproducteur : la présence de sperme dans la spermathèque inhibe les mues et donc la croissance (Williamson, 1940). A la suite de ces observations, il apparaît difficile de déterminer l'âge des grands individus. La relation taille-âge est alors fondée sur les valeurs moyennes avec toutefois des indications sur la dispersion autour de ces moyennes.

| | Ages (années) | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Auteurs | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| NE Angleterre (Northumberland) | Meek (1904) | | | | | L = 89 mm |
| Ecosse | Williamson (1904) | | | L = 71 mm | | |
| Mer du Nord | Pearson (1908) | | | | | L = 71 mm |
| Est Angleterre (Norfolk) | Edwards et Brown (1967) | L = 18-21 | L = 32 mm | L = 44 mm | | L = 71 mm |
| Bretagne Sud | Nos résultats | L = 23 mm | L = 54 mm | L = 72 mm | L = 83 mm | L = 89 mm |

Tableau 48 : Relation taille/âge

L = Longueur

Notre étude apporte une première esquisse de la croissance : dès à présent des divergences importantes sont à noter entre la Bretagne Sud et la plupart des autres secteurs cités dans ce travail. Pour interpréter la différence de taille entre deux individus de même âge, plusieurs facteurs peuvent être considérés, le plus important étant certainement la température de l'eau qui intervient, en valeur absolue et par ses variations saisonnières. La température peut agir sur l'activité des crabes, l'apport trophique, l'étendue de la période de mue et donc sur la fréquence des mues. Les résultats concernant l'action de la température sur les mues indiquent que des températures inférieures à 8° réduisent fortement le pourcentage de mues.

L'influence des autres facteurs tels que les facteurs génétiques ne doivent cependant pas être sous-estimés.

La courbe de croissance pondérale calculée par Bennett (1974) pour la population du Tourteau de l'entrée Nord de la Manche, Cornouailles et Devon résulte de la technique de marquage-recapture. Cette population se caractérise par l'existence de grands mâles, figure 35. Sur la côte anglaise de la Mer du Nord, la croissance des mâles serait par contre légèrement plus réduite que celle des femelles à partir de la maturité sexuelle et plus proche de celle des femelles de la Manche. Ces divergences sont difficiles à interpréter. Des facteurs biotiques et abiotiques pouvant intervenir.

Notre étude n'aboutit pas à un schéma définitif de croissance du Tourteau en Bretagne Sud et demande à être poursuivie en effectuant d'autres campagnes de marquage sur des individus de grandes tailles (supérieures à 100 mm de longueur).

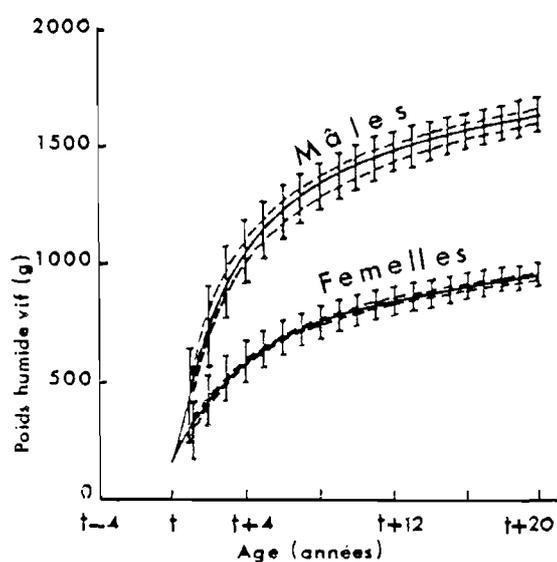


Figure 35 : Crabes : croissance annuelle moyenne des mâles et des femelles du crabe Tourteau (*Cancer pagurus*) à l'entrée Nord de la Manche. Les lignes en tirets représentent les limites de confiance (sécurité de 95 %) de la courbe moyenne ; les barres verticales les limites de confiance (95 %) des estimations individuelles (par années). L'âge est exprimé en fonction de t. compris entre 3 et 5 ans, correspondant à une largeur de carapace de 100 mm. Le poids (W) est lié à la largeur de carapace (l) par les équations de régression suivantes :

$$\text{mâles : } \text{Log } W \text{ (g)} = 3,44 \text{ Log } l \text{ (mm)} - 10,87$$

$$\text{femelles : } \text{Log } W \text{ (g)} = 2,89 \text{ Log } l \text{ (mm)} - 8,27$$

D'après BENNETT, 1974.

CHAPITRE IV

LA REPRODUCTION

CHAPTIRE IV : LA REPRODUCTION

La connaissance du cycle de reproduction et des indices qui lui sont liés est utile dans l'établissement des modèles de gestion rationnelle des stocks.

Le cycle de reproduction de *Cancer pagurus* fut étudié dès le début du siècle sur la côte Est de la Grande-Bretagne (Ecosse et Northumberland) par Williamson (1900-1904), Pearson (1908), Meek (1904) et Lebour (1927-1928). Des observations plus récentes furent obtenues par Edwards (1966c) Edwards et Meaney (1968) lors de l'étude des pêcheries de la côte Est de l'Angleterre (Norfolk et Yorkshire) et du Sud de l'Irlande.

A - LES REPRODUCTEURS

1. CARACTERES SEXUELS EXTERNES

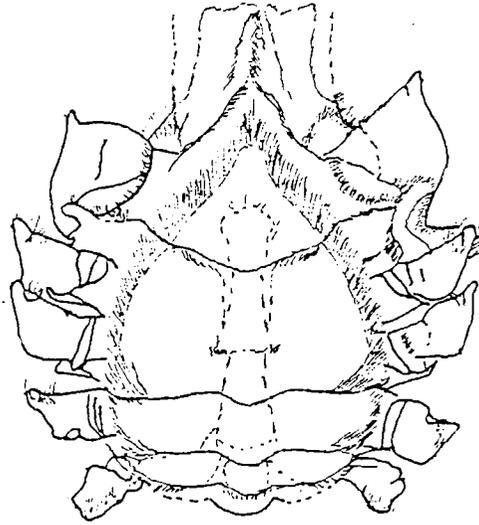
Nous ne citerons dans ce paragraphe que les principales différences facilement observables entre les mâles et les femelles.

Cancer pagurus est comme la plupart des crabes une espèce gonochorique. Il existe entre les sexes des différences morphologiques très marquées. Ces caractères distinctifs sont appelés "Caractère sexuels secondaires" fig. 37.

Les mâles possèdent ainsi un céphalothorax beaucoup plus plat que les femelles.

Le dimorphisme sexuel présenté par l'abdomen est semblable à celui observé chez les autres espèces de *Cancer*. Il est étroit chez les mâles et possède des appendices transformés en organes copulateurs sur le premier et le deuxième somites. Chez les femelles, par contre, l'abdomen est large et porte sur ses somites, à l'exception du premier et du sixième, une paire de pléopodes. C'est sur ces appendices abdominaux que se fixeront les oeufs.

FEMELLE



MALE

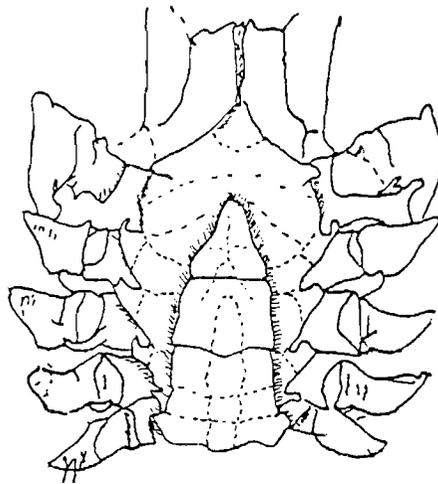


Figure 37 : Abdomens femelle et mâle de *Cancer pagurus*.

2. ETUDES ANATOMIQUE ET HISTOLOGIQUE DES APPAREILS REPRODUCTEURS

Les appareils reproducteurs ont été décrits par Pearson (1908) (Figure 38). Dans les deux sexes, les glandes génitales dont le nombre est pair forment deux longs cordons recourbés latéralement. Elles sont situées dans le céphalothorax à la surface de l'hépatopancréas.

2.1. Description anatomique des organes génitaux et des stades de "maturation ovarienne"

2.1.1. Gonades femelles

Chez les juvéniles, l'ovaire est de petite taille en forme de tube cylindrique faiblement lobé et de couleur translucide. Le diamètre maximum des ovocytes est de 80 μm .

Au moment de la maturité, la structure tubulaire de l'ovaire est masquée par de nombreuses boursouflures. Dans cette glande, trois régions peuvent être distinguées :

- la région antérieure, en forme de crosse,
- la région moyenne, ou pont central, réunit les deux ovaires. Elle se situe entre l'estomac et le coeur,
- la région postérieure, dans laquelle les extrémités libres des deux glandes se rapprochent et fusionnent.

L'oviducte prend naissance dans le premier tiers de la partie postérieure de l'ovaire. Il lui est annexé un réceptacle séminal ou spermathèque, de forme conique. Les deux orifices génitaux externes s'ouvrent sur le sternum du 6ème somite thoracique.

Les phases du cycle sexuel se reconnaissent surtout à l'état de développement des gonades et à leur coloration. Les ovaires, translucides chez les juvéniles ou blanchâtres chez les individus au stade de repos sexuel, forment durant la période qui précède la ponte une masse rouge qui recouvre l'ensemble de l'hépatopancréas.

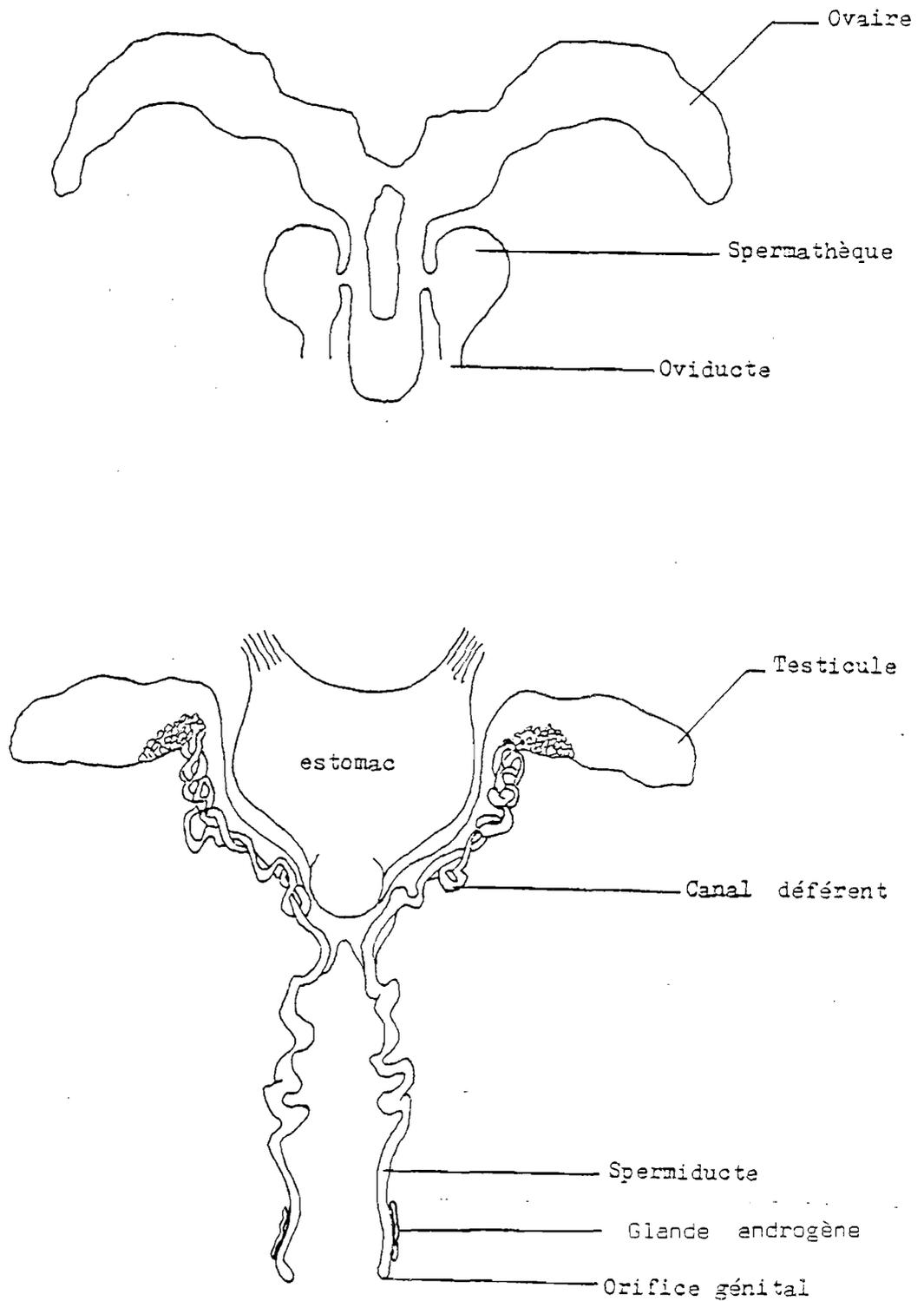


Figure 38 : Appareils reproducteurs femelle et mâle de *Cancer pagurus* (d'après Pearson, 1908).

Nous avons rajouté les glandes androgènes.

Nous avons établi une échelle de maturité avec quatre stades (tableau 49), à partir de trois critères : couleur, développement (ce dernier étant coté de + à +++) et diamètre moyen des ovocytes.

| STADE | COULEUR DE LA GONADE | DEVELOPPEMENT | DIAMETRE MOYEN DES OVOCYTES (μm) |
|--------------------|----------------------|---------------|---|
| I repos génital | blanche | + | 80 |
| II | orange pâle | ++ | 120 |
| III | orange | +++ | 200 |
| IV préponde | rouge | +++ | 400 |

TABLEAU 49 - Echelle de maturité, *Cancer pagurus* femelle.

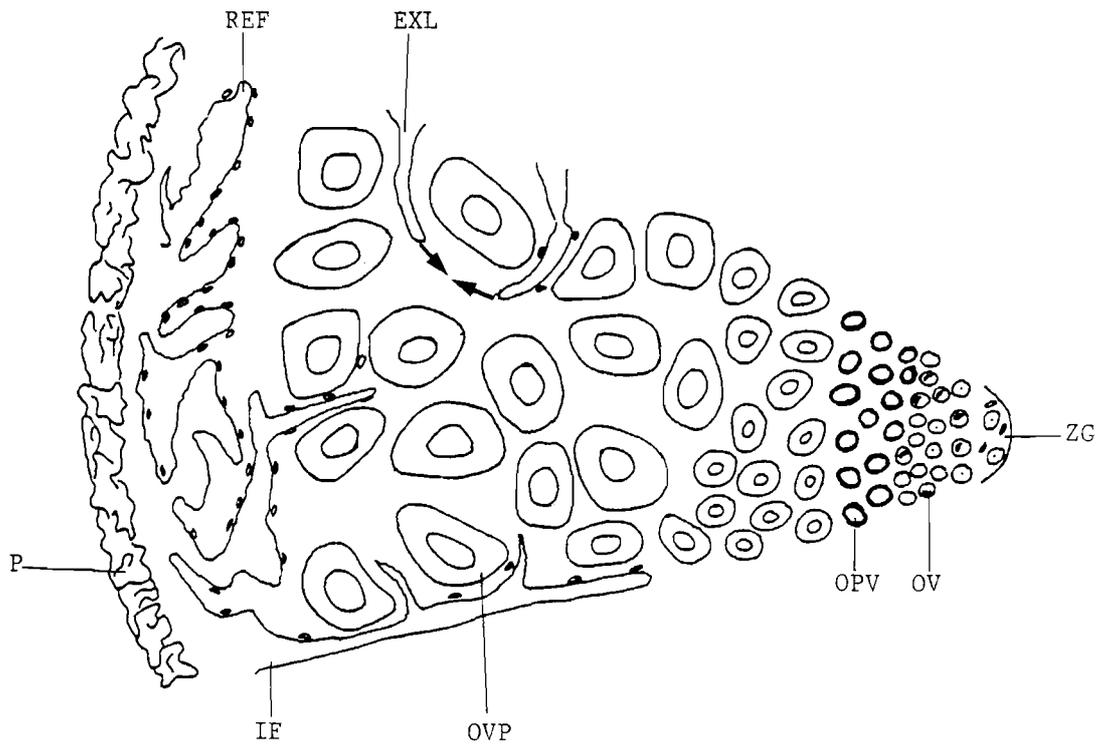
2.1.2. Gonades mâles

Les juvéniles possèdent des gonades filiformes et totalement transparentes.

A la maturité, les gonades sont bien développées. On distingue : le testicule proprement dit et le canal déférent. Le testicule est blanc uniforme ou zébré de zones plus ou moins transparentes. Il est constitué d'un tube séminifère, gonflé, replié sur lui-même. Chaque bande testiculaire débute en forme de crosse. Elle se prolonge par le canal déférent de couleur blanche. Le spermiducte débouche à la base de la 5ème paire de pattes ambulatoires. Les glandes androgènes sont accolées à la région subterminale des spermiductes.

Figure 39 : Ovaire d'une femelle de *Cancer pagurus* peu après la ponte.

Schéma d'un secteur depuis la zone germinative jusqu'à la périphérie, mettant en évidence le mouvement du tissu folliculaire.



- EXL : Expansion latérale des invaginations
- IE : Invagination épithéliale
- OPV : Ovocyte en prévitellogenèse
- OV : Ovogonie secondaire
- OVP : Ovocyte en vitellogenèse primaire
- P : Paroi
- REF : Repli de l'épithélium folliculaire
- ZG : Zone germinative

2.2.2.3. Structure et fonctionnement de l'ovaire des femelles pubères

▪ Ovaire en maturation :

La mise en place du tissu folliculaire périphérique autour des ovocytes en fin de vitellogenèse primaire se fait après chaque ponte (Planche 4, photo C).

Ce tissu se déplisse, s'insinue entre les ovocytes et les enveloppes. Chaque enveloppe folliculaire est une couche monocellulaire ; sur une coupe méridienne, elle présente une dizaine de noyaux. La mise en place de ce tissu libéré par la ponte autour des ovocytes en fin de vitellogenèse primaire est appelée folliculogénèse secondaire.

Chez les femelles "grainées", les enveloppes folliculaires ne sont pas appliquées contre les ovocytes. Ces derniers ne grandissent pas.

Après la libération des larves, les follicules secondaires s'accroissent par accumulation d'une grande quantité de granules vitellins. C'est la vitellogenèse secondaire. Le diamètre moyen des ovocytes passe de 80 à 400 µm. Leur coloration évolue rapidement. Les ovocytes, en vitellogenèse secondaire acquièrent une teinte orange pâle, orange, rouge au stade de pré-ponte (Planche 4, photo D). Ces couleurs résultent probablement de l'accumulation de vitellogénine qui contient des pigments caroténoïdes.

▪ Ovaire après la ponte :

Les coupes d'ovaires de crabes qui viennent de pondre présentent deux régions bien distinctes :

- la région la plus interne est constituée d'éléments germinatifs aux différents stades du début de l'ovogénèse. La structure de cette région est identique à celle décrite pour les femelles juvéniles, mais ici elle n'occupe que la partie centrale de l'ovaire.

N.B. Par souci d'homogénéité avec la nomenclature utilisée chez les Vertébrés, nous appelons ici follicule, l'ensemble constitué par l'ovocyte et l'hé-pithélium folliculaire qui l'enveloppe.

- la région périphérique de l'ovaire est occupée par un épithélium très plissé, laissé libre après la ponte précédente. Cet épithélium provient de la rétraction du tissu folliculaire secondaire qui est un tissu permanent, fonctionnant au cours des vitellogenèses successives (Planche 4, photo E).

2.2.2.4. Conclusion

Nous retrouvons dans la structure et le fonctionnement de l'ovaire de *Cancer pagurus* le schéma général décrit ci-dessus. Toutefois, quelques différences peuvent être signalées :

- chez les femelles juvéniles peut être décrite une vitellogenèse primaire caractérisée par la synthèse d'un vitellus protéique endrogène.
Par contre, il a été mis en évidence pour la première fois, l'absence d'un tissu folliculaire secondaire.
- chez les individus pubères s'est développé le tissu folliculaire secondaire. Ce tissu est rétracté à la périphérie de l'ovaire immédiatement après la libération des oeufs. Durant l'incubation, les cellules folliculaires s'insinuent entre les ovocytes en vitellogenèse primaire. A l'éclosion des larves, s'effectue la vitellogenèse secondaire dans ces ovocytes. Elle se caractérise par une accumulation importante de matériel vitellin exogène. Les follicules ainsi constitués grandissent de 80 à 400 µm de diamètre.

2.2.3. Description histologique du testicule

2.2.3.1. Généralités

La spermatogenèse et son contrôle chez les Crustacés Décapodes ont fait l'objet de nombreuses études. Parmi les plus récentes, nous pouvons noter celle de Payen et Amato (1978). Les résultats actuels rendent compte du contrôle complexe de la mise en route du déroulement et du maintien du programme spermato-génétique.

Nous nous sommes limitées, dans ce chapitre, à une description rapide des différents stades de la spermatogenèse.

2.2.3.2. Différents stades de la spermatogenèse chez *Cancer pagurus*

Les coupes histologiques réalisées sur le testicule de *Cancer pagurus* montrent une série de lobules testiculaires. Dans chaque lobule les cellules germinales sont à un même stade de maturation mais ce stade peut être différent d'un lobule à l'autre. (Planche 5, photo A).

- La zone germinative est composée de cellules de type somatique (le tissu mésodermique) et germinale (les gonies primaires). Le tissu mésodermique dispersé entre les gonies primaires assure vraisemblablement un double rôle : inhibition de l'entrée en gamétogenèse et préservation de la cytolysa des gonies en captant les éléments altérés.
- Les gonies situés en dehors de la zone germinative sont des gonies secondaires, elles se différencient des gonies primaires par leur plus petite taille et l'absence de tissu mésodermique interstitiel. Elles sont donc jointives. (Planche 5, photo B).

Les spermatocytes de premier ordre peuvent être observés à plusieurs stades de la prophase de méiose et notamment au stade leptotène (filaments chromosomiques très fins), zygotène, pachytène (structure en bouquets). (Planche 5, photo C).

- Les spermatides se distinguent des cellules germinales précédentes par leur forme ovoïde. (Planche 5, photo D).
- Les spermatozoïdes sont libres dans la lumière des tubules et entourés de sécrétions acidophiles. Au niveau du canal déférent, ces spermatozoïdes se regroupent pour former des spermatophores. Ce sont ces spermatophores qui donnent la couleur blanche caractéristique des canaux déférents des mâles matures. (Planche 5, photo F).

PLANCHE 5 : La spermatogénèse chez le Tourteau *Cancer pagurus*

épaisseur des coupes : 5 μ m

fixateur : Bouin alcoolique

coloration : Trichrome de Masson

A : Lobules testiculaires

G : X 370

B : Spermatogonies secondaires (G2)

Spermatozoïdes (SPZ)

G : X 750

C : Spermatocytes I (SPC1) au stade
zygotène (ZY)

G : X 1 200

D : Spermatides (SPT)

G : X 1 200

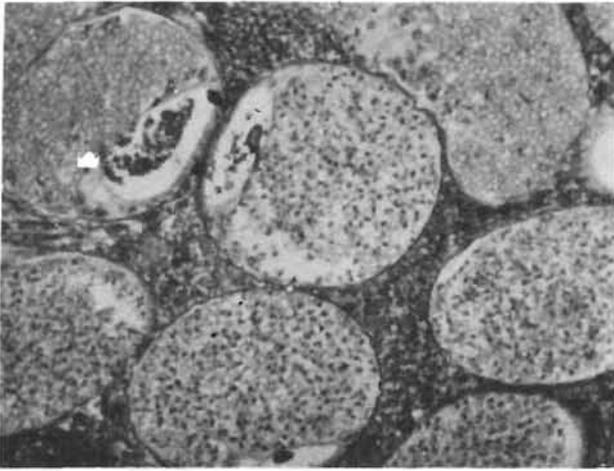
E : Spermatofores peu nombreux
dans le canal déférent d'un
Tourteau mâle prépubère (L = 50 mm)

G : X 300

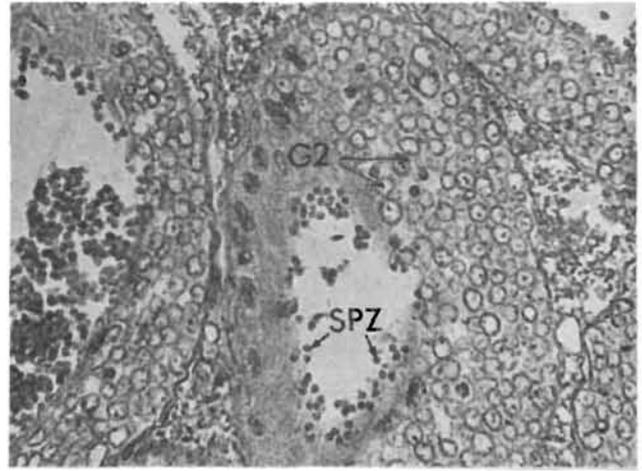
F : Spermatofores très nombreux
dans le canal déférent d'un
Tourteau mâle mature (L = 76 mm)

G : X 300

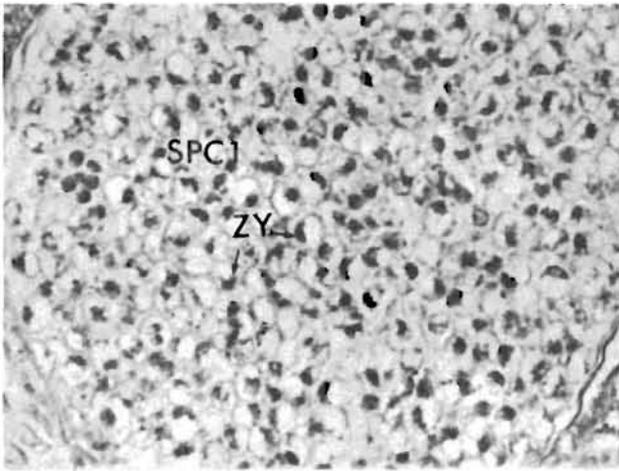
PLANCHE 5



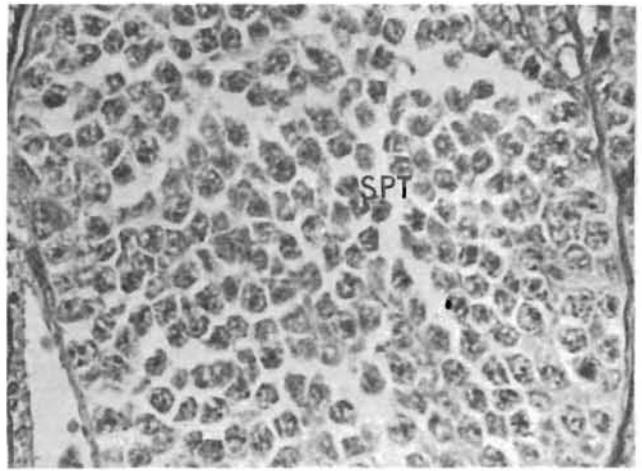
A



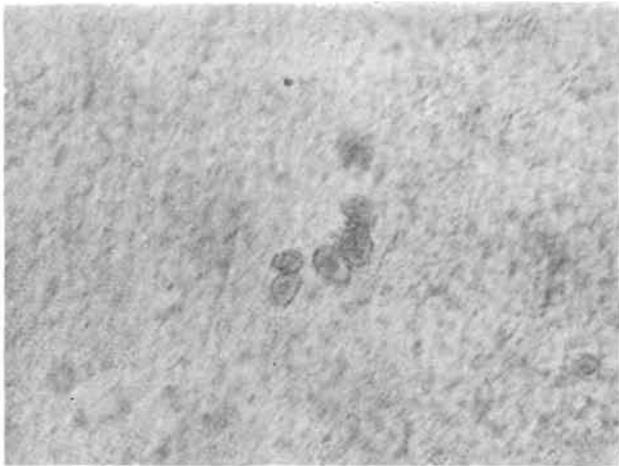
B



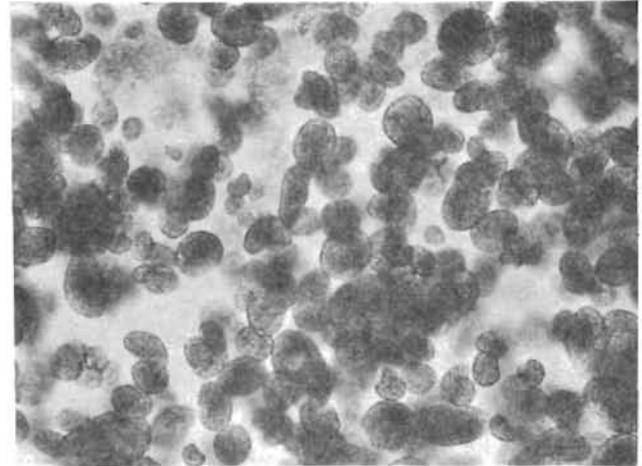
C



D



E



F

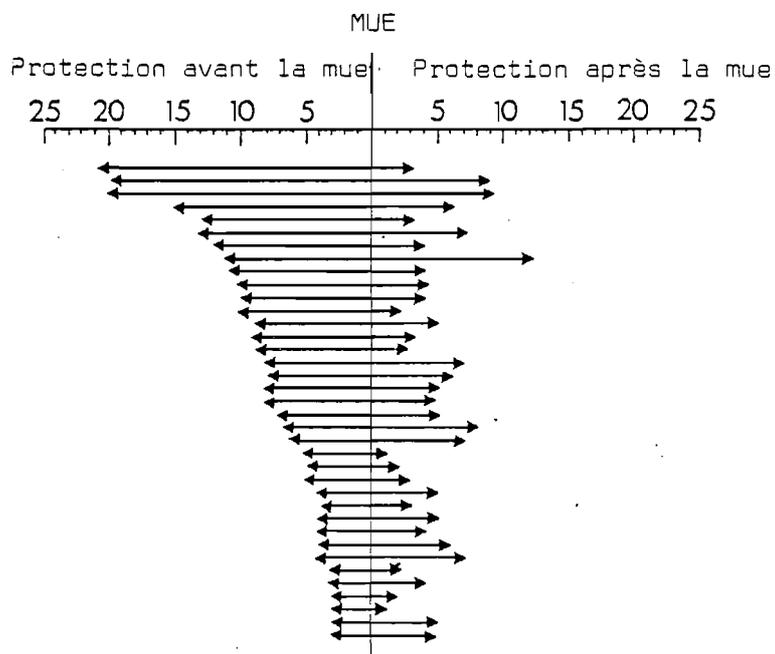


Figure 40 : Nombre de jours pendant lequel le mâle protège la femelle au moment de l'accouplement. 36 couples - d'après Edwards 1971.

B - PROCESSUS DE LA REPRODUCTION

1. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES : RAPPROCHEMENT SEXUEL - COPULATION - PONTE

Beaucoup d'observations sur le comportement reproducteur de *Cancer pagurus* ont été recueillies à la suite d'expériences menées au laboratoire de Burnham-on-Crouch en Angleterre de 1958 à 1965 (Edwards 1971).

1.1. Rapprochement sexuel

Il existe une forte attirance entre les deux sexes dans la période qui précède la mue de la femelle. Cette attirance serait due à une substance chimique (Carlisle et Knowles, 1969) produite par la spermathèque. Le mâle accompagne la femelle avant et après l'exuviation. La durée moyenne d'assistance du mâle est de 8 jours en pré-mue et 5 jours en post-mue (Fig. 40).

1.2. Copulation (Planche 6, photo A)

La copulation a lieu dans les heures qui suivent la mue de la femelle. Elle ne se produit qu'entre une femelle à exosquelette souple et un mâle à téguments durs. Elle survient souvent la nuit et peut durer plusieurs heures.

Les bouchons spermatiques qui se forment dans les oviductes à la suite de la copulation empêchent d'autres accouplements. Ils ont pour origine les glandes doublant la spermathèque (Williamson, 1904 ; Hartnoll, 1969). Ils durcissent au contact de l'eau de mer pour former des structures blanches obturant l'ouverture de chaque oviducte. Leur présence est constante chez toutes les femelles fécondées à quelques exceptions près. Ils évitent la perte de sperme, l'entrée de l'eau de mer et deux fécondations successives. Leur utilité est à souligner chez la femelle de *Cancer pagurus*. Cette dernière a un oviducte très simple et s'accouple lorsqu'elle est molle. Ces



bouchons restent identifiables à 3 à 8 semaines puis disparaissent par la suite à l'observation externe. Cette disparition correspond soit à leur remontée dans l'oviducte, soit à leur désintégration. Cette dernière possibilité est la plus plausible car lorsque l'animal est dur, la présence de ces bouchons n'est probablement pas nécessaire bien qu'Edwards, en 1971, en note des restes chez les femelles n'ayant pas mué depuis plusieurs années. De plus, il est difficile d'imaginer le processus de la ponte si les oviductes sont obturés.

Au moment de la copulation, le sperme est stocké dans la spermathèque. Il servira à la fécondation des ovocytes émis lors de 2 ou 3 pontes. Ces pontes successives à l'intérieur d'une intermue ont été observées par Edwards en 1971 sur 5 femelles gardées au laboratoire entre 16 et 28 mois. Toutefois, cet auteur n'a pas précisé si les ovules pondus avaient été effectivement fécondés et s'ils avaient pu suivre leur maturation. Sur l'Araignée de mer *Maia squinado*, il peut y avoir ponte sans fécondation préalable et en l'absence de tout stockage de sperme, mais dans ce cas, les oeufs tombent au bout de quelques jours (De Kergariou 1975). Il serait donc intéressant de connaître l'évolution de ces pontes successives chez *Cancer pagurus*. Selon Williamson (1940), c'est la présence de sperme dans la spermathèque qui inhiberait les phénomènes de mue et, donc, la croissance.

Des informations récentes remettent en question les données précédemment acquises et citées ci-dessus sur le comportement d'accouplement de *Cancer pagurus*. Burfitt (1980) a en effet observé que les larves d'une même ponte pouvaient présenter une ségrégation d'isoenzyme dans le cas de l'enzyme glucose-phosphate-isomérase ne correspondant pas aux simples expériences mendéliennes. Dans ce cas, les oeufs d'une même ponte peuvent être fécondés par un mélange de spermatozoïdes. Cette observation permet d'émettre l'hypothèse d'une rétention possible par la femelle de sperme reçu lors d'un ou de plusieurs accouplements avec des mâles de génotypes différents.

1.3. Ponte (Planche 6, photo B).

Avant la ponte, les femelles recherchent un sédiment fait de sable et de galets (Williamson, 1904 ; Edwards, 1971). Les oeufs émis viennent se fixer aux soies des pléopodes ; les femelles sont alors dites "grainées". A partir de ce moment elles ne seront prises qu'en très petit nombre dans les captures. Ce comportement n'est pas particulier à l'espèce, il est noté chez d'autres Crustacés telle que la langoustine. Ce phénomène chez *Cancer pagurus* peut être expliqué de différentes façons (Cunningham, 1898 ; Williamson, 1900, 1961 ; Edwards, 1967). Les expériences en laboratoire ont montré que ces femelles continuaient à se nourrir. Pour expliquer leur absence des captures, nous avons retenu les deux hypothèses suivantes :

- les femelles grainées évitent l'engin de pêche (casiers) protégeant ainsi instinctivement leurs oeufs ;
- il se pourrait également, plus simplement, qu'elles soient incapables d'atteindre le goulot du casier.

2. METHODES D'ETUDE

Un échantillon composé de 20 à 35 femelles de taille supérieure à la taille moyenne de première maturité (73 mm) est prélevé une fois par mois dans les captures commerciales et examiné au laboratoire. Les caractéristiques suivantes sont relevées :

- longueur au millimètre près,
- poids total au gramme près,
- poids des ovaires en décagrammes et leur stade d'évolution.

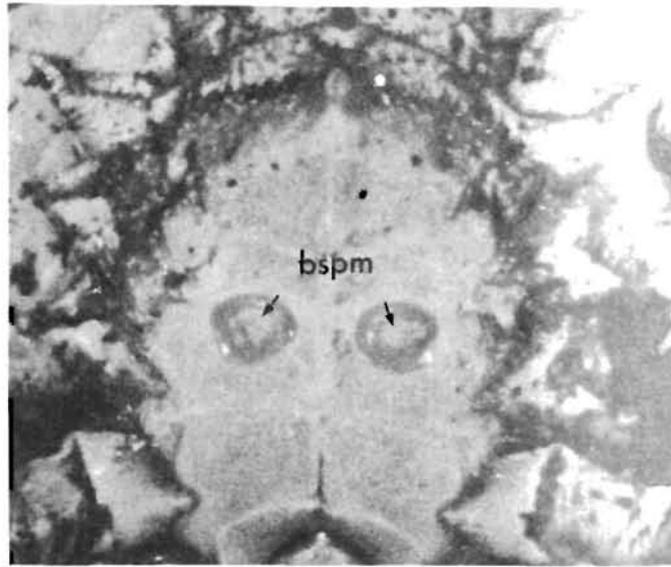
PLANCHE 6

A : Bouchons spermatiques au niveau des
orifices génitaux femelles (bspm)

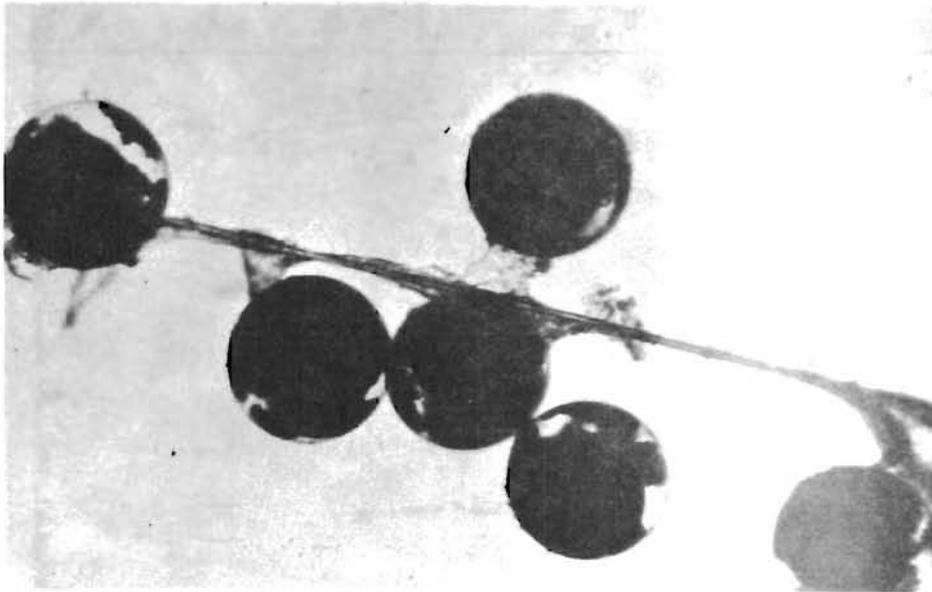
B : Oeufs attachés à la soie d'un endopodite d'une
femelle oeuvée - G X 300

C : Les cinq stades zoés de *Cancer pagurus*
G X 12,7 (Bigot 1979)

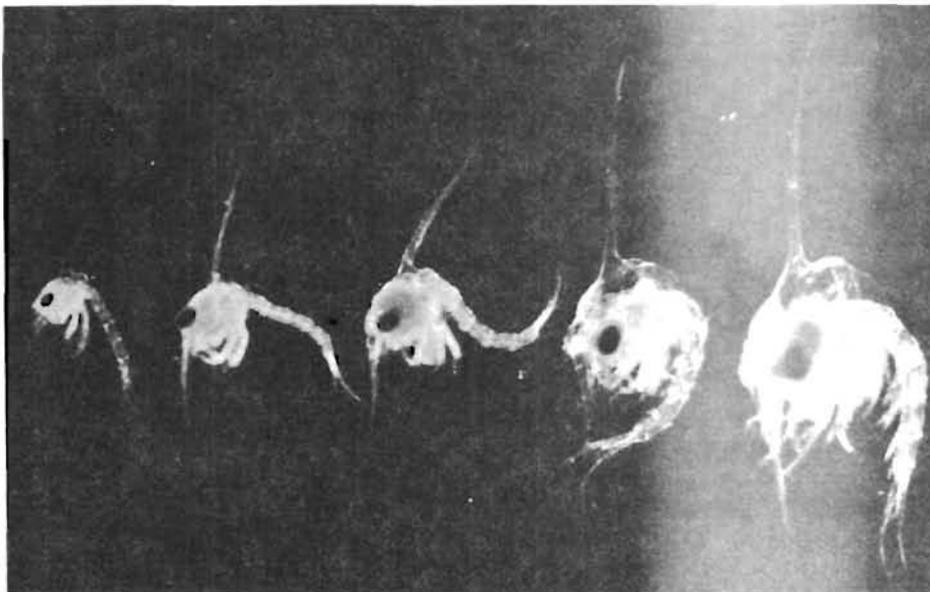
PLANCHE 6



A



B



C

| MOIS | RGS MOYEN | ECART-TYPE | NOMBRE D'OBSERVATIONS |
|--------------|-----------|------------|-----------------------|
| Octobre 1980 | 5,3 | 3,42 | 31 |
| Novembre | 8,4 | 3,23 | 36 |
| Décembre | 5,5 | 3,50 | 16 |
| Janvier 1981 | 5,5 | 4,16 | 25 |
| Février | 4,4 | 4,21 | 25 |
| Mars | 1,2 | 1,47 | 29 |
| Avril | 1,2 | 2,34 | 32 |
| Mai | 1,0 | 0,18 | 29 |
| Juin | 1,2 | 0,27 | 32 |
| Juillet | 2,2 | 0,69 | 30 |
| Août | 2,8 | 1,38 | 25 |
| Septembre | 5,0 | 1,45 | 22 |

Tableau 51 : Evolution du rapport gonado-somatique d'octobre 1980 à septembre 1981.

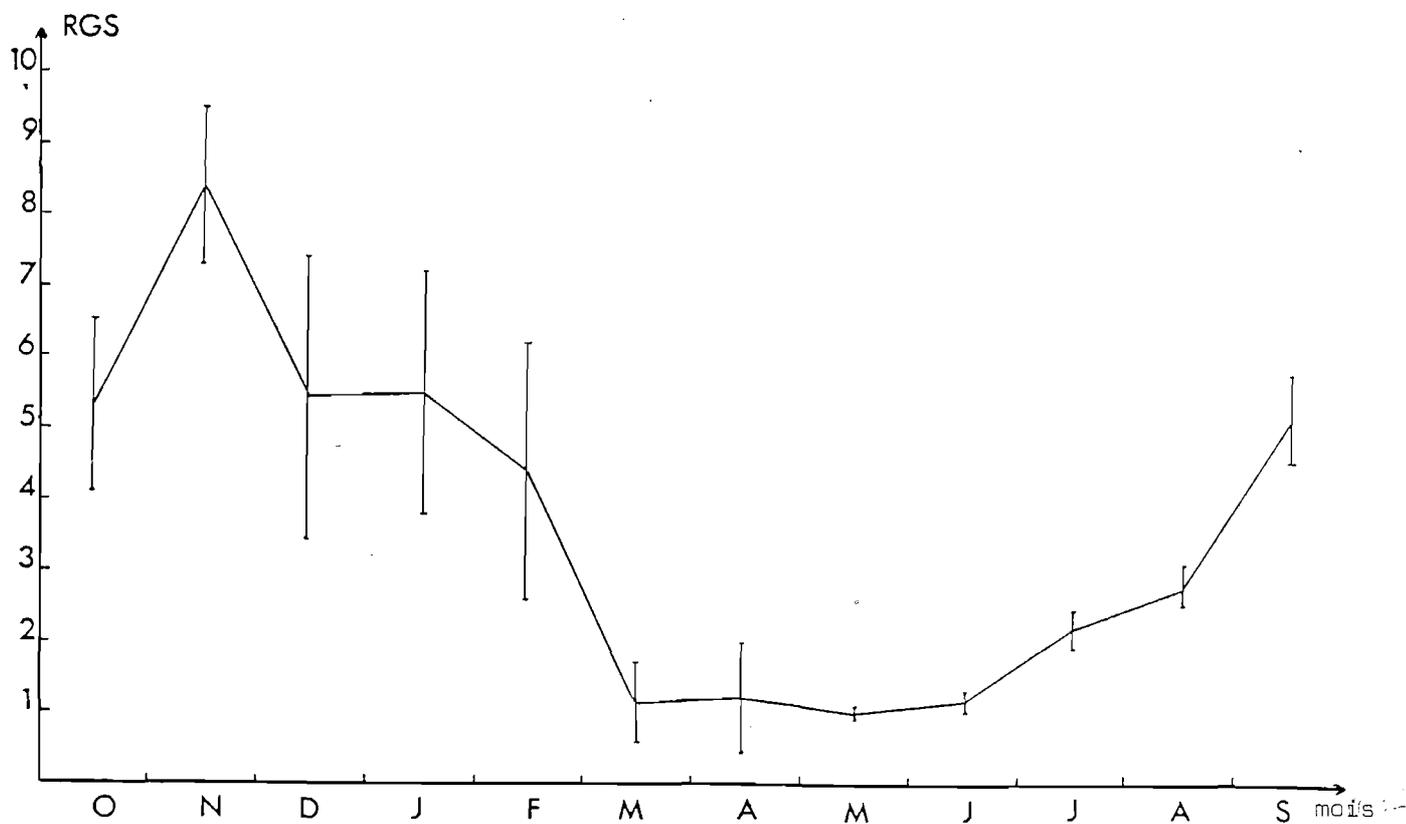


Figure 41 : Evolution du rapport gonado-somatique d'octobre 1980 à septembre 1981.

3. RESULTATS

3.1. Période de ponte

Chez *Cancer pagurus*, le comportement de la femelle ovigère (faible capturabilité) empêche d'utiliser le ratio femelles oeuvées sur femelles non oeuvées observé dans les captures pour dresser un bilan saisonnier de la reproduction. Il est par contre possible de suivre les variations saisonnières du rapport gonado-somatique et de la maturation des ovaires. Il faut souligner que l'étude a été effectuée sur les captures et non sur l'ensemble de la population. L'absence de femelles "grainées" dans les captures fausse les résultats durant les mois d'incubation (décembre-juillet),
- en surestimant le RGS et les pourcentages des trois stades de maturation,
- en sous-estimant le stade 1.

3.1.1. Variation saisonnière du rapport gonado-somatique

3.1.1.1. Définition du paramètre

Le rapport gonado-somatique ou RGS est obtenu par la formule utilisée pour les poissons (Bougis, 1952). C'est un critère pondéral dont les variations temporelles sont fonction de l'état de maturation sexuelle.

$$\text{RGS} = \frac{\text{PG}}{\text{PT}} \times 100$$

PG = poids des ovaires en grammes

PT = poids total du corps (avec carapace) en grammes.

3.1.1.2. Evolution du paramètre

Les résultats des RGS mensuels moyens sont exposés au tableau 51 et à la figure 41. Les intervalles de confiance sont donnés au seuil de 5 %.

L'activité reproductrice est cyclique. A partir du mois de juillet, les femelles manifestent un début de développement ovarien. Ce développement

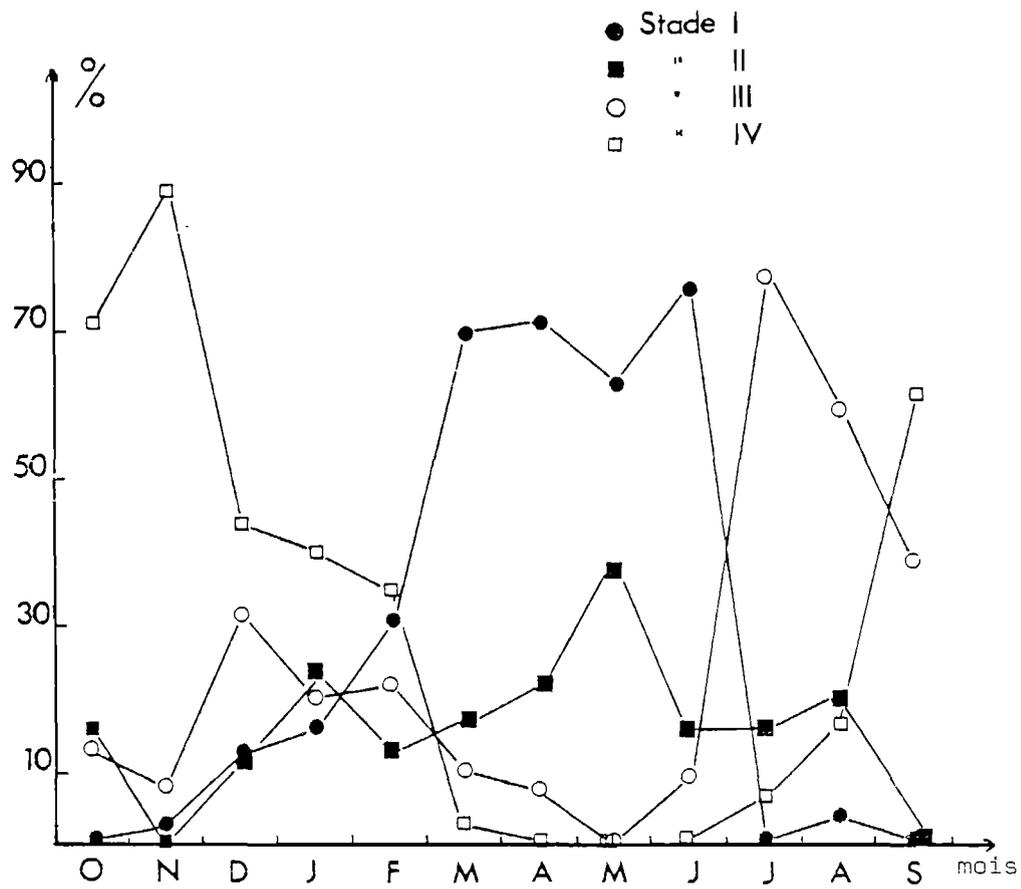


Figure 42 : Evolution des différents stades sexuels d'octobre 1980 à septembre 1981.

se poursuit jusqu'en novembre. A cette période, débute la ponte qui durera jusqu'en mars. Enfin, de mars à juin, d'après l'examen des ovaires, des individus sont en période de repos sexuel.

3.1.2. Variations saisonnières du pourcentage des stades sexuels

L'utilisation de l'échelle de maturité qui a été établie précédemment (chapitre IV, § A - 2.1.1.) et la constitution d'une gamme de référence pour les critères de coloration permettent de déterminer rapidement l'état d'avancement de la maturation. Les courbes d'évolution des stades sexuels dans le temps sont représentées sur la figure 42 :

Stade 1 : il présente un minimum de juillet à novembre, augmente ensuite progressivement pour stabiliser de mars à juin.

Stade 2 : non observé en septembre et novembre, il ne subit aucune variation importante au cours du cycle sexuel.

Stade 3 : est bien représenté, surtout de juillet à septembre.

Stade 4 : pratiquement nul de mars à juin, augmente régulièrement pour atteindre son maximum en novembre. Il diminue ensuite pour s'annuler en avril.

Il existe un pic de présence des différents stades sexuels excepté pour le stade 2 où le maximum observé est de 35 %. La présence de ce stade toute l'année sur la pêcherie doit être la conséquence de l'étalement important de la période de mue. Les Tourteaux qui muent très tard dans la saison peuvent différer leur ponte à l'année suivante et dans ce cas, les gonades doivent évoluer lentement.

| MOIS | 1980 | | | | | | | 1981 | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-----|-----|----|----|----|----|------|----|---|----|-----------|----|-----|-----|-----|-----|
| | J | J | A | S | O | N | D | J | F | M | A | M 6121 | J | J | A | S | |
| Nombre de femelles échantillonnées | 129 | 269 | 111 | 92 | 46 | 25 | 19 | - | 21 | - | 31 | 83 | 43 | 154 | 133 | 140 | 102 |
| Nombre de femelles avec coques vides | 62 | 88 | 19 | 11 | 4 | 0 | 0 | - | 0 | - | 1 | 15 | 25 | 78 | 44 | 19 | 8 |
| % de femelles avec coques vides | 48 | 33 | 17 | 12 | 9 | 0 | 0 | - | 0 | - | 3 | 18 | 58 | 51 | 33 | 14 | 8 |

TABLEAU 52 - Pourcentages de femelles de *Cancer pagurus* dans les captures commerciales portant des enveloppes embryonnaires.

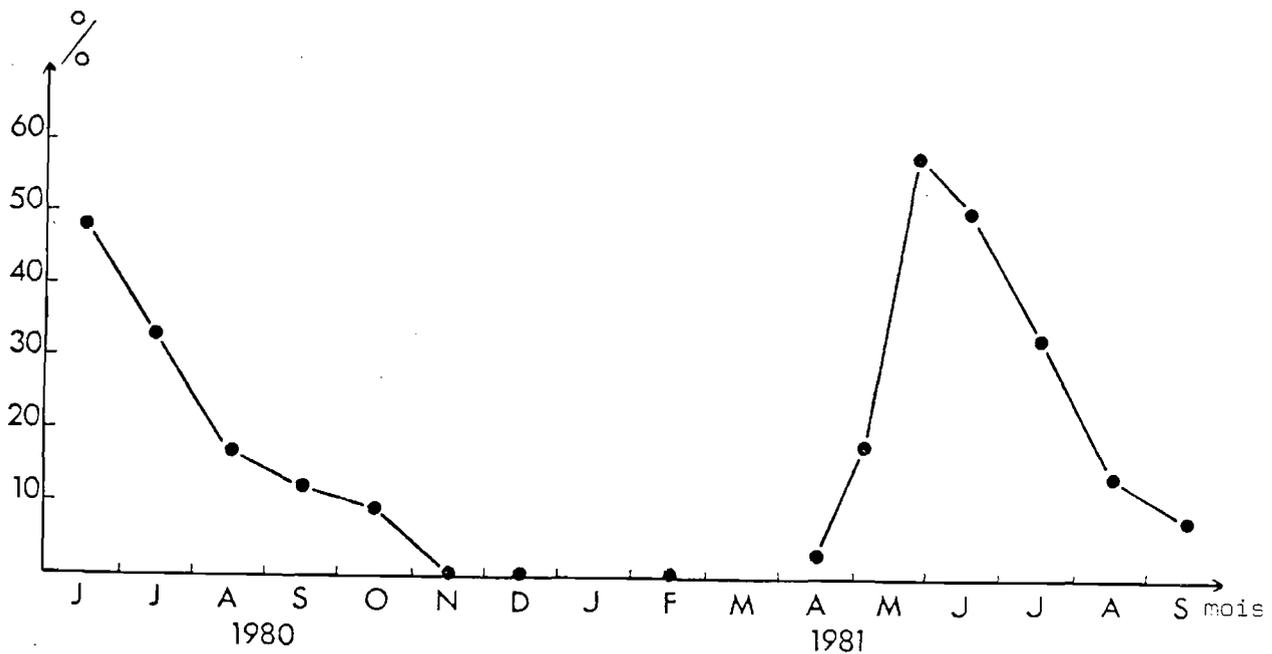


Figure 43 : Évolution du pourcentage de femelles qui portent des coques embryonnaires. Échantillonnage réalisé sur des femelles de taille supérieure à la taille moyenne de première maturité.

3.2. Période d'éclosion

3.2.1. Variations saisonnières du pourcentage de femelles portant des coques embryonnaires

Si les femelles ne sont pas capturables pendant leur phase ovigère, elles apparaissent en grand nombre dans les captures commerciales après l'éclosion des oeufs. Elles se différencient des autres femelles par la présence de quelques capsules vides au niveau des soies des pléopodes des pattes natatoires.

Edwards (1971) signale que l'abdomen décoloré et sale de ces femelles ainsi que les incrustations fréquentes sur leur carapace sont à associer, d'une part à leur enfouissement dans le sédiment durant la période d'incubation et, d'autre part, à la réduction du nombre de mues. Les variations saisonnières d'abondance dans les captures commerciales de ces femelles venant de dégrainer contribuent à préciser l'étendue de la période d'éclosion.

Résultats :

Les observations portent sur une période s'étendant de juin 1980 à septembre 1981. Les résultats sont indiqués dans le tableau 52 et présentés sur la figure 43.

En 1981, la période d'éclosion a commencé dès le mois d'avril pour atteindre son maximum à la fin mai. Le pourcentage de ces femelles dans les captures commerciales dépasse 50 % en fin mai et juin. En 1980, l'échantillonnage a commencé trop tard. Les dernières femelles avec coques embryonnaires sont trouvées en septembre-octobre.

Edwards (1971), à partir du même critère, montre que sur les côtes du Yorkshire et du sud-ouest de l'Irlande, la période principale d'éclosion s'étend de mai à septembre avec un maximum en juin-juillet pour l'Irlande, en août sur le Yorkshire.

La durée de développement larvaire est également controversée. Elle serait : de 23 à 30 jours d'après Lebour (1928), pour des études menées en laboratoire, 45 à 50 jours pour Nichols et Cryers (1978) dans le Nord-Est de l'Angleterre, et d'environ 2 mois pour Martin (1980) à l'Ouest du Cotentin.

C - REPRODUCTION ET GESTION DU STOCK

1. DETERMINATION DE LA TAILLE A LA PREMIERE MATUREITE

Chez un certain nombre d'espèces : poissons, mollusques, il est possible de déterminer l'âge par la lecture de pièces anatomiques (écailles, otolithes) ou des anneaux de croissance. Il est donc possible de connaître l'âge à la maturité. Chez les Crustacés, en l'absence de toutes "pièces anatomiques marquées", il faut dans la plupart des cas se limiter à la détermination de la taille à première maturité.

Nous adopterons, au cours de cette étude, comme taille à la première maturité, la valeur de L_{50} pour laquelle 50 % des individus ont atteint la maturité. Pour la déterminer, plusieurs critères morphologiques et fonctionnels peuvent être utilisés. Nous avons cherché à déterminer la présence de la maturité chez les femelles et les mâles de *Cancer pagurus* à l'aide des critères suivants : développement ovarien et présence de bouchons spermatiques pour les femelles, aspects des canaux déférents pour les mâles.

1.1. Maturité femelle

1.1.1. Développement ovarien

Cette étude est réalisée entre fin octobre et début novembre 1980 sur 205 femelles à tégument dur de taille comprise entre 59 et 111 mm de longueur. Nous avons choisi cette période parce qu'elle se situe avant le début des premières pontes, c'est-à-dire à un moment où toutes les femelles sont capturables.

Le stade de maturité des ovaires est déterminé à l'oeil nu à partir de l'échelle de maturité définie précédemment (chapitre IV, § B). Comme nous l'avons noté, la ponte est étalée sur plusieurs mois (4 mois en 1980-81). A la différence d'Edwards (1971) nous avons considéré comme matures, en plus du stade 4, les stades 2 et 3 correspondant au début de la vitellogenèse. Ceci permet de tenir compte du déphasage de maturation selon les individus.

Résultats :

Les résultats exprimant le pourcentage de femelles ayant des ovaires en cours de maturation en fonction de la longueur du céphalothorax sont représentés sur la figure 44.

Il apparaît qu'en-dessous de 65 mm de longueur, aucune femelle n'atteint la maturité sexuelle. Au-dessus de cette taille, les pourcentages des femelles aux stades 2, 3 et 4 augmentent rapidement.

Si l'on prend comme méthode d'analyse la maturité des ovaires, la taille de première maturité L_{50} se situe à 73 mm.

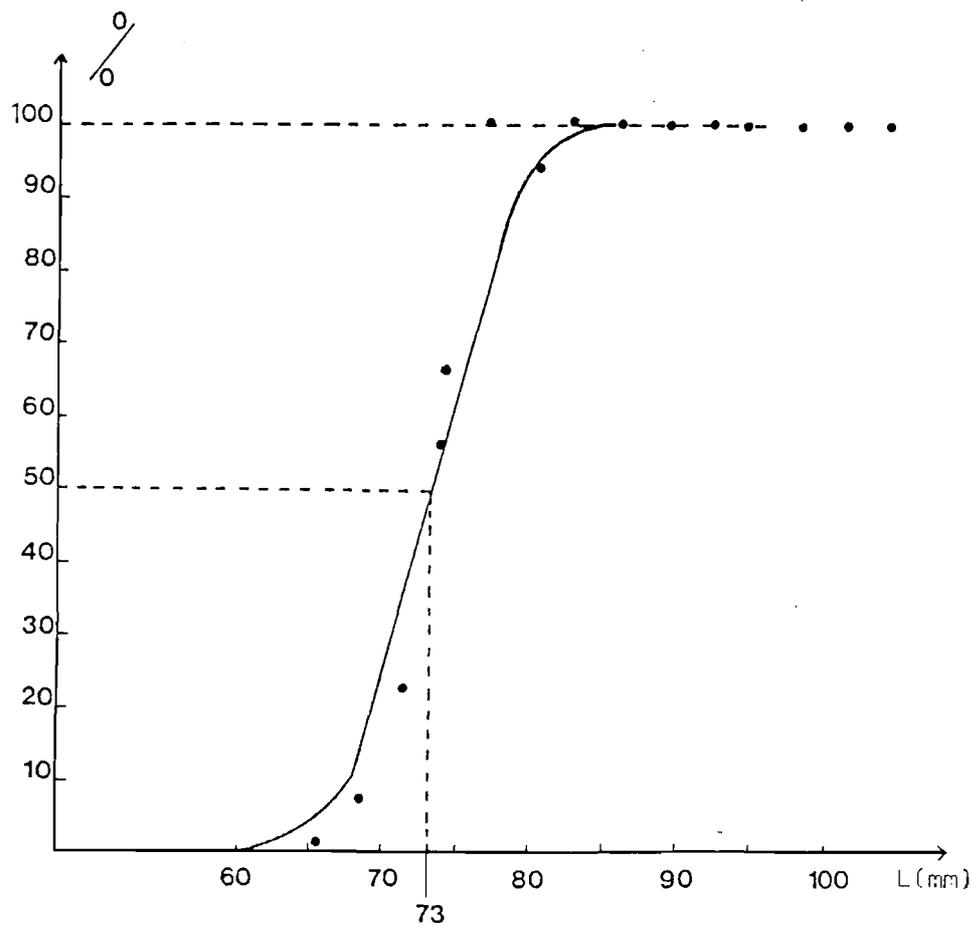


Figure 44 : Courbe de maturité femelle en utilisant comme critère le développement des ovaires.

1.1.2. Présence de bouchons spermatiques

Les bouchons spermatiques présents chez les femelles après l'accouplement peuvent être observés au niveau des orifices génitaux en soulevant la languette abdominale. Au cours des embarquements effectués à bord des bateaux professionnels, de mai à septembre 1980, nous avons noté la présence ou l'absence de ces bouchons pour 404 femelles molles.

Résultats :

Les premiers bouchons spermatiques sont observés à partir d'une taille de 65 mm. Au-delà de 75 mm, le pourcentage fluctue de 60 à 80 %, la moyenne étant de 70 %. La taille (L_{50}) au point 35 % calculée à partir de ces observations est de 67 mm. (Figure 45).

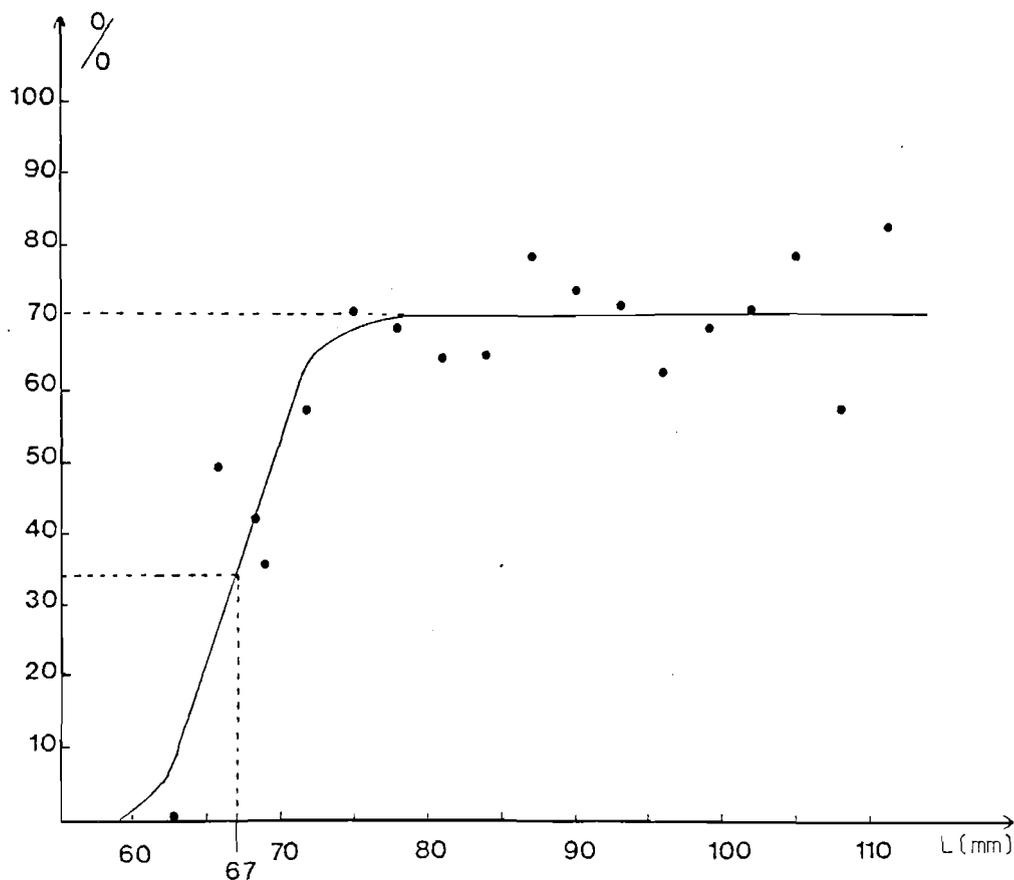


Figure 45 : Courbe de maturité femelle en utilisant comme critère la présence de bouchons spermatiques.

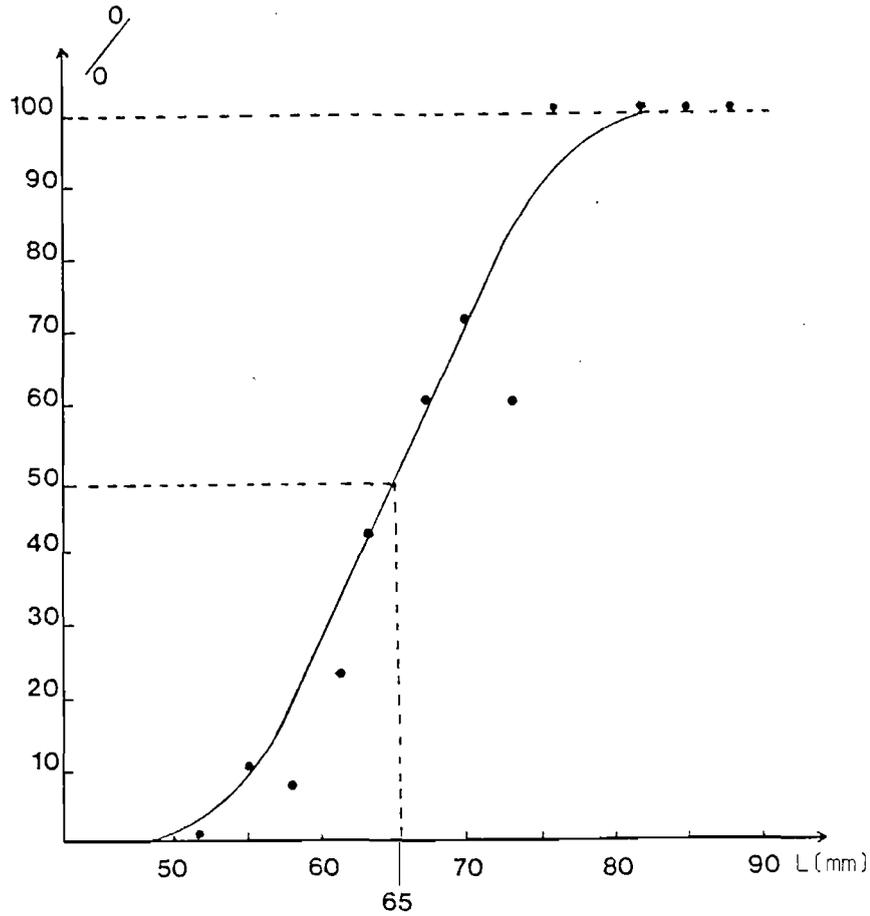


Figure 46 : Courbe de maturité mâles en utilisant comme critère l'aspect des canaux déférents.

| MOIS | NOMBRE D'OBSERVATIONS | NOMBRE DE CRABES MURS | POURCENTAGE DE CRABES MURS |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|
| Février | 44 | 42 | 95 |
| Mai | 44 | 40 | 91 |
| Octobre | 49 | 41 | 84 |

TABLEAU 55 - Pourcentage de crabes mâles mûrs à trois époques différentes. Tourteaux de taille supérieure à L = 65 mm.

1.2. Maturité mâle

Aspects des canaux déférents :

Au mois de mai 1980, 163 mâles à carapace dure, de taille comprise entre 51 et 90 mm de longueur, furent examinés et classés d'après les critères fournis dans le tableau 54. Les observations au départ macroscopiques furent, dans certains cas litigieux, complétées par un examen microscopique. (Planche 5, photos E et F).

| | Observations macroscopiques | Observations microscopiques |
|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| IMMATURES | Transparents, petits | Spermatophores peu nombreux |
| MATURES | Blancs, laiteux, gonflés | Spermatophores nombreux |

TABLEAU 54 - Critères de maturité mâles.

Résultats :

En-deçà de 54 mm, aucun individu n'est mature, et il faut arriver à 80 mm pour observer 100 % d'animaux adultes. Le point L₅₀ se situe à une longueur de 65 mm (Fig. 46).

Compte tenu de ces résultats, nous avons étudié les relations de l'activité génitale avec les mues et les saisons en sélectionnant des individus d'une taille supérieure à 65 mm. Sur 40 individus mous, récoltés au mois de mai, 34 (85 %) avaient leurs glandes génitales en pleine activité.

Des échantillons ont été prélevés dans les captures commerciales en février, mai et octobre, mois qui correspondent aux différentes phases du cycle sexuel des femelles. Le pourcentage d'individus aux glandes génitales développées (Tableau 55) est du même ordre quel que soit le mois pendant lequel l'étude a été réalisée.

1.3. Discussions - Conclusions

Les données bibliographiques concernant la maturité des femelles de *Cancer pagurus* sont très imprécises :

- Williamson (1900) sur des études réalisées en Ecosse, pense qu'à partir de $l = 127$ mm ($L = 79$ mm), les femelles sont matures.

- Utilisant comme critère de maturité la condition ovigère, c'est-à-dire la présence de femelles portant des oeufs dans les captures, Pearson (1908) note qu'à Port Erin la plupart des femelles sont "grainées" à partir de $l = 152$ mm ($L = 94$ mm). Edwards (1971), à la suite d'observations menées sur des femelles venant de dégrainer et possédant donc des coques embryonnaires au niveau des soies des pléopodes, dans le sud-ouest Irlande et le Yorkshire, arrive à des conclusions identiques. Il ajoute que très peu de femelles inférieures à $l = 127$ mm portent des oeufs.

- Toujours dans le sud-ouest de l'Irlande et le Yorkshire, Edwards (1971) constate que 50 % des femelles molles possèdent des bouchons spermatiques entre $l = 108$ mm ($L = 67$ mm) et $l = 115$ mm ($L = 71$ mm).

Les données bibliographiques concernant la maturité mâle sont fournies par Williamson (1900), Drach (1936) et Edwards (1971). Ces auteurs considèrent qu'un mâle est mature à partir de $l = 110$ mm ($L = 68$ mm).

En Bretagne sud, les Tourteaux mâles atteindraient la maturité sexuelle à une longueur céphalothoracique de 65 mm. A partir des premiers résultats obtenus sur la croissance, ils auraient alors environ deux ans et demi. Au même moment ($L = 67$ mm) les bouchons spermatiques apparaîtraient chez les femelles. Ces dernières n'atteindraient leur première maturité ovarienne que plus tard à une longueur de 73 mm.

Nos résultats sur la taille de première maturité mâle et la taille à laquelle les bouchons spermatiques apparaissent chez les femelles concordent donc avec les données antérieurement acquises dans d'autres secteurs. De plus,

nous avons constaté que les cycles spermatogénétiques se déroulaient continuellement quels que soient l'état du crabe (mou - dur) et la saison. Ce phénomène apparaît général pour l'ensemble des Crustacés.

Le problème réside dans le choix du critère de maturité femelle.

La condition ovigère ainsi que la présence de coques embryonnaires ne nous paraissent pas être des critères intéressants. En effet, les femelles grainées ne sont que très peu capturables et les périodes de ponte et d'éclosion peuvent s'étaler sur plusieurs mois. La présence de bouchons spermatiques serait un critère insuffisant car les femelles peuvent copuler avant la maturité des ovaires. Hartnoll (1969) considère un crabe mature à partir du moment où il est capable de copuler. Il note cependant que chez plusieurs espèces de crabes, l'ovulation peut survenir longtemps après la copulation. Cette possibilité de copuler avant la maturité des ovaires n'est donc pas particulière au tourteau. Le critère de maturité femelle le plus correct, c'est-à-dire correspondant à une capacité réelle de reproduction, serait alors obtenu par le développement des ovaires et pour une longueur de 73 mm dans notre secteur. Pour atteindre cette taille, les femelles devraient alors être âgées de trois ans.

2. LA FECONDITE

2.1. Introduction

La fécondité individuelle est le nombre d'oeufs porté par une femelle. Chez les Crustacés, elle peut être calculée soit sur des ovaires en fin de maturation, soit sur des femelles ovigères. Ce travail, réalisé sur un petit nombre d'individus, n'a pour objectif que de donner un ordre de grandeur de la fécondité en début d'incubation.

2.2. Matériel et méthodes

2.2.1. Echantillons

Vingt-neuf femelles portant des oeufs sur les soies de leurs pléopodes ont été examinées. La plupart d'entre elles ont pondu après stockage dans des caisses au vivier. Cependant, quelques-unes ont été recueillies "grainées" au cours de pêches par les professionnels.

La longueur céphalothoracique est mesurée au pied à coulisse au mm près. Les oeufs fixés aux soies des endopodites en sont soigneusement séparés à l'aide d'une paire de ciseaux très fins et ensuite pesés au 1/100e de gramme près. Un échantillon de ces oeufs, entre 500 et 600 ml est prélevé et placé dans un pilulier contenant du liquide de Gilson modifié par Simpson en 1951.

2.2.2. Méthode de mesure

Les oeufs se dissocient et décantent dans le liquide. L'échantillon est secoué vigoureusement de temps en temps pour faciliter la dissociation. Lorsque celle-ci est totale, la partie surnageante du liquide est jetée. On procède alors à une dilution des oeufs avec de l'eau dans une éprouvette de 500 ml. Une agitation assure un bon brassage et permet d'homogénéiser la répartition.

2.2.3. Méthode de calcul

Connaissant n (moyenne des différents échantillons d'oeufs comptés), P_{oe} (le poids des oeufs), p (le poids de l'échantillon de fécondité) et la dilution, il est possible de déduire le nombre total d'oeufs en début d'incubation.

$$F = \frac{n \times 500 \times P_{oe}}{p}$$

La relation qui lie la longueur à la fécondité est de la forme :

$$y = a x^b$$

cù y est la fécondité,

x la longueur standard.

Cette équation peut être linéarisée par transformation logarithmique :

$$\text{Log } y = b \text{ Log } x + \log a$$

$$Y = bX + A$$

2.3. Résultats

Les résultats bruts (tableau 57) ont permis d'établir la relation entre le logarithme de la taille et le logarithme du nombre d'oeufs.

$$\text{Log } F = 4,174 \text{ Log } L - 2,417$$

$$r = 0,720$$

Le nombre d'oeufs portés par une femelle est proportionnel à la longueur du céphalothorax (fig. 47).

La fécondité théorique en début d'incubation pour différentes tailles de Tourteaux calculée à partir de la relation précédente est donnée dans le tableau 58.

| | | | | |
|----------------|------------------|------------------|------------------|---------------------|
| Longueur (mm) | 75 | 85 | 95 | 105 |
| nombre d'oeufs | $257 \cdot 10^3$ | $433 \cdot 10^3$ | $683 \cdot 10^3$ | $1\ 046 \cdot 10^3$ |

Tableau 58 : Fécondité moyenne en début d'incubation

N.B. Les résultats bruts obtenus par d'autres auteurs sont présentés en annexe 8.

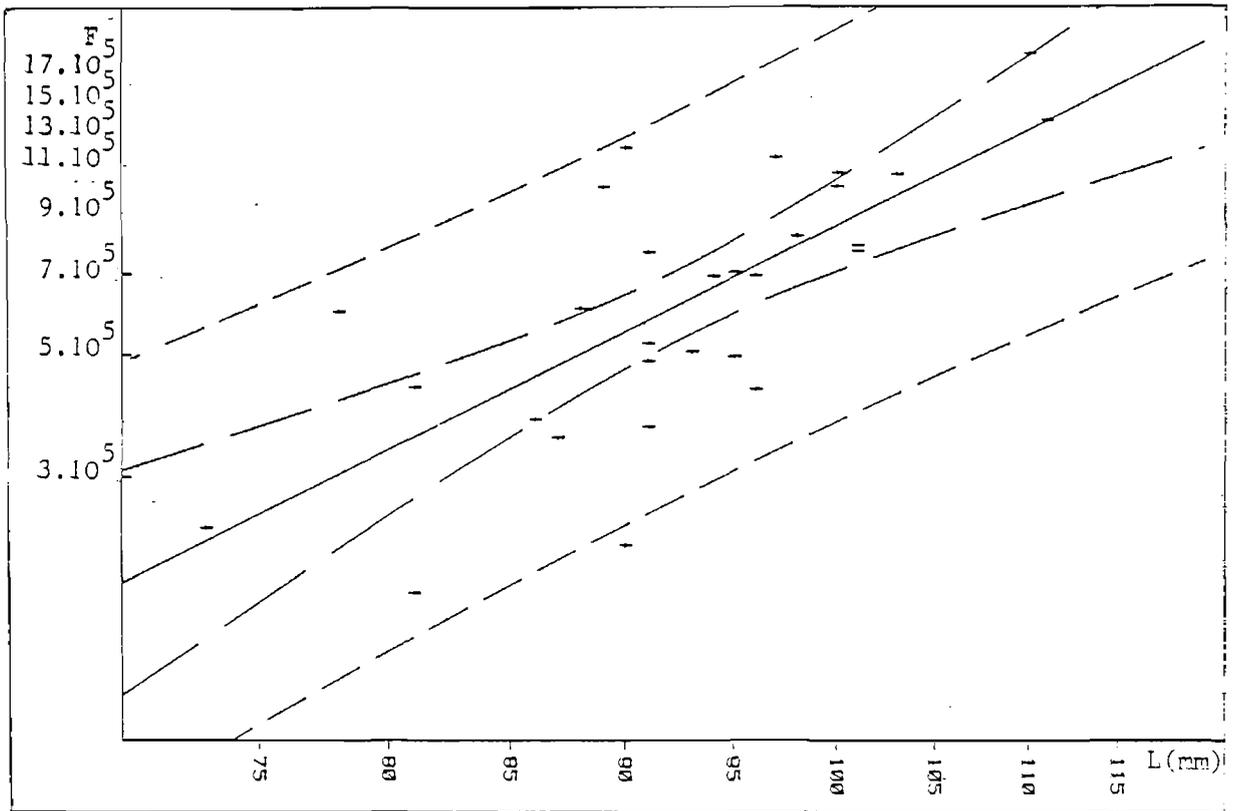


Figure 47 : Relation Fecondité absolue - Longueur.

Les 29 observations effectuées sont représentées ainsi
que la droite prédictrice de y en x

--- intervalle de prédiction pour une valeur individuelle
— intervalle de confiance

| LONGUEUR en mm | POIDS TOTAL en g | FECONDITE ABSOLUE en début d'incubation | FECONDITE RELATIVE en début d'incubation |
|-------------------|---------------------|--|---|
| 73 | 262 | 242 700 | 927 |
| 78 | 342 | 596 600 | 1 744 |
| 81 | 446 | 185 000 | 415 |
| 81 | 350 | 436 500 | 1 246 |
| 86 | 418 | 381 300 | 912 |
| 87 | 437 | 353 600 | 809 |
| 88 | 433 | 605 100 | 1 397 |
| 89 | 504 | 1 003 500 | 1 991 |
| 90 | 480 | 2 253 400 | 4 694 |
| 90 | 585 | 1 182 000 | 2 020 |
| 91 | 488 | 369 600 | 757 |
| 91 | 488 | 765 200 | 1 568 |
| 91 | 500 | 523 600 | 1 047 |
| 91 | 506 | 485 800 | 960 |
| 93 | 552 | 506 000 | 917 |
| 94 | 557 | 691 900 | 1 242 |
| 95 | 600 | 702 900 | 1 171 |
| 95 | 551 | 494 500 | 897 |
| 96 | 547 | 692 000 | 1 265 |
| 96 | 575 | 430 800 | 749 |
| 97 | 629 | 1 131 600 | 1 799 |
| 98 | 650 | 816 300 | 1 256 |
| 100 | 689 | 1 002 600 | 1 455 |
| 100 | 637 | 1 062 600 | 1 668 |
| 101 | 713 | 766 600 | 1 075 |
| 101 | 703 | 785 300 | 1 117 |
| 103 | 741 | 1 054 600 | 1 423 |
| 110 | 928 | 1 748 100 | 1 884 |

TABLEAU 56 - Fécondité de *Cancer pagurus*.

valeurs expérimentales

Fécondité "absolue" : nombre d'oeufs fixés sur les soies des pléopodes

Fécondité "relative" : nombre d'oeufs fixés sur les soies des pléopodes
par unité de poids de crabe.

2.4. Conclusion

Il s'avère nécessaire d'évoquer les problèmes liés à l'échantillonnage. La plupart des femelles étudiées proviennent en effet du stockage dans des caisses en vivier. En début d'incubation, les oeufs sont encore attachés avec fragilité aux soies ovigères. Selon Cheung (1966), toutes les enveloppes externes ne seraient pas encore formées. La perte d'oeufs occasionnée lors de cette manipulation est donc certainement une source d'erreur. De plus, la perte d'oeufs, lors de l'incubation, est évoquée chez de nombreux Crustacés. Elle est interprétée comme étant un facteur de régulation de la densité du stock et un des mécanismes de la relation stock-recrutement. Pour le Tourteau, c'est donc vers cette fécondité en fin d'incubation qu'il convient d'orienter maintenant les recherches, car c'est elle qui donnera l'estimation la plus fiable de la contribution des femelles à la production de larves.

CONCLUSION

CONCLUSION

Au terme de cette étude sur les caractéristiques de la pêcherie et du cycle biologique du Tourteau en Bretagne Sud, il convient :

- d'en dégager les principaux résultats,
- de définir les grands axes de recherche qui peuvent conduire d'une part à mieux connaître l'espèce et d'autre part, à mieux exploiter le stock.

Le Tourteau est devenu depuis la diminution des ressources en homards et en langoustes, l'espèce cible de nombreux caseyeurs.

D'une façon générale, la pêche se pratique sur le littoral Sud Bretagne, à l'aide de bateaux de jauge inférieure à 8 tonneaux. La zone prospectée se situe habituellement à moins de 10 milles de la côte à l'intérieur de l'isobathe des 100 mètres. L'effort de pêche est surtout important d'avril à novembre. En dehors de cette période, les bateaux recherchent le homard, la crevette ou la coquille Saint-Jacques.

Le casier est l'engin de pêche traditionnellement utilisé. Cependant, sur certains secteurs, des captures non négligeables sont faites aux chaluts et aux filets à soles.

L'échantillonnage des captures effectué à bord des bateaux commerciaux, nous a permis de cerner les grandes caractéristiques d'une pêcherie côtière et d'évoquer la possibilité d'une migration côte-large lorsque les individus s'accroissent en taille.

La taille moyenne des mâles à maturité sexuelle calculée au cours de l'année 1980, en tenant compte de l'aspect des canaux déférents était de 68 mm de longueur. Ce chiffre était donc légèrement inférieur à celui correspondant à la taille de première maturité femelle.

Une étude histologique a permis de décrire l'évolution de la maturation des ovocytes et de suivre la mise en place du tissu folliculaire secondaire autour de chaque ovocyte en fin de vitellogénèse primaire. Après la ponte, le tissu folliculaire libéré se retrouve sous la forme d'un épithélium plissé à la périphérie de l'ovaire. Ces premiers résultats sur l'histologie de l'appareil reproducteur de *Cancer pagurus* nous ont amené à nous poser de nombreuses questions qu'il serait possible d'élucider en réalisant des coupes dans les ovaires :

- avant la libération des larves, pour suivre la migration du tissu folliculaire autour des ovocytes en fin de vitellogénèse primaire,
- juste après l'éclosion pour situer dans le temps le démarrage de la vitellogenèse secondaire.

La taille de première capture du Tourteau est fixée à 80 mm soit à une valeur supérieure à celle de la première maturité. Il n'apparaît donc pas utile, du moins pour l'instant, d'augmenter cette taille marchande. Le résultat est important pour la frange côtière où les animaux sont de petite dimension, et pour laquelle une augmentation de la taille marchande conduirait à une forte chute du rendement. Toutefois, pour le stock situé plus au large, l'expérience acquise à l'étranger permet de penser qu'une augmentation de la taille légale se traduirait rapidement par une augmentation de ces rendements.

La maturité précoce et la non capturabilité des femelles ovigères réduisent le risque d'un déficit de recrutement au niveau du stock. Cette solidité du stock reproducteur est également renforcée par la fécondité élevée de l'espèce. Lors de la ponte, les femelles produiraient dans la gamme de taille comprise entre 73 et 110 mm de longueur, de 200 000 à 2 millions d'oeufs. Ces différents critères permettent d'envisager favorablement le maintien de l'espèce dans des conditions d'exploitation bien définies.

Ces résultats nous permettent de formuler de nombreux axes de recherche dans l'optique d'une gestion des stocks :

Il faudrait mieux définir les cycles de migration afin de connaître la répartition spatio-temporelle des tailles. Ce travail pourrait être effectué en ayant recours à des marquages et à des échantillonnages notamment dans le secteur de la Chapelle. Ces marquages serviraient parallèlement à la poursuite de l'étude de croissance, à la détermination du taux de mortalité et de la taille de la population.

Il serait également nécessaire de poursuivre l'étude du CORPECUM :

- en mettant à jour annuellement un fichier des caseyeurs,
- en suivant constamment l'effort de pêche dans les zones où les apports sont correctement saisis pour déterminer le rendement,
- en dialoguant de façon continue avec les professionnels pour appréhender les changements de stratégies de pêche, les innovations techniques...

Cancer pagurus est parmi les autres gros crustacés (homards, langoustes, araignées) celui dont le stock est le plus considérable. Toutefois il devient indispensable d'inciter les professionnels marins et mareyeurs à exercer un contrôle accru sur la qualité des captures : respect de la taille marchande et remise à l'eau des crabes "clairs". On pourra ainsi bâtir un aménagement de la pêcherie à partir de données correctes.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ABRAMSON N.J., 1970 - Computer programs for fish stock assessment (comp.)
FAO. Fisheries Technical Papers, 101, Rome, 144 p.
- AIKEN D.E., 1969 - Photoperiod, endocrinology and the crustacean molt cycle
Science 164 : 149-155.
- BENNETT D.B., 1970 - Crab tagging in south-west. England : an interim report
Cons. Int. Explor. Mer, C.M. 1970, Doc n° 13 (mimes).
- BENNETT D.B., 1974 - Growth of the edible crab (*Cancer pagurus* L) off south-west England
J. Mar. biol. Ass. U. K. 54(4) : 803-823.
- BENNETT D.B. & BROWN C.G., 1970 - Crab investigations in south-west England
Shellfish Inf. Leafl., Fish. Lab. Burnham - on - Crauch, n° 18 (mimes).
- BENNETT D.B. & BROWN C.G., 1976 - Crab migration in the English channel 1968-1975
Food Fisheries Lab., Lowestoft, U.K., Fish notice n° 44.
- BIGOT J.L., 1979 - Identification des zoés de Tourteau (*Cancer pagurus* L) et d'étrille (*Macropipus puber* L.)
Comparaison avec d'autres zoés de morphologie très voisine.
Cons. Int. Explor. Mer, Comité de l'océanographie biologique L : 17.
- BOUGIS P., 1952 - Rapport hépatosomatique et rapport gonardo somatique chez *Mullus barbatus* L.
Bull. Soc. Zool. France, 74(6) : 326-330.
- BURFITT A.H., 1980 - Glucose phosphate isomerase inheritance in *Cancer pagurus* L.
Broods as evidence of multiple paternity (Decapoda, Brachyura)
Crusta ceana, 39(3) 1980.
- BUTLER T.H., 1957 - The tagging of commercial crab in the Queen Charlotte Islands region
Prog. Rep. Pacific Coast St., n° 109 : 16-19.
- CARLISLE D.B. & KNOWLES F.G.W., 1959 - Endocrine control in Crustaceans
Camb. Univ. Monogr. exper. Biol., vol. 10 : 120 p.
- CAMUS P., 1982 - Marquage d'une population cotière de Tourteaux (*Cancer pagurus* L.) en baie d'Audierne (Bretagne Sud). Premiers résultats.
Cons. Int. Explor. Mer, comité des mollusques et crustacés K/18.
- CASSIE R.M., 1954 - Some uses of probability paper in the analysis of size frequency distributions
Austr. J. Mar. Freshw. Res. 5(3) : 513-522.
- CHARNIAUX-COTTON H., 1973 - Description et contrôle de l'ovogénèse chez les Crustacés supérieurs.
Ann. Biol. Anim. Eoch. Biophys., 13, hors série 21-30.

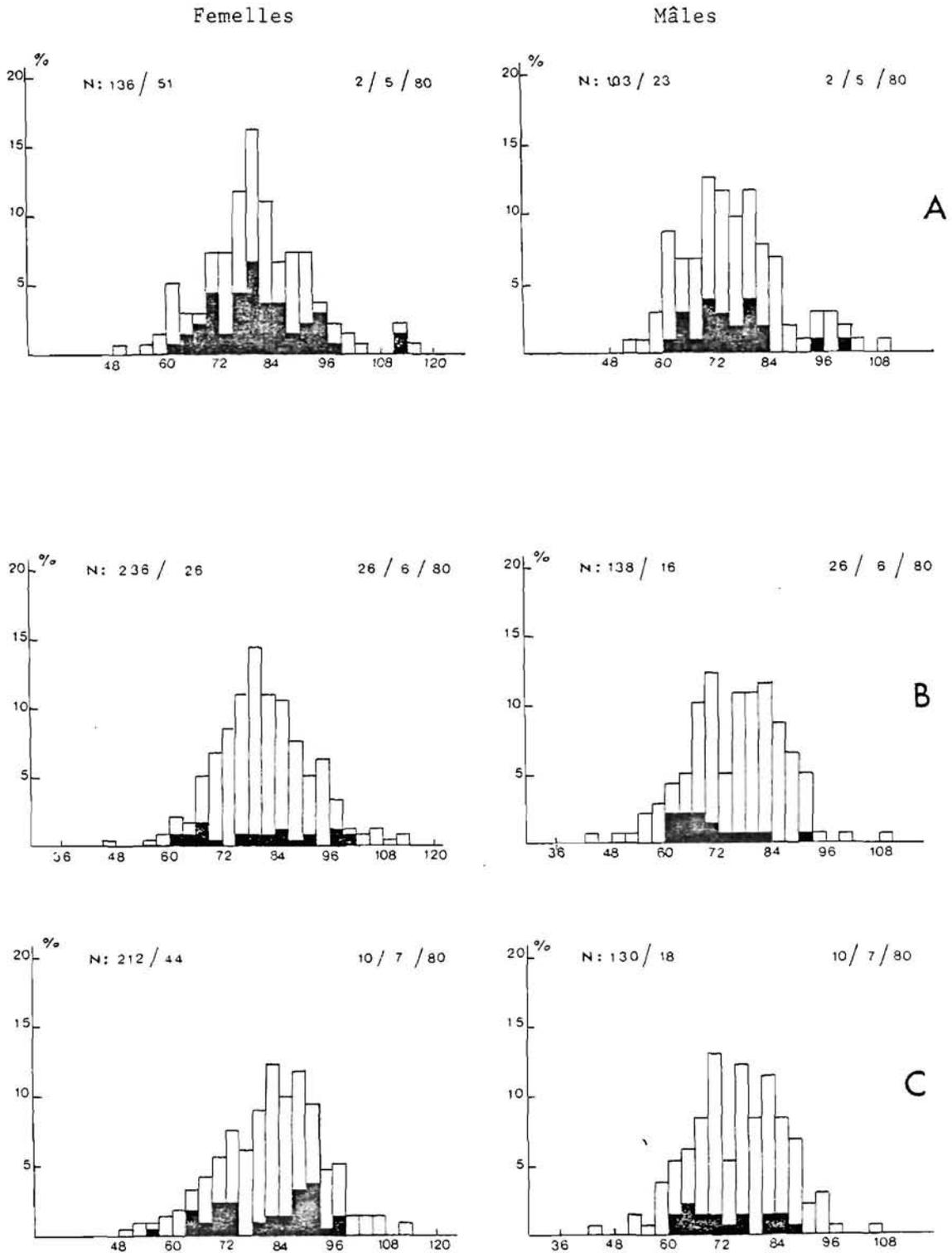
- GROS Ph., 1980b - Description mathématique de la croissance de *Lesueurigobius friesii* (Teleostei, Gobiidae). Essai de synthèse. Annales de l'Institut Océanographique. Vol. 3, n° 2.
- GUNDERSEN K. R., 1963 - Tagging experiments on *Cancer pagurus* in Norwegian waters.
Cons. Int. Explor. Mer, Annls. Biol. 18 : 206-208.
- GUNDERSEN K.R., 1973 - Some results of field experiments of tagging the edible crab (*Cancer pagurus* L.) with the suture and toggle methods.
Cons. Int. Explor. Mer, C. M. K/43.
- GUNDERSEN K.R., 1976 - Some results of tagging experiments on the edible crab (*Cancer pagurus*) in Norwegian waters.
Cons. Int. Explor. Mer, C. M. 1976, Doc. n° 11.
- GUNDERSEN K.R., 1977 - Migrations of crabs (*Cancer pagurus* L.) in Norwegian waters.
Cons. Int. Explor. Mer, comité des Mollusques et Crustacés, K/39.
- HALLBACK H., 1969 - Swedish crab investigations. Some preliminary results
Cons. Int. Explor. Mer, comité des Mollusques et Crustacés, K/27.
- HANCOCK D.A. & EDWARDS E., 1966 - The length weight relation-ship in the edible crab (*Cancer pagurus*)
Cons. Int. Explor. Mer, Shellfish committee, M : 18.
- HANCOCK D.A. & EDWARDS E., 1967 - Estimation of annual growth in the edible crab (*Cancer pagurus* L.)
J. cons. perm. int. Explor. Mer, vol 31, 246-264.
- HARTNOLL R.G., 1969 - Mating in the Brachyura
Crustaceana, vol. 16, 161-181.
- INGLE R.W., 1981 - The larval and post-larval development of the Edible Crab *Cancer pagurus* Linnaeus (Decapoda Brachyura).
Bull. Br. Mus. nat. Hist (Zool.) 40(5) : 211-236.
- JUNERA H., ZERBIB C., MARTIN M. & MEUSY J.J., 1977 - Evidence for a vitellogenin stimulating hormone in *Orchestia gammarella* (Pallas), Crustacea Amphipoda.
Gen and Comp. end., 31, 457-462.
- KERGARIOU G. (de), 1975 - Contribution à l'étude de la reproduction de l'araignée de mer (*Maja squinado*, M.)
Cons. int. Explor. Mer. Comité mollusques crustacés et benthos, K : 34.
- KURATA H., 1962 - Studies on the age and growth of crustacea
Bull. Hokkaido reg. Fish. Res. Lab, n° 24, 1-115.
- LAULIER R. & DEMEUSY N., 1974 - Etude histologique du fonctionnement ovarien au cours d'une maturation de pointe chez le crabe *Carcinus maenas* L. (Crustacé Décapode)
Cah. Biol. Mar., 15, 343-350.

- LEBOUR M.V., 1927 - Life history of the edible crab.
The fishing News, 20 August 1927.
- LEBOUR M.V., 1928 - The larval stages of the Plymouth Brachyura.
Proc. Zool. Soc. Londres, 473-560.
- MARTIN J., 1980 - Abondance de larves d'étrille (*Macropipus puber*, L.) d'araignées (*Maia squinado*), Herbst et de Tourteaux (*Cancer pagurus* L.) sur la côte Ouest du Cotentin (Manche) de 1977 à 1979.
Cons. Int. Explor. Mer. Comité des mollusques et crustacés, K : 21.
- MASON J., 1965 - The Scottish crab tagging experiments, 1960-1961.
Rapp. P. V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, vol. 156, n° 12.
- MEEK A., 1903 - The migrations of crabs.
Rep. Northumb. Sea. Fish. Comm., 1903, 33 p.
- MEEK A., 1904 - The crab and lobster fisheries of Northumberland.
Rep. Northumb. Sea. Fish. Comm., 1904.
- MEEK A., 1905 - The crab and lobster fisheries of Northumberland I. The value of protection II. The migration of crabs.
Rep. Northumb. Sea. Fish. Comm., 1905, 26 p.
- MEEK A., 1907 - Migrations of crabs.
Rep. Northumb. Sea. Fish. Comm., 1906, 26 p.
- MEEK A., 1913 - The migrations of crabs.
Rep. Northumb. Sea. Fish. Comm., 11, 13 p.
- MEEK A., 1914 - Migrations of the crab.
Rep. Northumb. Sea. Fish. Comm., 111, 73 p.
- MISTAKIDIS M.N., 1959 - Preliminary data on the increase in size on moulting of the edible crab, *Cancer pagurus*.
Cons. Int. Explor. Mer, C.M. 1959, doc. n° 52 (mimes), 2 p.
- MISTAKIDIS M.N., 1960 - Movements of the edible crab (*Cancer pagurus*) in English waters.
Cons. Int. Explor. Mer, C.M. 1960, doc. n° 88 (mimes).
- MEUSY J.J., CHARNIAUX-COTTON H. & CROISILLE Y., 1969 - Etude par électrophorèse chez *Orchestia gammarella* (Pallas) et *Orchestia mediterranea* Costa (Crustacés Amphipodes) des protéines de l'émolymphé : comparaison entre les mâles, les femelles et les intersexués.
C.R. Acad. Sci., 269, 741-743.
- NICHOLS J.H. & CRYER M., 1978 - Hatching areas and drift of the planktonic stages of the edible crab *Cancer pagurus*, L, off the northeast coast of England in 1976.
Cons. Int. Explor. Mer, Comité des crustacés, K : 3.
- NORDGAARD O., 1912 - Faunistiske og biologiske i akttageleser ved den biologiske station i Bergen. Trondhjem.
Kge. Vid. Selsk. Skr., n° 61 911, 1-58.

- O'CEIDIGH P., 1962 - The marine Decapods of the counties Galway and clare.
Proc. Royal Irish Acad., vol. 62. 62, 151-175.
- PAYEN G.G. § AMATO G.D., 1978 - Données actuelles sur le contrôle de la spermatogénèse chez les Crustacés Décapodes Reptantia.
Arch. Zool. exp. gen., 119 : 447-464.
- PEARSON J., 1908 - Cancer (The edible crab).
Mem. Lpool. Mar. biol. Comm., n° 16 : 263 p.
- PETERSEN C.G.G., 1892 - Fiskens biologiske forhold i holbock Fjord, 1890-1891.
Beretning fra de Danske Biologiske station, 1.
- PRADELLE-ROUQUETTE M., 1976 - Etude de la fonction de reproduction chez les femelles du Crabe *Pachygrapsus marmoratus* (F) et de différents facteurs qui lui sont liés.
Cah. Biol. Mar., 17 : 387-403.
- RATEAU J.G. § ZERBIB C., 1978 - Etude ultrastructurale des follicules ovocytaires chez le Crustacé Amphipode *Orchestia gammarellus* (Pallas).
C.R. Acad. Sci., 286 : 65-68.
- RICKER W.E., 1973 - Linear regressions in fishery research.
J. Fisk. Res. Board Can., 30 : 409-434.
- TEISSIER G., 1948 - La relation d'allométrie. Sa signification statistique et biologique.
Biometrika, 4 : 14-18.
- THORSON G., 1950 - Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates.
Biolog. Rev., vol. 25, 1-46.
- TOSH J.R., 1906 - Crab migration experiments.
Interim Rep. North-Eastern Sea Fish. Committee.
- VAN ENGEL, W.A., 1958 - The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. Part I - Reproduction, early development, growth and migration.
U.S. Fish. Wildlife sew., vol. 20, 17 p.
- WILLIAMSON H.C., 1900 - Contributions to the life-history of the edible crab (*Cancer pagurus*, Linn.).
Rep. Fish. Bd. Scotland, vol.18(3), 77-143.
- WILLIAMSON H.C., 1904 - Contributions to the life histories of the edible crab (*Cancer pagurus*) and of other Decapod Crustacea.
Rep. Fish. Bd. Scotland, vol. 22(3), 100-140.
- WILLIAMSON H.C., 1940 - The crab fishery, 1-64.
Aberdeen Journals Ltd.
- WILLIAMSON D.I., 1956 - The plankton of the Irish sea 1951 § 1952.
Bull. Mar. Ecol., vol. 4, n° 31, 87-144.
- ZERBIB C., 1979 - Etude ultrastructurale de l'ovocyte en vitellogénèse chez les écrevisses. *Astacus astacus* et *A leptodactylus*.
Int. J. Inv. Repr., 1, 289-195.

ANNEXES

ANNEXE 2

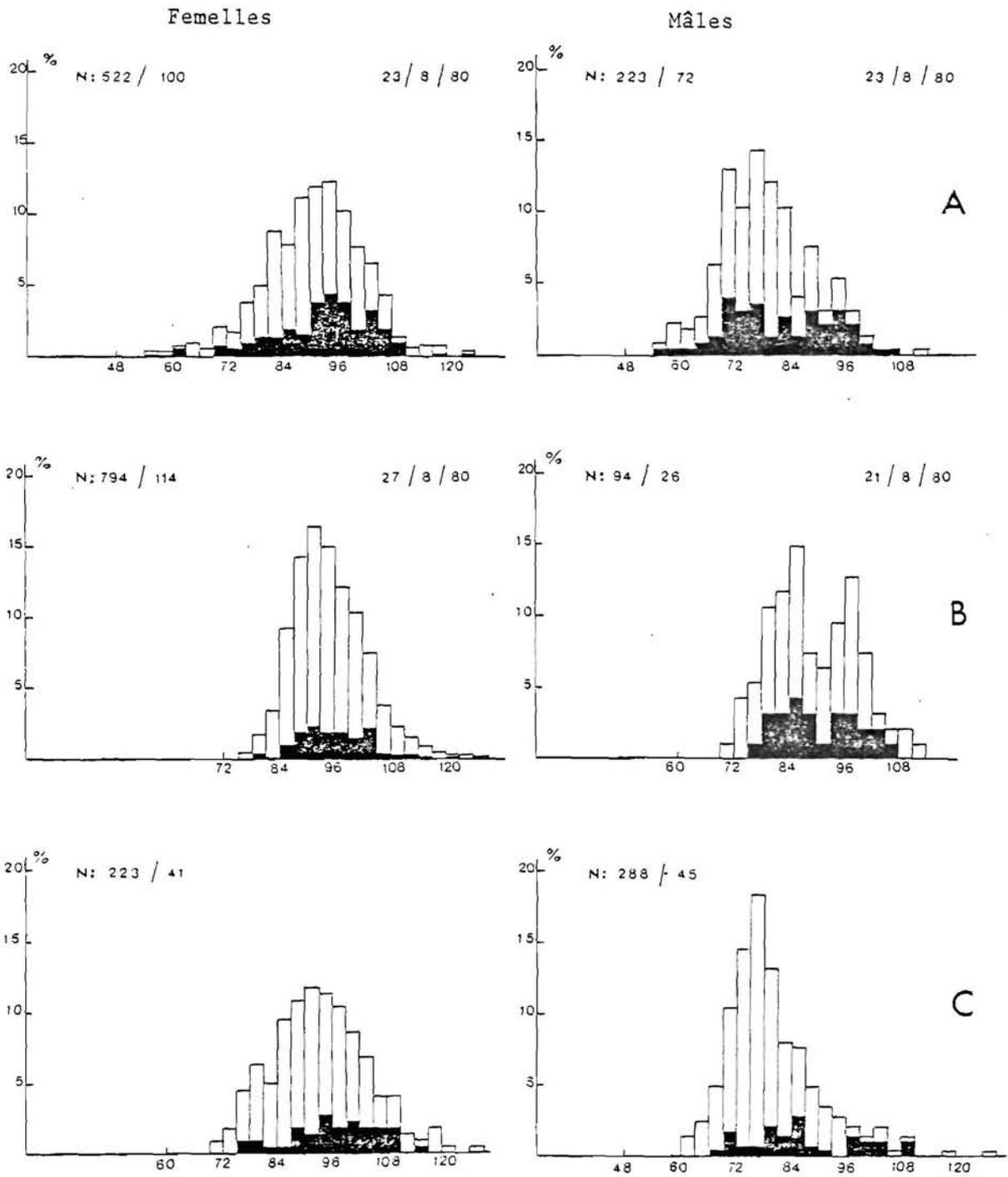


Histogrammes des distributions de fréquence de tailles des Tourteaux à 10 mètres de profondeur.

A : Tourelle des Birvideaux

B et C : Etel - Pierres Noires

ANNEXE 3



Histogrammes des distributions de fréquence de tailles des Tourteaux à différentes profondeurs au mois d'août .

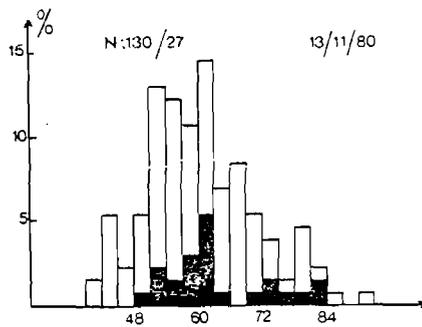
A : entre 30 et 52 m

B : entre 48 et 60 m

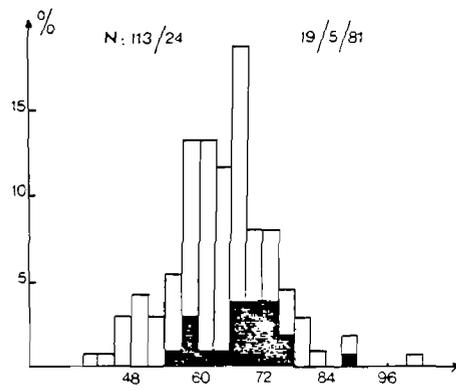
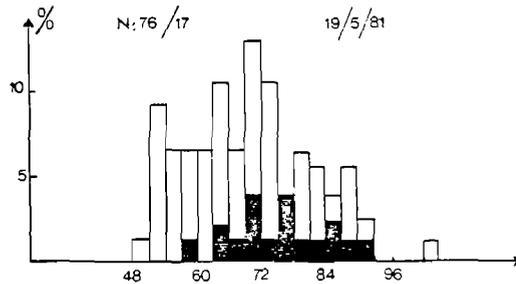
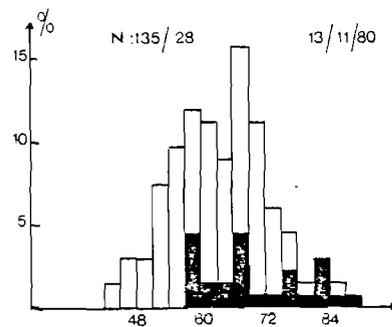
C : à 90 m.

ANNEXE 4

Femelles

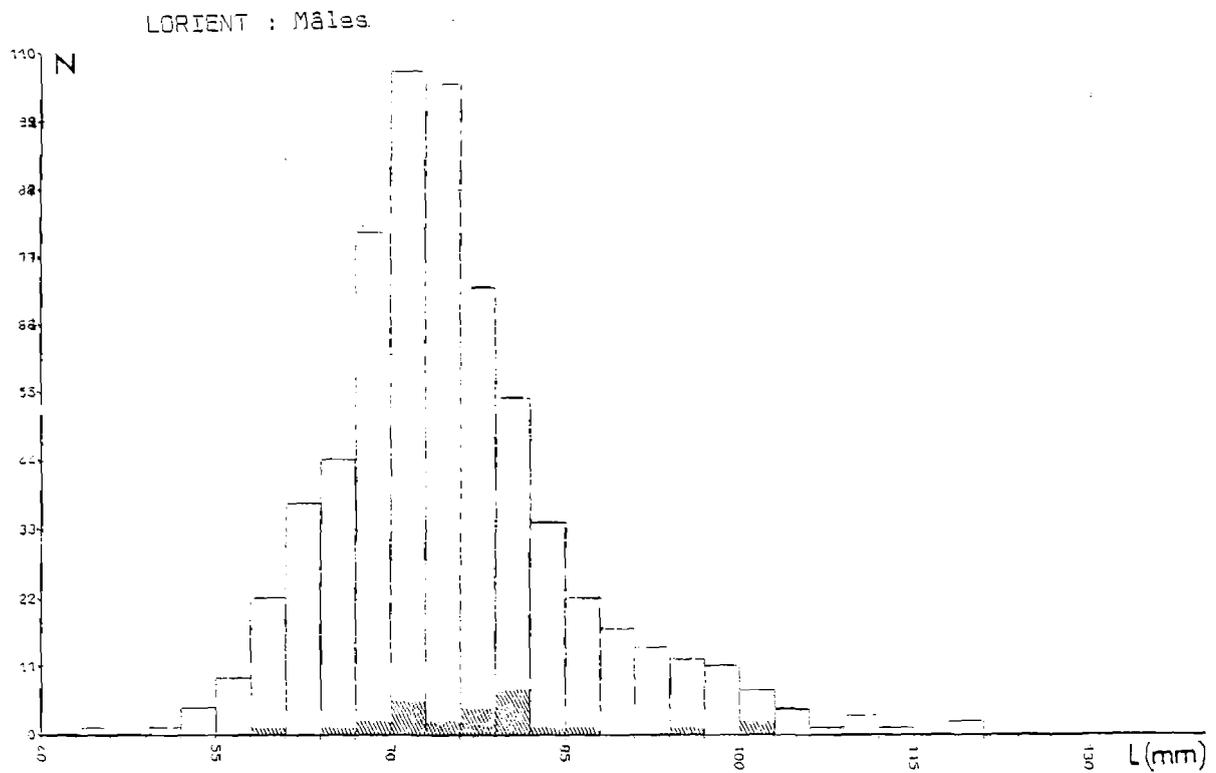
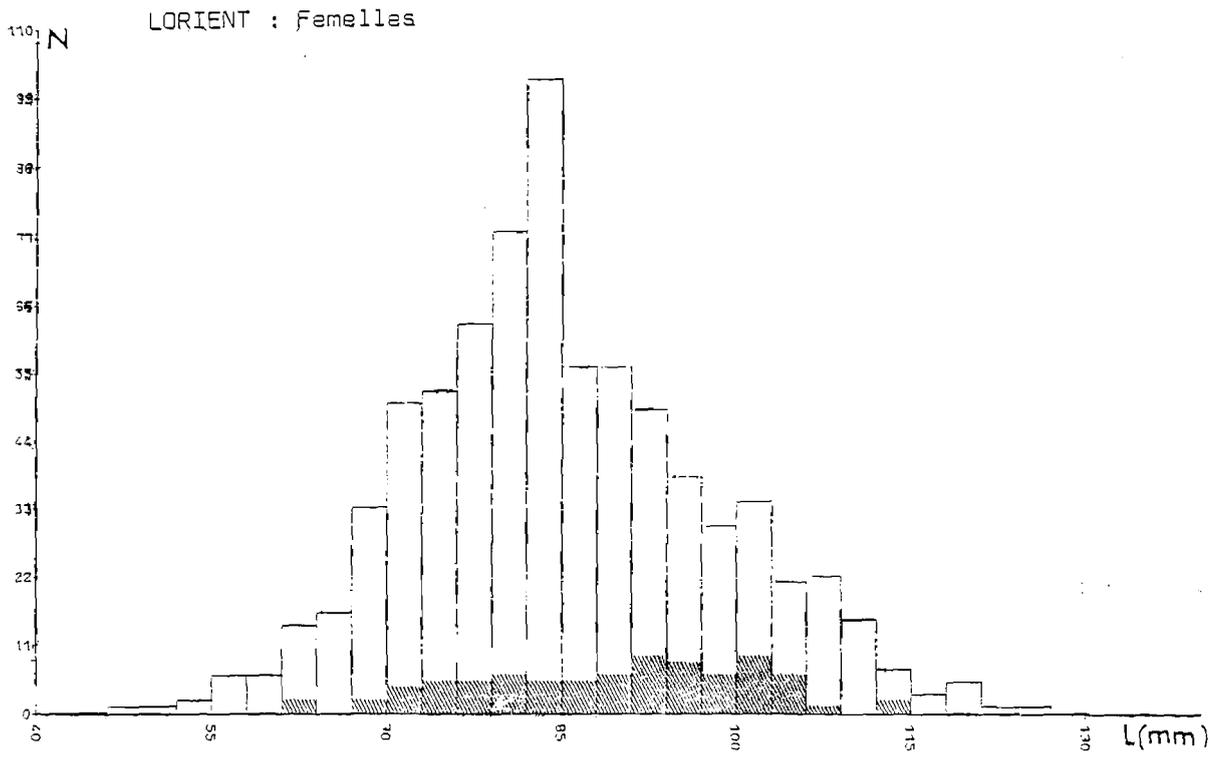


Mâles



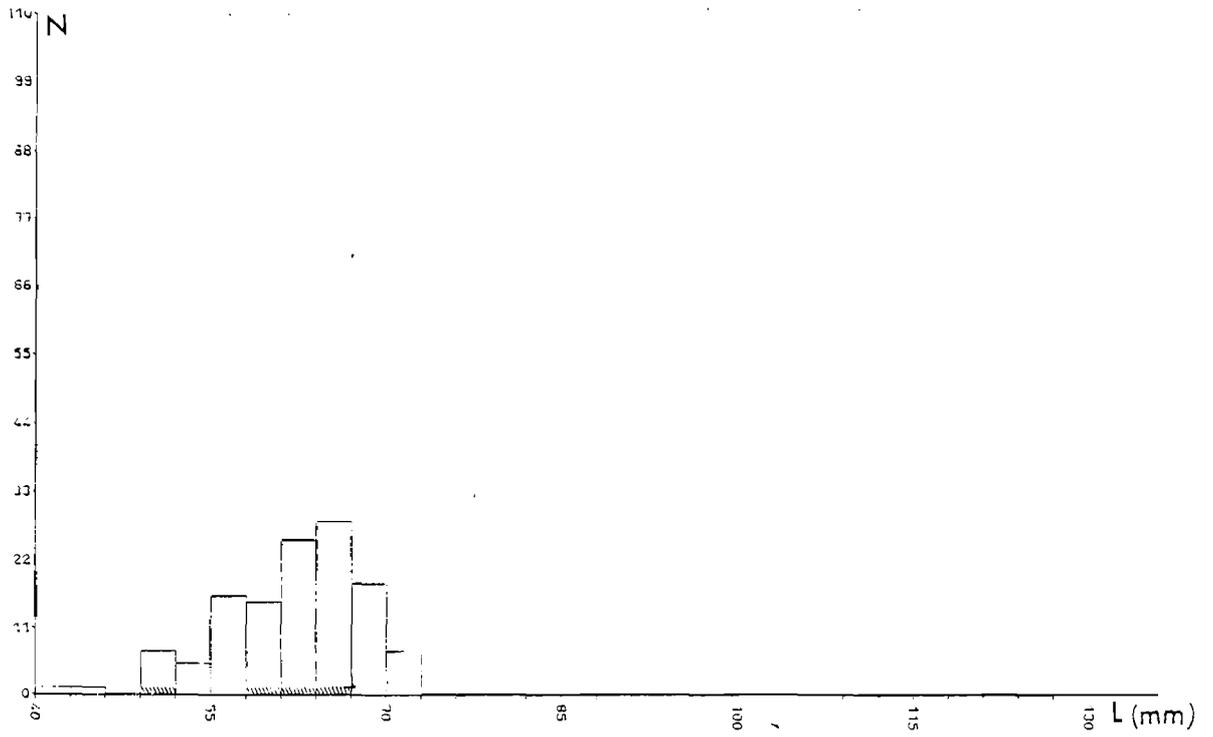
Histogrammes des distributions de fréquence de tailles dans le Quartier d'Auray au Méaban. Profondeur entre 8 et 10 mètres.

ANNEXE : 5

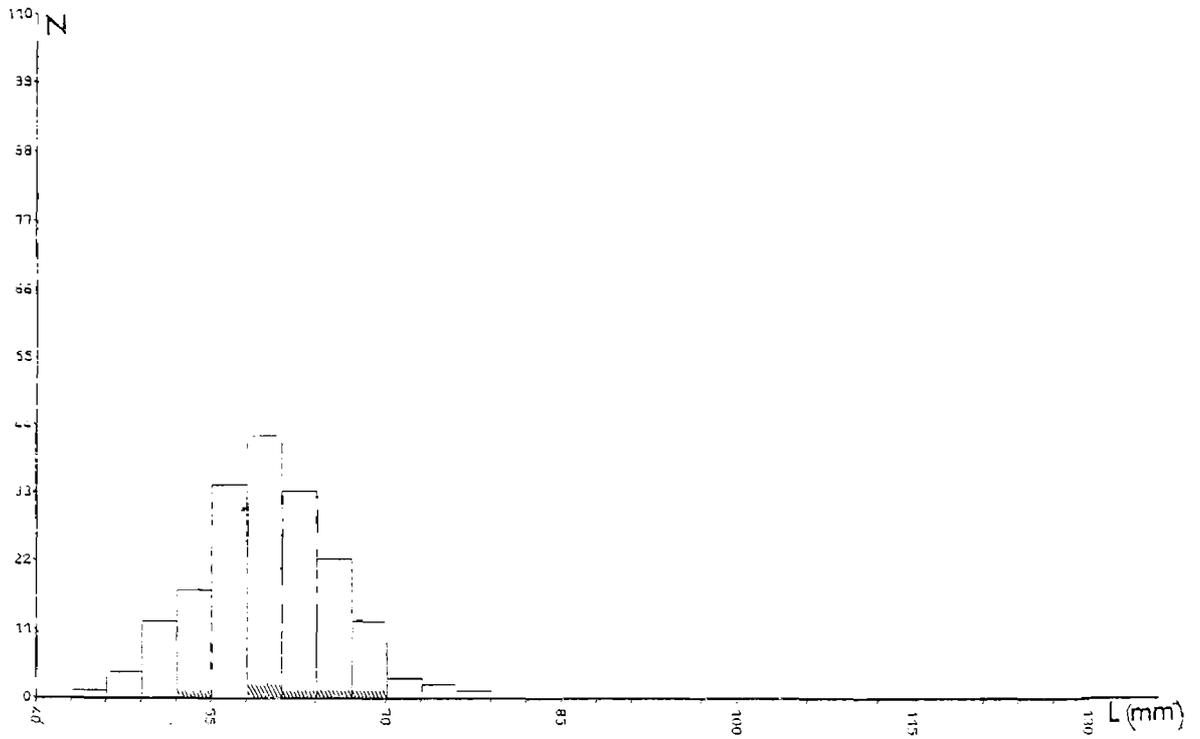


Histogrammes des distributions de fréquence de tailles des crabes marqués  dans le Quartier de Lorient ;
 Taille des crabes recapturés.

AURAY : Femelles ANNEXE : 6



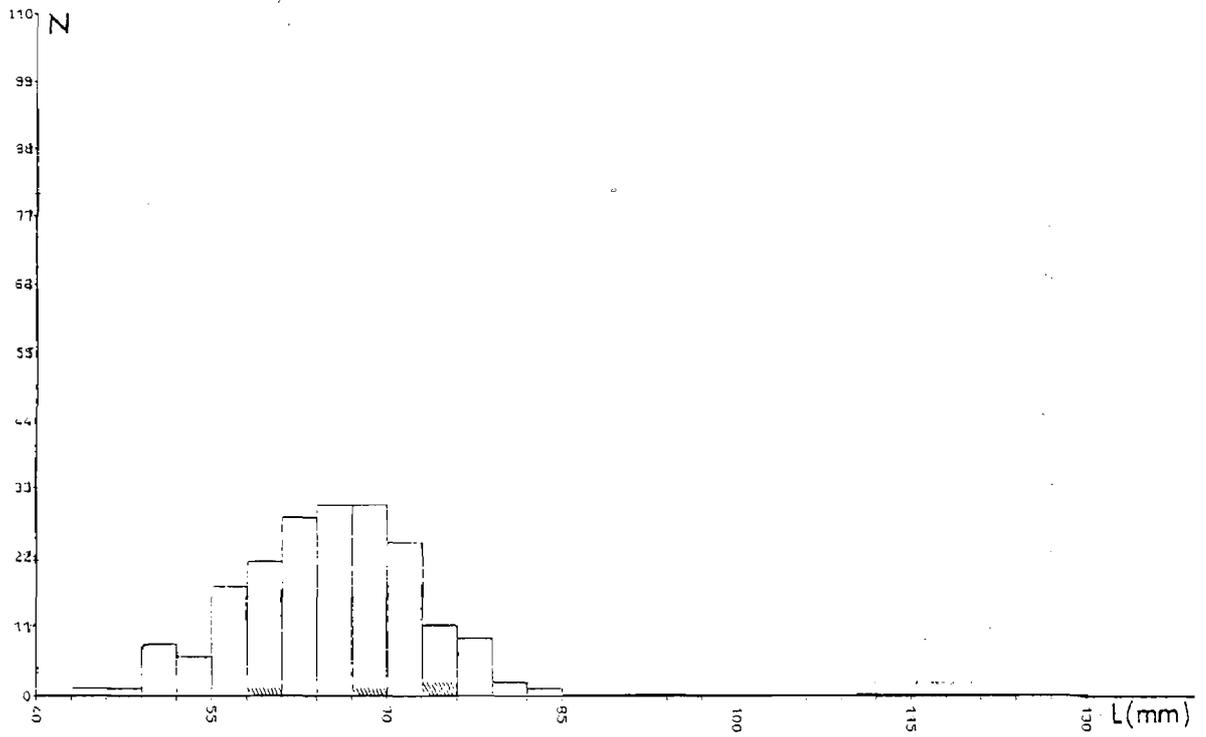
AURAY : Mâles



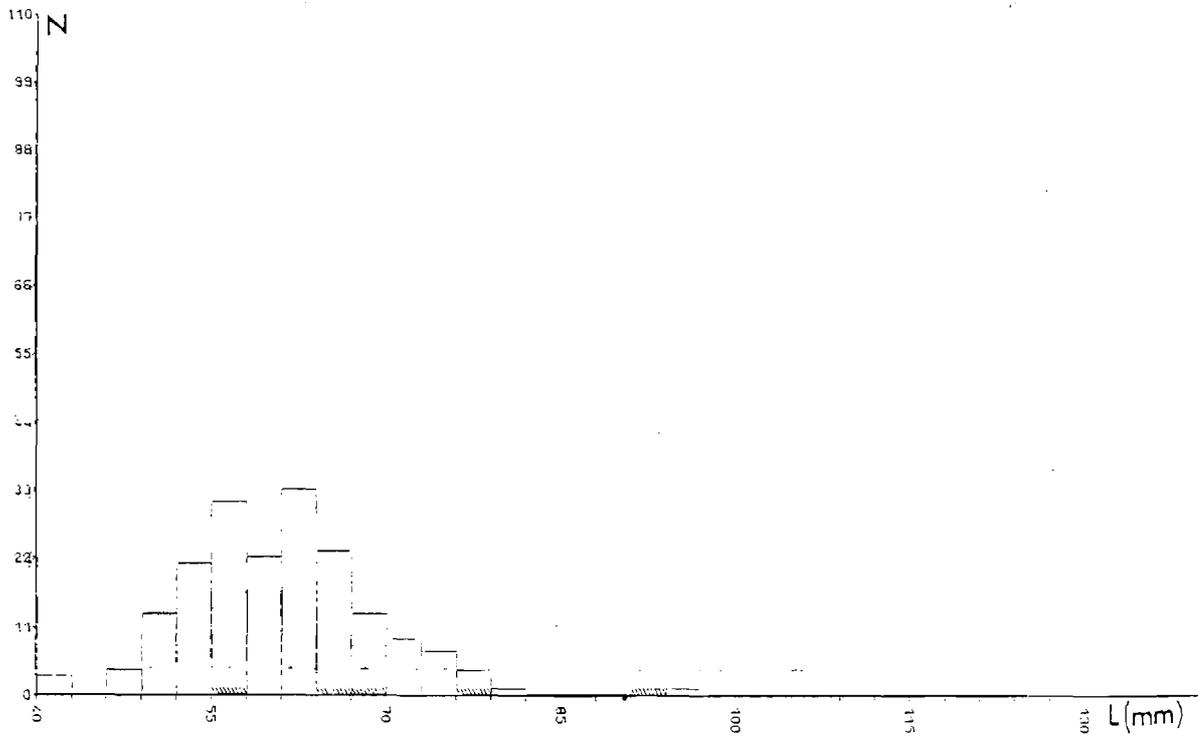
Histogrammes des distributions de fréquence de tailles des crabes marqués  dans le Quartier d'Auray ;
 Taille des crabes recapturés.

ANNEXE 7

VANNES : Femelles



VANNES : Mâles



Histogrammes des distributions de fréquence de tailles des crabes marqués dans le Quartier de Vannes ;
 Taille des crabes recapturés.

