

Electricité de France

80/2263 - E25 62

Etude de la  
**CROISSANCE des MOULES**  
SUR TROIS SITES  
DE CENTRALES NUCLEAIRES  
· Gravelines · Penly · Plogoff ·



**CNEXO·COB·ELGMM**

**Edition 1984**

IFREMER Bibliothèque de BREST



0EL07387

ELECTRICITE DE FRANCE

ETUDE DE LA  
CROISSANCES DES MOULES  
SUR TROIS SITES  
DE CENTRALES NUCLEAIRES

- GRAVELINES - PENLY - PLOGOFF -

CNEXO - COB, ELGMM

EDITION 1984

## INTRODUCTION

Dans le cadre de son programme d'équipement nucléaire, Electricité de France a confié au Centre National pour l'Exploitation des Océans la réalisation d'une étude de deux ans sur la croissance des moules. Le but du contrat était de mieux connaître les modalités de la croissance de ces mollusques en fonction de la qualité du milieu où ils vivent. Les sites concernés par cette étude sont Gravelines, Penly, Plogoff.

L'étude sur le site de Gravelines est effectuée à Wimereux par J.M. DEWAMUREZ, celle sur les sites de Plogoff et Penly à Brest (au COB) par M. LUNVEN et F. TOULARASTEL.

Bien que répondant à la même question, les deux parties de l'étude sont traitées un peu différemment quant aux méthodes envisagées, elles sont réunies dans le présent rapport tout en gardant leur individualité.

Une autre étude est en cours concernant le site de Port la Nouvelle, elle est effectuée par le Laboratoire d'Endoume (Marseille).

Le présent rapport est composé comme suit :

Première partie, Gravelines

(figures et tableaux inclus dans le texte).

Deuxième partie, Plogoff & Penly

(figures et tableaux réunis à la fin du texte).

Conclusion générale,

(7 figures réunies en fin de texte).

PREMIERE PARTIE

GRAVELINES

ÉTUDE DE LA CROISSANCE DE  
LA MOULE (*Mytilus edulis*)

J.M. DEWARUMEZ

avec la collaboration technique de D. HILOTE  
M.A. JANQUIN  
D. MENU

STATION MARINE DE WIMEREUX, Université de Lille.

## SOMMAIRE

---

	Pages
INTRODUCTION .....	1
I - MATERIEL ET METHODES .....	1
I.1. La zone d'étude .....	1
I.2. Hydrologie .....	3
I.3. Elevage et croissance des moules .....	5
I.3.1. Filière d'élevage .....	5
I.3.2. Contenu des poches d'élevage .....	5
I.3.2.1. Poches "Etude de la croissance" .....	5
I.3.2.2. Poches "Etude du cycle" .....	5
I.3.2.3. Poches "Réserves" .....	5
I.3.3. Mesures .....	6
I.3.3.1. Définition des mesures .....	6
I.3.3.2. Etude de la croissance en eau profonde .....	6
I.3.3.3. Etude des populations d'estran et de filière .....	6
I.4. Etude histologique du cycle sexuel .....	7
I.4.1. Prélèvement .....	7
I.4.2. Traitement .....	7
II - HYDROLOGIE .....	8
II.1. Température .....	8
II.2. Salinité .....	8
II.3. Matières en suspension .....	8
II.4. Chlorophylle a .....	10
II.5. Oxygène dissous et D.B.O. ....	10
II.6. Sels nutritifs .....	10
II.7. Conclusion .....	10
III - ETUDE DE LA CROISSANCE .....	13
III.1. Croissance en immersion continue .....	13
III.1.1. Mortalité en élevage .....	13
III.1.2. Croissance .....	13
III.1.2.1. Suivi de la croissance des différents lots .....	13
III.1.2.2. Etude globale .....	17

III.2. Croissance en milieu intertidal .....	22
III.3. Allométries taille-poids de coquille .....	24
III.4. Le naissain .....	36
IV - ETUDE DU CYCLE SEXUEL .....	36
IV.1. Définition des différents stades de maturité des gonades	36
IV.2. Etude du cycle sexuel des individus en immersion	
continue .....	37
IV.3 Etude du cycle sexuel des individus de la digue .....	39
V - CONCLUSION .....	39
BIBLIOGRAPHIE .....	41

## INTRODUCTION

La croissance rapide des moules (*Mytilus edulis*) en milieu profond, est un phénomène bien connu. L'alimentation constante apportée par une immersion continue peut être la cause d'une telle croissance.

Les circuits de refroidissement de la centrale de Gravelines, maintenus d'une manière permanente en eau, sont colonisés par des moules que la chloration n'arrive pas à détruire, du fait semble-t-il d'une mauvaise répartition de la solution d'hypochlorite utilisée (TRAVADE, 1980).

L'étude présente tend à essayer de relier, en plusieurs sites, la croissance des moules maintenues en immersion continue aux conditions du milieu pélagique ambiant.

En ce qui concerne le site de Gravelines, l'étude comparée de la croissance des moules maintenues expérimentalement en immersion continue et celles d'une zone témoin proche de la zone d'implantation des filières d'élevage permettra d'envisager d'une manière précise le bénéfice que peut tirer *M. edulis* de son maintien constant en pleine eau.

L'étude histologique de la gonade de la moule nous permettra de décrire le déroulement de son cycle sexuel et de mieux cerner les périodes de ponte. Signalons qu'une seule espèce, *Mytilus edulis*, est rencontrée sur notre littoral.

### I - MATERIEL ET METHODES

Cette étude comporte trois volets :

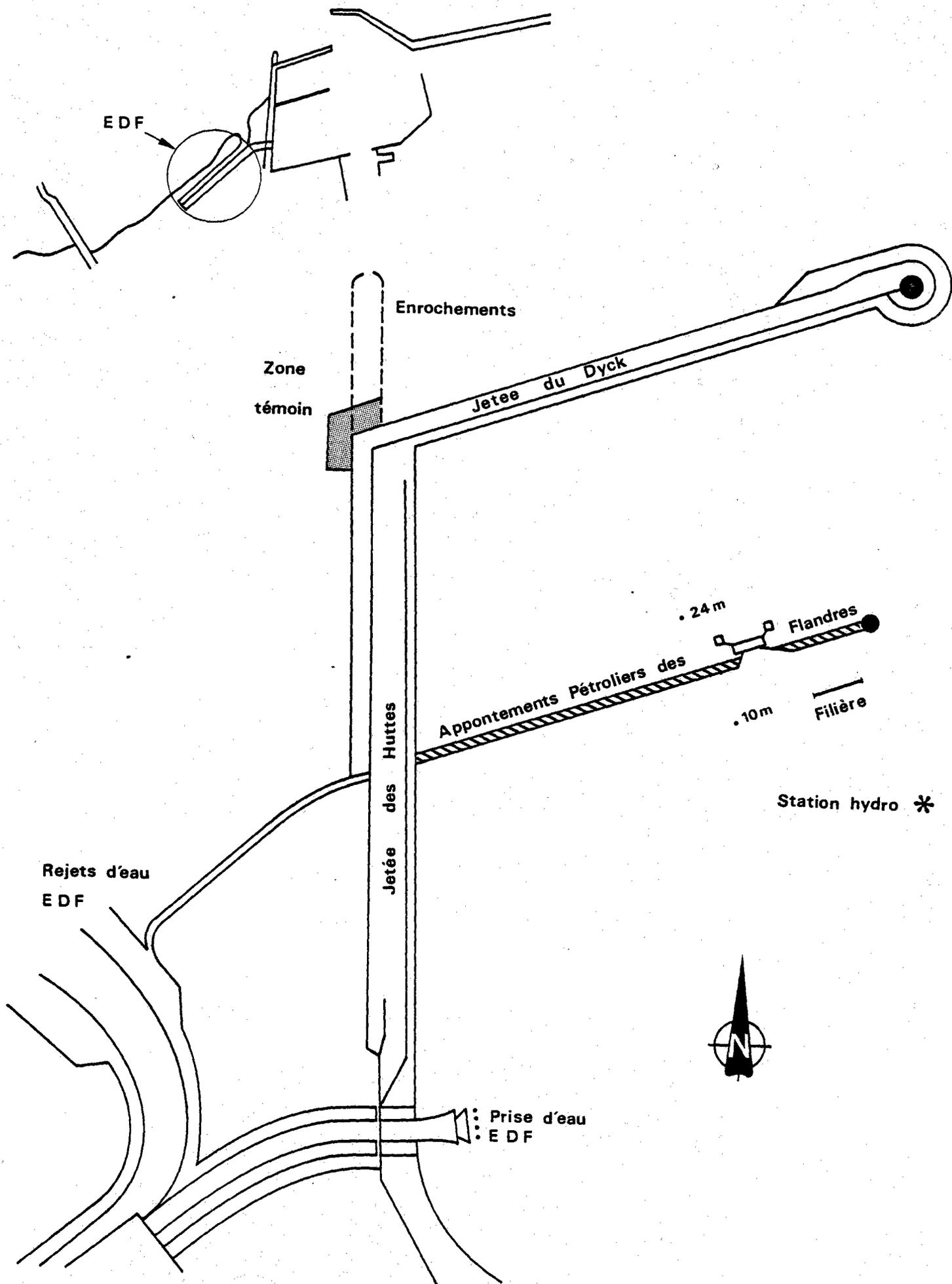
- hydrologie du milieu ambiant,
- croissance des moules en milieu intertidal et en milieu profond,
- étude histologique du cycle sexuel.

#### I-1. La zone d'étude

Cette étude de la croissance des moules constamment immergées nécessitait le mouillage d'une installation légère pour maintenir les poches d'élevage en pleine eau. Plusieurs impératifs nous ont guidés pour notre choix de l'emplacement du mouillage. Il nous fallait à la fois une zone qui serait

- protégée des courants de marée (surtout du flot en l'occurrence)
- à l'abri des tempêtes de secteur ouest (SW à NW)
- peu accessible aux "piratages"
- hors de portée des rejets directs de la centrale nucléaire de Gravelines.

Fig. 1 : Emplacement des stations



Ces conditions ne se sont trouvées réunies que dans l'avant-port ouest de Dunkerque. Nous avons obtenu l'autorisation des autorités portuaires d'immerger notre installation avec l'obligation de l'implanter à 100 m dans le sud de l'appontement pétrolier des Flandres (fig. 1) où notre dispositif ne risquait pas d'occasionner une gêne quelconque à la circulation maritime. Il nous fut néanmoins recommandé de prévoir un ancrage sérieux de notre filière afin de ne pas gêner l'accostement des pétroliers.

Par contre, notre installation bénéficiait de la surveillance de la Capitainerie du port et des employés de l'appontement pétrolier des Flandres. De plus, le faible trafic pétrolier nous permettait d'espérer raisonnablement de ne pas avoir à subir de pollution par les hydrocarbures. Nous n'avons d'ailleurs jamais remarqué de signe de pollution, même quand un pétrolier était présent lors d'une de nos sorties.

Le littoral français de la Mer du Nord dans la région de Dunkerque est caractérisé par des plages de sable très étendues. Il n'est possible de trouver des moulières que sur les installations portuaires. A proximité de la zone d'étude le seul site propice pour notre station-témoin était les digues de l'avant-port de Dunkerque.

Pour des raisons de commodités (descente relativement peu dangereuse, facilité d'accès avec un véhicule, grandes quantités de moules) nous avons choisi comme zone témoin l'épi qui prolonge la digue des Huttes (digue ouest, fig. 1) bien qu'elle soit directement sous l'effet des rejets de la centrale de Gravelines (tout au moins dans les conditions de flot). L'intérieur de l'avant port ne possède pas de populations importantes de moules et n'a ainsi pas pu être retenu comme site témoin.

Dans l'avant port ouest de Dunkerque, la station hydrologique se situe à proximité d'une bouée latérale tribord qui délimite le chenal de circulation de l'avant port ouest. Cette bouée est à 400 m de la filière. Pour des raisons de sécurité évidentes (durée de la station 20 mn, moteur débrayé) nous n'avons pas voulu la placer trop près de l'appontement pétrolier sur lequel les vents de sud auraient pu faire dériver le bateau.

## I-2. Hydrologie

La station hydrologique ne comporte qu'un seul niveau : 1 m sous la surface. Les prélèvements sont effectués à l'aide d'une bouteille Niskin d'une contenance de 5 litres.

Les mesures suivantes sont effectuées :

- température (thermomètre à renversement)
- oxygène dissous (méthode de WINCKLER)



- demande biochimique en oxygène (comparaison de l'O<sub>2</sub> dissous avec des échantillons maintenus à 20° et à l'obscurité pendant 5 jours).
- pH
- NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, SiO<sub>2</sub><sup>2-</sup> (Autoanalyser II Technicon)
- Salinité (salinomètre à induction)
- turbidité pondérale (filtres Gelman 0,45 μ)
- turbidité NTU (turbidimètre)
- pigments chlorophylliens

### I-3. Elevage et croissance des moules

#### I-3.1. Filière d'élevage (Fig. 2)

L'installation est constituée par une filière de fond de 100 m maintenue en place par deux grappins.

Deux cordes de 20 m portant des bouées biconiques rouges, attachées aux extrémités de la filière permettent de repérer et de remonter l'installation. Les cordes d'élevage sont espacées de 12 mètres, maintenues verticales par des flotteurs qui affleurent à marée basse. Chaque corde d'élevage peut supporter jusqu'à 6 poches (poches grillagées NETLON<sup>R</sup> utilisées en ostréiculture).

#### I-3.2. Contenu des poches d'élevage

##### I-3.2.1. Poches "Etude de la croissance"

De nombreuses poches de 50 individus ont été mises en élevage pour l'étude de la croissance afin de pouvoir "recaler" les résultats en cas de perte.

Les premiers lots de 50 individus ont été constitués à partir d'individus récoltés sur la plage de Wimereux.

Des études similaires ont été réalisées sur le naissain capté en 1980 et 1981 sur notre installation.

##### I-3.2.2. Poches "Etude du cycle sexuel"

Des lots de 300 moules ont été mis en élevage afin de pouvoir suivre leur cycle sexuel. Les évolutions respectives des individus intertidaux et des individus en immersion continue peuvent ainsi être comparées.

##### I-3.2.3. "Poches réserves"

Avec l'excédent de moules de la génération printemps 1980 nous avons constitué une réserve qui nous a permis de suivre cette population et de reconstituer des lots lors de la disparition de certaines poches.

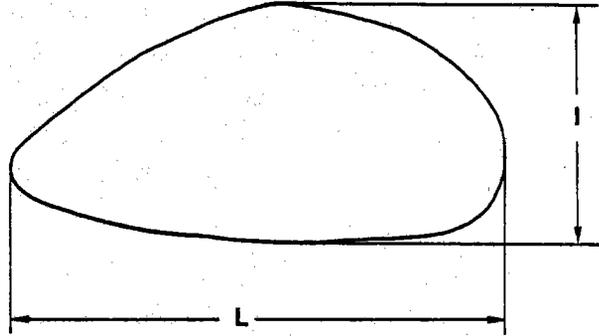
### I-3.3. Mesures

#### I-3.3.1. Définition des mesures

Les mesures suivantes ont été relevées :

L = longueur : la plus grande dimension de la coquille.

l = largeur : la plus grande dimension perpendiculaire  
à la longueur



P.c. = poids de la coquille (2 valves)

P.c.f.e. = poids de la chair formolée essorée

p.c.s. = poids sec de chair (après passage à l'étuve  
110°C jusqu'à poids constant)

#### I-3.3.2. Etude de la croissance en eau profonde

Sur chacun des lots de croissance sont mesurées

- mensuellement la longueur

- 4 fois par an la largeur

La taille des individus morts entre deux séries  
de mesures est également relevée.

#### I-3.3.3. Etude des populations d'estran et de filière (génération printemps 1980)

Dans une population animale naturelle, quand  
plusieurs cohortes sont présentes en même temps, l'expérience montre qu'un  
minimum de 300 mesures est nécessaire pour appréhender correctement les caractéristiques de la croissance individuelle. C'est pourquoi l'étude de l'évolution de la population intertidale portera sur au moins 300 individus. En ce qui concerne l'étude de la population de la filière un nombre inférieur de mesures est suffisant du fait que les individus appartiennent à une seule cohorte.

De plus mensuellement une étude globale sur 50 individus intertidaux et de la filière a été pratiquée. Elle portait sur :

- la longueur,
- la largeur,
- le poids de coquille,
- le poids de chair formolée,
- le poids sec de chair.

#### I-4. Etude histologique du cycle sexuel

##### I-4.1. Prélèvement

40 individus par mois subissent les traitements nécessaires à l'étude histologique. Le nombre d'individus est limité par la longueur de ces traitements.

##### I-4.2. Traitement

La fixateur utilisé est le liquide de Bouin Hollande acétique. La durée de fixation varie de 2 à 4 jours en fonction de la taille des individus. Les animaux sont ensuite conservés dans une solution d'attente (alcool éthylique à 70°).

Seul un fragment du manteau de 5x5 mm subit la préparation en vue de l'étude histologique (Fig. 3) et l'inclusion à la paraffine.

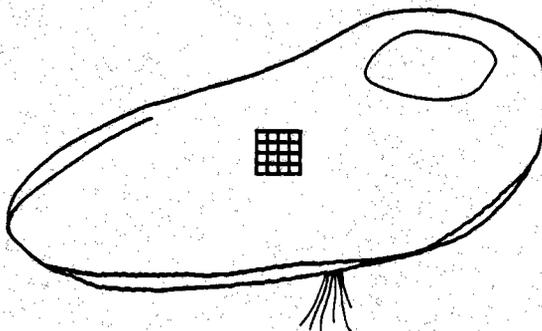


Figure 3 - Emplacement de la pièce prélevée pour les études histologiques.

Deux types de coloration ont été utilisés pour discerner le stade de maturité sexuelle et l'état du tissu de réserve.

La coloration des coupes pour la détermination du stade de maturité sexuelle est la suivante :

- l'hématoxyline de Groat colore les noyaux en marron,
- le picro-indigo-carmin colore le fond en vert.

En ce qui concerne l'état du tissu de réserve, nous utilisons la méthode suivante :

- l'hématoxyline de Groat colore les noyaux en marron
- l'acide périodique-Schiff colore les réserves en rouge
- l'alcool picrique donne la coloration de fond.

(LANGERON, 1949 ; MARTOJA et MARTOJA, 1967 ; GABE, 1978).

## II - HYDROLOGIE

Les résultats enregistrés au niveau de l'avant port concordent avec ceux du site de Gravelines tout proche.

### II-1. Température (Fig. 4a)

La température de surface varie entre 5,6°C minimum hivernal mesuré le 23 janvier 1981 et 19°C maximum estival (11 septembre 1981). Ces températures sont très peu différentes de celles enregistrées lors des études écologiques 1980-81 sur le site de Gravelines. Il est toutefois à noter une petite chute de la température de l'eau de surface fin mai-début juin 1981. Cette chute correspond à un régime très élevé des précipitations dans la troisième décade du mois de mai 1981 (Bulletins climatologiques du département du Nord).

### II.2. Salinité (Fig. 4a)

Le décours des variations de la salinité est comparable à l'évolution classique (salinités plus faibles en hiver qu'en été) si ce n'est une remontée importante en fin janvier (d'ailleurs confirmée par un prélèvement en février). Cette remontée correspond à un régime de précipitations très faibles par rapport aux normales saisonnières.

On peut noter également une dessalure importante en avril. Cette dessalure est un "accident habituel" sur le site au milieu du printemps.

### II.3. Matières en suspension (Fig. 4b)

Les matières en suspension présentent un maximum en période hivernale et un minimum estival comme à l'extérieur de l'avant-port. La seule différence réside dans l'amplitude des phénomènes observés. Les résultats sont beaucoup plus faibles dans l'avant-port. Ceci montre que si l'avant-port est un milieu ouvert aux conditions courantologiques de flot correspondant au "remplissage" de l'enceinte portuaire, il présente l'avantage d'être abrité du courant de jusant et également de l'agitation due au vent. Ceci permettant la

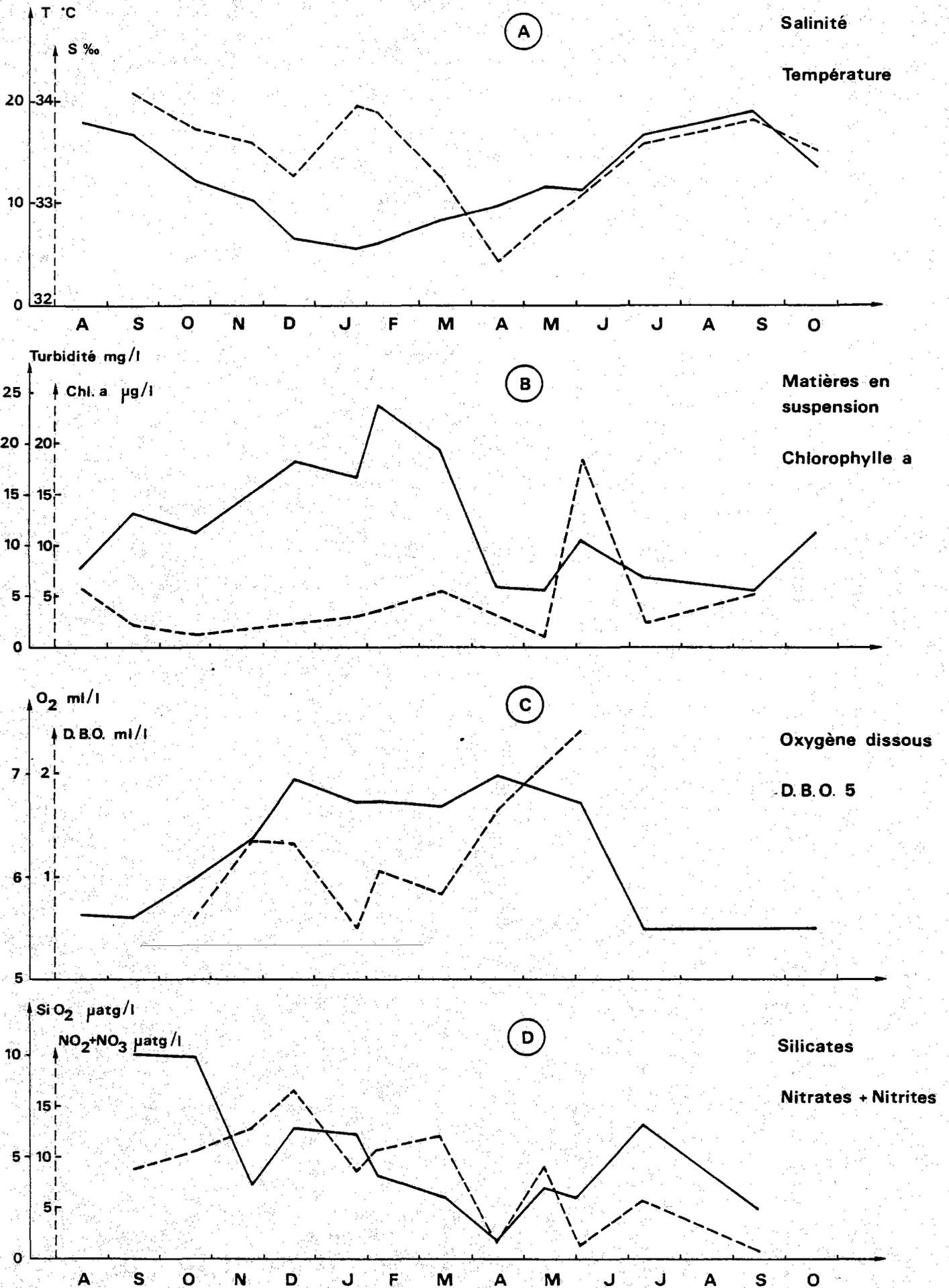


Fig. 4 : Evolution de quelques paramètres physicochimiques dans l'avant-port ouest de Dunkerque

décantation des particules pendant une bonne partie du cycle de marée. Ce phénomène a, d'ailleurs, été mis en évidence par des observations satellitaires (BAUSSART et Coll., 1979). L'avant-port ouest de Dunkerque est une enclave d'eau décantée dans une zone particulièrement turbide.

#### II-4. Chlorophylle a (Fig. 4b)

La teneur en chlorophylle a est un bon indicateur de la biomasse phytoplanctonique et de la productivité des eaux. Les teneurs sont minimales en période automnale et hivernale. La période printanière est marquée par deux poussées phytoplanctoniques également mises en évidence simultanément à l'extérieur de l'avant-port : une petite poussée à la mi-mars et un pic très important (18,3  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) en mai-juin. Les teneurs sont plus proches des valeurs enregistrées au point médian (13,5  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) que de celles du point côtier (38,2  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) de l'étude écologique du site de Gravelines.

#### II-5. Oxygène dissous et D.B.O. (Fig. 4c)

Les teneurs en oxygène dissous décroissent en été et croissent en hiver. Ce cycle est tout-à-fait classique et les valeurs correspondent à ce qui est trouvé à l'extérieur de l'avant-port.

Les variations de la D.B.O. sont très aléatoires (1 ml/l en moyenne). Notons simplement la contradiction apparente entre la forte valeur de la D.B.O. lors de la campagne du 3.06.81 et la biomasse phytoplanctonique (donc la photosynthèse) maximale.

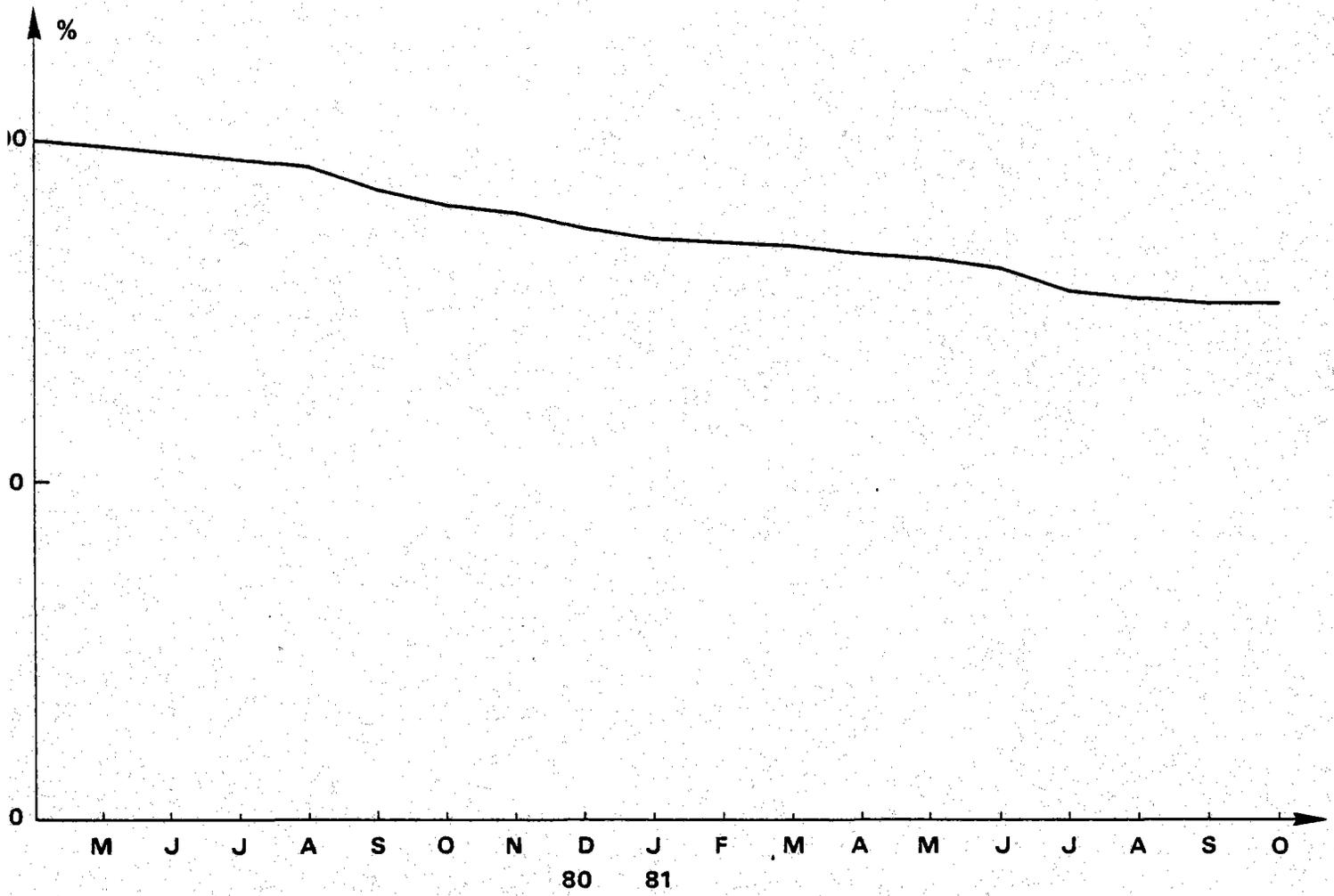
#### II-6. Sels nutritifs (fig 4D)

Le cycle est normal par rapport à ce qui peut être observé à l'extérieur de l'enceinte portuaire : reconstitution du stock pendant la période hivernale grâce surtout aux apports telluriques, du fait des précipitations importantes, "pompage" intensif dans le stock lors des pics phytoplanctoniques et restauration après disparition du pic et ce aussi bien pour les nitrates, les nitrites et les silicates.

Notons que les phénomènes et leurs amplitudes sont analogues, sauf en ce qui concerne les teneurs des silicates des mois de septembre et octobre 1980 qui sont beaucoup plus fortes, qu'à l'extérieur de l'avant-port.

#### II-7. Conclusion

Il résulte de cette étude "légère" de l'hydrologie de l'avant-port ouest de Dunkerque, que les masses d'eau de celui-ci sont peu différentes de celles de l'extérieur, contrairement à ce que l'on aurait pu prévoir d'après



**Fig. 5 : Mortalité des moules maintenues en élevage**

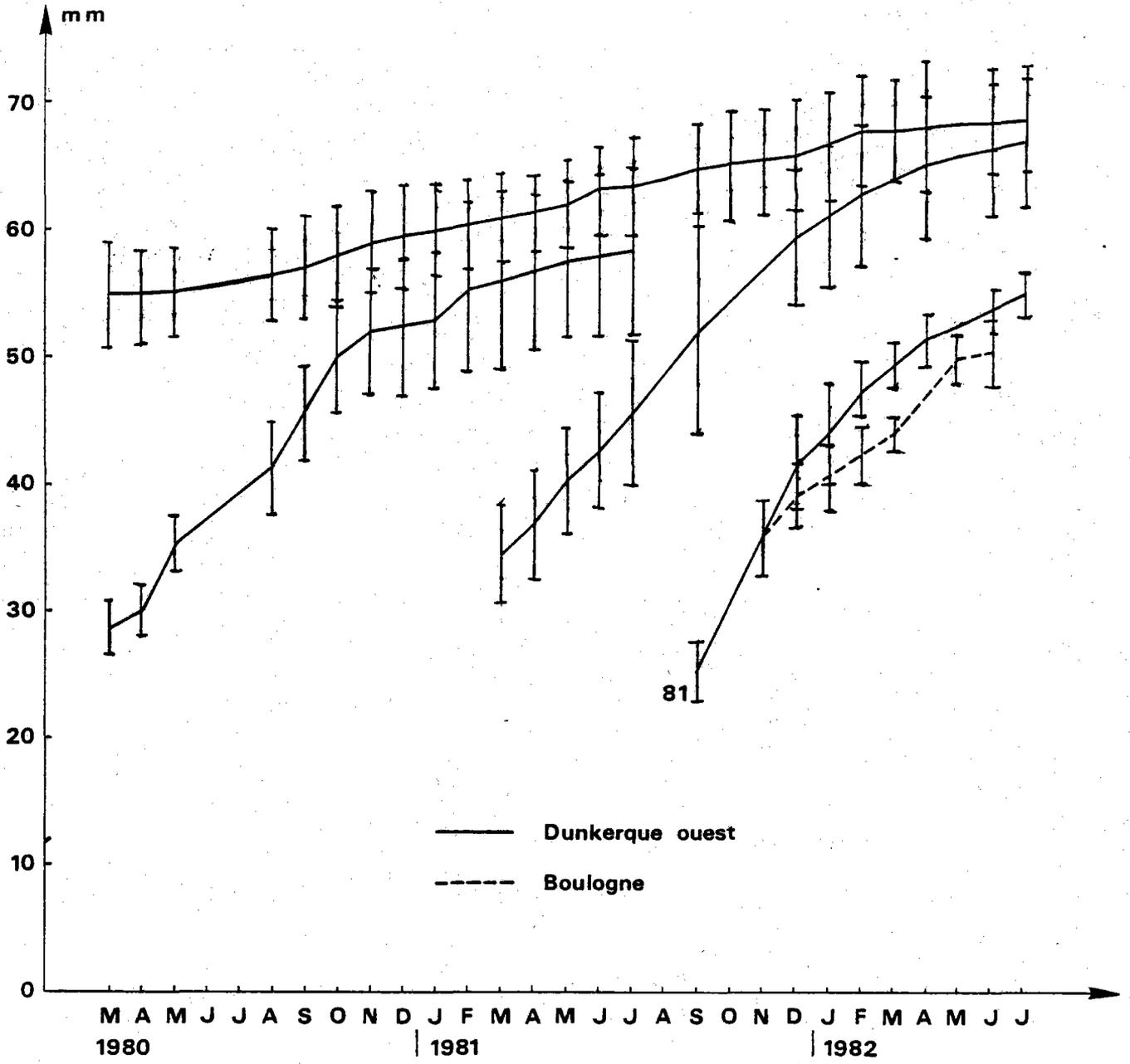


Fig. 6 : *Mytilus edulis* : Croissance en immersion continue

les comparaisons entre les masses d'eau du site et celles de la prise d'eau de la centrale nucléaire. Il faut signaler que notre station se situe au centre de l'avant-port et que le renouvellement des masses d'eau doit y être plus efficace que dans le "cul-de-sac" que constitue la prise d'eau de la centrale.

Les masses d'eau ont des caractéristiques tout à fait similaires à celles du "point médian" de l'étude du site de Gravelines, à ceci près que la turbidité y est au moins deux fois plus faible (donc analogue à celle des eaux du large).

### III - ETUDE DE LA CROISSANCE DES MOULES

#### III-1. Croissance en immersion continue

De nombreux lots ont été mis en élevage en immersion continue. Les résultats qui suivent représentent les moyennes des différentes séries de lots. Il s'est avéré difficile de procéder autrement du fait de la disparition de certaines poches d'élevage (piratage ou autre cause). Ces résultats, nous le verrons, sont parfaitement confirmés par les études globales des populations que nous avons également effectuées.

##### III-1.1. Mortalité en élevage (Fig. 5)

La mortalité des moules maintenues en immersion continue est très faible. Elle n'a intéressé que 24 % des individus en 20 mois et encore celle-ci n'a intéressé que les individus âgés prélevés à Wimereux. Elle a été très faible en ce qui concerne les individus nés en mai 1980 : 6 %. Ceci montre que dans des conditions optimales (pas de facteur limitant alimentaire et pas de prédateur), les populations de moules peuvent avoir des taux de survie très importants.

##### III-1.2. Croissance

###### III.1.2.1. Suivi de la croissance des différents lots

Le suivi de la croissance linéaire des différents lots d'élevage a permis d'établir des courbes où l'on peut distinguer trois phases qui se retrouvent d'une année sur l'autre (Fig. 6). Dans un premier temps, la croissance est très rapide. Les animaux atteignent une taille de 40 mm en 6-7 mois soit au début de l'hiver.

Ensuite on assiste à un ralentissement de la croissance pour atteindre environ 55 mm en 12 mois.

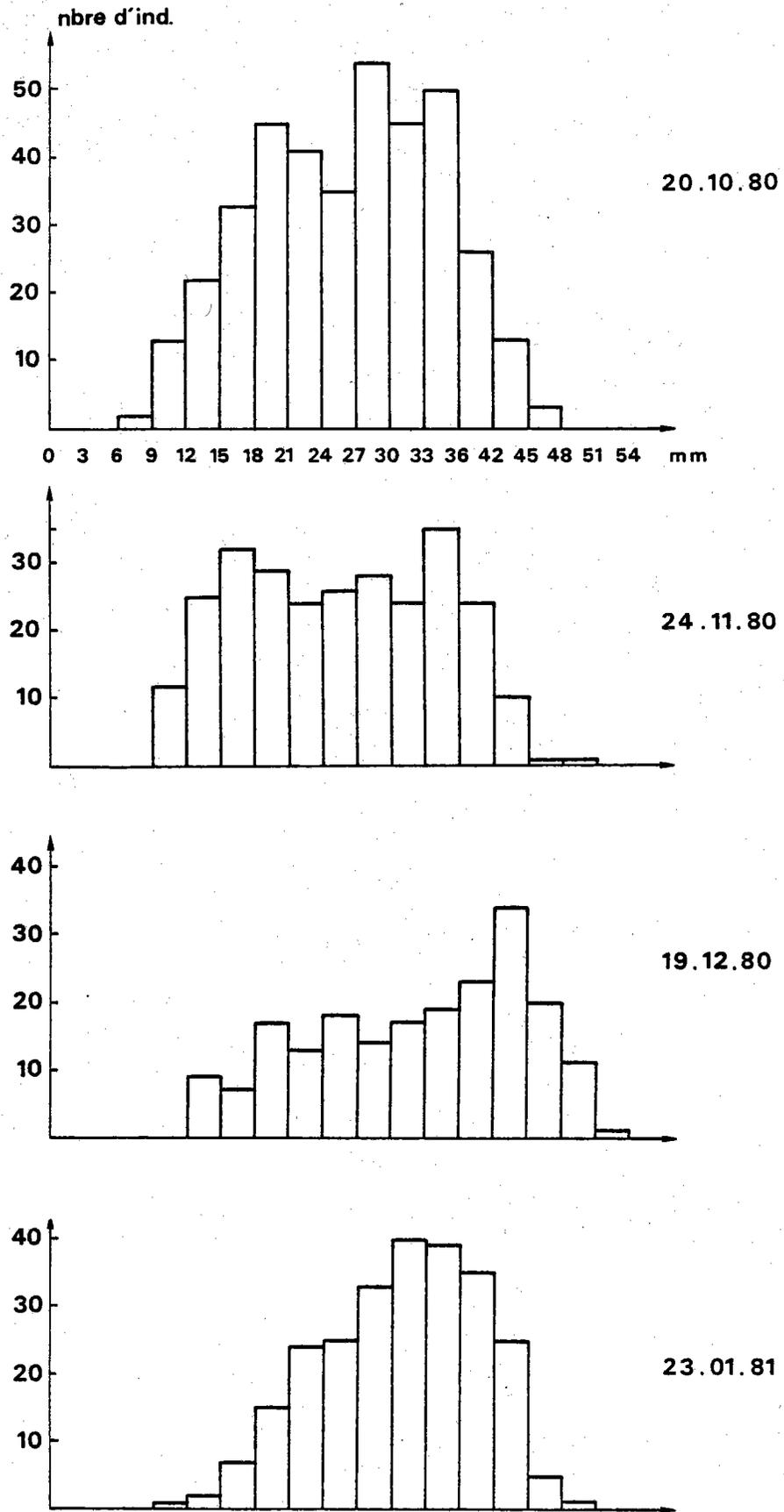


Fig. 7 : *Mytilus edulis*, filières : Suivi des populations  
mai 1980 et juin 1981

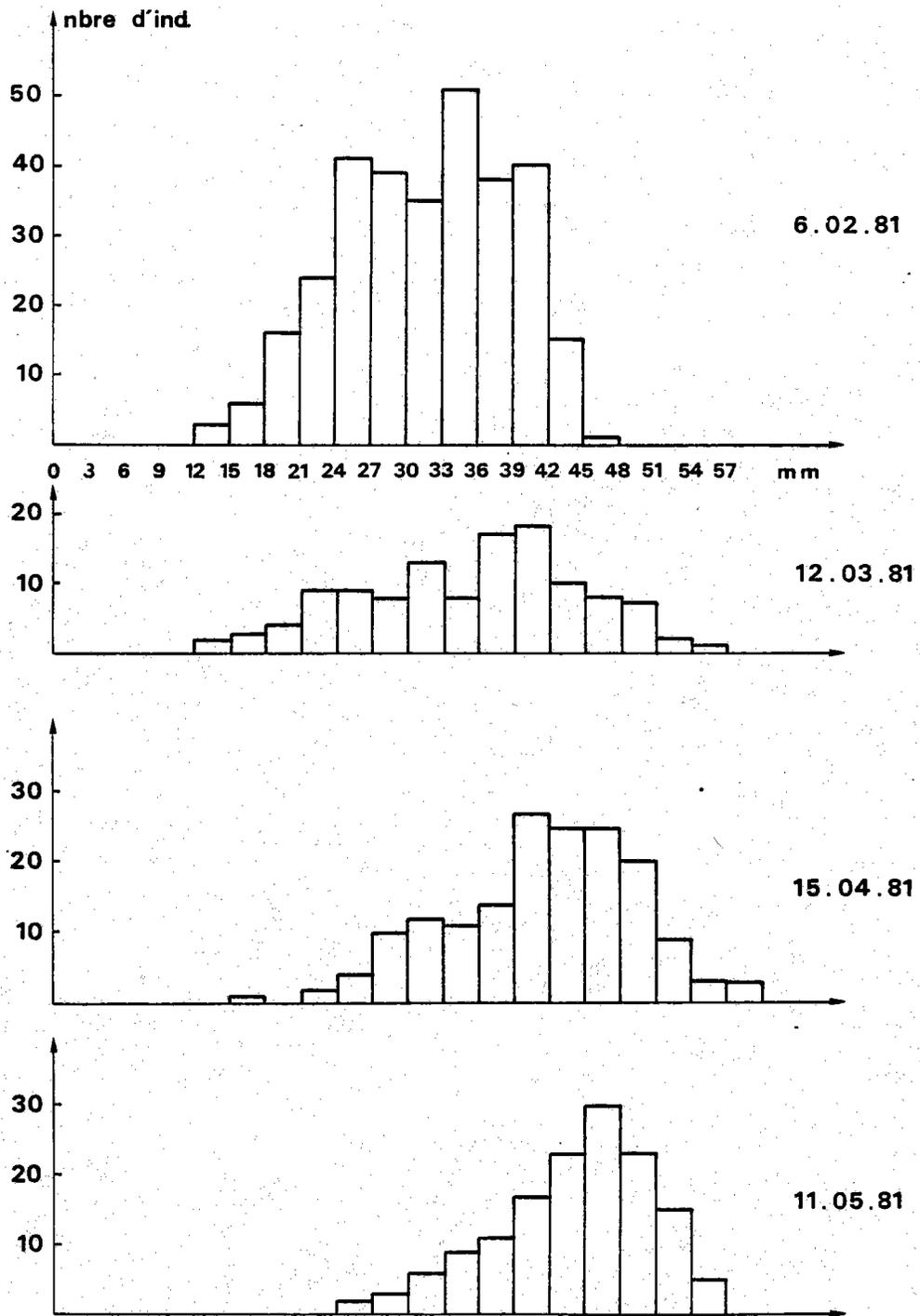


Fig. 7 : *Mytilus edulis*, filières : Suivi des populations  
mai 1980 et juin 1981 ( suite )

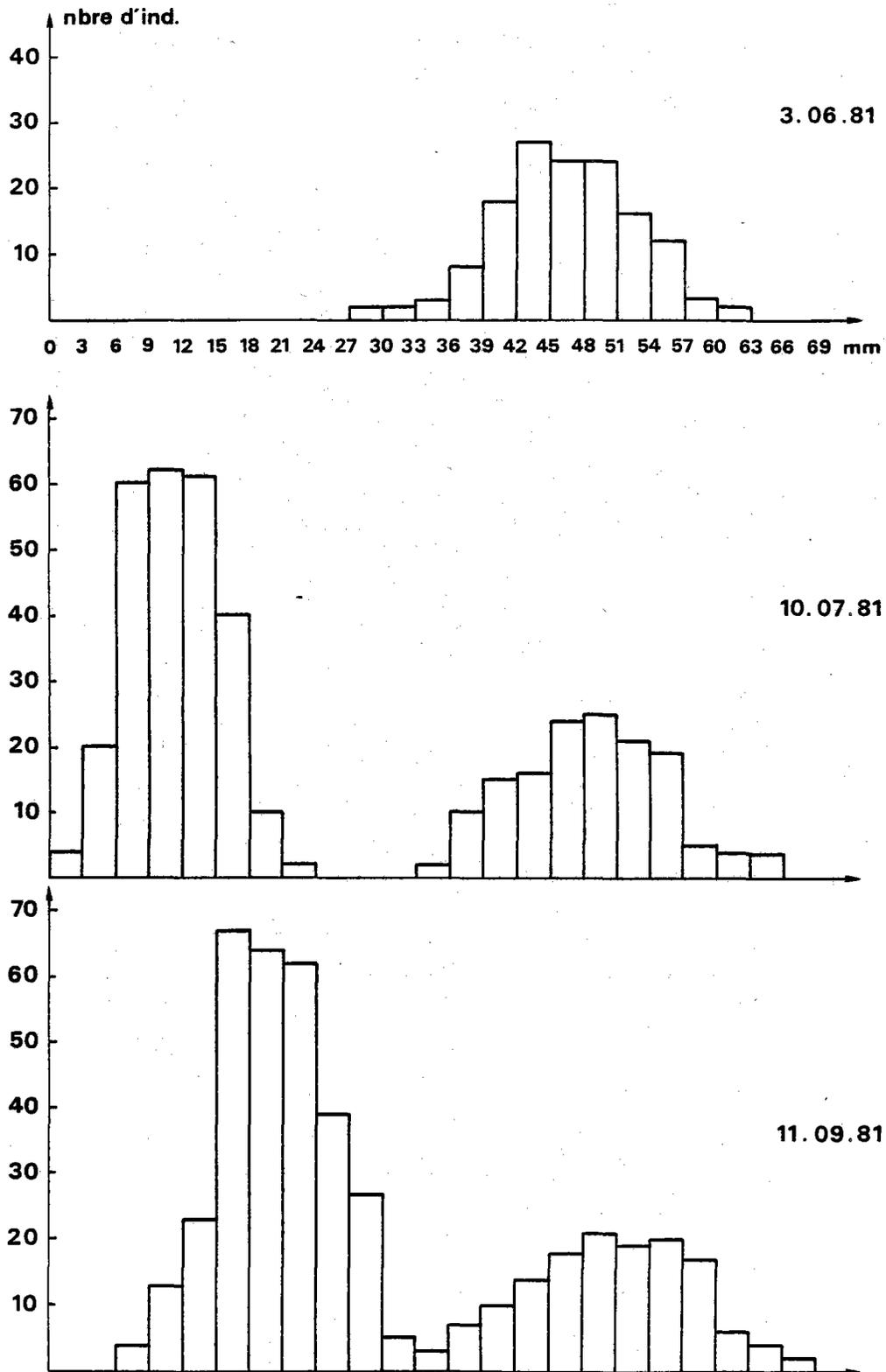


Fig. 7 : *Mytilus edulis*, filières : Suivi des populations

mai 1980 et juin 1981 ( suite )

Enfin, la croissance devient à tendance asymptotique. Le plus grand individu atteint 79,6 mm en juillet 1982 et 80,1 mm en décembre 82 (individu né en mai 80, poche "étude de la croissance"). FREEMAN et DICKIE (1979) dans la cadre de suivi de populations de *M. edulis* en immersion continue, obtiennent des résultats tout à fait similaires en Nouvelle-Ecosse. QUAYLE (1978) en Colombie Britannique signale que les individus maintenus dans les mêmes conditions atteignent 25 à 45 mm après leur premier été, la croissance dépendant de la densité et de la période de fixation (la ponte a lieu entre avril et novembre). Lors de la seconde année, l'augmentation de taille est de 25 à 30 mm. Ceci en ce qui concerne les zones à caractère abrité. En Manche par contre les populations subtidales semblent avoir des taux de croissance légèrement inférieurs : entre 30 et 45 mm en 12 mois, 35 et 65 mm en 24 mois (BRIENNE, 1955), 40 mm en 2 ans, 50 mm en 3 ans (SAVAGE, 1956). Ces résultats correspondent à des milieux battus.

La croissance comparée de lots identiques à Dunkerque ouest (zone abritée) et Boulogne -sur-Mer (zone battue) montre un déficit de 3 mm au bout de 8 mois d'élevage (Fig. 6), montrant ainsi l'action des facteurs hydrologiques et courantologiques sur la croissance de cette espèce.

### III-1.2.2. Etude globale

Sur le naissain capté en mai 1980 une étude globale de la population a été réalisée. Les résultats obtenus dans ces conditions sont plus faibles que ceux observés dans l'étude des lots par le fait que des fixations accessoires de naissain peuvent arriver jusqu'à la mi-juillet.

L'examen des histogrammes des fréquences de taille (Fig. 7) nous permet, compte tenu de la remarque précédente, de confirmer les résultats obtenus par le suivi des lots.

On peut résumer les résultats de l'étude de la croissance globale.

3 mois	2,0 cm
6 mois	3,5 cm
9 mois	4,3 cm
12 mois	5,3 cm
18 mois	6,4 cm
24 mois	7,1 cm

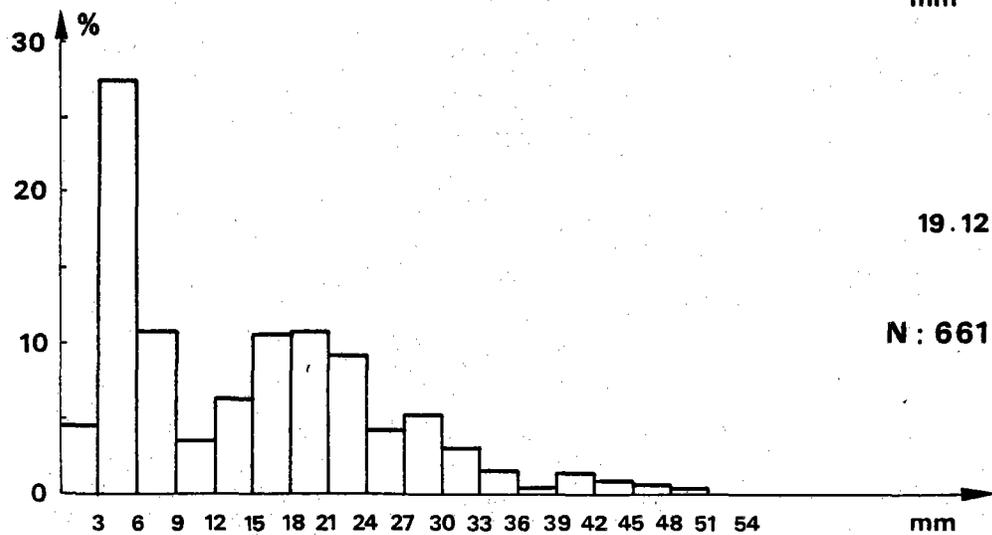
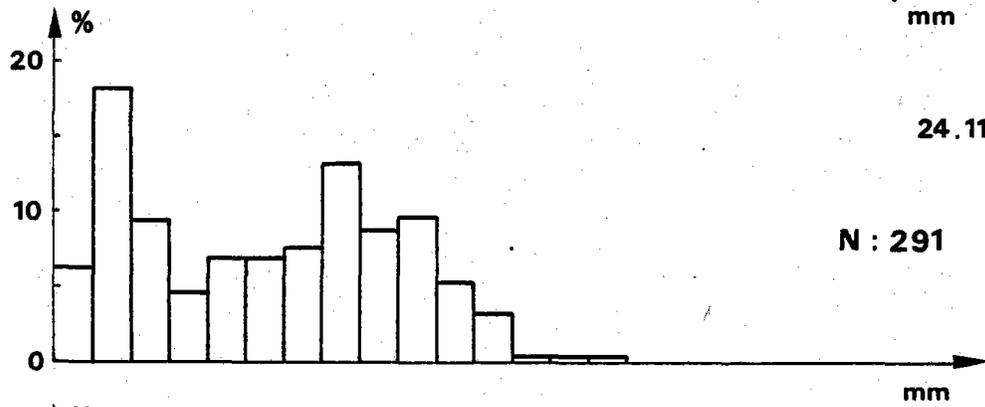
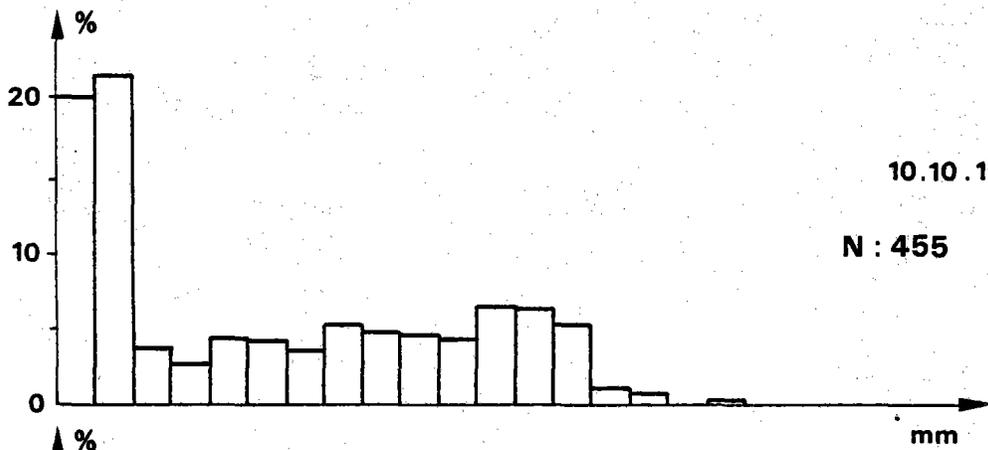
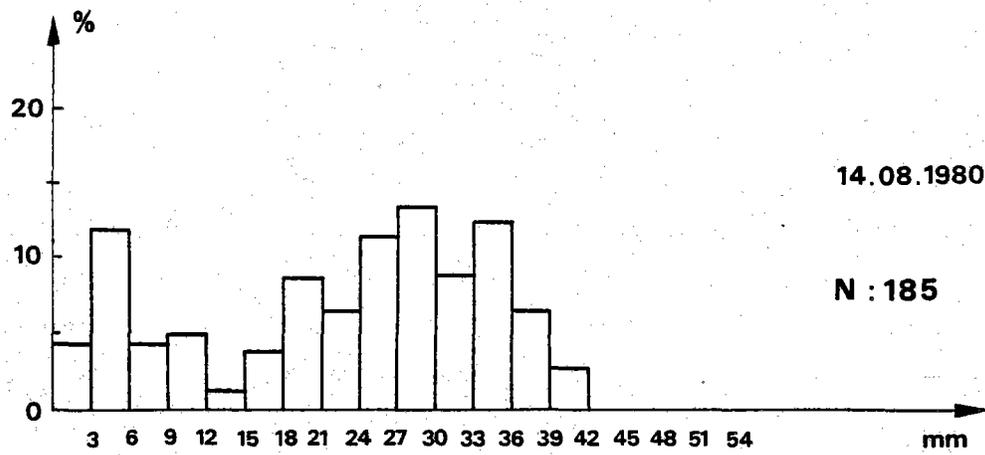


Fig. 8 : *Mytilus edulis* Digue ouest : Suivi  
des populations

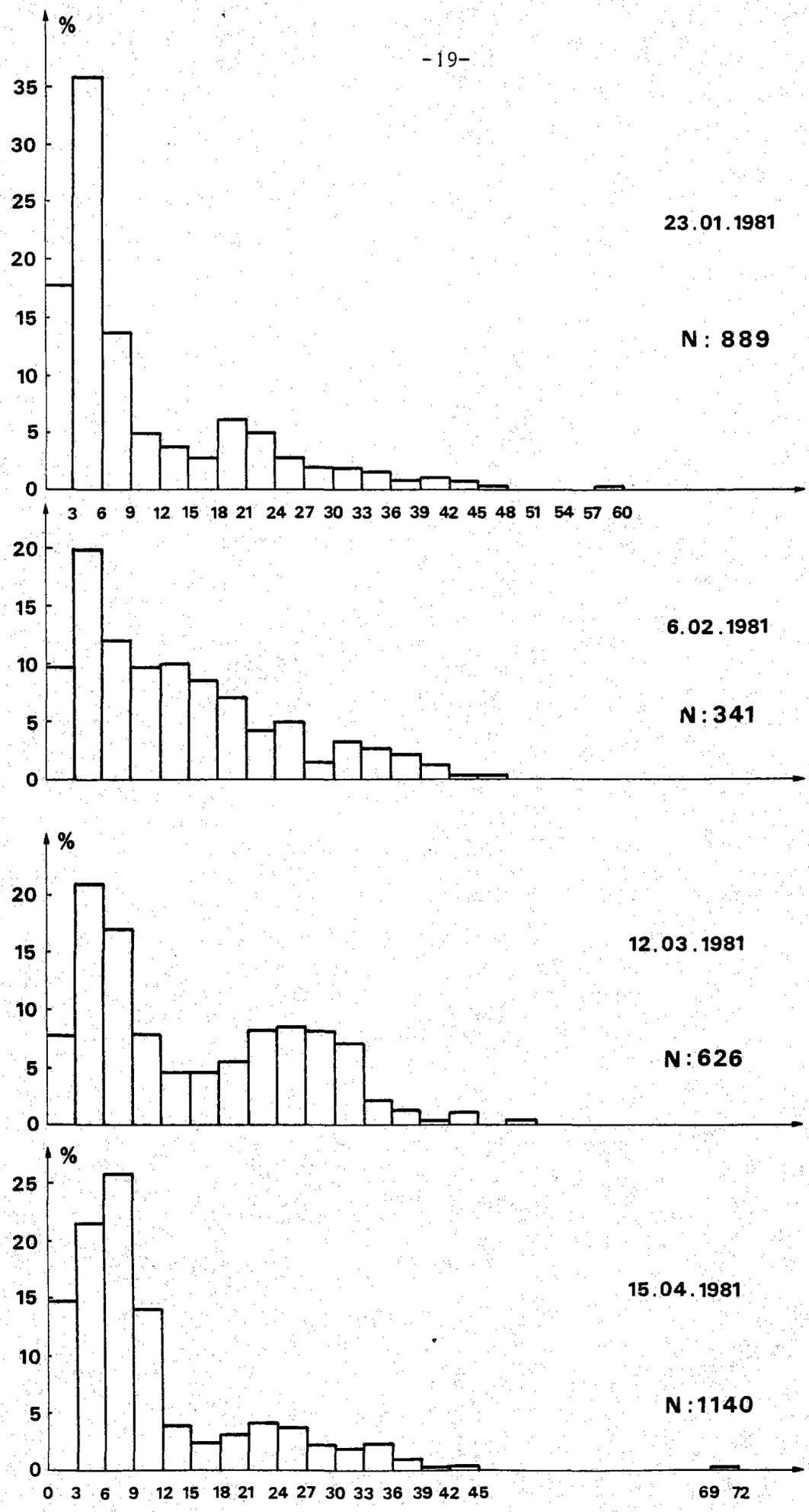


Fig. 8 : *Mytilus edulis* Digue ouest : Suivi  
des populations (suite)

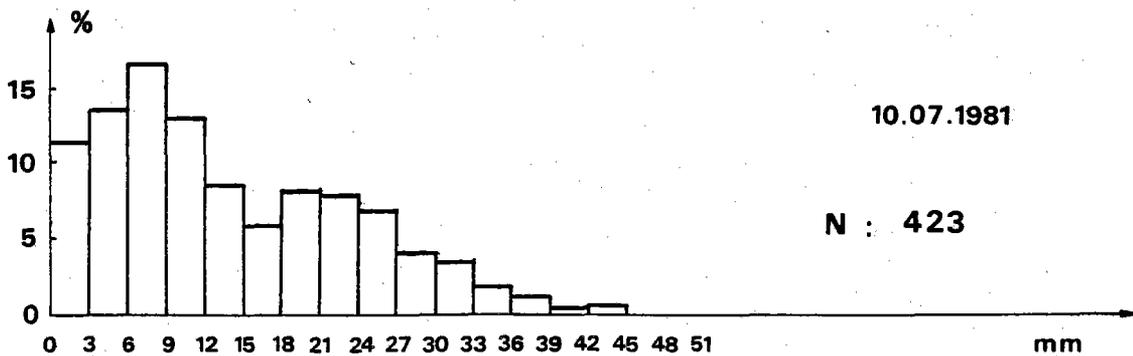
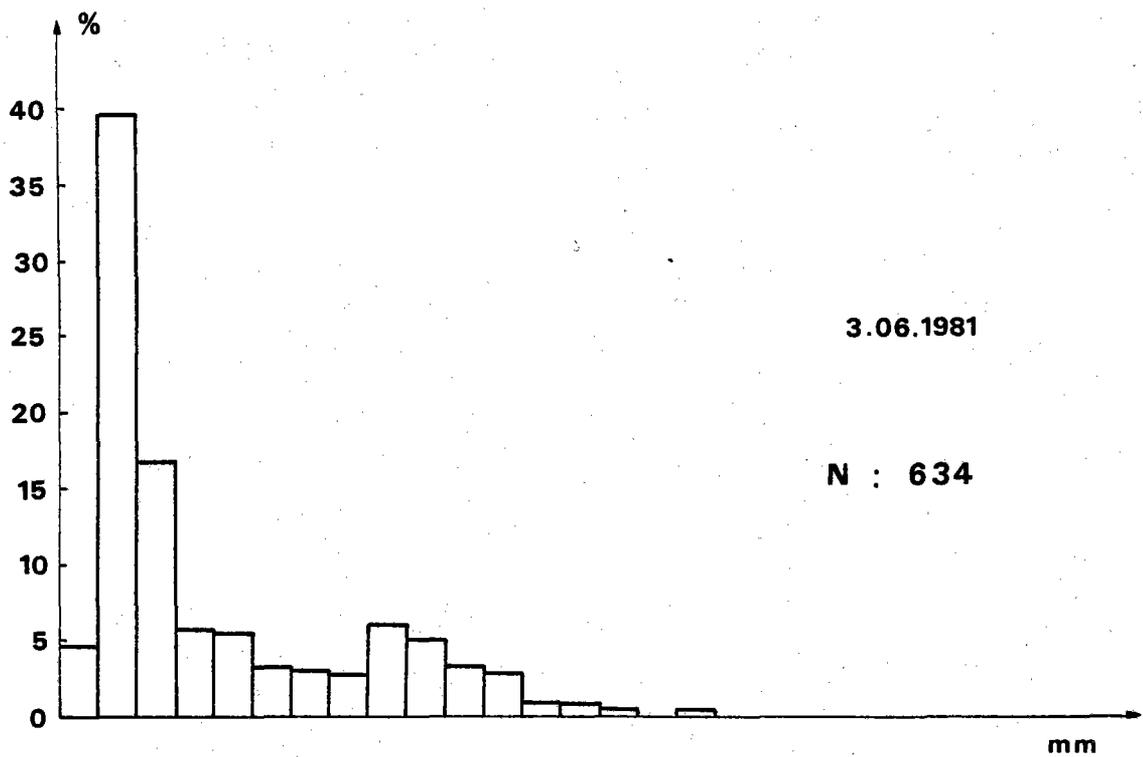
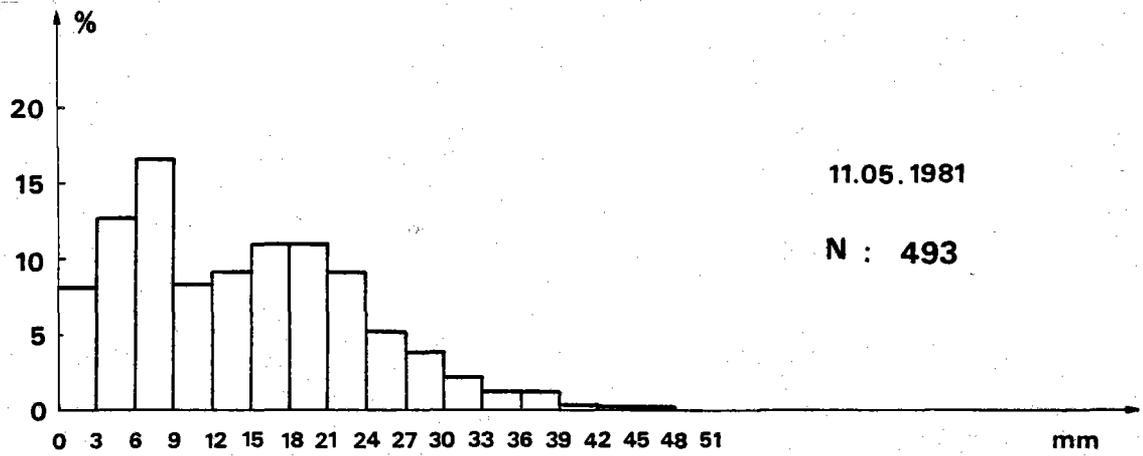


Fig. 8 : *Mytilus edulis* Digue ouest : Suivi  
des populations (suite)

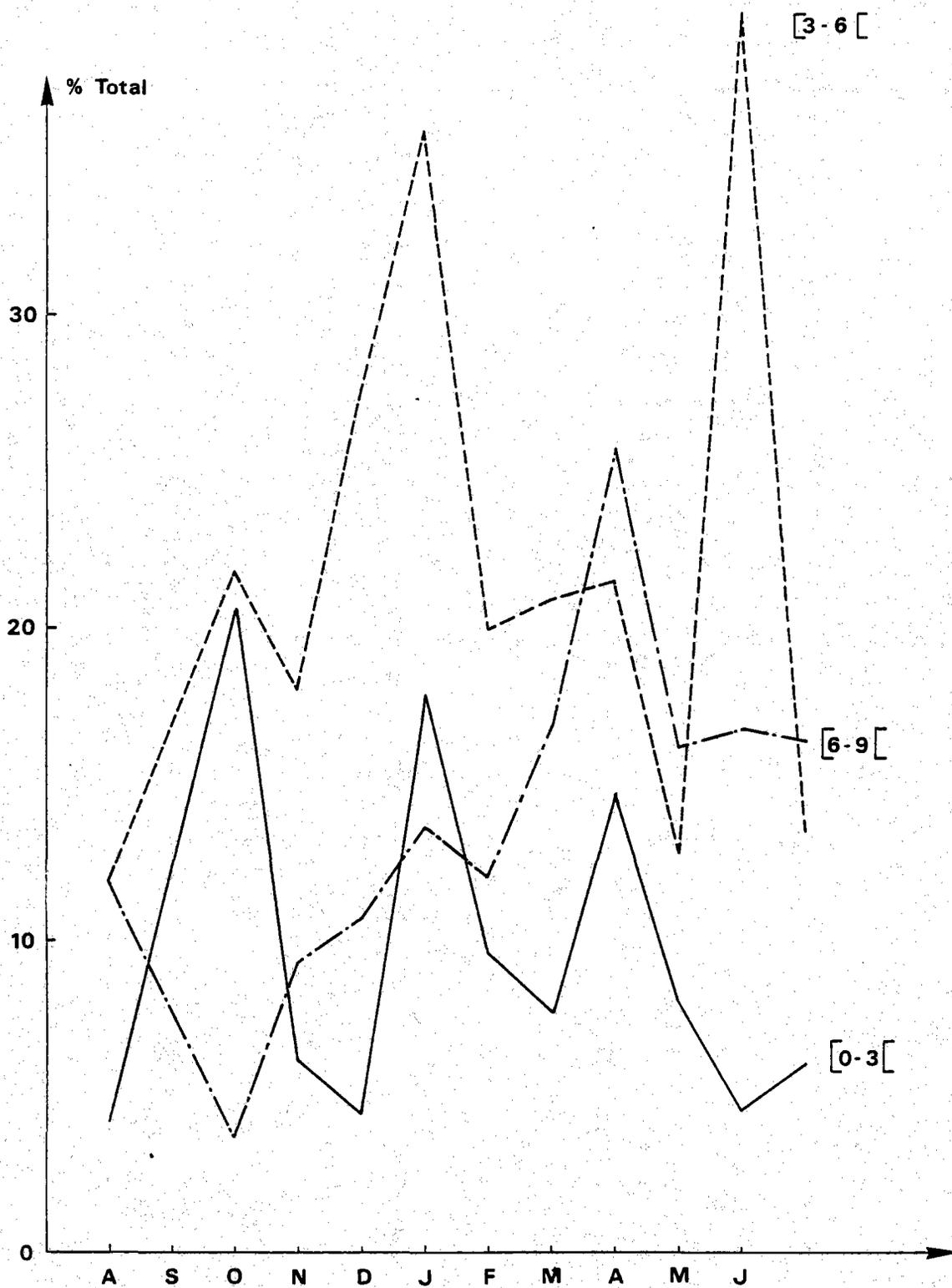


Fig. 9 : *Mytilus edulis* , Digue W : Evolution des pourcentages des trois premières classes de taille

A titre indicatif, signalons que la taille maximale mesurée au bout de 26 mois était de 8,2 cm (élevage en poche dite "poche réserve"). Les histogrammes mettent parfaitement en évidence une fixation de naissain au cours du mois de juin. En 1981 la fixation a été plus tardive de 3 semaines à 1 mois par rapport à 1980, ce qui pourrait entraîner un déficit en taille de 3 à 6 mm pour les individus de 1981.

### III-2. Croissance en milieu intertidal

La zone témoin est caractérisée par une durée d'émersion de 2 h par cycle de marée et n'est pas très fréquentée par les pêcheurs à pied. L'observation des histogrammes de fréquence de taille (Fig. 8) des individus intertidaux nous permet de mettre en évidence plusieurs traits intéressants.

La taille maximale mesurée est de 69,7 mm (15.04.81) donc nettement inférieure à ce que l'on obtient sur les filières.

On note l'apparition de juvéniles (individus de 0 à 3 mm) à quatre reprises alors que dans la région il n'existe que deux périodes de reproduction. On assiste donc à deux pics surnuméraires. Ce phénomène est nettement mis en évidence par la Figure 9. Par contre, il semble que ces recrutements soient sujets à une mortalité importante dans la mesure où il n'est pas possible de retrouver ces individus au-delà d'une taille de 1 cm. Il faut supposer que les jeunes individus ne rencontrent pas les conditions optimales pour leur développement en dehors des périodes de ponte "normales". La décomposition des histogrammes en composantes gaussiennes nous permet de tracer un profil de croissance (Fig. 10) dont les valeurs caractéristiques sont les suivantes :

3 mois	1,1 cm
6 mois	1,75 cm
9 mois	2,3 cm
12 mois	2,7 cm
24 mois	4,1 cm

ce qui fait en un an une croissance deux fois plus faible que sur les filières pour des moules qui ne sont émergées que pendant 1/6 du temps de la marée.

La croissance des individus en milieu intertidal varie en fonction des zones géographiques et du temps d'émersion. De nombreuses références existent à ce sujet, citons notamment :

- BRIENNE (1955) - Manche Orientale : 18 mm en 1 an, 36 mm en 2 ans, 45 mm en 3 ans.
- SAVAGE (1956) - Manche : 40 mm en 2 ans et demi, 50 mm en 3 ans et demi.
- DARDIGNAC-CORBEIL (1975) - Atlantique sur bouchots : 40 mm en 12 mois, 60 mm en 20 mois.
- DARE et EDWARDS (1976) - Pays de Galles : 50 mm en 1 an et demi à 2 ans.

L'accroissement de la biomasse est beaucoup plus important sur les filières dans la mesure où la relation liant la biomasse et la longueur est du type 1

$$B = aL^3$$

Ainsi, une moule de filière de 1 an pèse 2,64 g en poids sec décalcifié et une moule d'estran ne pèse que 0,68 g (Fig. 10b).

### III-3. Allométries taille-poids de coquille (Fig. 11)

Les coquilles de moules élevées en immersion continue présentent une morphologie différente de celle des moules d'estran. Elles sont à la fois plus fines et moins colorées.

La différence d'épaisseur est très nettement mise en évidence par le calcul des allométries longueur-poids de coquille. La loi d'allométrie choisie est du type :

$$P = bL^a \quad (\text{Ln } P = a \text{Ln } L + \text{Ln } b, \text{ sous sa forme linéaire})$$

La méthode de calcul de la pente est la méthode de l'axe majeur réduit.

Les équations de régression sont les suivantes :

- pour les individus maintenus en immersion continue :

$$\text{Ln } P = 2,931 \text{ Ln } L - 3,307$$

$r = 0,901$  pour 127 couples d'observations, significatif à un seuil supérieur à 0,99 ; intervalle de confiance de la pente :  $\pm 0,158$ .

- pour les individus de l'estran :

$$\text{Ln } P = 2,871 \text{ Ln } L - 2,415$$

$r = \pm 0,957$  pour 110 couples d'observations, significatif à un seuil supérieur à 0,99 ; intervalle de confiance de la pente :  $\pm 0,114$ .

Les pentes de ces deux droites d'allométrie ne sont pas différentes ( $\alpha = 0,502$ ). Le décalage observé entre les deux nuages de points provient des ordonnées à l'origine différentes.

En définitive, pour un même poids de coquille, les individus maintenus en immersion continue sont plus grands que ceux récoltés sur l'estran. On peut supposer que, n'ayant pas à lutter contre la force des vagues, les

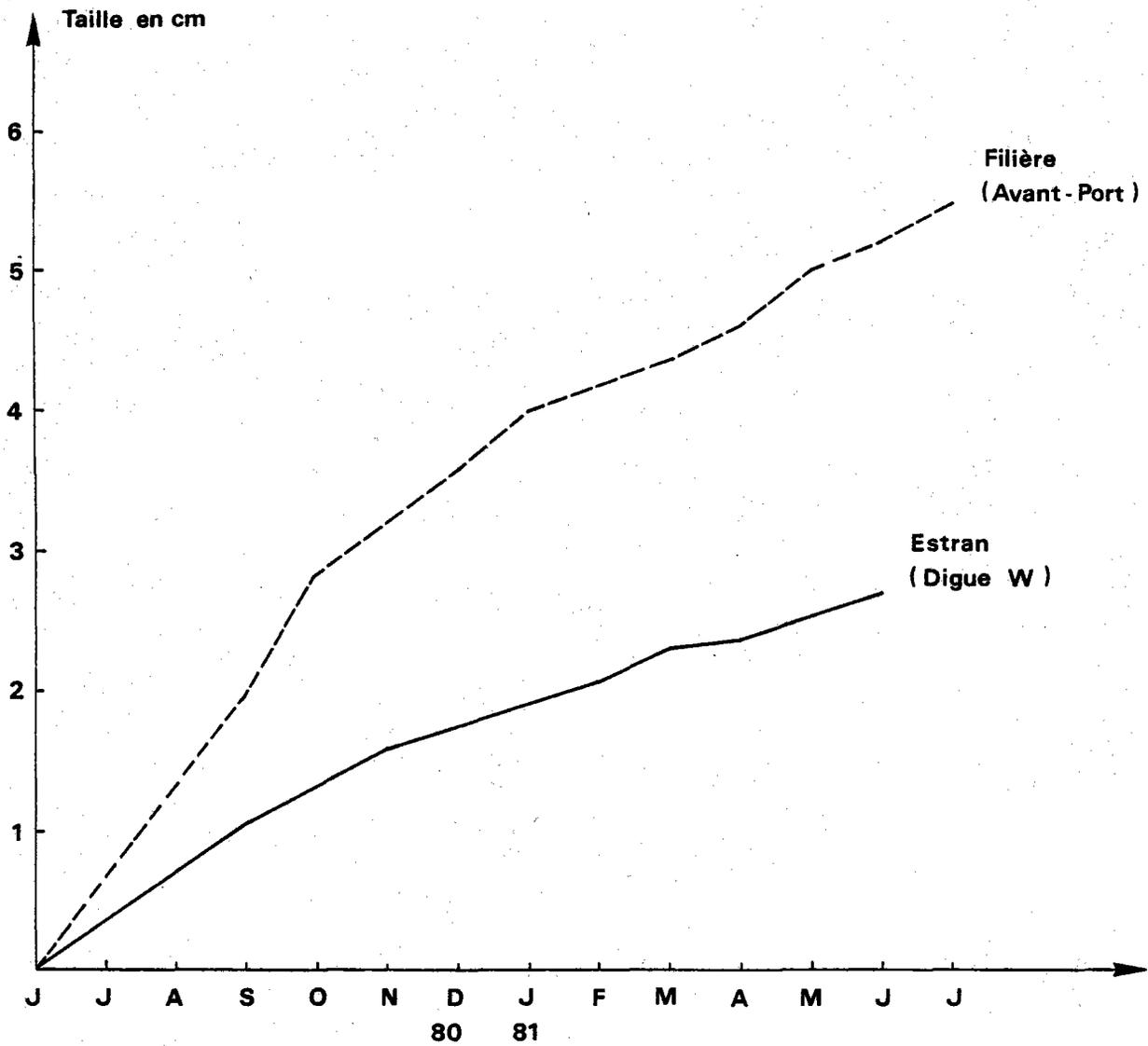


Fig.10 : Courbes de croissance de *Mytilus edulis*

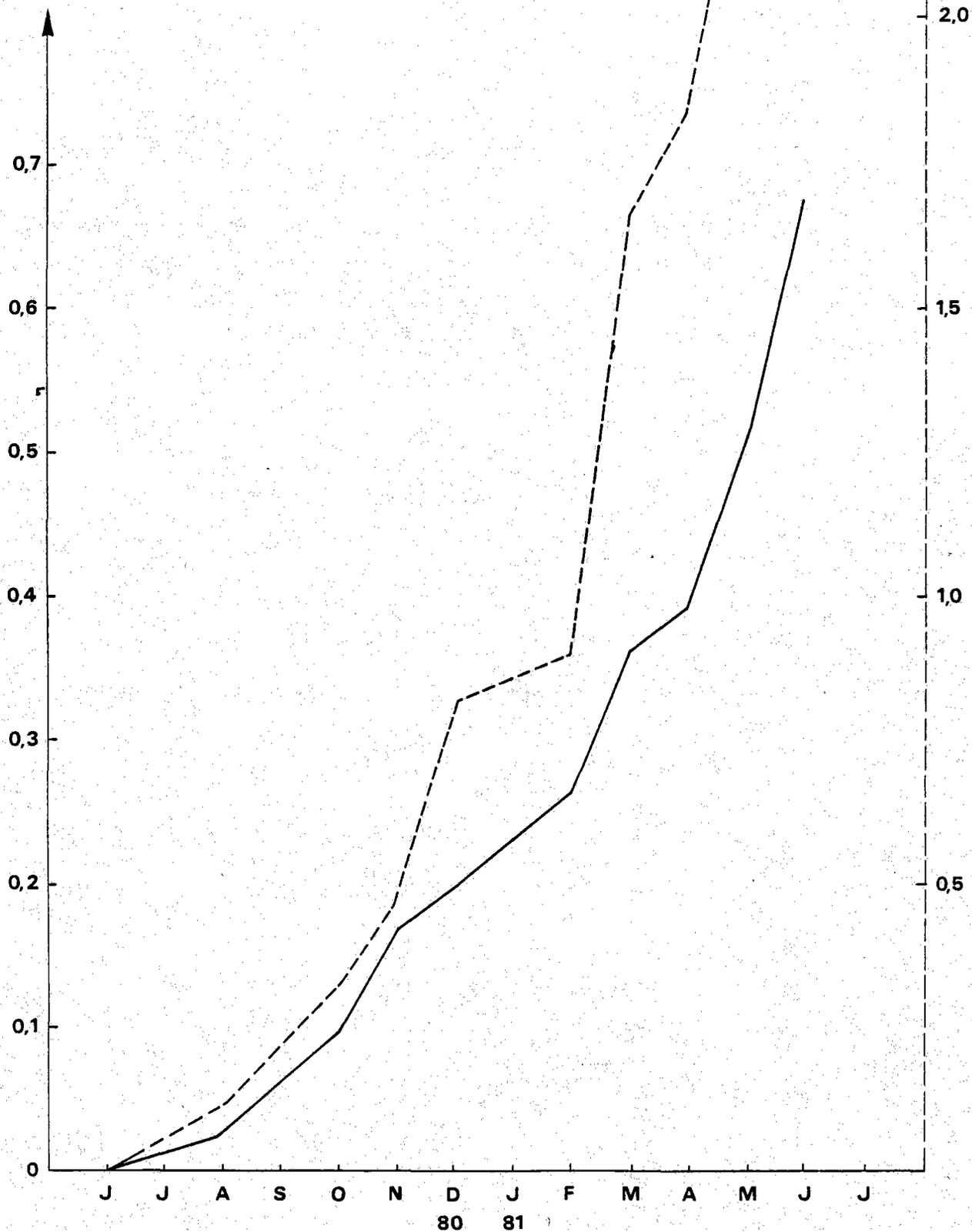
en eau profonde et sur l'estran

. a . Croissance linéaire

Fig. 10 : Courbes de croissance de *Mytilus edulis*

en eau profonde et sur l'estran

.b. Croissance pondérale



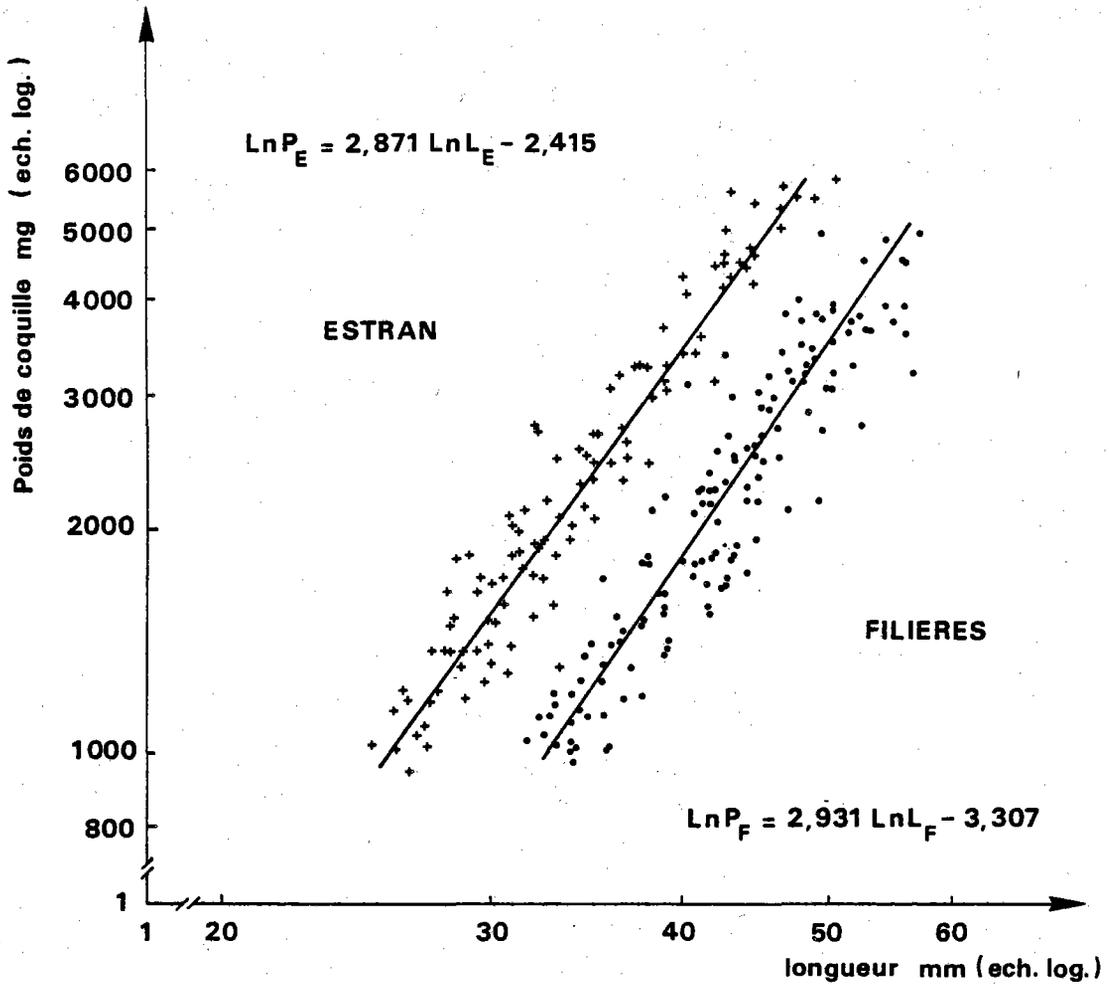


Fig. 11 : Relation taille - poids de coquille

- + moules d'estran
- moules des filières

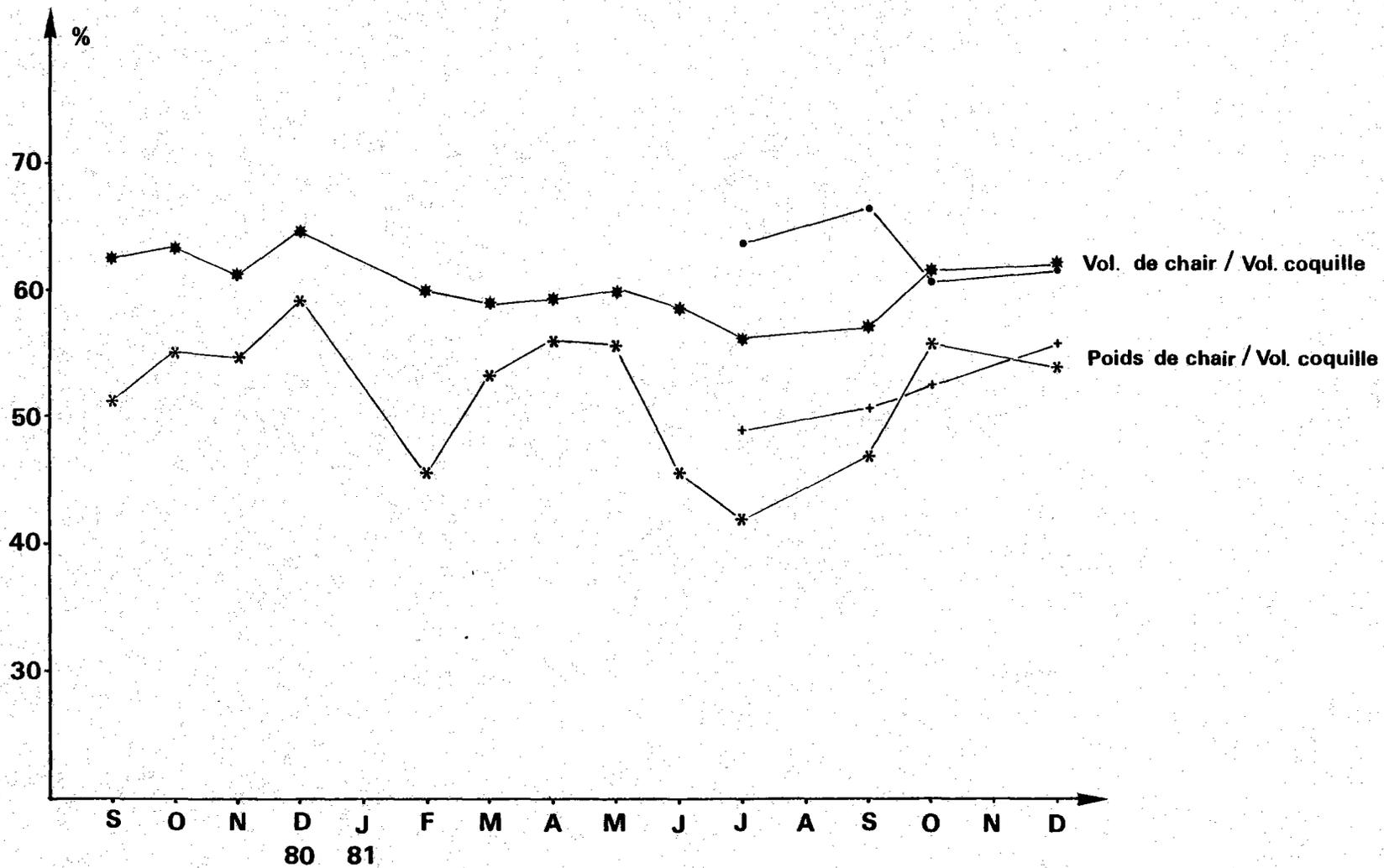


Fig 12 :Variation de l'Index de Condition de BAIRD

\* , \* Cohorte printemps 80

• , + Cohorte printemps 81

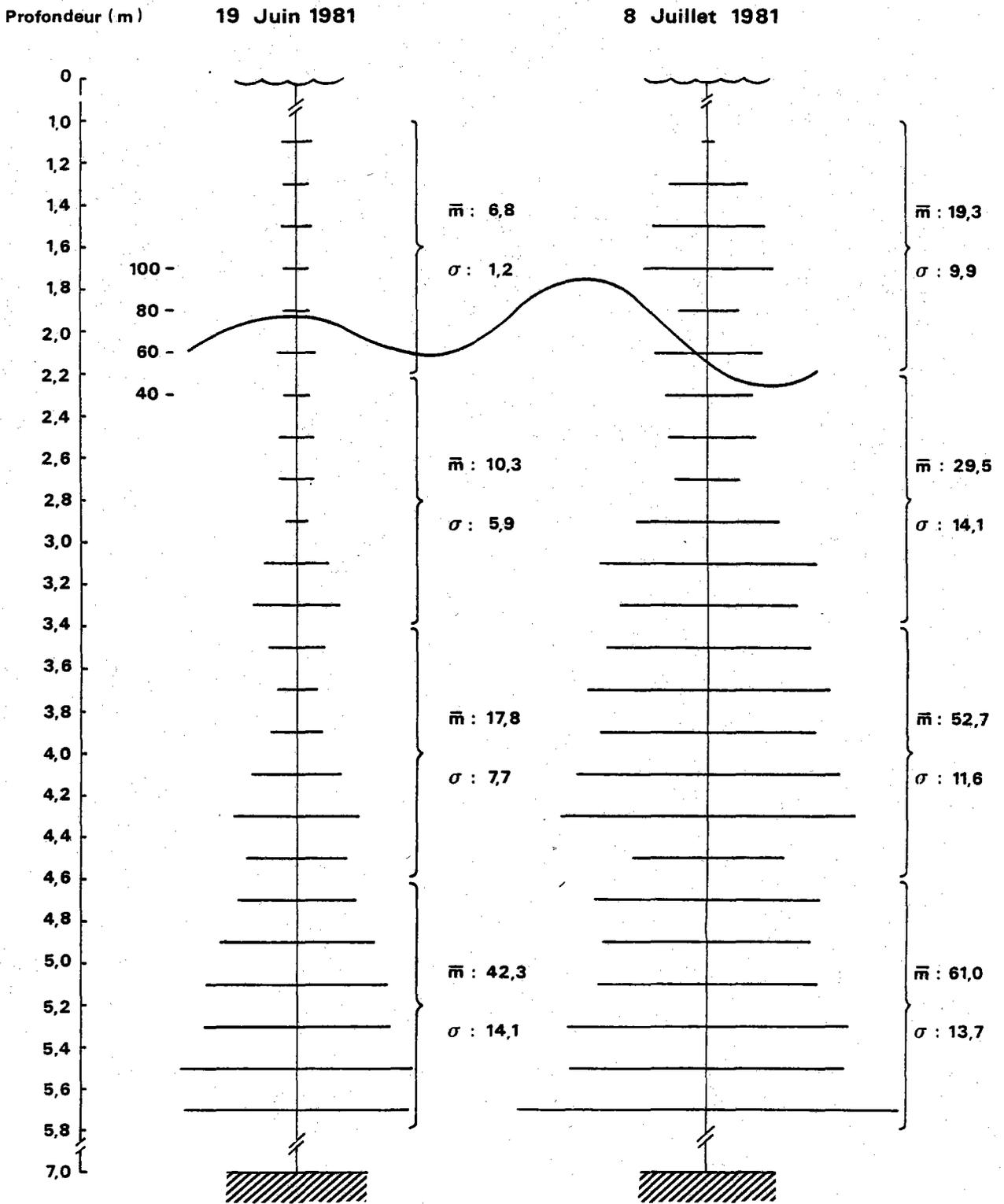


Fig. 13 : Densité de la fixation en fonction de la profondeur

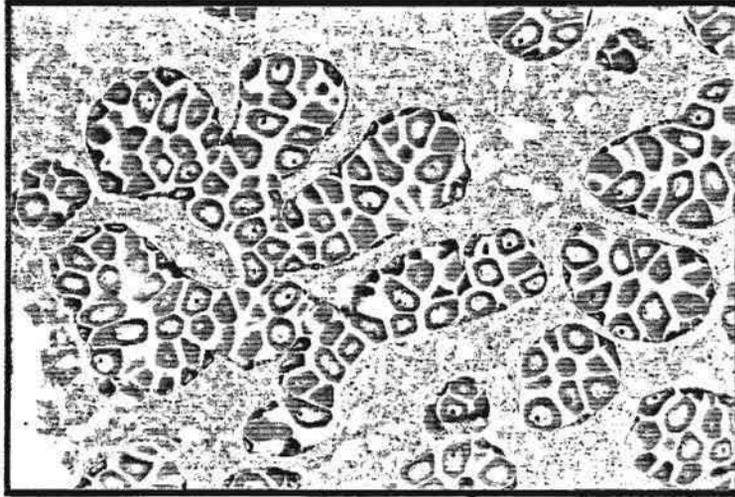


Fig. 14 : Aspect général de la gonade femelle au stade 3a (Individu de la digue, caractérisé par une grande abondance de tissu de réserve et par la présence continue d'ovocytes en cours de maturation.)

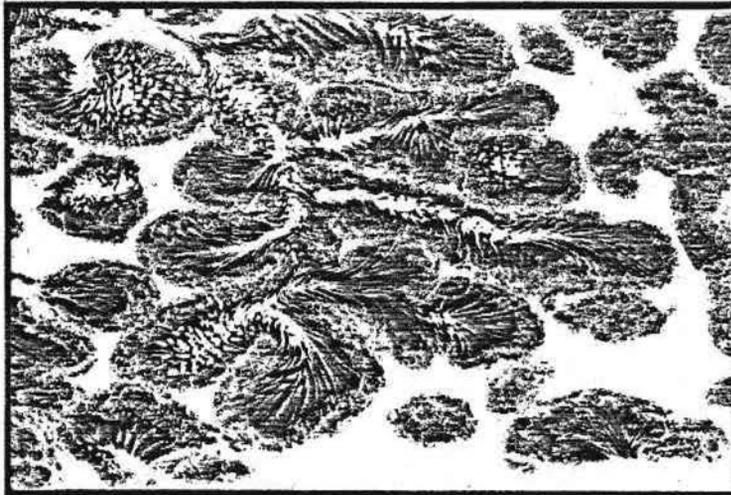


Fig. 15 : Aspect général de la gonade mâle au stade 3a (Individu de la digue, caractérisé par la présence d'une importante couronne de spermatogonies et de spermatocytes).

Fig. 16 : EVOLUTION DE LA GONADE FEMELLE DE LA MOULE

- 1 : Stade 0 - Abondance du tissu de réserve (R), quelques ovogonies sont visibles, disséminées dans le tissu de réserve (O).
- 2 : Stade 1 - Les ovogonies se rassemblent en follicules (F).
- 3 : Stade 2 - Les follicules sont remplis d'ovocytes en cours de vitellogénèse. Les ovocytes adhèrent à la paroi du follicule.
- 4 : Stade 3a - Les ovocytes sont en pleine vitellogénèse. Ils tendent à gagner la lumière du follicule, ils sont pédonculés.
- 5 : Stade 3b - La ponte est en cours, il ne reste que quelques ovocytes à l'intérieur des follicules. Noter la présence de quelques ovocytes en cours de maturation (O.M.).
- 6 : Détail d'ovocyte.
- 7 : Stade 3c - Le cycle repart : la gonade retourne au stade 2.  
Noter la présence d'un ovocyte en cours de cytolyse au centre du grand follicule. (O.C.).  
Le stade 3c peut aussi correspondre à une phase de régression vers le stade 3d.
- 8 : Stade 3d - Régression de la gonade, élaboration du tissu de réserve (R).  
Les ovocytes sont tous cytolysés (O.C.).

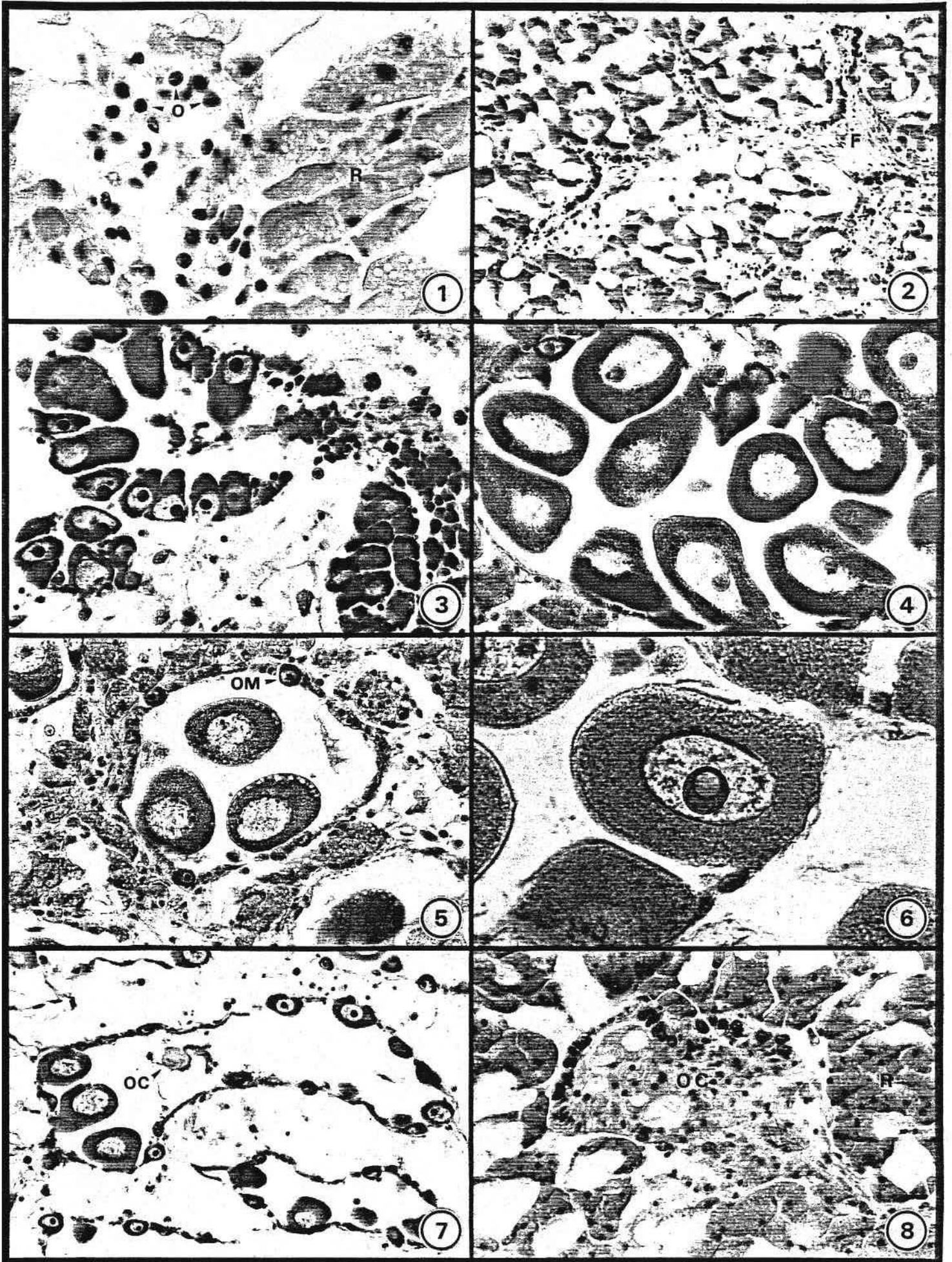


Fig. 16

Fig. 17 : EVOLUTION DE LA GONADE MALE DE LA MOULE

1 : Stade 0 - Abondance du tissu de réserve (R). Quelques spermatogonies (Sg). Noter la présence d'une spermatogonie pédonculée (Sg P).

2 : Stade 1 - Constitution des follicules (F).

3 : Stade 2 - Les follicules (F) se développent, ils ne contiennent pas de spermatozoïdes.

4 : Stade 3a - Des follicules contiennent de nombreux spermatozoïdes (Spz).

Noter la différenciation centripète :

- Spermatogonies	Sg	périphérie
- Spermatocytes I et II	Spc	↓
- Spermatides	Spt	↓
- Spermatozoïdes	Spz	lumière

5 : Stade 3b - La spermiation est en cours. Les follicules se vident.

6 : Détail de follicule au stade 3b. Noter le faible nombre des spermatogonies (Sg) et spermatocytes (Spc) par rapport aux spermatides (Spt) et spermatozoïdes (Spz).

7 : Stade 3c - La gonade retourne au stade 2. Noter la couronne importante de spermatogonies et de spermatocytes.

Le stade 3c peut aussi correspondre à une phase de régression vers le stade 3d.

8 : Stade 3d - Régression de la gonade. Elaboration du tissu de réserve (R). Les follicules (F) disparaissent.

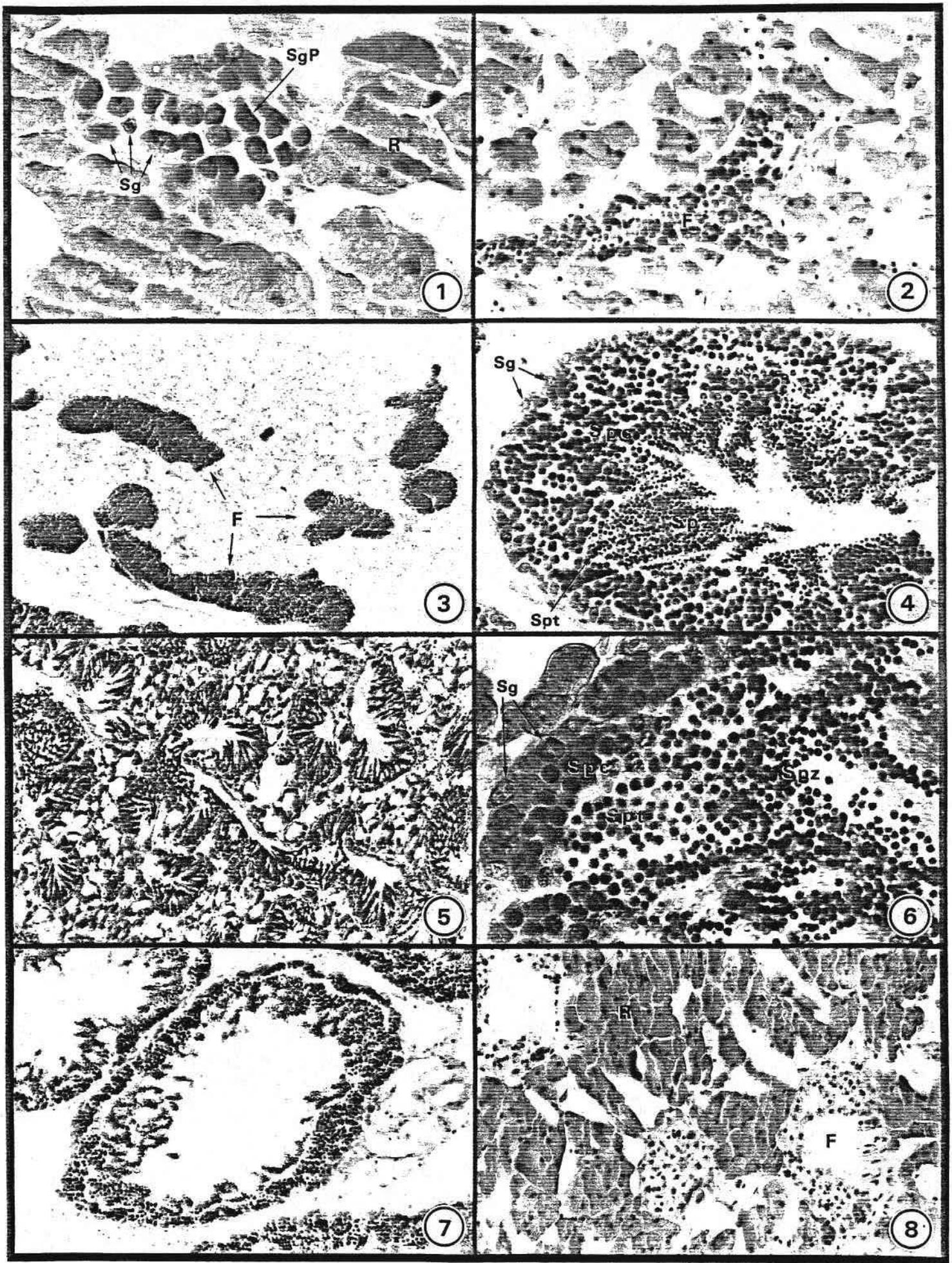


Fig. 17

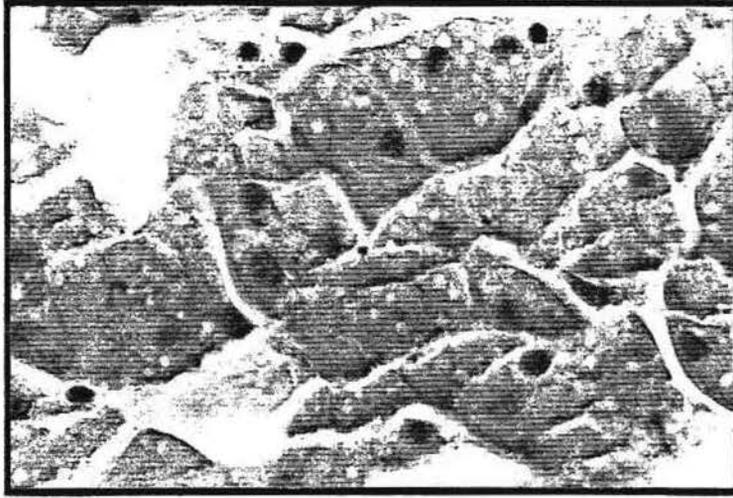


Fig. 18 : Tissu de réserve. Noter la présence des inclusions lipidiques dans les cellules adipogranuleuses.



Fig. 21 : Gonade femelle d'un individu de la digue, montrant la présence d'ovocytes en cours de maturation.

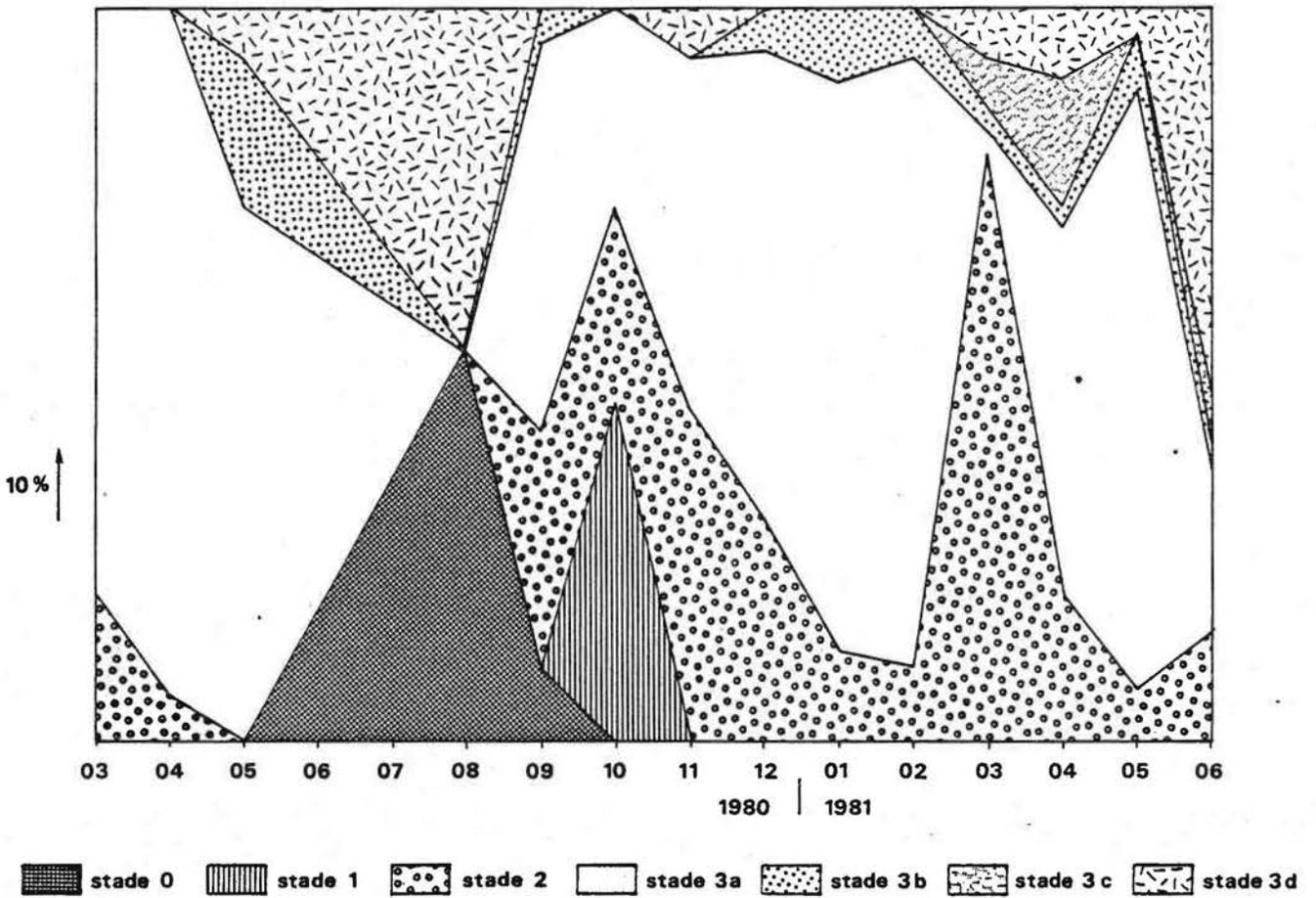


Fig.19 : Cycle sexuel de *Mytilus edulis*

en immersion continue

moules poussent longueur et non en épaisseur. La croissance est de toutes façons limitée par les possibilités de synthèse de la coquille par le manteau.

#### III-4. Le naissain

L'émission de gamètes chez *M. edulis* se traduit par une perte de biomasse importante. Les variations de l'Index de Condition (BAIRD, 1958) mettent en évidence les périodes de l'année où se produit la ponte (Fig. 12).

Les résultats obtenus sur les individus en immersion continue montrent l'existence de deux périodes principales de ponte : en février-mars et en mai-juin. La ponte hivernale est en général de faible importance et n'occasionne pas de gros déficit en biomasse et la ponte de mai-juin est très importante et la récupération de biomasse après cette ponte est très lente.

Le captage du naissain n'est efficace qu'à l'occasion de la ponte de mai-juin.

Les moules se fixent de préférence en profondeur (Fig. 13). Notons que MEREDYTH-YOUNG et JENKINS (1978) signalent à Marlborough sound (Nouvelle Zélande) des résultats inverses.

On peut estimer le taux de croissance journalier du naissain à 26,6  $\mu$ . BAYNE (1964) signale des taux de croissance un peu plus forts : 30,6  $\mu$ /jour.

### IV - ETUDE DU CYCLE SEXUEL

#### IV-1. Définition des différents stades de maturité des gonades (Fig 14)

Selon l'état de développement des gonades on peut distinguer<sup>et</sup> plusieurs stades. Nous avons utilisé la classification de LUBET (Figs 16 et 17)

Stade 0 : Repos sexuel. Le sexe est éventuellement déterminable : quelques gonies disséminées dans du tissu de réserve. (Fig 16-1 et 17-1)

Stade 1 : Les gonies se multiplient et se rassemblent pour former des follicules. Chez les femelles les ovocytes sont du type prévitellogénique. (Fig 16-2 et 17-2)

Stade 2 : La vitellogenèse commence dans les ovocytes. Chez les mâles on observe des spermatogonies, des spermatocytes et des spermatides, mais peu de spermatozoïdes. (Fig 16-3 et 17-3)

Stade 3 : précède et suit la ponte ou la spermiation.

Stade 3a : femelles : ovocytes en fin de vitellogenèse, pédonculés. (Fig 16-4)

mâles : nombreux spermatozoïdes. (Fig 17-4)

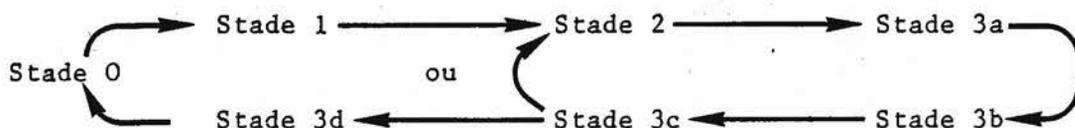
Stade 3b : émission des produits génitaux. (Fig 16-5, 17-5)

Stade 3c : restauration, s'il y a présence d'une couronne de gonies à la périphérie des follicules. Ce stade annonce un retour au stade 2 (Fig 16-7 et 17-7).

Stade 3c : dégénérescence, apparition d'amoebocytes à l'intérieur des follicules. Les produits génitaux non émis sont cytolysés.

Stade 3d : constitution de substances de réserves : les cellules adipogranuleuses (Fig 16-8, 17-8)

On peut schématiser le déroulement du cycle sexuel comme suit :



Selon la période de l'année, les gonades recommencent une phase de maturation (stade 2) ou régressent après le stade 3c. La régression s'accompagne de la reconstitution du tissu de réserve. (Fig 18)

#### IV-2. Etude du cycle sexuel des individus en immersion continue

L'observation de la Figure 19 nous permet de confirmer le schéma décrit ci-dessus.

On assiste au cycle suivant :

- jusqu'en mai 1980 : très forte domination des individus au stade 3a. En mai 1980 apparaissent les premiers individus en cours de ponte (stade 3b).

- au cours de l'été 1980, domination des stades 3d et 0 : la gonade régresse, du tissu de réserve est élaboré.

- les premiers stades de maturation apparaissent au cours de l'automne et au début de l'hiver 1980 (stades 1 et 2). Le stade 3a devient dominant en novembre (82 % des individus). Une deuxième couronne de gonies s'esquisse à la périphérie des follicules.

- une première ponte a lieu en février. En mars les stades 2 dominant à nouveau : c'est la maturation de la deuxième couronne de gonies. Certains individus passent par le stade 3d. Les produits génitaux non émis sont cytolysés.

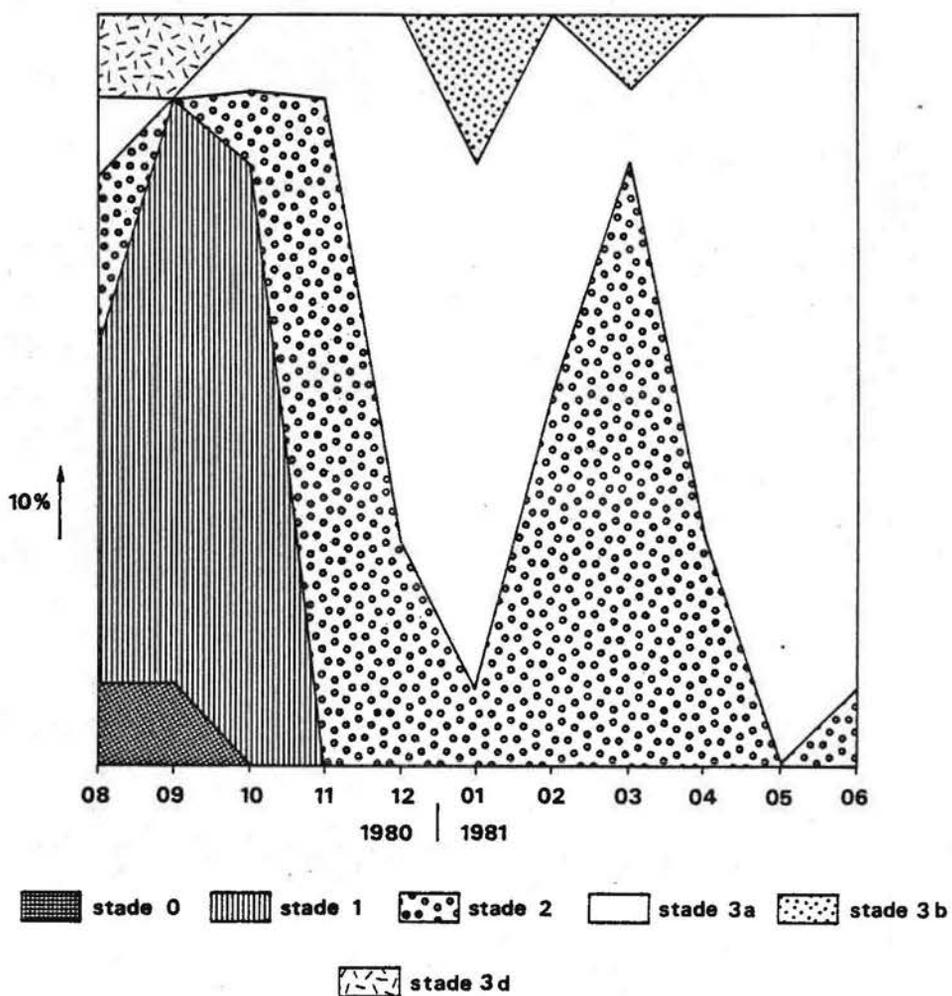


Fig. 20 : Cycle sexuel de *Mytilus edulis* sur la digue  
de l'avant-port de Dunkerque

- au cours du printemps 81 on assiste à une maturation très rapide des gonades. La présence continue d'individus au stade 3b montre que des pontes accessoires peuvent avoir lieu mais intéressent un faible nombre d'individus.

- le 6 juin 1981 de nombreux individus ont pondu. La quasi totalité des individus passent ensuite par des stades de régression de la gonade. La ponte était trop récente à cette date là pour que le naissain ait pu être capté sur la filière.

En conclusion, on assiste à deux périodes de ponte par an : en février et en mai-juin. Il est à signaler que les deux pontes peuvent intéresser les mêmes individus : l'apparition de la deuxième couronne de gonies pendant l'hiver le montre ; mais seule la deuxième ponte est réellement efficace au niveau de la fixation du naissain.

#### IV-3. Etude du cycle sexuel des individus de la digue

Si l'on observe le déroulement du cycle sexuel des individus intertidaux (Fig. 20) on note une différence importante avec celui des individus des filières : on ne met en évidence que très peu de stades de régression de la gonade (stades 3c et 3d). Tout se passe comme si la gonade ne régressait pas. Il semble qu'il y ait également deux périodes de ponte, mais la présence constante d'une importante couronne de gonies à la périphérie des follicules du stade 3 (Fig 17-7, 21) semble montrer que l'on assiste à un "emballement" du cycle sexuel. La concordance imparfaite entre les observations histologiques et les apparitions de jeunes moules sur l'estran ne permet pas d'expliquer les deux cohortes surnuméraires. Il semble que des moules vivant à l'intérieur de la centrale ou dans le canal de rejet puissent être également mises en cause. Signalons que cet effet est tout à fait localisé à la Digue, nous n'avons mis en évidence aucune fixation surnuméraire sur la filière.

#### V - CONCLUSION

La croissance des moules est nettement favorisée par l'immersion continue. La croissance au cours de la première année est deux fois plus rapide que celle d'un individu vivant sur l'estran à un niveau correspondant à une durée d'émergence de 2 heures par cycle de marée.

La station témoin a été, pendant l'étude, soumise à l'influence des rejets d'eau chaude de la centrale. L'augmentation (même si elle a été légère) de la température a modifié le déroulement du cycle sexuel des moules qui y vivent : tout se passe comme si le cycle s'emballait : les gamètes arrivent

à maturité alors que d'autres commencent déjà leur maturation. Il s'agit là de l'amplification d'une phase qui existe naturellement mais qui ne se produit qu'une fois, au cours de l'hiver.

Par contre on ne peut déceler d'influence de la température sur la croissance des individus d'estran dans la mesure où celle-ci dépend surtout de la durée de l'émersion.

Enfin, au sujet de l'influence des facteurs hydrologiques sur la croissance des moules, il semble que ce soit surtout l'immersion constante qui favorise la croissance. Si la "qualité de l'eau" se situe dans des limites "normales" elle ne peut pas être considérée comme un facteur important favorisant la croissance. Il semble que ce soit surtout le temps que la moule peut passer à s'alimenter qui soit important. Cependant, il n'est pas interdit de penser que les taux de croissance puissent être différents entre deux sites à caractéristiques hydrologiques très différentes si les moules sont dans les mêmes conditions d'immersion. Les croissances différentes à Dunkerque et à Boulogne sembleraient le montrer.

BIBLIOGRAPHIE

---

- BAIRD R.H. , 1958 - Mesurement of condition in mussels and oysters. *Journal du Conseil Permanent International pour l'Exploitation de la Mer*, 23, 249-257.
- BAUSSART N., RICHARD A., VIOLLIER M., 1979 - Observation du détroit du Pas-de-Calais à l'aide du Satellite Landsat. *Photo-interprétation n° 2*, 4B, 26-31.
- BAYNE B.L., 1964 - Primary and Secondary Settlement in *Mytilus edulis* L. (*Mollusca*). *Anim. Ecol.*, 33, 513-523.
- BRIENNE H., 1955 - Les gisements de moules du Boulonnais. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 19, (3), 389-414.
- CHIPPERFIELD P.N.J., 1953 - Observations on the breeding and settlement of *Mytilus edulis* (L.) in British waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 32, 449-476.
- FREEMAN K.R. & DICKIE L.M., 1979 - Growth and mortality of the blue mussel (*Mytilus edulis*) in relation to environmental indexing. *Journal of Fisheries Research Board of Canada*, 36, (10), 1238-49.
- GABE M., 1978 - Techniques histologiques, Masson, éditeur 1113 p.
- GROSSEL H., DEWARUMEZ N., 1982 - Etude écologique du site de Gravelines Etude de surveillance. CNEEXO-SMW
- LANGERON, 1949 - Précis de microscopie. Masson éditeur, 1430 p.
- LUBET, 1959 - Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gamètes chez les Mytilidés et les Pectenidés. (Mollusques bivalves). *Rev. Trav. Inst. Pêches Mart.* 23, 387-548.
- LUBET P. et LEGALL P., 1968 - Observations sur le cycle sexuel de *Mytilus edulis* L. à Luc sur Mer. *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 8, 303-307.
- MARTOJA R., MARTOJA M., 1967 - Initiation aux techniques de l'histologie animale. Masson éditeur, 345 p.
- MEREDYTH-YOUNG J.L. et JENKINS R.J., 1978 - Depth of settlement of two mussel species on suspended collectors in Marlborough Sounds, New Zealand. *J. Mar. Freshwater Res.*, 12 (1), 83-86.
- QUAYLE D.B., 1978 - A preliminary report on the possibilities of mussels culture in British Columbia. *Fisheries and Marine Service Technical Report*, 815, 37 pp.

- SAVAGE R.E., 1956 - The great spatfall of mussels (*Mytilus edulis* L.) in the river Conway estuary in spring 1940. *Fishery Investigation London*, Ser. 2, 20, (7), 22 pp.
- TRAVADE F., 1981 - Premières observations relatives au développement des Moules dans les ouvrages de prise d'eau de la centrale nucléaire de Gravelines. Rapport *Dir. Et. Rech. E.D.F.*, 13 p., 14 annexes.
- WALLACE J.C., 1979 - Growth Rates of Different Populations fo the Edible Mussel, *Mytilus edulis*, in North Norway. *Aquaculture*, 19, 303-311.

Date	1980					1981								
	14.08	15.09	20.10	24.11	19.12	23.01	06.02	12.03	15.04	11.05	03.06	10.07	11.09	16.10
Sonde brute (m)	13	-	6	11	25	11	9	13	9	9	-	13	13	12
Heure (T.U.)	14H00	12H00	12H20	11H45	09H45	11H30	11H30	11H30	11H40	13H00	09H15	13H40	12H20	15H10
Secchi (m)	-	1,40	-	1,10	1,20	1,20	0,80	1,70	2,00	2,50	-	2,25	2,0	1,5
M.E.S. : (mg/l)	7,70	13,10	11,26	-	18,23	16,69	23,69	19,41	5,93	5,55	10,67	6,81	5,4	12,3
: N.T.U.	-	5,2	7,1	6,25	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Température (° C)	17,89	16,60	12,21	10,22	6,48	5,57	6,05	8,39	9,96	11,59	11,06	16,63	19,00	13,01
Salinité (‰)	-	34,077	33,747	33,602	33,327	33,952	33,897	33,264	32,420	32,820	33,064	33,57	33,832	33,538
Oxygène dissous (ml/l)	5,62	5,49	5,98	6,38	6,95	6,72	6,73	6,67	6,97	-	6,71	5,47	-	5,50
D.B.O. (ml/l)	-	-	0,60	1,35	1,32	0,49	1,05	0,83	1,65	-	2,42	-	-	-
Nitrates + Nitrites (μ atg/l)	-	8,75	10,52	12,91	16,45	8,57	10,71	14,06	1,88	9,11	1,47	5,76	0,73	-
Phosphates (μ atg/l)	0,81	-	2,03	0,89	-	0,68	0,56	0,55	-	-	-	-	-	-
Silicates (μ atg/l)	-	10,0	0,9	3,6	6,4	6,1	4,1	2,9	0,7	3,5	3,0	6,8	2,5	-
Chlorophylle a (μg/l)	5,70	2,21	1,58	-	-	3,07	3,63	5,50	-	1,04	18,28	2,50	5,18	
Phaeopigments (μg/l)	1,72	1,13	-	-	-	2,45	1,86	2,23	-	0,53	3,54	1,23	1,23	
pH	-	-	8,14	8,11	8,18	8,11	8,11	-	-	8,02	8,30	8,11	8,12	7,93

TABLEAU 1 : PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES

Tableau 2 : Suivi de croissance de *Mytilus edulis* en immersion continu.

	1978			1979			1980			1981-Dunkerque			1981-Boulogne		
	M	$\sigma$	N	M	$\sigma$	N	M	$\sigma$	N	M	$\sigma$	N	M	$\sigma$	N
<u>1980</u>															
mars	54,9	3,9	50	28,7	2,1	100									
avril	54,9	3,8	50	30,0	2,0	100									
mai	55,2	3,6	49	35,5	2,3	100									
août	56,5	3,8	49	41,3	3,6	97									
septembre	57,0	3,9	47	46,3	3,8	95									
octobre	58,0	4,2	47	50,0	4,4	94									
novembre	58,9	4,0	45	51,9	4,9	94									
décembre	59,5	4,2	45	52,5	5,6	94									
<u>1981</u>															
janvier	59,9	3,9	4,2	53,0	5,5	93									
février	60,4	3,4	35	55,1	6,5	86									
mars	60,9	3,5	35	56,1	6,9	86	34,4	4,0	100						
avril	61,3	3,6	35	56,7	6,1	85	37,4	4,2	100						
mai	61,9	3,4	35	57,5	6,1	85	40,8	4,2	100						
juin	63,3	3,4	33	57,9	6,3	85	42,8	4,4	98						
juillet	63,4	3,8	33	58,3	6,5	84	45,8	5,9	97						
septembre	65,7	3,9	25				52,2	8,3	96	25,4	2,6				
octobre	66,8	3,4	16				-	-	-	-	-	-	-	-	-
novembre	66,9	3,9	16				-	-	-	35,2	3,0	300	35,2	3,0	300
décembre	67,2	4,0	16				59,7	5,2	95	41,9	4,4	88	38,6	2,8	200
<u>1982</u>															
Janvier	67,1	4,2	15				61,2	5,1	94	44,5	4,2	88	40,7	2,9	200
février	68,2	4,2	15				63,3	5,5	93	47,5	4,5	88	41,6	4,5	196
mars	68,3	4,0	15				-	-	-	-	-	-	41,1	2,7	195
avril	-	-	-				65,4	5,8	92	51,7	3,8	86	-	-	-
mai	-	-	-				66,0	5,9	92	52,9	3,7	86	50,2	3,4	195
juin	68,5	4,1	13				66,2	5,8	91	53,5	3,4	85	50,7	5,6	147
juillet	68,6	3,5	11				67,4	5,0	90	55,2	3,4	84	-	-	-

DEUXIÈME PARTIE

PENLY & PLOGOFF

ÉTUDE SUR LA CROISSANCE DES  
MOULES, *Mytilus edulis* ET  
*Mytilus galloprovincialis*.

F. TOULARASTEL & M. LUNVEN

E.L.G.M.M./C.N.E.X.O./C.O.B.

## DEUXIEME PARTIE

### SOMMAIRE

Sites de Penly et Plogoff .....	1
I. Méthodes et techniques .....	1
1. Remarque sur le choix des sites .....	1
2. Etude sur moulières naturelles .....	2
3. Etude en conditions artificielles .....	2
4. Hydrologie .....	3
II. Résultats .....	3
1. Hydrologie .....	3
2. Résultats des études sur moulières naturelles .....	6
3. Croissance en conditions artificielles .....	8
Conclusion .....	12
Bibliographie .....	14

## I. METHODES ET TECHNIQUES

### I.1. Remarques sur le choix des sites d'expérience (fig. I)

Il était d'abord question de suivre d'une part l'évolution des moulières naturelles sur le site, et en même temps des cultures en conditions artificielles de moules "suspendues" en pleine eau sur des filières au droit du site (fig. II).

Ainsi les difficultés rencontrées pour accéder à Plogoff, à l'époque (1981), nous ont obligés à choisir un autre site, proche et ressemblant, en mer ouverte. Nous avons trouvé près du Conquet, au lieu dit Pors-liogan, un site tout à fait convenable, à 1 mille de la côte, en dehors cependant des très forts courants généraux de cet endroit (chenal du Four).

Cet endroit avait en outre l'avantage d'un accès facile à partir du port du Conquet. Cette initiative a été prise afin d'avoir de bonnes conditions d'élevage pour l'étude demandée, mais il convient de préciser que le site choisi n'était pas un site retenu pour une centrale nucléaire.

D'autre part, les incessantes difficultés rencontrées à Penly, concernant nos expériences sur filières immergées nous ont conduits (avec l'accord d'Electricité de France) à abandonner celles-ci. Il s'agissait autant de perte de matériel à cause du gros temps que du vol de celui-ci. A Penly, nous avons donc essayé une "table à moules" (fig. III.A), support métallique solide, scellé sur l'estran rocheux, où sont accrochées les caquettes d'expérience. Beaucoup moins coûteux et facile d'accès, ce dispositif a subi les effets des vagues et nous avons quand même constaté des pertes. L'expérience quant à la croissance des moules en milieu "artificiel" sur Penly reste fragmentée malgré les moyens mis en oeuvre et la somme de travail engagée.

Ainsi dès l'année 1981, nous avons aussi transplanté de jeunes moules de Penly sur nos filières du Conquet.

Enfin, pour ne pas risquer la perte totale d'informations nous avons ajouté une expérience de suivi de croissance dans un site sans rapport avec ceux des centrales, à Ste Anne du Portzic, sur la station d'essai appartenant au Centre Océanologique, dans un lieu facile d'accès et à l'abri de toutes dégradations (fig. III.C et D).

J.Y. PIRIOU a participé à ce travail pendant les 6 premiers mois.

## I.2. Etude sur moulières naturelles

Prélèvements : les prélèvements ont été effectués de façon régulière, chaque mois (voir liste des sorties). Les sorties ont eu lieu à Penly, très exactement sur la plage voisine de Berneval, depuis que les travaux de terrassement de la centrale ont commencé (avril 1980) et à Plogoff, à l'anse du Loc, proche du site et d'accès plus facile.

A Penly (et à Gravelines) il s'agit de l'espèce *Mytilus edulis*, alors qu'à Plogoff on trouve *Mytilus galloprovincialis*.

Des échantillons de 300 à 500 moules ont été prélevés sur les moulières, toujours au même endroit ; ils ont été fixés au formol puis triés et mesurés au laboratoire.

Biométrie : nous avons mesuré longueur, largeur et hauteur de chaque moule pour finalement opter pour le paramètre longueur (1).

Nous avons mesuré aussi, sur une trentaine d'individus, le poids de coquille et le poids de chair, après passage à l'étuve (60°C pendant 48 h) et envisagé le rapport longueur/poids de chair et ses variations saisonnières qui peuvent nous renseigner sur l'état physiologique de la moule.

## I.3. Etude de croissance en conditions artificielles

Etant donné les essais malchanceux faits à Penly, nous avons essayé de "sauver" l'expérience en la poursuivant en des endroits plus sûrs. Ainsi nous avons installé des lots de moules (issus des moulières naturelles des sites de centrales), au Conquet et à Ste Anne du Portzic.

Nous avons marqué des coquilles des deux espèces afin de suivre la croissance individuelle de celles-ci. Les coquilles étaient marquées d'un chiffre ou d'une lettre peinte en blanc après grattage à la pointe sèche. De cette façon l'inscription, durable, ne blesse pas la moule, et peut être lue après des mois d'immersion (fig. III.F) malgré parfois une forte fixation d'épizoïtes (balanes ...).

Au départ, les expériences comprenaient une quarantaine d'individus d'environ 2 cm (de 1,4 à 2,8 exactement).

Dans un deuxième type d'expérience, on a suivi la croissance moyenne de lots de très petites moules. La taille de départ était inférieure au cm, les lots constitués d'une cinquantaine d'individus.

(1) La plus grande longueur, mesurée au pied à coulisse, de la pointe de la charnière au bord externe de la coquille.

Dans les deux expériences, les mesures étaient faites chaque mois.

Pour toutes ces expériences, les moules ont été placées dans les pochettes de filets de nylon qui étaient elles-mêmes dans une cagette de grillage en plastique (type cage à naissain Nortène) de maillage 1 cm (fig. III.E).

A Ste Anne du Portzic ces cagettes ont été suspendues à partir de la plateforme de la "tour d'essai" (fig. III.C et D) de telle façon qu'elles soient toujours immergées. Au Conquet, les cagettes ont été placées sur des filières (fig. II) en mer. A Penly, en 1980, l'expérience de filières a été faite en mer, et en 1981 les cagettes ont été placées sur la "table à moules", l'émersion était alors de 8 h sur 12 h.

#### I.4. Hydrologie (tableaux 1, 2, 3, 4, 5)

Chaque site où nous avons étudié la croissance des moules, moulières naturelles ou suspension en "artificiel", a été étudié au point de vue des conditions de milieu ; ainsi, nous avons suivi plusieurs des paramètres du milieu qui sont les suivants :

- température (mesurée en surface),
- salinité,
- matières en suspension,
- chlorophylle et phaeopigments,
- ammoniacque,
- sels nutritifs,
- protides, lipides, glucides particuliers,
- carbone et azote particuliers (et rapport C/N),
- mesure de matière organique dissoute par le biais de la mesure d'oxygène dissous, c'est-à-dire mesurer la demande biologique en oxygène, cela après 8 jours (DBO<sub>8</sub>).

Ces mesures ont été effectuées tous les 15 jours au Conquet et à Ste Anne du Portzic d'avril 1980 à octobre 1981. A Penly on notera quelques lacunes (voir ci-après).

## II - RESULTATS

### II.1. Hydrologie (tableaux 1, 2, 3)

Nous donnerons les résultats en comparant le plus souvent les sites et notamment ceux de Ste Anne du Portzic et Le Conquet.

#### II.1.1. Température et salinité (fig. IV)

Les mesures montrent deux années similaires, ne présentant pas

de phénomènes exceptionnels. Le maximum de température des eaux, en surface, est de 16°5 au Conquet, alors qu'il atteint 17° à Ste Anne du Portzic ; le minimum est 8°3 en mars.

On constate plus d'irrégularités quant aux salinités. Le minimum se situe en juin, le maximum en septembre, les variations ont lieu entre 32,6 ‰ et 35 ‰.

#### II.1.2. Ammoniaque (fig. V)

Il est toujours plus abondant à Ste Anne du Portzic, entre avril et novembre surtout, avec les plus fortes teneurs atteignant 7 µg/l. Au Conquet les valeurs sont entre 0,25 et 4 µg/l.

#### II.1.3. Sels nutritifs (fig. VI)

Nitrites et nitrates : les variations de la quantité de ces sels nutritifs sont assez semblables à Ste Anne du Portzic et au Conquet, sauf en mai au moment d'un maximum très prononcé enregistré à Ste Anne du Portzic, soit 15 µatg/l, alors que les valeurs restent par ailleurs comprises entre 0,5 et 9 µatg/l.

Ces périodes correspondent à de fortes précipitations et en même temps à la période où les zones de cultures reçoivent les plus gros apports d'engrais chimiques azotés. Le bassin versant du ruisseau de Ste Anne du Portzic est beaucoup plus étendu quant aux cultures que celui de Porsliogan.

#### II.1.4. Silicates et phosphates (fig. VII)

Il n'y a pas de grandes différences entre les deux sites quant aux valeurs enregistrées pour les silicates et les phosphates.

Les silicates restent beaucoup plus abondants en hiver à Ste Anne du Portzic, avec un pic en janvier aux environs de 20 µatg/l.

Au Conquet, on observe plusieurs petits pics successifs entre l'automne et le printemps. Malgré une lacune dans les résultats en mai, on peut décrire aux deux sites une chute de silicates entre janvier et avril et une remontée des concentrations en fin d'été.

La variation des concentrations en phosphates est similaire aux deux sites, de juillet à mars de l'année suivante. Elle est beaucoup plus importante au Conquet. On remarque en juin un pic à 5,8 µatg/l tandis qu'on enregistre une chute spectaculaire des concentrations entre mai et juillet à Ste Anne du Portzic.

#### II.1.5. Pigments chlorophylliens (fig. VIII)

En mesurant la quantité de chlorophylle dans un volume d'eau de mer, on a une idée de la quantité de phytoplancton (ainsi que du nanoplancton). L'évaluation *a posteriori* des phaeopigments donne une idée de la quantité du phytoplancton en décomposition, lequel constitue une part du matériel nutritif pour les moules.

Ste Anne du Portzic : on remarque un premier pic de chlorophylle en septembre 1980, un autre très élevé (supérieur à 15  $\mu\text{g/l}$ ) en avril 1982 puis un autre en juin (7  $\mu\text{g/l}$ ).

La phaeophytine reste en faible concentration sauf en juin 1981, avec un maximum aux alentours de 3  $\mu\text{g/l}$ .

Le Conquet : deux pics chlorophylliens sont enregistrés, en juin 1980 et en avril 1981, d'environ 9 et 13  $\mu\text{g/l}$  chacun, suivis d'un second deux mois après. La phaeophytine est plus abondante sur ce site, mais présente de grandes irrégularités dans les quantités : très faible en octobre et mai par exemple (inférieure à 1  $\mu\text{g/l}$ ) et maximum en juin.

#### II.1.6. Matière en suspension (fig. V)

La matière en suspension dans l'eau de mer fournit une partie de la nourriture pour les moules.

A Penly, la turbidité provient surtout du calcaire de la côte crayeuse.

Au Conquet, on remarque deux maxima à plus de 20  $\text{mg/l}$ , l'un en septembre 1980, l'autre en juin 1981 ; à Ste Anne du Portzic on a noté un seul pic en mai 1981. Pendant le reste de l'année, aux deux sites comparés ici, les valeurs restent proches et oscillent autour de 8  $\text{mg/l}$ .

#### II.1.7. Protides, lipides, glucides (fig. IX)

Nous avons pu faire des dosages sur des échantillons d'eau de mer des deux sites pour ces 3 composantes ; on voit peu de différences au long de l'année entre Ste Anne du Portzic et le Conquet sauf, justement, au moment du maximum de juin pour les lipides avec une plus forte concentration au Conquet (130  $\mu\text{g/l}$ ).

Au contraire, au moment du maximum il y a environ 2 fois plus de protides à Ste Anne du Portzic qu'au Conquet (voir tableau). En juin et juillet il y a jusqu'à 2,5 fois plus de glucides à Ste Anne du Portzic qu'au Conquet.

#### II.1.8. Azote et carbone particulaire (fig. X)

Nous avons dosé l'azote et le carbone particulaire contenus dans l'eau. En ce qui concerne l'azote, on remarque de très grandes irrégularités, et les deux sites se révèlent très différents. Les teneurs en carbone particulaire, par contre, restent proches. Si l'on considère le carbone par rapport à l'azote, on voit un rapport qui varie de 4,5 à 11,5 à Ste Anne du Portzic, de 3,5 à 12 au Conquet. Les variations de ce rapport sont très semblables d'un site à l'autre.

Le carbone particulaire entre dans la nourriture de la moule ; cependant, dans ces régions où les teneurs sont à la fois élevées en moyenne et très irrégulières dans leurs variations, il peut s'agir là d'un facteur "utile" mais non limitant par rapport à la croissance.

#### II.1.9. Courants

Des mesures de courants faites dans les mêmes conditions de marées ont donné les mêmes forces de courants aux deux endroits.

#### II.1.10. Conclusion sur la comparaison hydrologique des sites

Le but à atteindre était de mieux connaître la croissance de la moule, mais surtout d'essayer de rattacher cette croissance à la composition du milieu environnant.

On aurait espéré que la comparaison entre les deux sites, concernant à la fois les conditions hydrologiques et la croissance des moules, puisse permettre de mieux comprendre quels sont les facteurs influençant cette croissance. Les deux sites sont très semblables hydrologiquement. Les différences dans la qualité de ces deux sites sont mal définies et ne reflètent pas les différences de croissances observées. Les caractéristiques qui pourraient individualiser les sites choisis pour l'expérience doivent se situer au niveau de paramètres que nous n'avons pas mesurés, par exemple (entre autres), la qualité microbiologique du milieu, la qualité du phytoplancton, l'intensité du brassage des eaux, la matière organique dissoute ...

#### II.2. Résultats des études sur moulières naturelles

Nous avons suivi chaque mois les moulières naturelles à Penly et à Plogoff. A Plogoff, plus précisément à l'anse du Loc, il s'agit de peuplements assez restreints, épars, et surtout concentrés dans les fissures d'un platier de rochers granitiques.

platier de rochers granitiques. L'endroit, facile d'accès, garde la particularité d'être dans une anse qui reçoit la rivière du Loc, cause de dessalures fréquentes.

A Penly, les peuplements de moules sont nombreux et très étendus, mais sujets à des variations spatiales rapides, surtout dues à des ensembles locaux variant selon les marées. Les moules s'étendent sur des kilomètres carrés. L'estran est un grand plateau calcaire surmonté par des bancs de silex et rien ne protège ces moulières toujours très battues, où l'eau est très riche en suspensions et turbide ; en outre, elles subissent de très fréquentes dessalures dues à des résurgences au niveau de la plage.

#### II.2.1. Plogoff

Nous observons un recrutement de jeunes individus tout au long de l'année. La plupart des jeunes de taille inférieure à 0,7 cm sont enserrés dans les byssus des plus âgés (fig. XII et XIIbis).

Il n'a pas été possible de distinguer des cohortes bien nettes ; et nous n'avons récolté que très peu d'individus atteignant 4 cm, sauf en mai et octobre 1980. A notre avis, il y a deux raisons à cela : d'une part les moules sont récoltées pour la consommation, d'autre part elles grandissent très lentement et difficilement.

#### II.2.2. Penly (diagramme fig. XIII et XIII bis)

Les conditions sont très différentes à Penly. Le recrutement a été difficile à déceler en 1980. Il faut préciser qu'au début, notre manière d'échantillonner ne nous permettait pas d'observer les très jeunes individus de moins de 1 centimètre.

On observe, dès février, des individus de plus de 4 cm, ce que l'on ne retrouve jamais ensuite ; la croissance étant très faible en hiver on peut penser qu'il s'agit d'une cohorte née du recrutement de l'été 1979.

En 1980 on ne peut pas suivre l'évolution des populations de façon claire. Par contre, en avril 1981 on enregistre un net recrutement (cela correspond à la fixation de jeunes ayant déjà passé plusieurs semaines dans le plancton). On suit ensuite très bien l'évolution jusqu'en automne. Ainsi des moules de moins de 4 mm en juin-juillet peuvent atteindre des tailles proches du cm en 4 ou 5 mois. Ceci représente des croissances moins fortes que celles constatées en conditions artificielles (voir chapitre suivant).

Nos observations régulières sur la relation entre la taille des moules et leurs poids sec de chair respectifs ont montré de façon significative les périodes de ponte ; en effet, l'émission de gamètes fait tomber de moitié le poids de chair.

Ces résultats sont mis en parallèles avec ceux obtenus lors de précédentes expériences : des essais de captages de larves sur collecteurs à Penly avaient montré un recrutement de moules entre avril et septembre (1) avec un maximum en juin.

Pour finir, notons qu'à Penly l'exploitation des moulières naturelles, tant par les habitants de la région, toute l'année, que par les vacanciers, est très importante ; ainsi toutes les moules de taille supérieure à 4 ou 5 cm sont récoltées.

Les observations montrent qu'à Penly *Mytilus edulis* présente des gonades mures plusieurs fois dans l'année. Ceci ne veut pas dire qu'il y ait à chaque fois émission de larves ni que celles-ci puissent survivre et se fixer.

### II.3. Croissance en conditions artificielles

A l'origine il était prévu d'observer en même temps que les moulières naturelles, différents lots de moules immergés artificiellement, suspendus sur des filières au large des sites (Penly et Plogoff). Nous donnerons ci-après pour mémoire les quelques résultats obtenus à Penly, ensuite ceux obtenus à Ste Anne du Portzic et au Conquet, sites plus faciles d'accès et moins exposés aux pertes de matériel.

#### II.3.1. Expériences réalisées sur le site de Penly, en mer et sur l'estran

Nous résumons ici les différents essais faits en mer et sur l'estran ; nous examinerons ensuite les résultats obtenus.

20 février 1980 : pose de lots de jeunes moules calibrées de 1,5, 2,5, 3,5 et 4,5 cm sur des filières en mer,

20 mars 1980 : pose de 70 moules marquées. Pas de relève de filières à cause du mauvais temps.

15 avril 1980 : mesures des moules marquées posées le 20 mars. Mesures des moules des 2 lots de 1,5 cm et 2,5 cm posés le 20 février - remise à l'eau du tout.

Du 21 mai 1980, quatre essais successifs se sont soldés par des échecs, le matériel étant perdu par suite de gros temps, autant que de vol.

21 janvier 1981 : abandon des essais de filières en mer, pose d'une "table à moules" sur l'estran : mesures de plusieurs lots calibrés.

(1) Etude écologique de projet sur le site de Penly. 2ème cycle (1982) - Rapport CNEXO/EDF.

24 février 1981 : disparition des caquettes : nouvelle expérience avec 120 moules calibrés : 80 moules de Penly et de Plogoff, de 1 cm, et 40 de 1,5 cm.

23 mars 1981 : mesures des moules posées le 24 février et remise à l'eau.

21 avril 1981 : pose de nouveaux lots de jeunes moules calibrés par tailles.

4 juin 1981 : mesures des moules posées le 21 avril et remise à l'eau.

7 juillet 1981 : perte.

Résultats : Le tableau suivant résume les taux de croissance en fonction de la saison et de la taille d'origine, ceci pour les résultats obtenus à Penly.

Origine	Février mars	Mars avril	avril mai
ME 1 cm		0,0039	
MG 1 cm		0,0037	
ME 1,5 cm		0,0029	
ME 1,1 cm			0,0068
ME 1,75 cm			0,0059
ME 2 cm	} 0,004		
ME 3 cm			
ME 2,28 cm	0,0023		
ME < 2 cm	0,0030		

Nous compléterons ces résultats par quelques suppléments obtenus lors d'une précédente expérience de captage de larves sur collecteurs à Penly (tableau suivant).

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS OBTENUS

Date des expériences	Effectif (n)	L initiale (en cm)	L finale (en cm)	Accroissement moyen/jour (µm)
25/3/1980 - 15/4/1980	63	2,28	2,34	2,3
	13	< 2,00		3,0
20/2/1980 - 15/4/1980	66	2,0	2,20	# 4,0
	70	3,0	3,20	# 4,0
24/2/1981 - 23/3/1981	40	1,0	1,2	3,9
	40	1,5	1,64	2,7
	40	1,0	1,19	3,7*
21/4/1981 - 4/6/1981		1,1	1,4	6,8
		1,5	1,76	5,9

\* *Mytilus galloprovincialis*.

### II.3.2. Compléments apportés sur la croissance des moules par des expériences de captage de larves

En 1978 et 1979, des essais de captage de larves avaient été effectués à Penly afin de connaître le recrutement animal susceptible de coloniser les conduites d'eau des centrales.

Nous avons immergé des collecteurs en nylon, sur des filières, au large de Penly (les collecteurs étaient les mêmes que ceux employés couramment pour le captage de naissances de coquille St-Jacques).

De très nombreux organismes se sont fixés dans ces collecteurs (voir rapports CNEOX/EDF sur Penly) et s'y sont développés, des moules notamment.

Le moment du recrutement des très jeunes moules se trouve être entre avril et août, la majorité se fixe en juin. Les collecteurs étaient relevés tous les deux mois pour mesurer les moules.

Si l'on admet que le plus gros recrutement se fait au début de juin, les jeunes, fixés autour de 0,1 cm atteindraient en moyenne : plus de 2 cm en septembre.

Or, les plus grandes moules trouvées après 3 mois de mise à l'eau du collecteur, mesuraient 2,6 mm. Dans ce cas, et si l'on considère que les jeunes moules se fixent à la taille de 0,1 mm, l'accroissement journalier serait de 0,3 mm, ce qui semble très fort par rapport à ce qui est observé ailleurs sur l'une ou l'autre espèce.

### II.3.3. Etude de la croissance en conditions artificielles à Ste Anne du Portzic et au Conquet (tableaux N° 6,7,8,9,10)

Moules marquées (fig. XIV) : L'objet de l'expérience était de suivre la croissance individuelle de moules réparties en deux lots, l'un originaire de Penly, l'autre indigène. Les lots étaient constitués de *Mytilus edulis* et de *Mytilus galloprovincialis*, respectivement. Le marquage était assuré par une lettre ou un chiffre gravé sur la coquille et peint. Les animaux sont immergés en permanence, sauf au moment des mesures.

Malgré les précautions prises et la rapidité de la manipulation au cours des mesures, le byssus des moules a dû être cassé chaque fois. La croissance des animaux en a probablement souffert temporairement.

Le lot de *Mytilus galloprovincialis* a pu être suivi du début à la fin des expériences (mars 1980 - septembre 1981). Les *Mytilus edulis* sont mortes en cours d'essais (mars 1980 - mai 1981) ; ce fait demeure inexplicable.

La même expérience a eu lieu au Conquet, d'abord avec *Mytilus galloprovincialis* uniquement, puis à partir d'octobre 1980, avec les deux espèces (novembre 1980 - novembre 1981).

Lots de petites moules : parallèlement aux expériences décrites ci-dessus, des lots de 40 individus calibrés et de petite taille (0,1 cm) ont été immergés à Ste Anne du Portzic et au Conquet. Ces lots ont pu être suivis pendant 8 mois (fig. XV).

Résultats des observations (fig. XIV à XVIII) : les résultats des observations sont reportés aux figures XIV à XVIII. Compte tenu de la variabilité naturelle à l'intérieur des populations, les valeurs représentées sur les courbes sont des moyennes sur des effectifs d'une quinzaine de moules.

L'âge initial des moules au début de l'expérience est important : en effet, les plus jeunes semblent s'être bien acclimatées aux divers changements subis et montrent le taux de croissance le plus fort. Aussi, les plus petites *Mytilus galloprovincialis* immergées au Conquet sont-elles passées d'avril à juillet 1980 de moins de 2 cm à plus de 3 cm (tableau 9, fig. XX).

### III - CONCLUSIONS

La croissance initiale est forte, toutefois plus chez *Mytilus edulis* que chez *Mytilus galloprovincialis*. Ultérieurement, la situation semble se renverser bien que les conditions expérimentales ne permettent pas de l'affirmer. Nous avons obtenu des taux de croissance élevés, au Conquet notamment.

Les principaux facteurs du milieu influençant la croissance de la moule sont la température, la teneur en sels nutritifs de l'eau et les matières en suspension. La croissance est un phénomène continu, tout au long de l'année ; il est caractérisé par un accroissement parfois vif au printemps et au début de l'été (en liaison avec les explosions phytoplanctoniques) ; on remarque un ralentissement pendant l'hiver.

Nous avons trouvé des corrélations significatives avec le taux de matières en suspension, la phaeophytine et le carbone total. Nous avons tenté une analyse en composantes principales, mais la disparité des données initiales nous a obligés à abandonner cette approche. Le comportement des moules de Penly et de Plogoff par rapport à celles de Ste Anne du Portzic et du Conquet nous a semblé comparable, malgré les difficultés d'interprétation de résultats épars pour les deux premiers sites.

BIBLIOGRAPHIE

---

- BAYNE B.L., WORRALL C.M., 1980, Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. Mar. ecology progr. ser., Vol. 3 : pp. 317-328.
- BAYNE B.L., SULLARD C., 1977, An apparent specific dynamic action in *Mytilus edulis*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 57 : pp. 371-378.
- BAYNE B.L., 1970, Marine mussels, their ecology and physiology. Cambridge University Press : pp. 207-260.
- BOETIUS J., 1962, Temperature and growth in population of *Mytilus edulis*, from the harbour of Copenhagen. Medd. Dan. Fiskeri-og havunders. N.S. 3, n° 11 : pp. 1238-1249.
- GENOVESE S., 1959, Sull'accrescimento de *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck. Atti. soc. peloritana Sci. fis. mat. nat., 5 : pp. 27-45.
- INCZE L.S., 1980, Relationships between effect of environmental temperature and seston on growth and mortality of *Mytilus edulis* in northern estuary. Marine Biol. 57 : pp. 147-156.
- LUBET P., 1973, Exposé synoptique des données biologiques sur la moule *Mytilus galloprovincialis*. Synopsis FAO - Pêche n° 88 : 80 p.
- LE GALL P., 1970, Etude des moulières normandes, renouvellement et croissance Vie et Milieu B. "océanographie" TXXI - fasc. 3 B.
- MASSON M., 1975, Etude expérimentale de la croissance et de la nutrition de *Mytilus galloprovincialis*. Thèse Caen n° 10888 : 88 p.
- MERCERON M., 1974, La moule en aquaculture : réalités et perspectives. Rapport CNEOXO.
- PASTORE M. et alii, 1976, Accrescimento di *Mytilus galloprovincialis* nei mari di Tarento. Oebalia II, 1 : pp. 21-61.
- SEED R., 1969, The ecology of *Mytilus edulis* on exposed rock shores. Ecologia (Berl.), 3 : pp. 317-350.
- SEED R., 1973, Absolute and allometric growth in the mussel, *Mytilus edulis* L. Proc. malac. Soc. London. 40 : pp. 343-344.
- TRANCART, M., 1978, Biologie et possibilités d'exploitation de *Mytilus platensis* dans le golfe de San José (Argentine). Thèse 3ème cycle, Marseille II : 86 p.
- THEISEN B.J., 1973, The growth of *Mytilus edulis* from Disko and Thule district, Greenland, Ophelia, 12 : pp. 59-77.

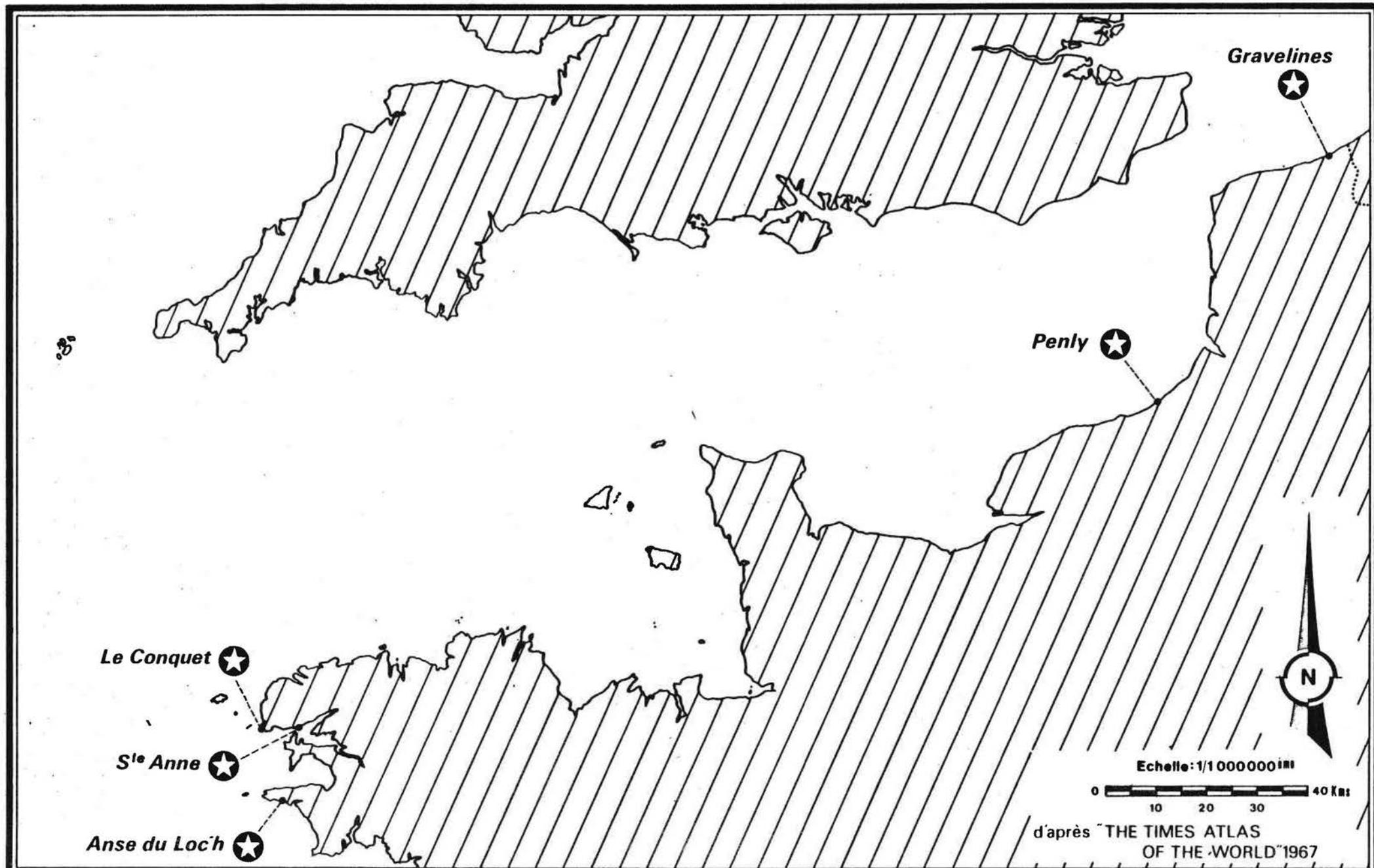
- WIDDOWS J., 1979 : Combined effects of body size food concentration and on the physiology of *Mytilus edulis*. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 58 : 109-124.
- WIDDOWS J., 1979, Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel, *Mytilus edulis*. Mar. Biol. 50 : pp. 195-207.
- WINTER J.E., 1974, Growth in *Mytilus edulis* using different types of food. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. für meeresforschung. T. 23 : pp. 10-27.

## LISTE DES FIGURES

- I - Carte des sites
- II - Schéma des filières
- III - Planche photo
- IV - Température et salinité
- V - Pigments chlorophylliens
- VI - Nitrites et nitrates
- VII - Matière en suspension et ammoniacque
- VIII - Silicates et phosphates
- IX - Carbone et azote particulaire
- X - Protides, lipides et glucides
- XI - DBO et oxygène
- XII - Croissance des moules "marquées"
- XIII - Croissance des lots de moules à Ste-Anne - Diagramme
- XIV - Croissance des lots de moules au Conquet - Diagramme
- XV - Croissance des moules à Ste-Anne - Courbe moyenne
- XVI - Croissance des moules au Conquet - Courbe moyenne
- XVII - Croissance des populations naturelles à Penly
- XVIII - Croissance des populations naturelles à Plogoff
- XIX - Relations entre le poids de chair et la longueur
- XX - Taux de croissance à Ste-Anne et au Conquet (1980)

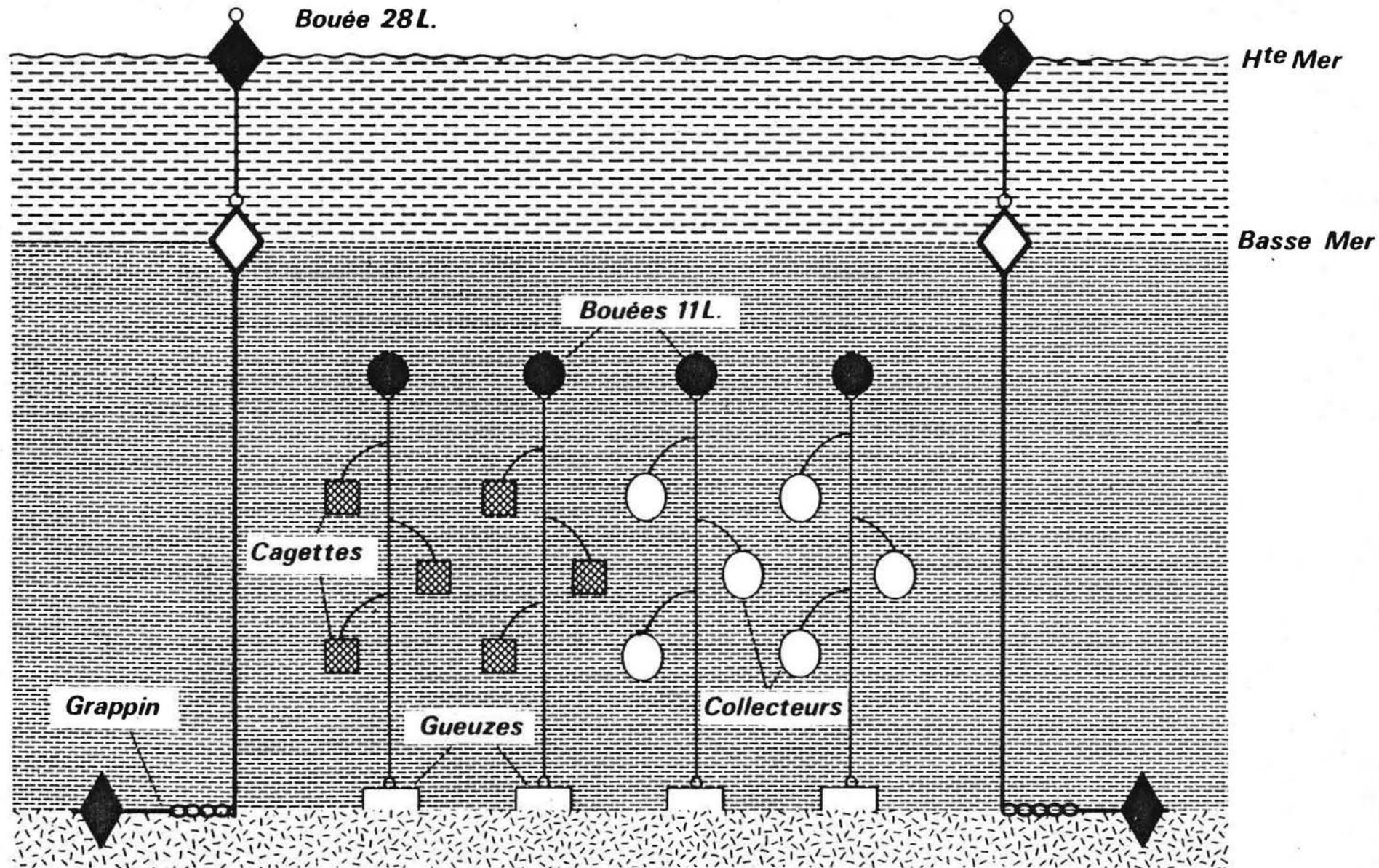
Fig. I

**SITES d'ETUDE de la CROISSANCE des MOULES**



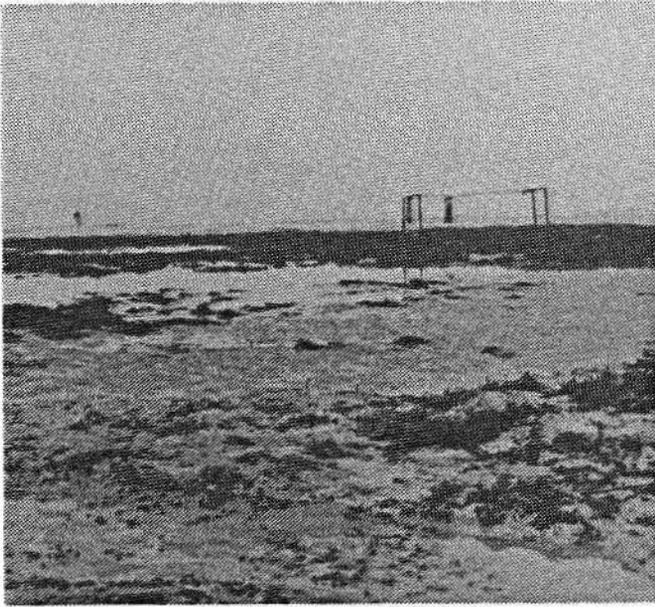
**ETUDE DE LA CROISSANCE DES MOULES  
— EN ELEVAGES SUSPENDUS —**

*Fig. II*



## Légende des photos

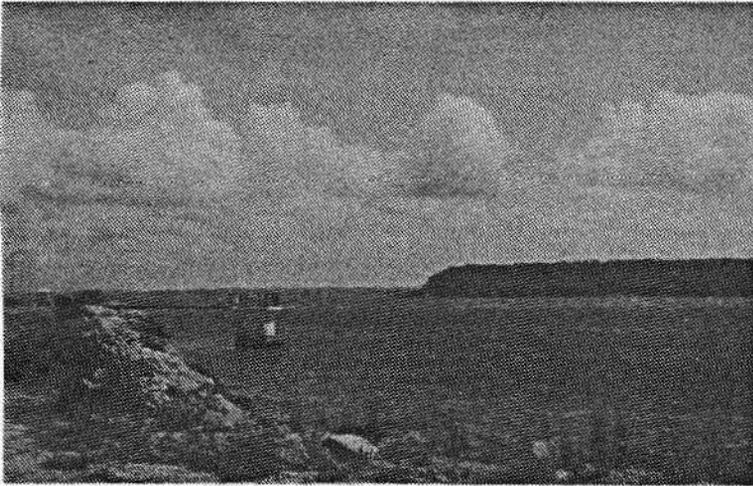
- A. Table à moule sur l'estran de Penly
- B. Moulières naturelles à Penly
- C & D. La tour d'essai (TDI) à St Anne (lieu d'expérience)
- E. Dispositif utilisé pour suspendre les lots de moules
- F. Une série de moules marquées



A



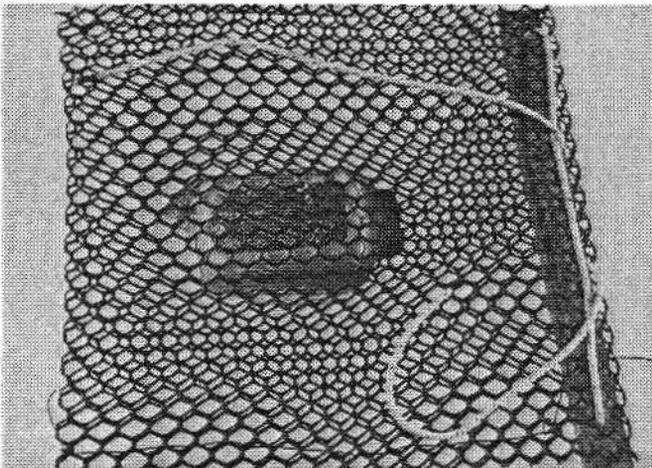
B



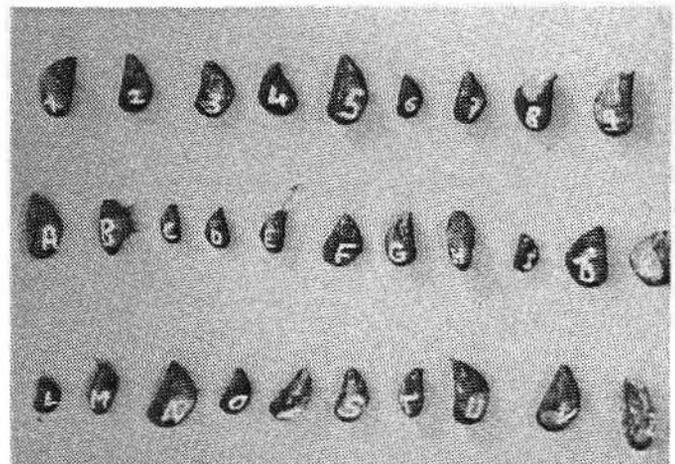
C



D

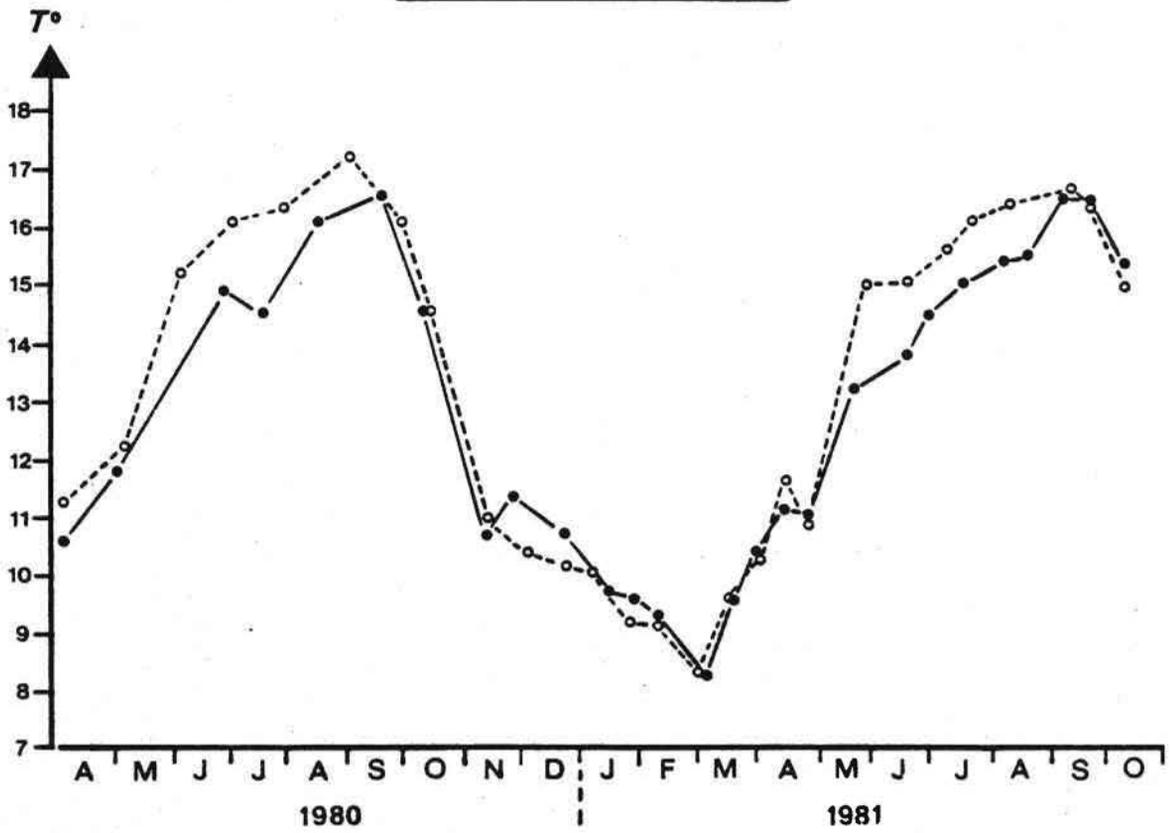


E



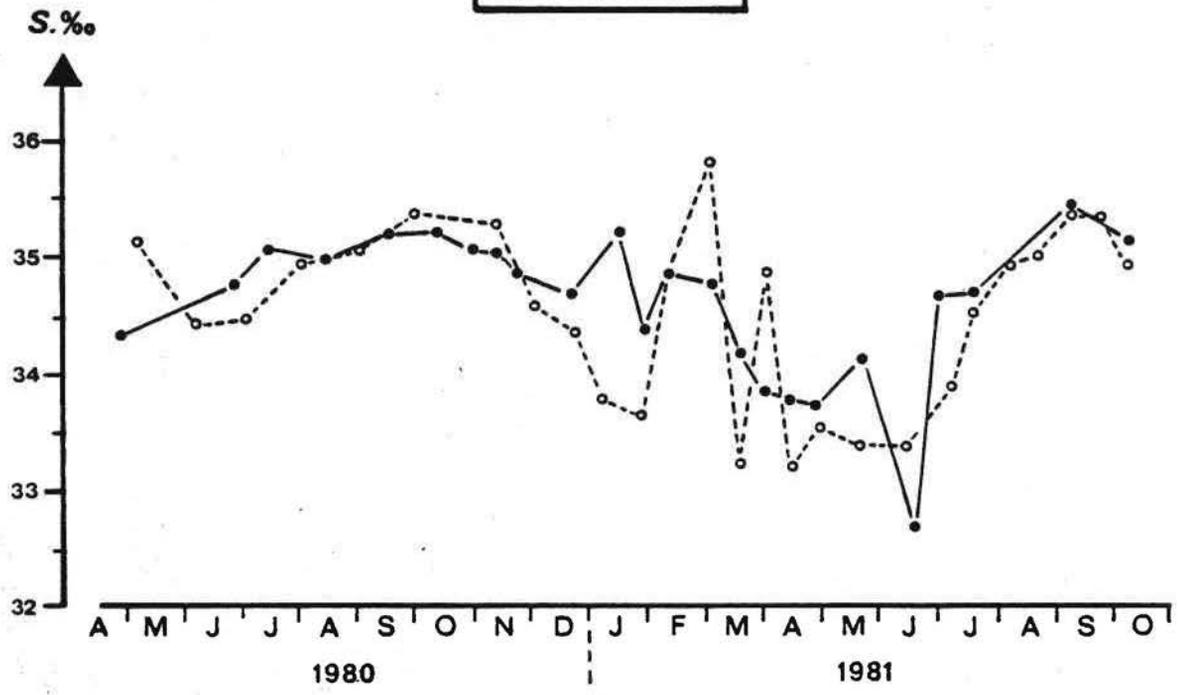
F

**TEMPERATURES**

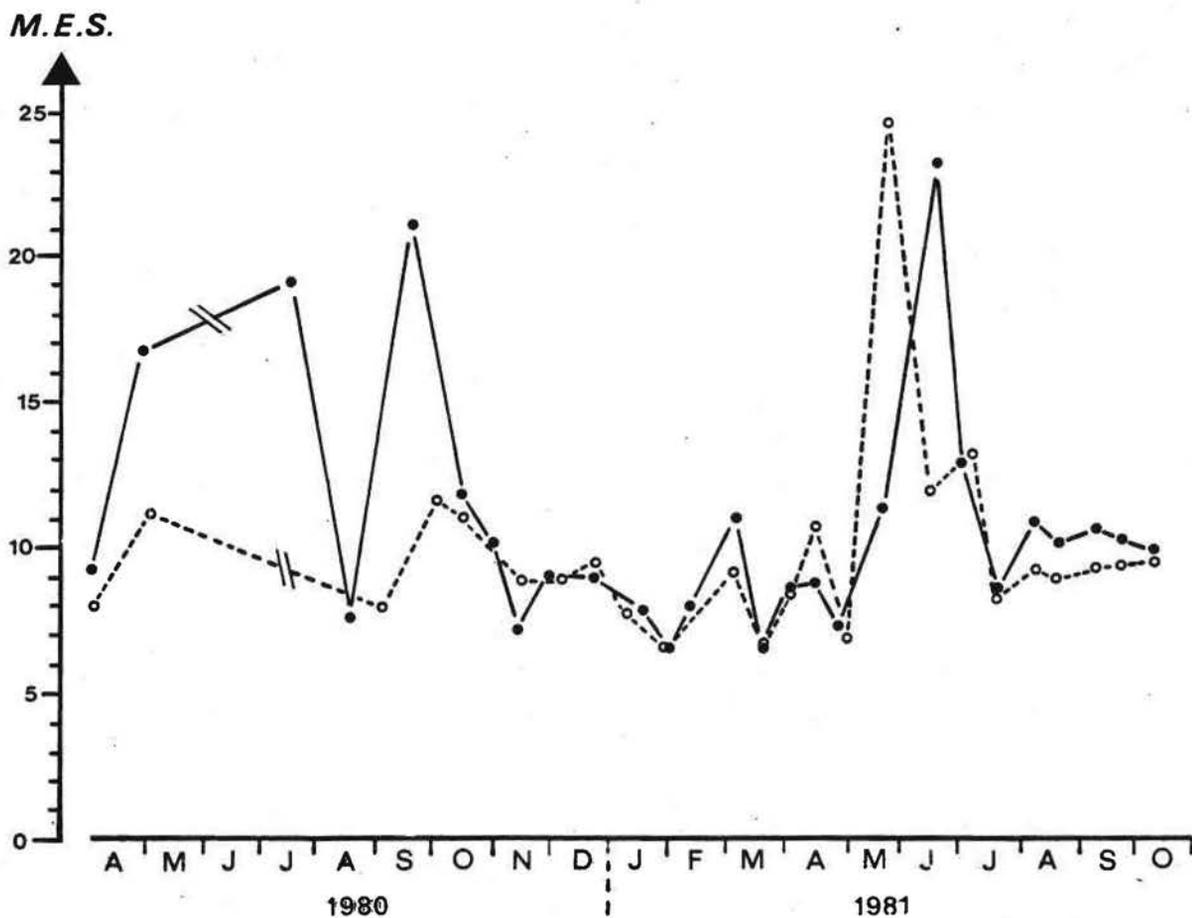


● — ● *LE CONQUET*  
 ○ - - - ○ *St<sup>e</sup> ANNE*

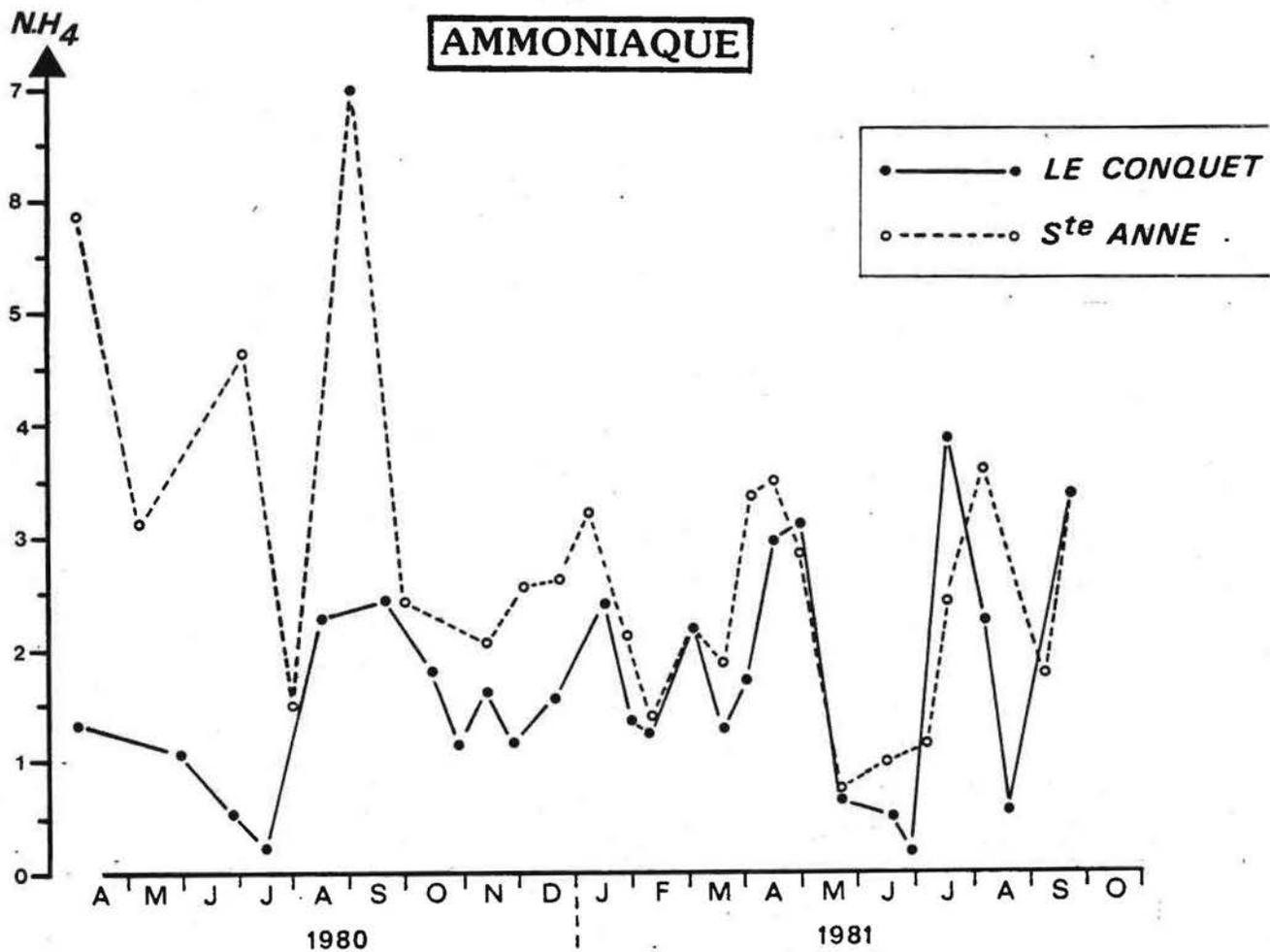
**SALINITES**



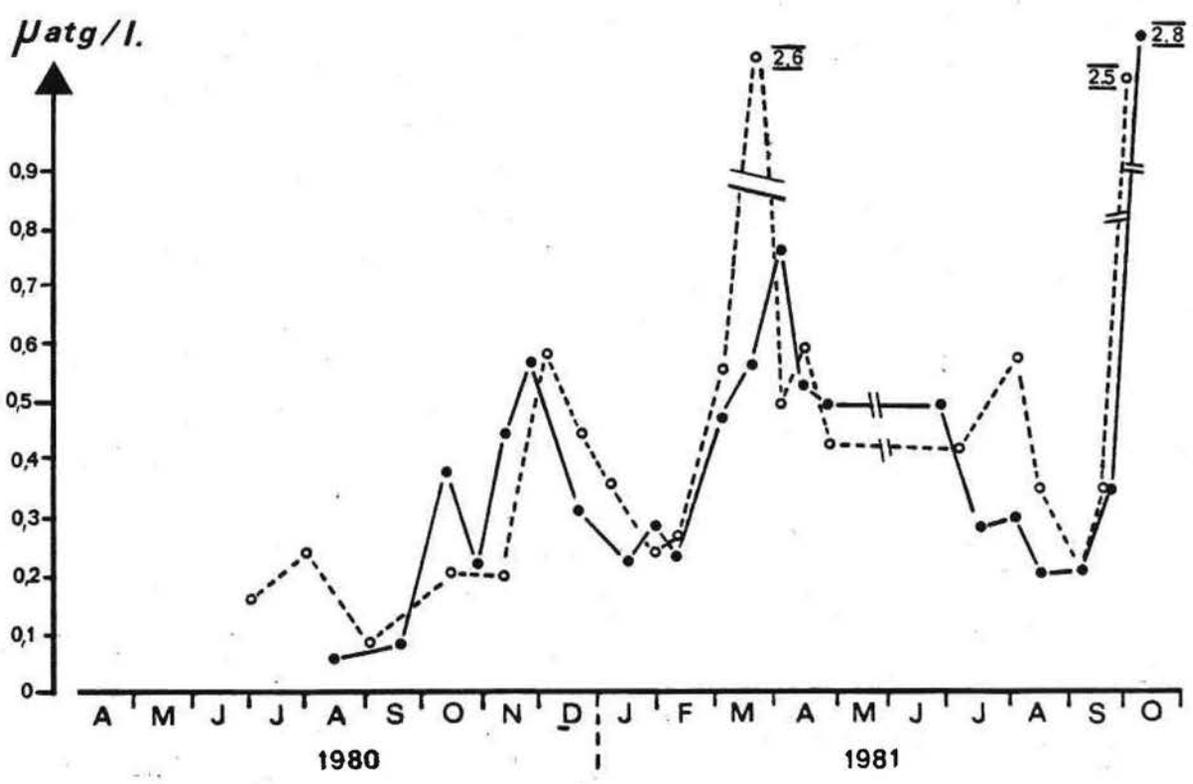
**MATIERES EN SUSPENSION**



**AMMONIAQUE**

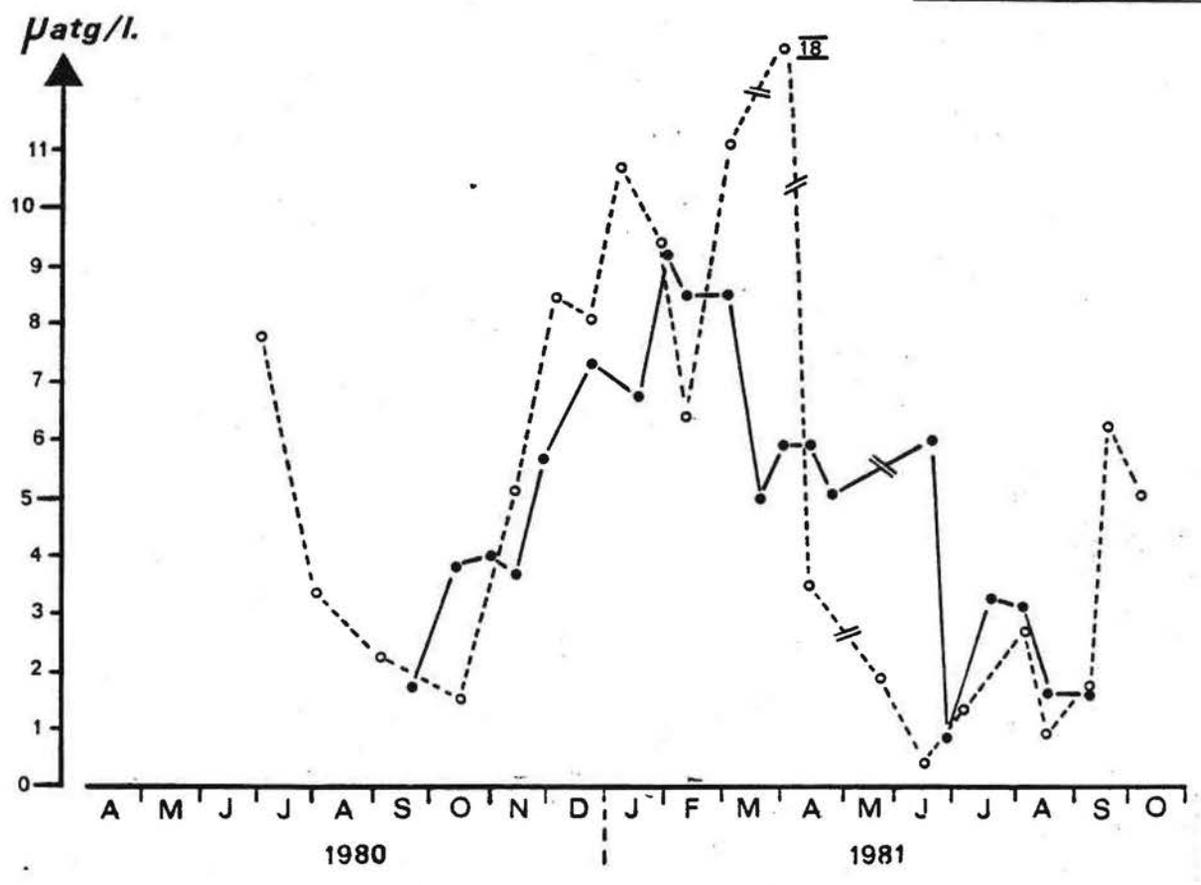


**NITRITES**

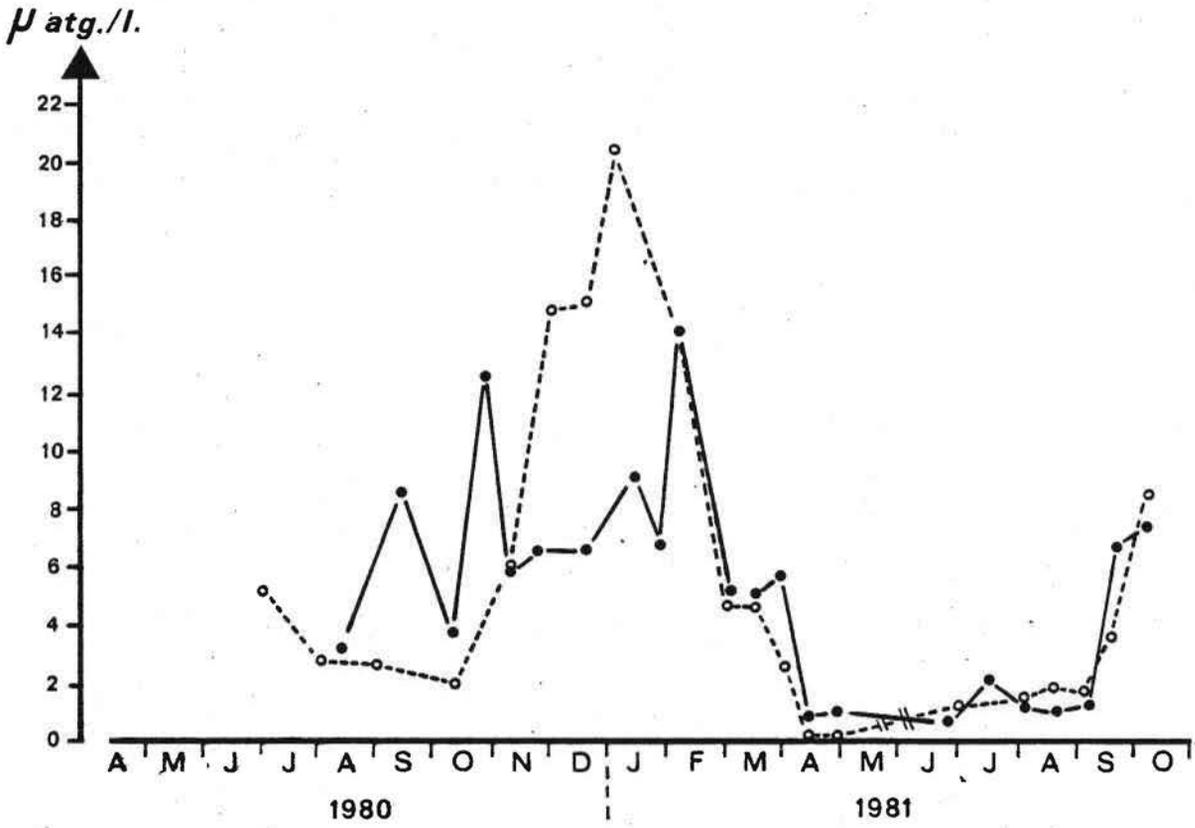


**NITRATES**

● — ● LE CONQUET  
○ - - - ○ Ste ANNE

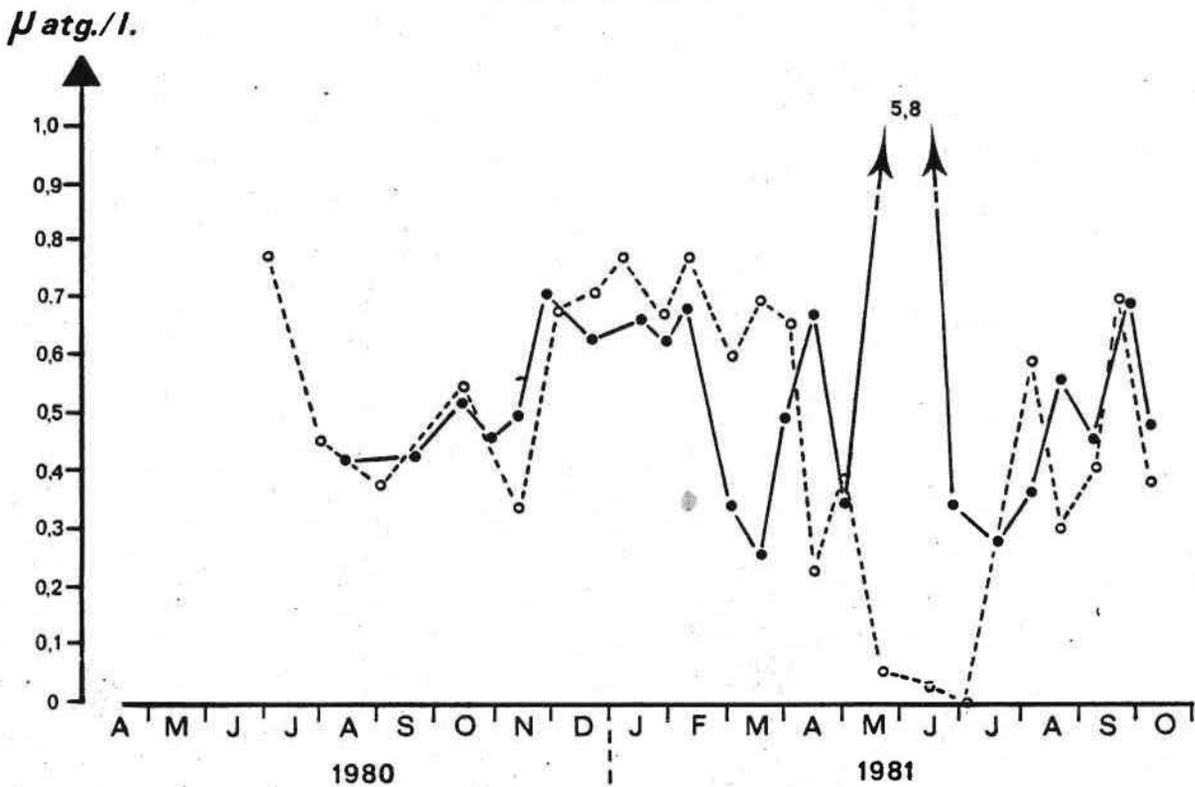


**SILICATES**



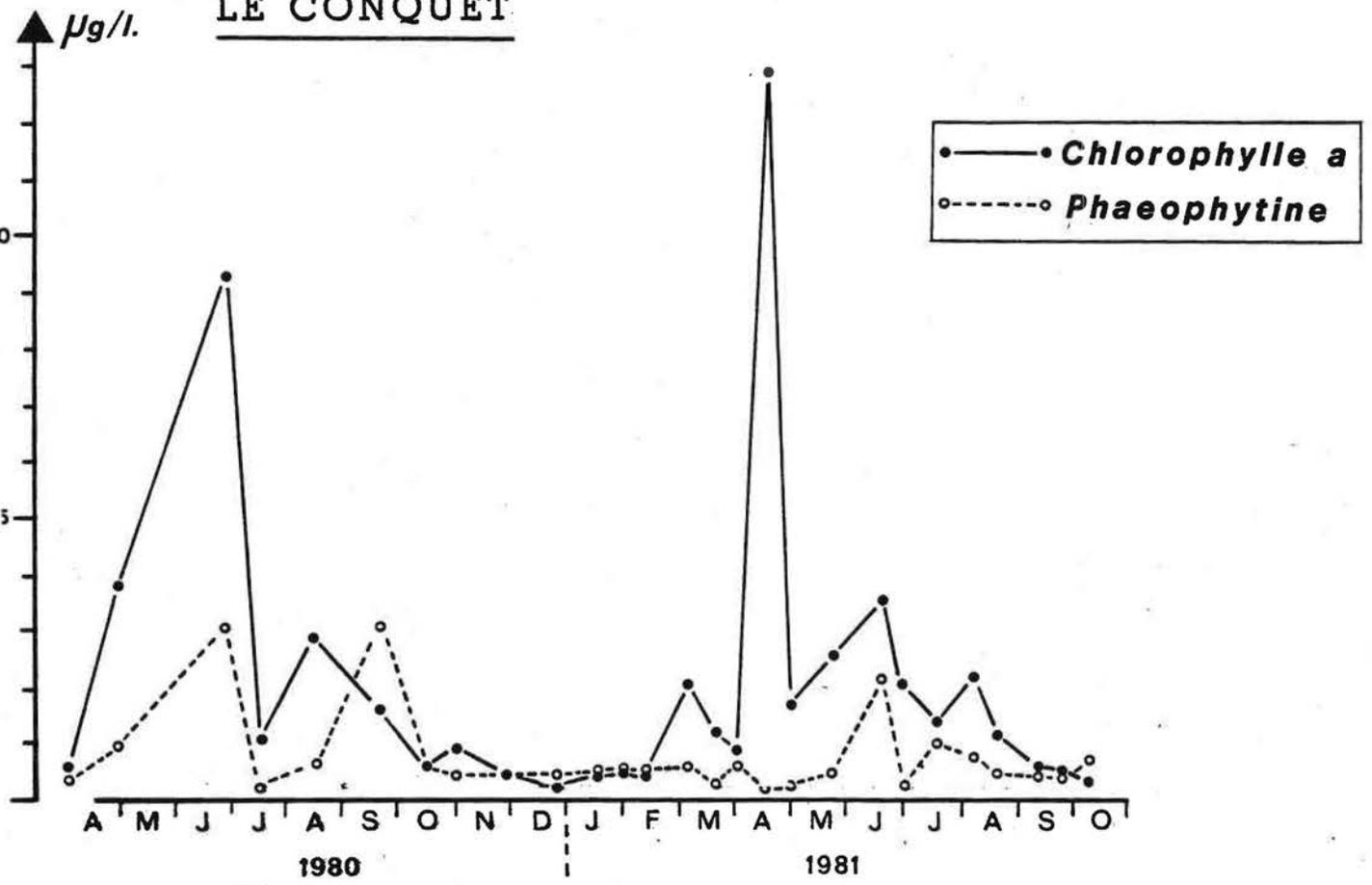
● — ● LE CONQUET  
○ - - - ○ S<sup>te</sup> ANNE

**PHOSPHATES**



PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS

LE CONQUET



St<sup>e</sup> ANNE

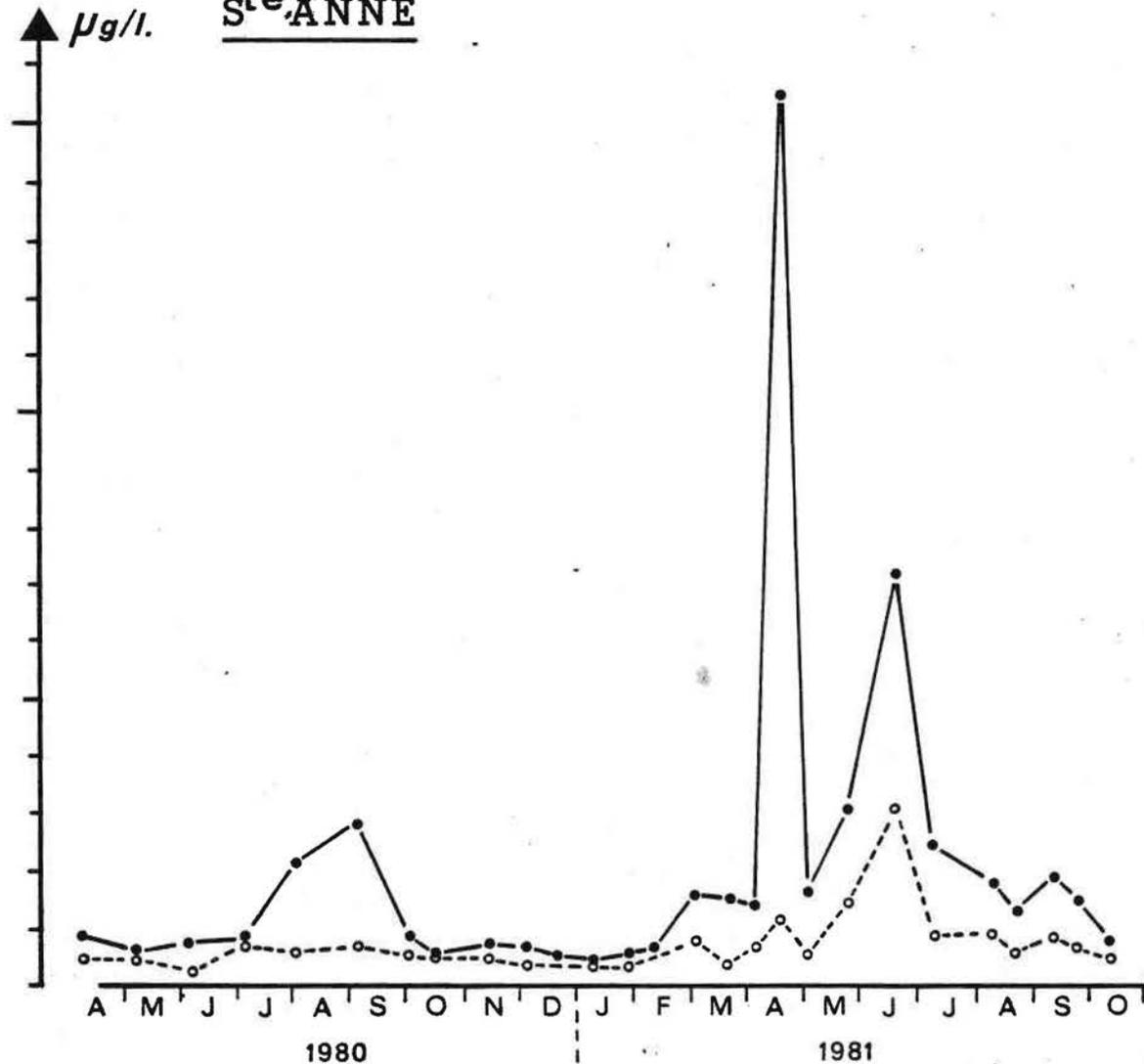


Fig. IX

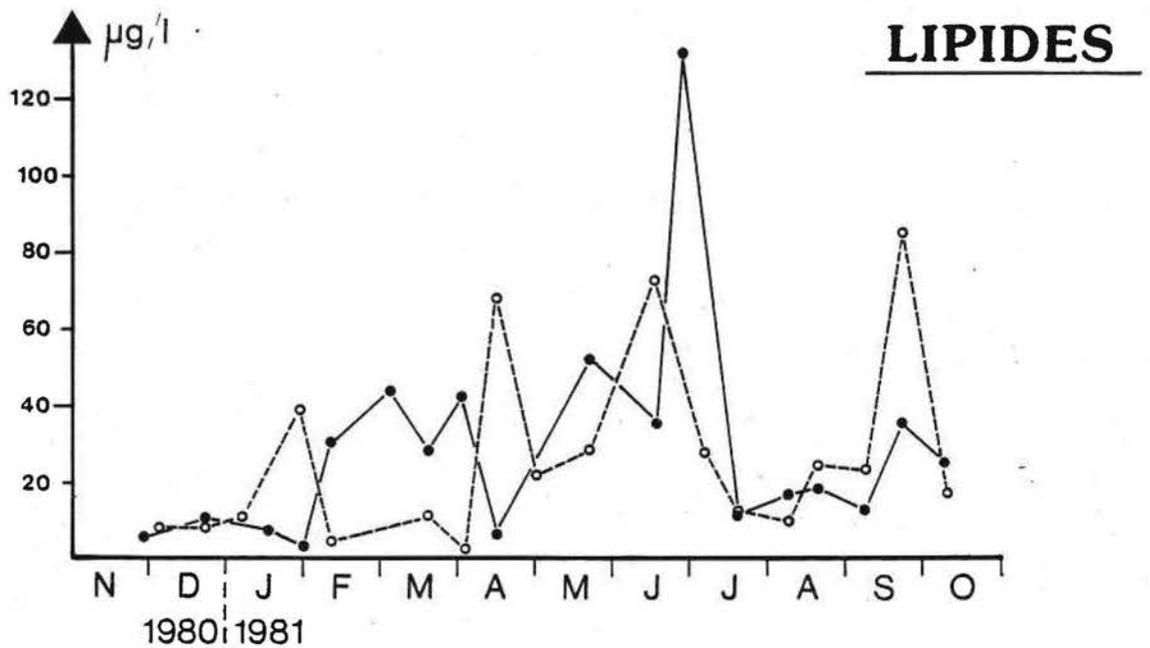
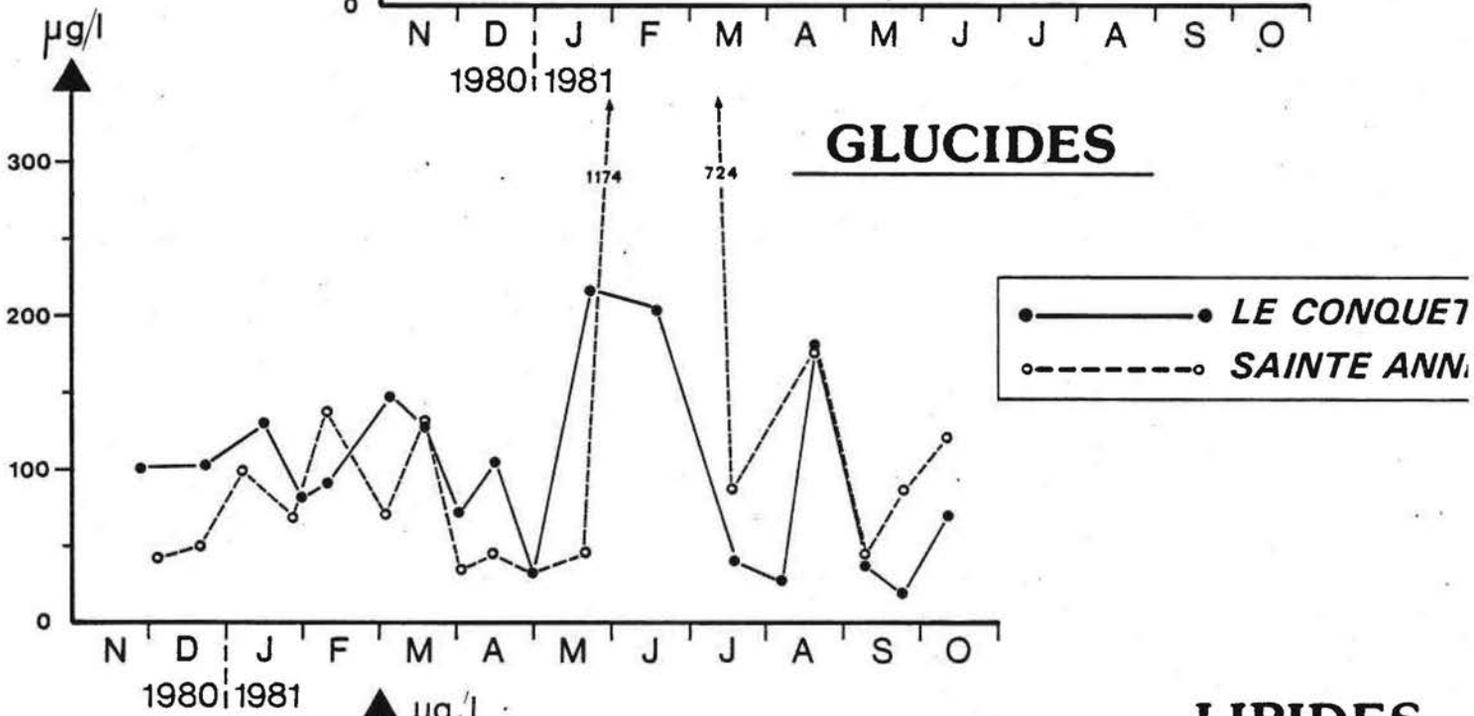
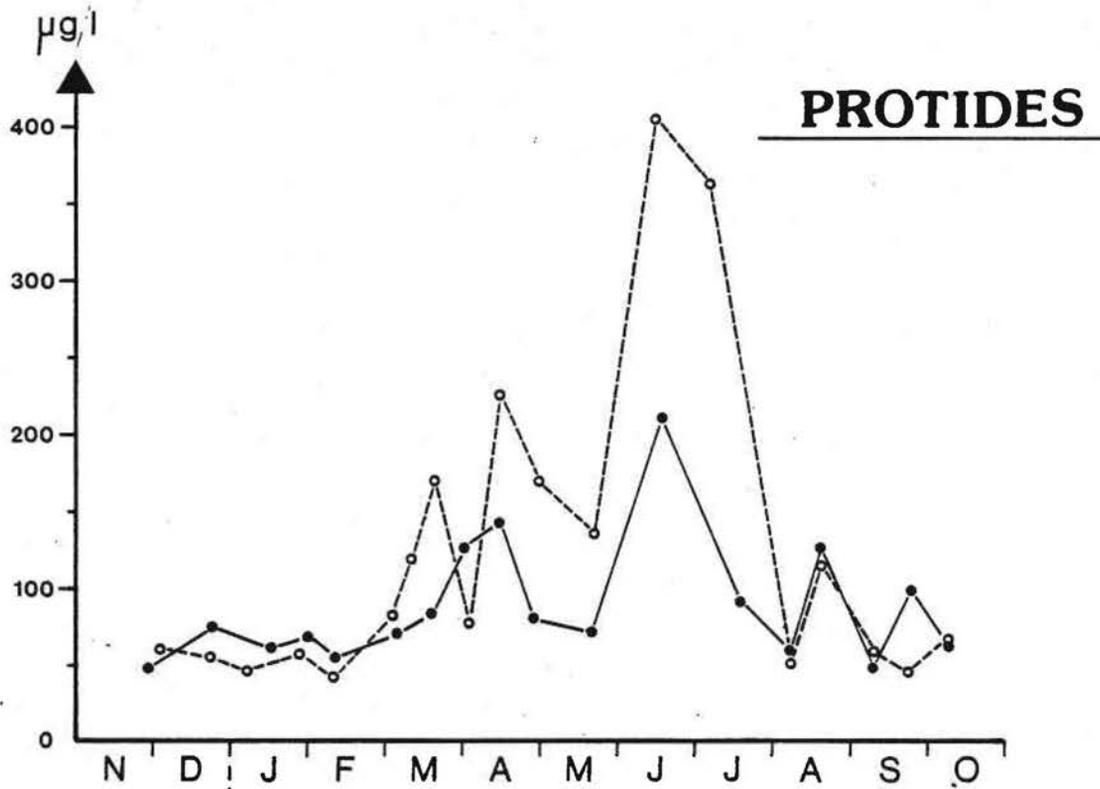
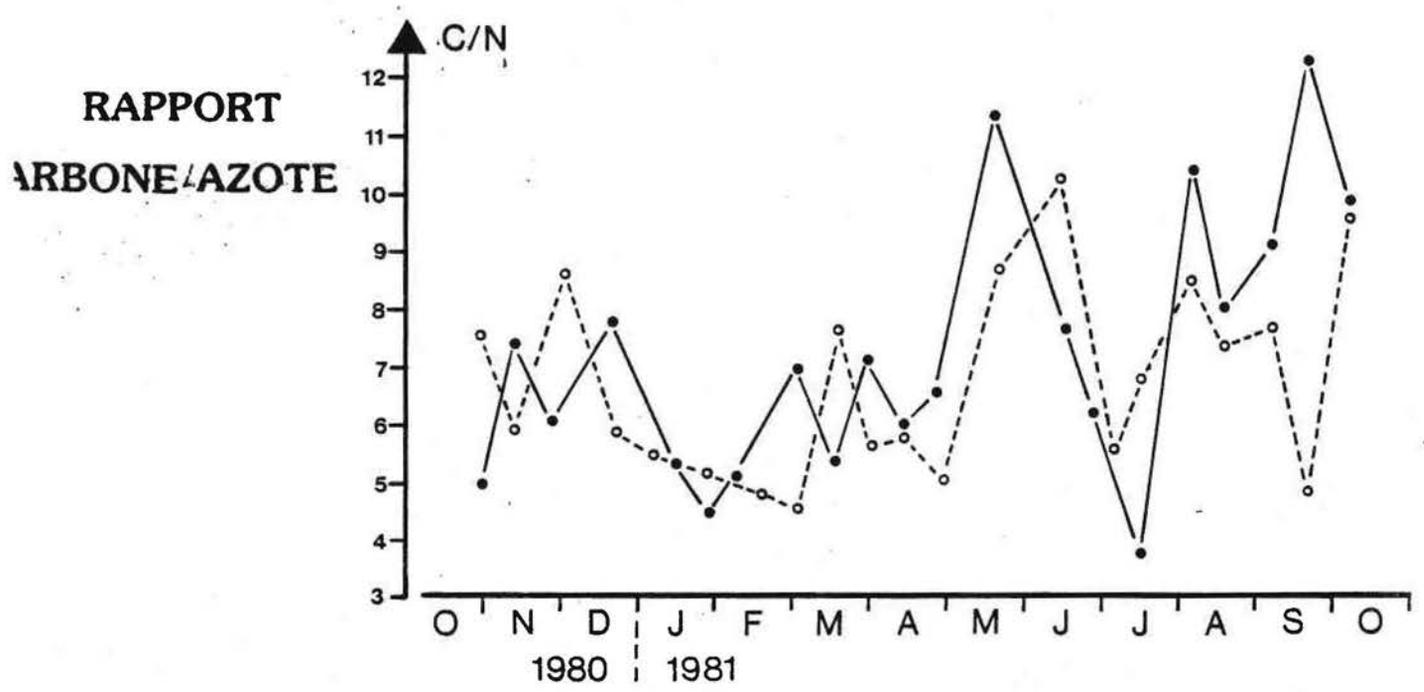
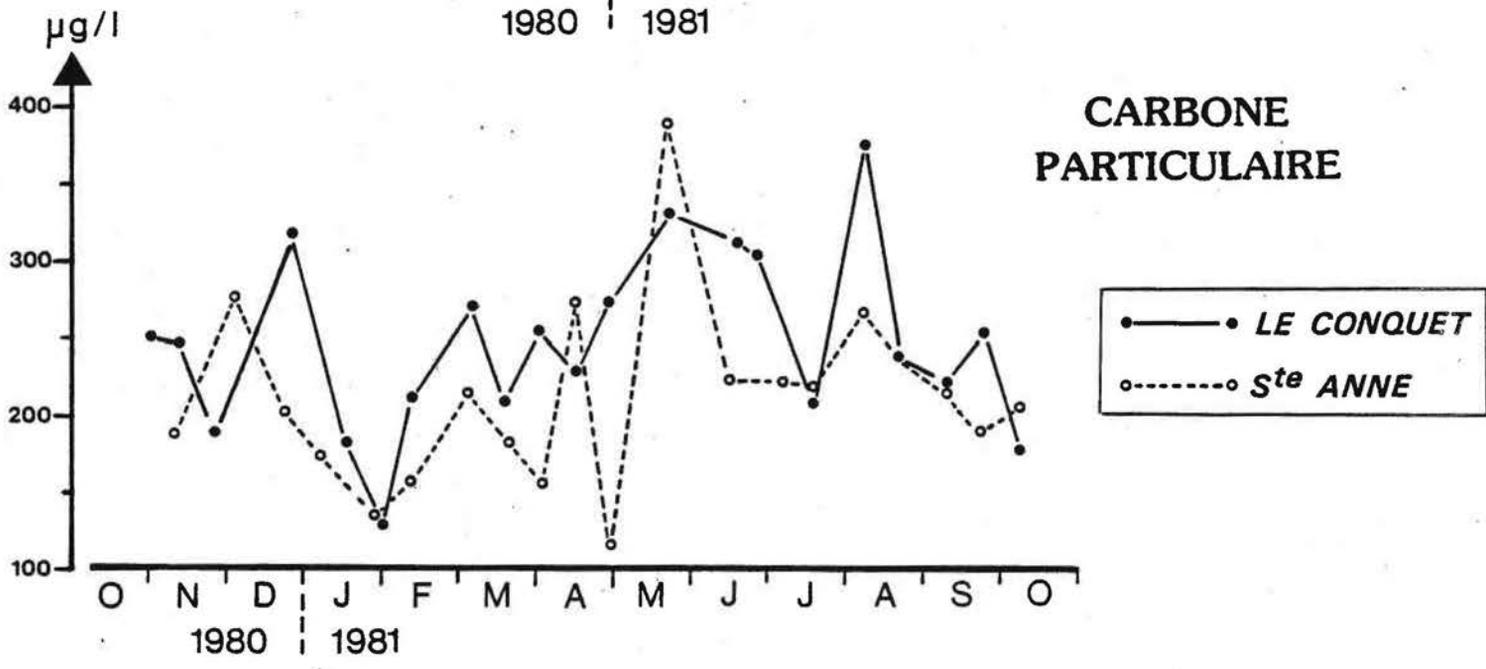
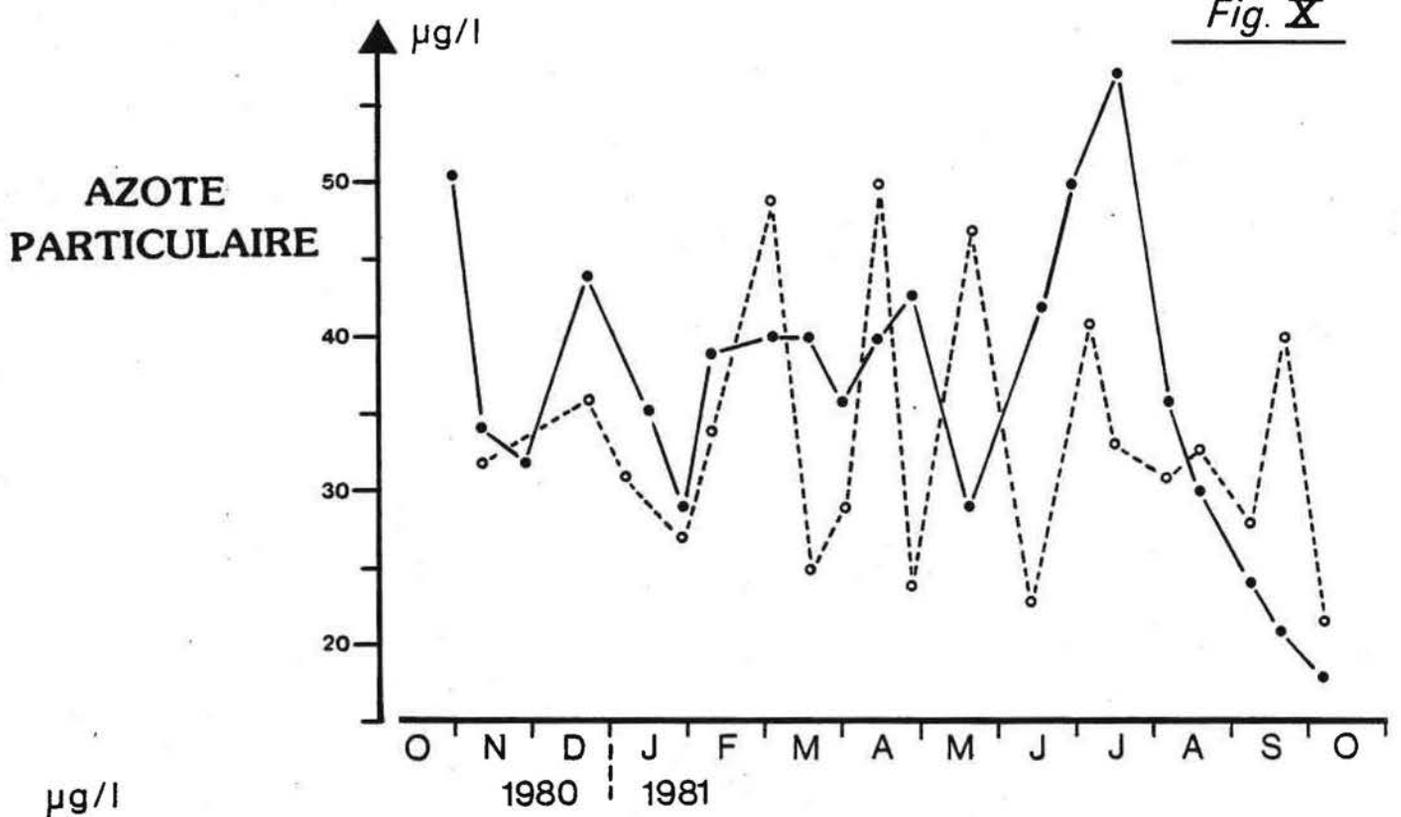
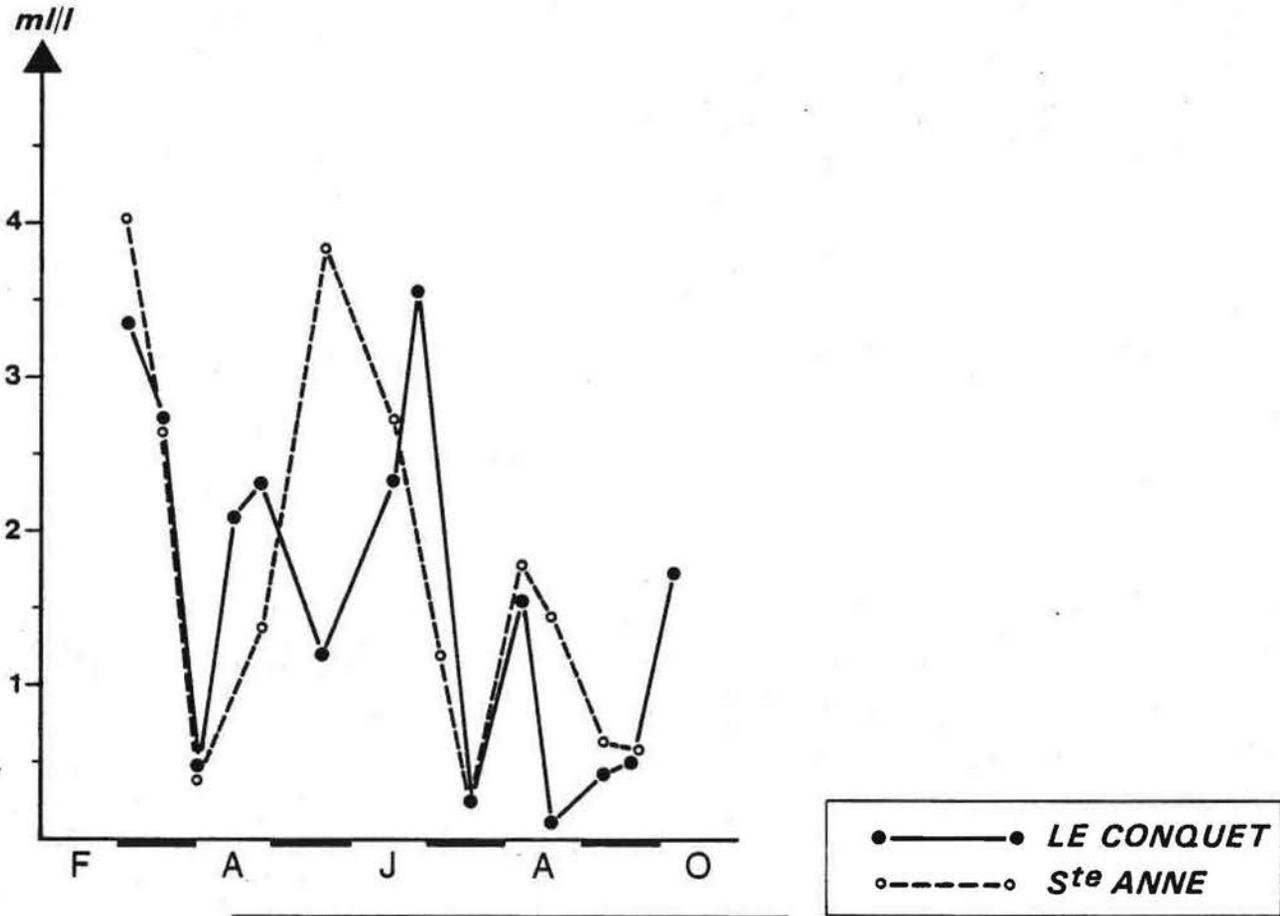


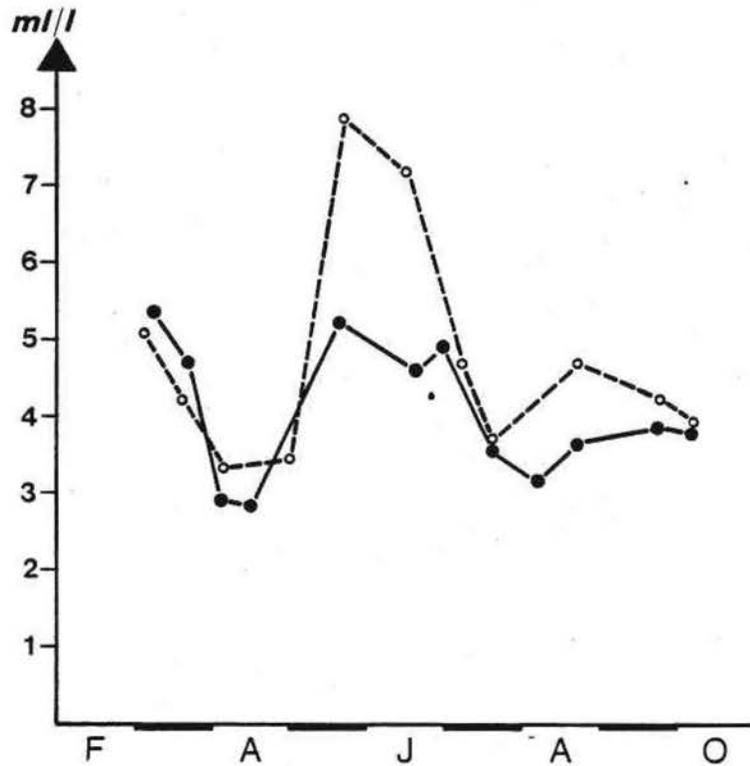
Fig. X



DEMANDE BIOLOGIQUE en OXYGENE (8 Jours)



OXYGENE DISSOUS

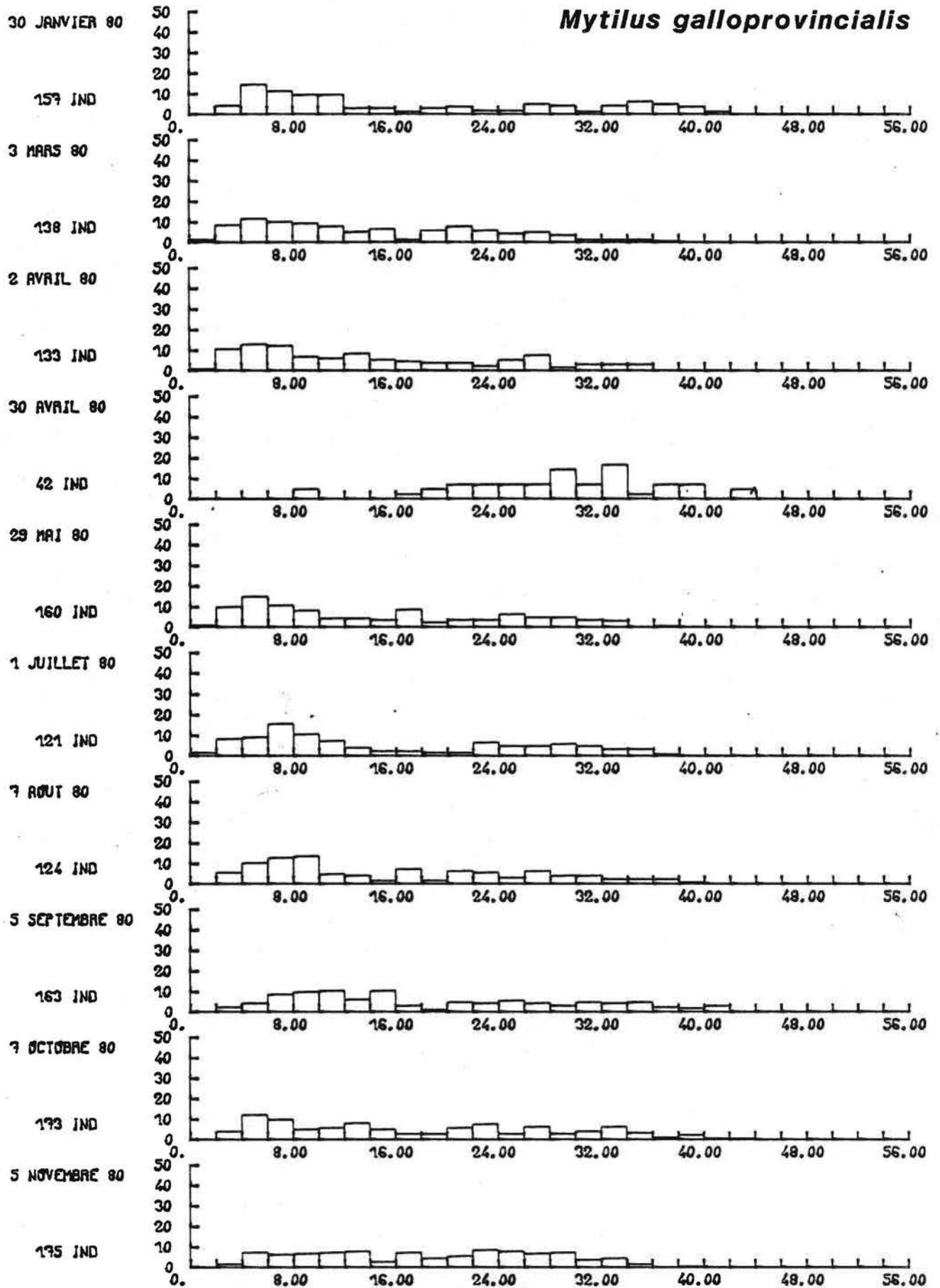


SITE : PLOGOFF

ESPECE : MOULES

PARAMETRE : LONGUEUR (MM)

Fig. XII



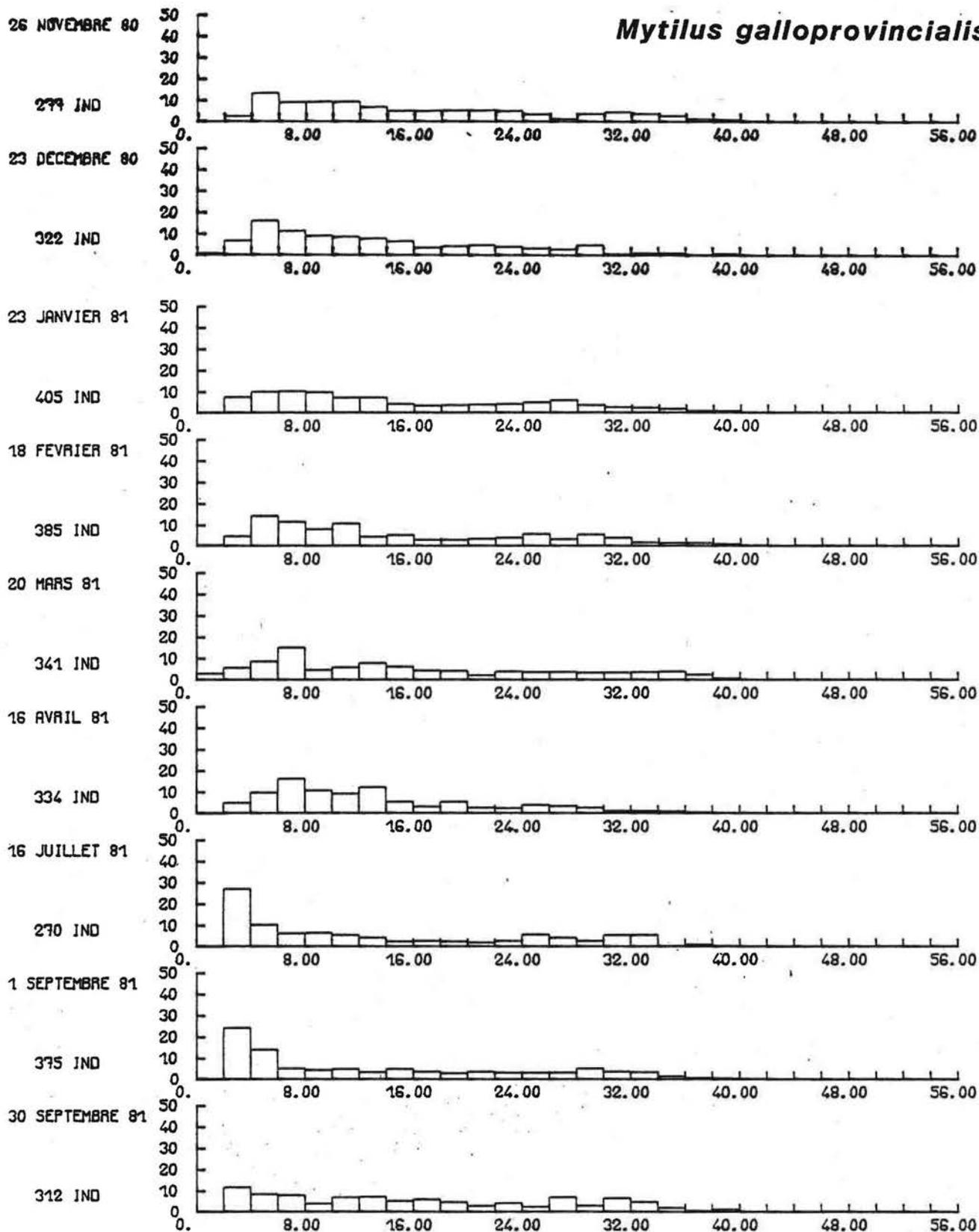
SITE : PLOGOFF (suite)

ESPECE : MOULES

PARAMETRE : LONGUEUR (MM)

Fig XII bis

*Mytilus galloprovincialis*



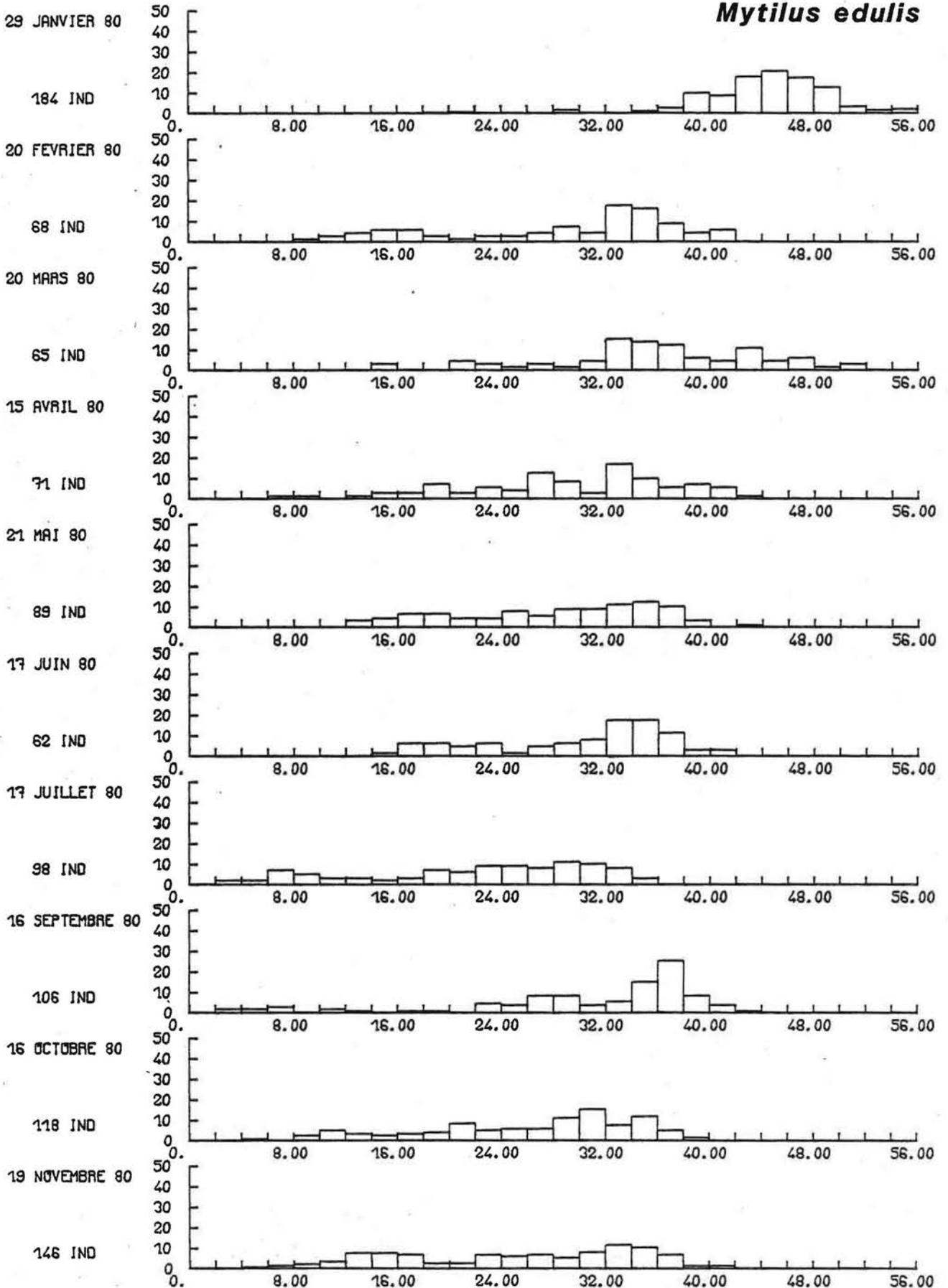
SITE : PENLY

ESPECE : MOULES

PARAMETRE : LONGUEUR (MM)

Fig: XIII

*Mytilus edulis*



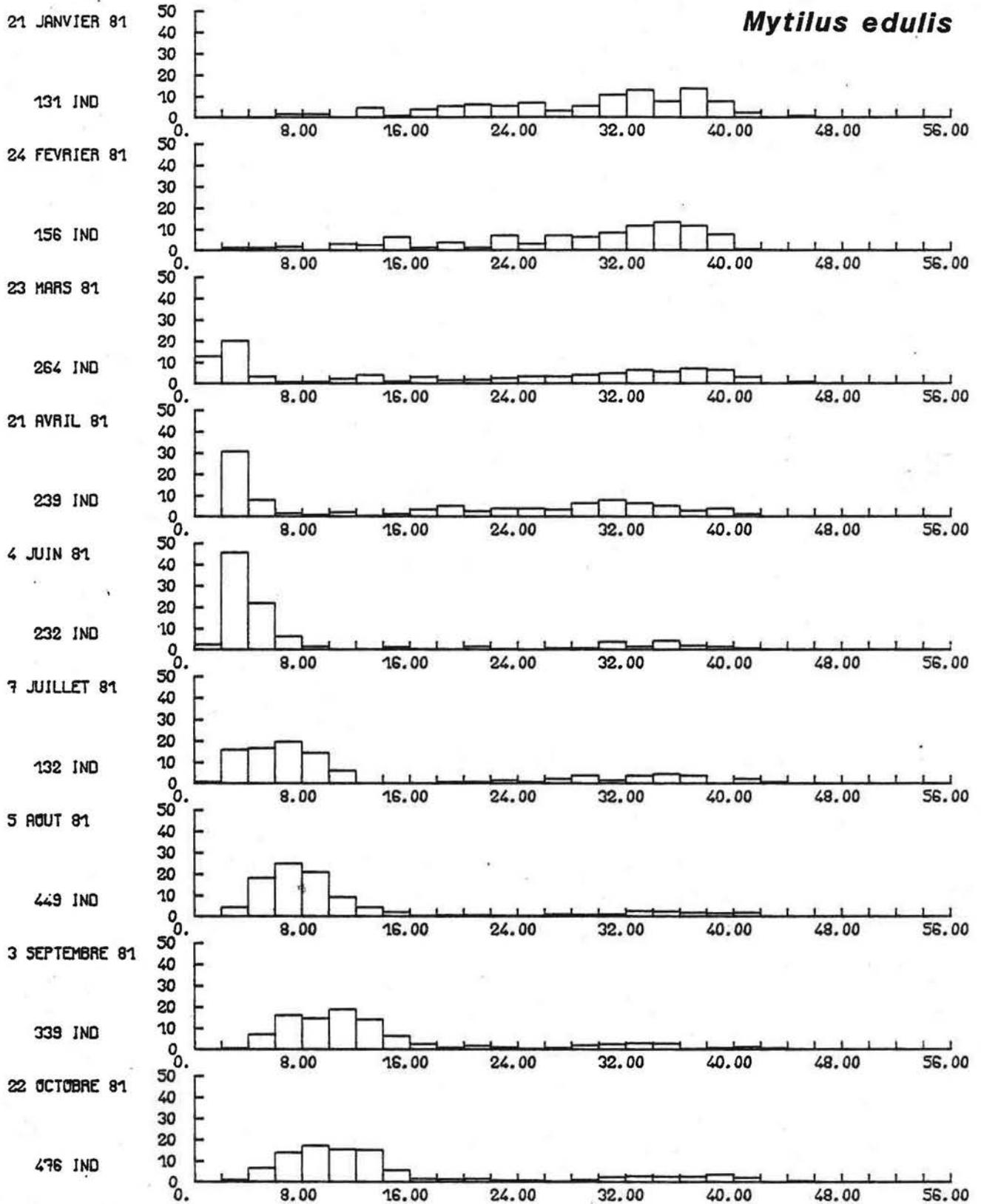
SITE : PENLY (suite)

*Fig XIII bis*

ESPECE : MOULES

PARAMETRE : LONGUEUR (MM)

*Mytilus edulis*

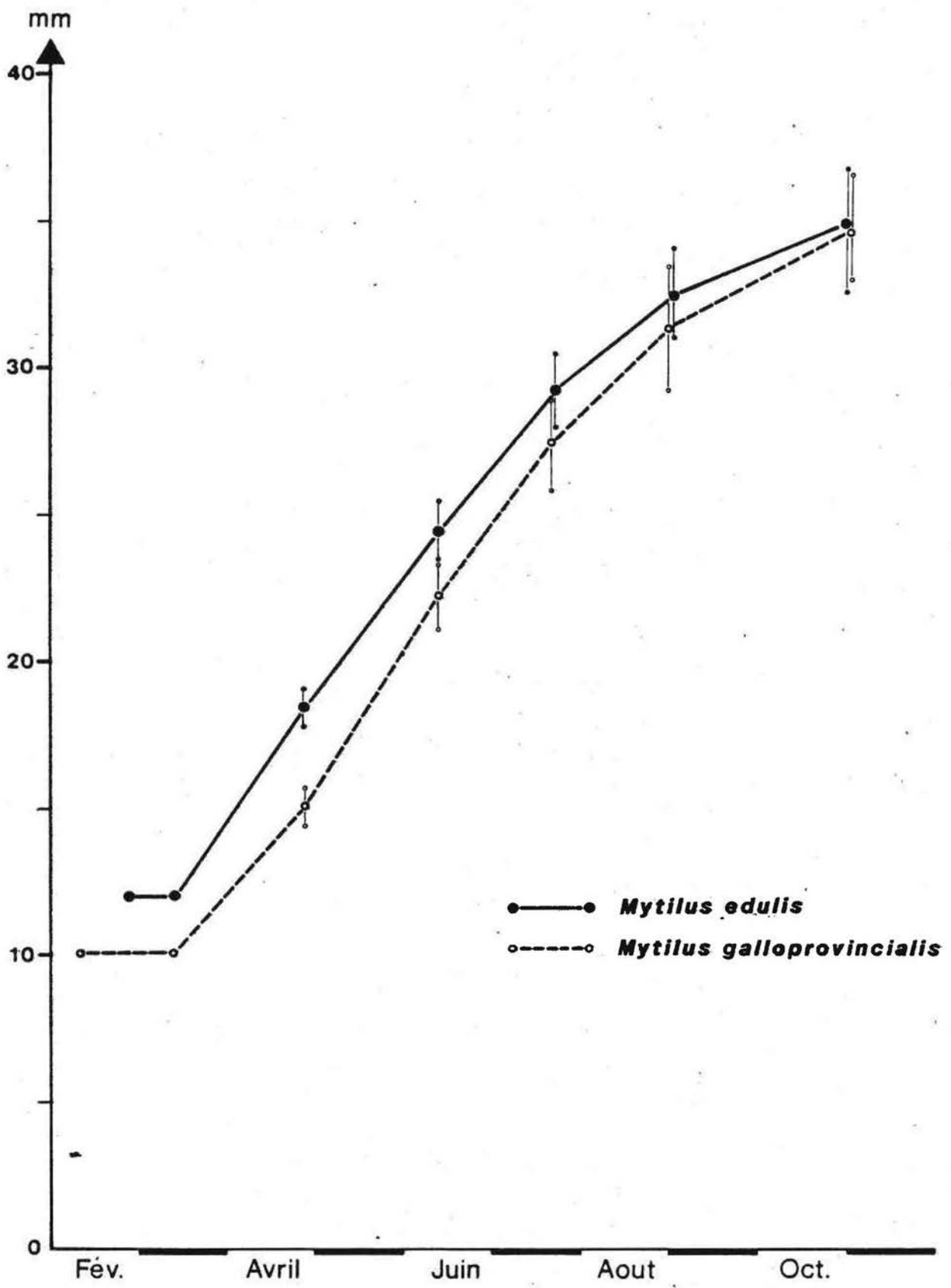




CROISSANCE MOYENNE  
de DEUX LOTS de MOULES

Fig. XV

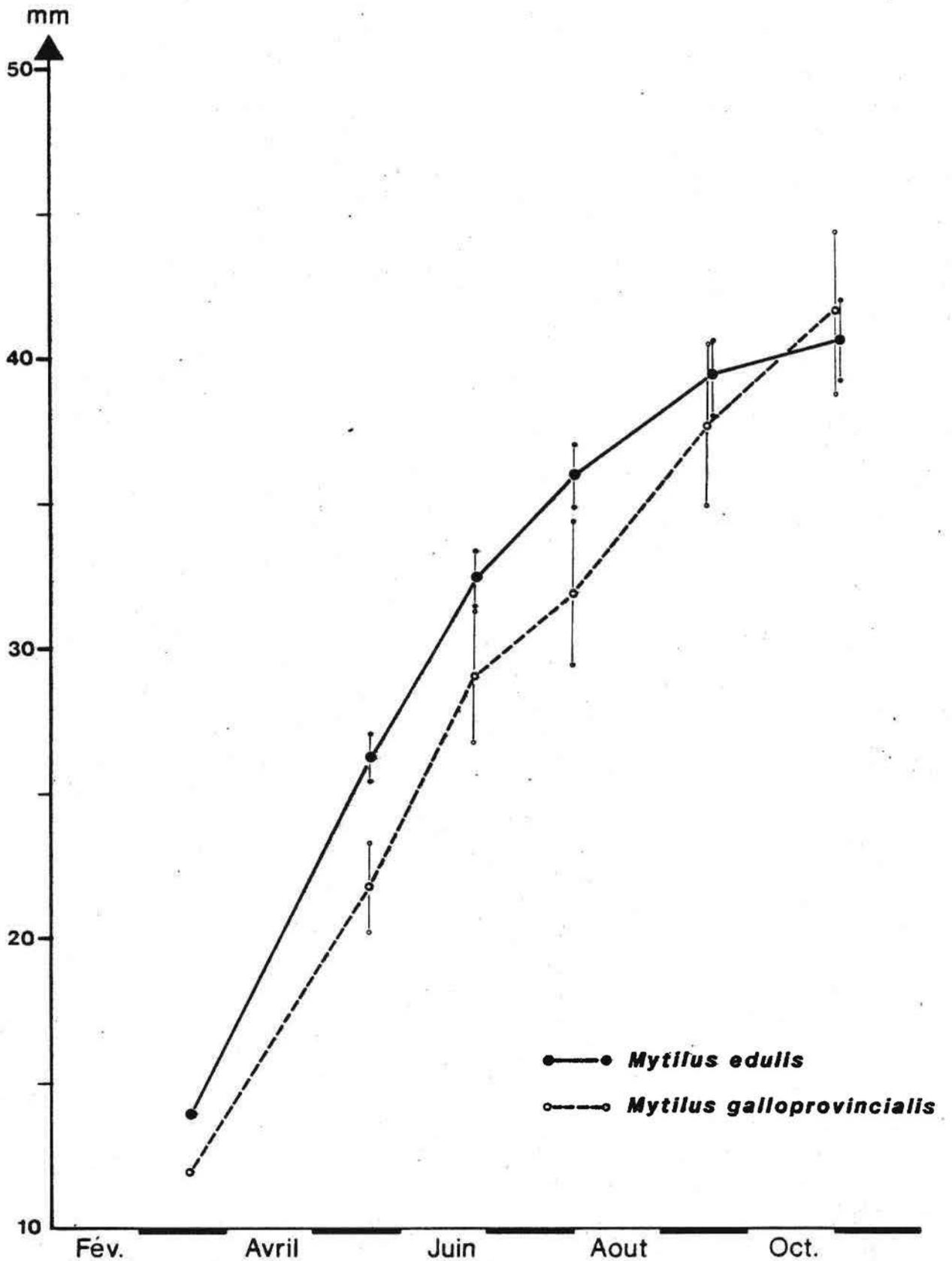
SAINTE-ANNE ~1981



CROISSANCE MOYENNE  
de DEUX LOTS de MOULES

Fig. XVI

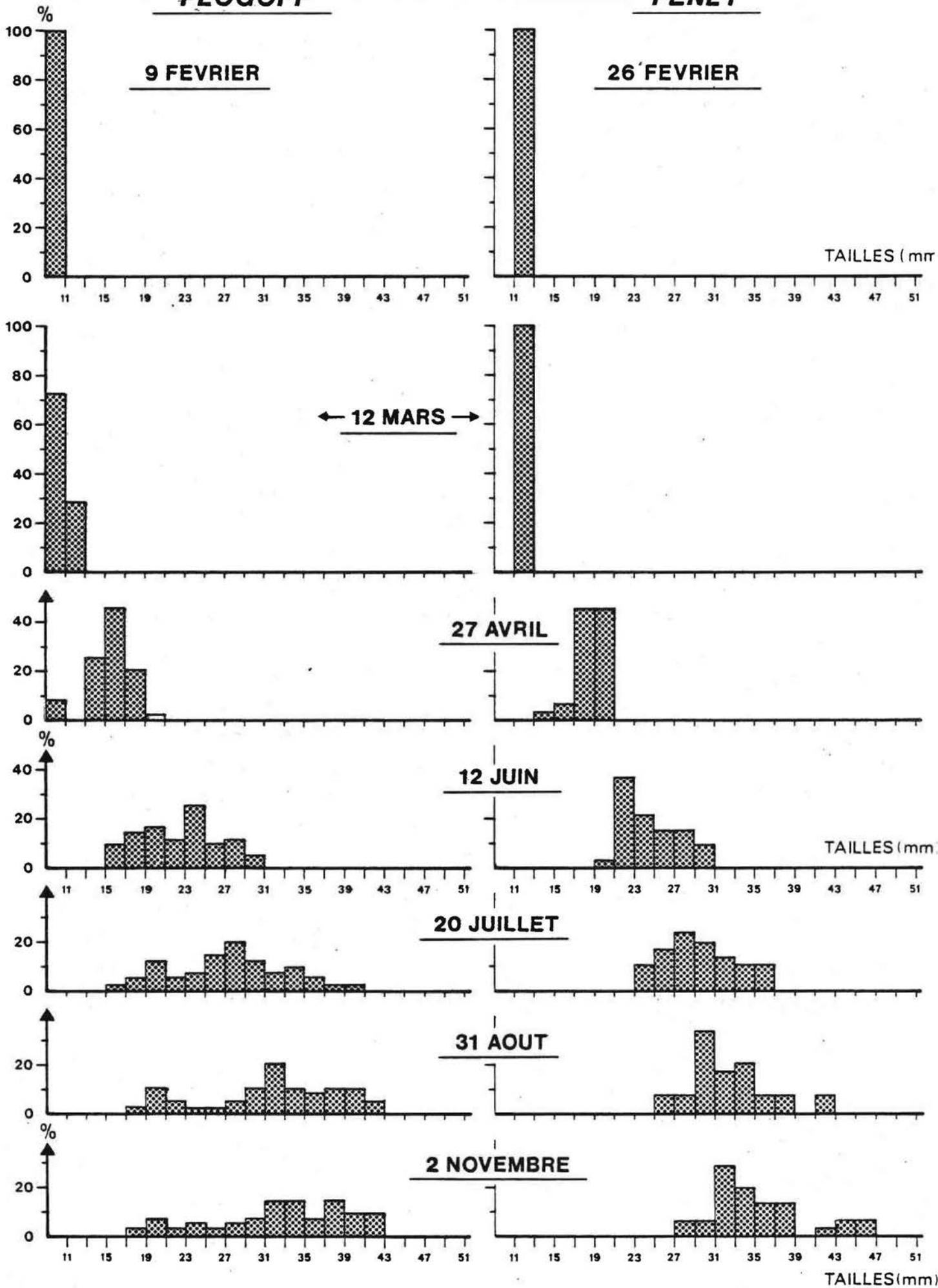
LE CONQUET - 1981



# HISTOGRAMMES de CROISSANCE de 2 LOTS de MOULES

Fig. X

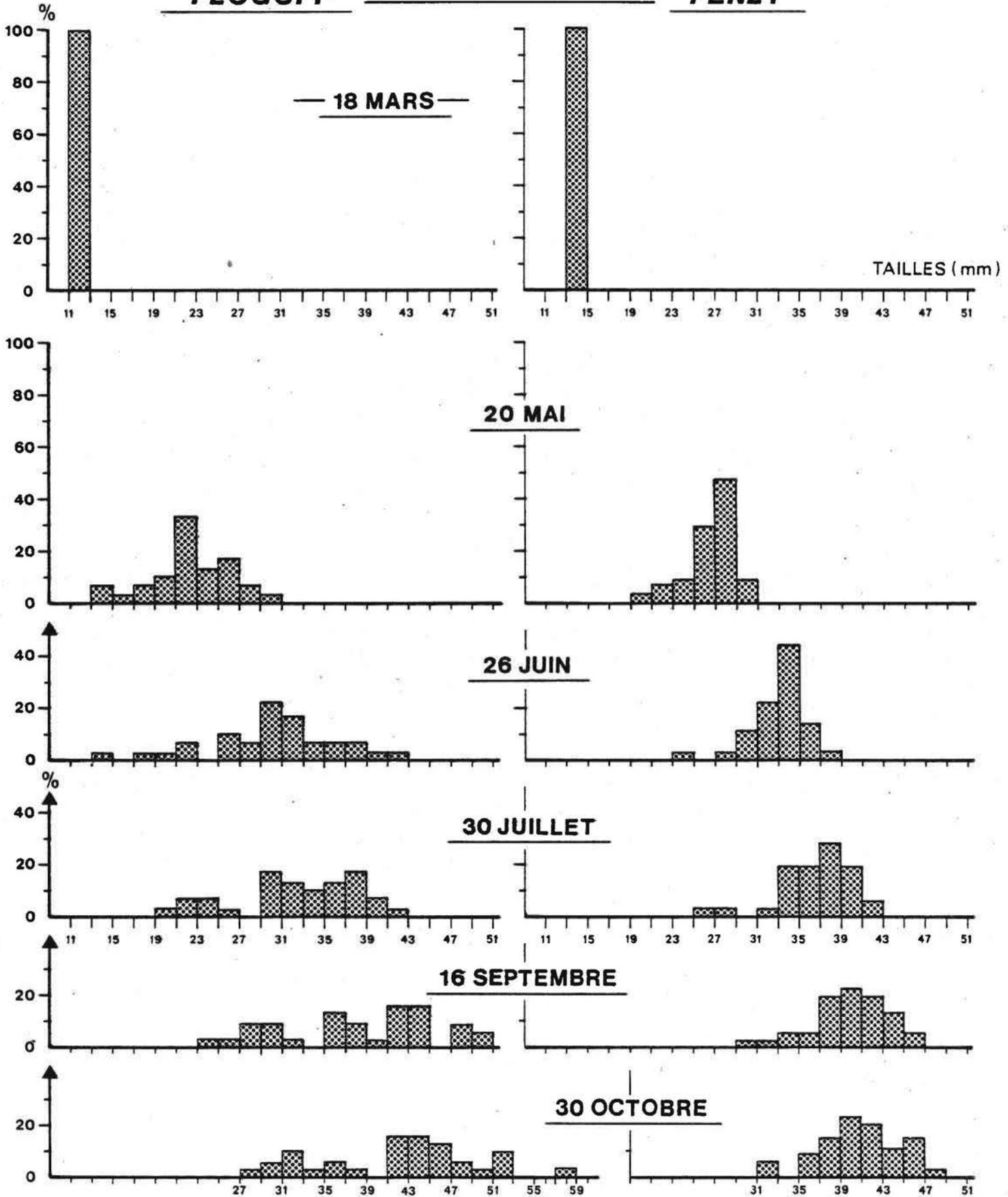
PLOGOFF → **SAINTE-ANNE** ← PENLY



# HISTOGRAMMES de CROISSANCE de 2 LOTS de MOULES

*Fig. XVIII*

PLOGOFF → LE CONQUET ← PENLY

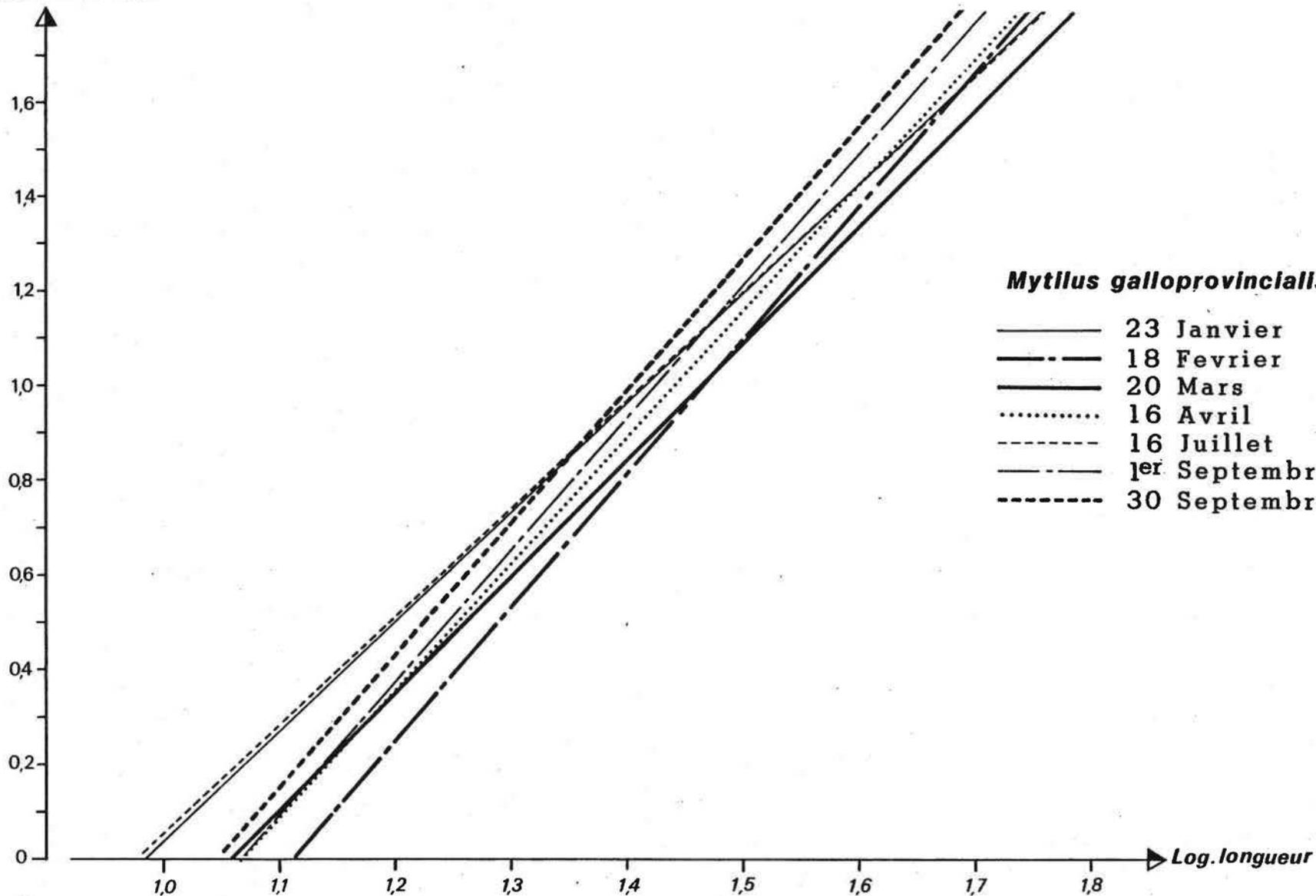


RELATION ENTRE LA LONGUEUR ET LE POIDS DE CHAIR

- PLOGOFF 1981 -

Fig. XIX

Log. poids de chair

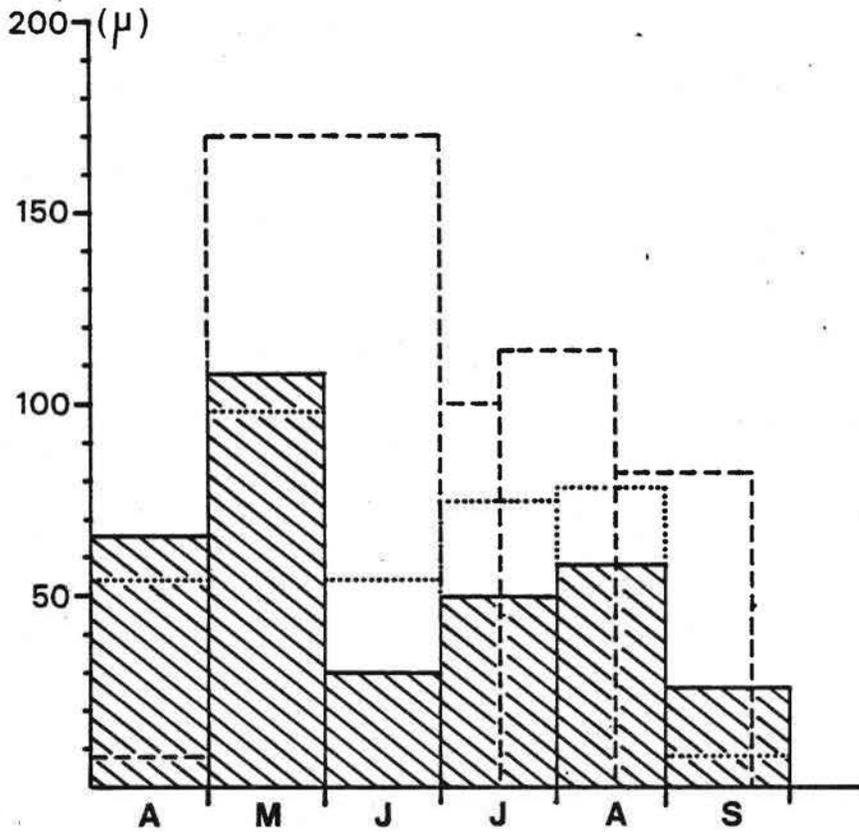


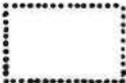
*Mytilus galloprovincialis*

- 23 Janvier
- - - 18 Fevrier
- 20 Mars
- ..... 16 Avril
- - - 16 Juillet
- - - 1er Septembre
- - - 30 Septembre

\* Nous ne donnons ici que les résultats pour une espèce

**MOULES**  
**ACCROISSEMENT JOURNALIER**  
**( Conditions artificielles )**



*Mytilus edulis*       Ste Anne

*Mytilus galloprovincialis*       Ste Anne

 Le Conquet

Tableau n° 1

## PENLY HYDROLOGIE

Dates	T°C	S	MES	Chloro.	Phaeo.	NH <sub>4</sub>
21 janvier 1980	5	32,25	29,2	0,97	0,73	2,41
20 février	6,5	32,29	30,9	1,31	0,80	2,77
20 mars	4,2	32,48				
15 avril	9,3	32,82	11	1,42	1,00	0,48
21 mai	12	33,41		1,39	0,41	0,97
17 juin	15,6		23,8	9,9	1,58	0,31
17 juillet	16,2	33,21	14,1			0,34
16 septembre	16,7	33,08	120	3,35	3,58	6,55
19 novembre	17	33,99				2,31
20 janvier 1981	6,4	32,18				3,30
24 février	4,5	31,10		1,55	1,85	4,40
23 mars	8,9	31,75		2,72	1,60	
21 avril	9,8	31,6		2,95	6,15	
4 juin	14,2	32,5				
7 juillet	16			6,06	8,82	9,68
5 août	18,2			2,76	15,04	3,33

Dates	T° C	S°/‰	MES	Chloro	Phaeo.	DBO <sub>8</sub>	C	N	Protides	Glucides	Lipides	SiO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>	
4/4/80	11°2	34,412	9,80	0,81	0,47												5,88
6/5/80	12°2	35,151	11,2	0,56	0,46												3,14
5/6/80	15°2	34,443		0,75	0,26												4,0
3/7/80	16°1	34,457		0,78	0,71												4,64
1/8/80	16°3	34,950		2,15	0,54												1,5
2/9/80	17°2	35,900	8,0	2,84	0,70												7,0
1/10	16°5	35,237	11,7	0,82	0,52												
14/10	14°5		11,0	0,56	0,50		267	36,2				2,08	0,21	1,49	0,55		2,44
13/11	10°9	35,234	8,9	0,72	0,48		189	32				6,05	0,20	5,10	0,34		2,07
3/12	10°3	34,238	8,9	0,66	0,35		276	33	57	40	7	14,77	0,58	8,42	0,68		2,55
22/12	10°1	34,385	9,5	0,46	0,47		203	35	53	48		14,96	0,45	8,05	0,71		2,62
7/1/81	10°	33,757	7,7	0,41	0,38		174	32	42	100	21,2	20,23	0,36	10,64	0,77		3,23
28/1/81	9°1	33,632	7,3	0,58	0,34		137	27	55	66	81		0,25	9,35	0,67		2,15
10/2/81		34,807	8,0	0,63	0,59							13,98	0,27	6,43	0,77		1,40
2/3/81	8°3	33,217	9,2	1,55	0,78	1,06	217	49	79	69		4,7	0,56	11,7	0,61		2,22
19/3/81	9°6	33,218	6,7	1,48	0,36	1,55	185	25	166	129	23	4,9	2,6	18,2	0,69		1,40
2/4/81	10°3	34,910	7,5			2,87	159	29	72	33	4,4	2,6	0,5	36	0,66		3,38
15/4/81	11°6	33,019	10,8	15,5	1,13	0,90	278	50	221	43	14,2	0,1	0,6	3,5	0,23		3,55

ST ANNE MESURES D'HYDROLOGIE  
(du 4 avril 1980 au 7 octobre 1981)

(suite)

Dates	T°C	S°/‰	MES	Chloro.	Phaeo.	DBOg	C	N	Protides	Glucides	lipides	SiO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>
29/4/81	10°9	33,565	6,8	1,55	0,52	1,38	116	24	166	34	45,2	0,09	0,43	4,9	0,37	2,90
21/5/81	15°	33,396	24,6	3,01	1,41	3,84	390	42	132	43	56,2			1,9	0,06	0,75
15/6/81	15°	33,382	11,9	7,18	2,59	2,70	224	23	400	1 174	174			0,4	0,04	1,02
6/7/81	15°6	33,887	13,2	2,40	0,83	1,25	224	41	358	724	58	1,2	0,43	1,3	0,04	1,19
17/7/81	16°1	34,510	8,3			0,06	218	33	87	86	25					2,93
7/8/81	16°4	34,924	9,3	1,74	0,89	1,76	266	31	50		8,8	2,2	0,68	2,6	0,51	3,62
19/8/81	16°5	34,990	8,9	1,28	0,54	1,44	235	33	114	175	23	1,9	0,36	0,9	0,31	0,59
9/9/81	16°7	35,387	9,3	1,88	0,84	0,63	216	28	55	44	48	1,5	0,22	1,65	0,41	1,80
23/9/81	16°4	35,337	9,3	1,44	0,62	0,57	191	40	42	82	117,7	3,5	0,36	6,25	0,69	3,39
7/10/81	15°	34,901	9,5			0,02	209	22	64	118	33,6	8,4	2,52	5,05	0,38	

Tableau n° 3

LE CONQUET MESURES D'HYDROLOGIE  
Du 3 mars 1980 au 30 octobre 1981

Dates	T°C	S°/‰	MES ml/l	Chloro.	Phaeo.	DBOg	C	N	Protides	glucides	lipides	SiO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub>
3/4/80	10,6	33,76	9,6	0,57	0,32											1,37
29/4/80	11,7	34,35	16,8	3,82	0,96											1,07
27/6/80	14,9	34,76		9,36	3,09											0,55
15/7/80	14,5	35,09	19,2	1,04	0,24											0,23
14/8/80	16,1	34,96	7,6	2,89	0,64											2,3
19/9/80	16,6	35,22	21,4	1,64	2,13							8,45	0,08	1,69	0,43	2,44
13/10/80	14,5	35,23	11,9	0,61	0,57							3,62	0,38	3,81	0,54	1,84
29/10/80	11,8	35,09	10,2	0,93	0,47		249	33				5,73	0,45	3,69	0,50	1,65
13/11/80	10,7	35,06	7,3				190	32	46	100	10	6,57	0,57	5,63	0,71	1,20
27/11/80	11,4	34,89	9,0	0,43	0,43											
22/12/80	10,7	34,67	9,0	0,30	0,49		317	43,5	72	101	20	3,53	0,31	7,32	0,63	1,59
16/1/81	9,7	35,23	7,8	0,48	0,53		181	34,5	58	135	14	9,11	0,23	6,76	0,67	2,06
29/1/81	9,6	34,36	6,6	0,53	0,59		131	29	64	79	5	6,71	0,29	9,18	0,62	1,40
10/2/81	9,3	34,85	7,9	0,46	0,58		214	39,5	49,6	89,6	60	13,76	0,24	8,44	0,68	1,29
4/3/81	8,3	34,78	11	2,11	0,64	3,36	274	39,5	65,6	146,4	43,0	4,95	0,48	8,8	0,34	2,30
18/3/81	9,6	34,19	6,7	1,25	0,32	2,72	208	40	77,6	126	56			5,0	0,26	1,30
1/4/81	10,4	33,85	8,6	0,91	0,68	0,46	254	36	122	69	87	5,5	0,67	5,9	0,49	1,74
14/4/81	11,2	33,76	8,8	12,87	0,26	2,32	229	39,5	139	104	9	0,09	0,53	5,9	0,67	1,51
28/4/81	11	33,75	7,2	1,73	0,32	2,32	225	43	77	28		1	0,50	5,05	0,36	3,16



Tableau n° 4

## ETUDE DES MOULIERES NATURELLES

## Calendrier des sorties sur le terrain

PLOGOFF	PENLY
30 janvier 1980	29 janvier
-	20 février
3 mars	20 mars
2 et 30 avril	15 avril
29 mai	21 mai
-	17 juin
1er juillet	17 juillet
7 août	-
5 septembre	16 septembre
7 octobre	16 octobre
5 et 26 novembre	19 novembre
24 décembre	-
23 janvier 1981	21 janvier
18 février	24 février
20 mars	23 mars
16 avril	21 avril
29 mai	-
19 juin	4 juin
16 juillet	7 juillet
-	5 août
1 et 30 septembre	3 septembre
-	22 octobre

Tableau n° 5

## ETUDE DE LA CROISSANCE DES MOULES

Calendrier des sorties pour mesures des coquilles et hydrologie

St-Anne		Le Conquet	
Biométrie	Hydrologie	Biométrie	Hydrologie
13 mars 1980	-		
3 avril	4 avril	3 et 29 avril	3 et 29 avril
6 mai	6 mai	-	-
5 juin	5 juin	27 juin	27 juin
3 juillet	3 juillet	15 juillet	15 juillet
1er août	1er août	14 août	14 août
2 septembre	2 septembre	19 septembre	19 septembre
1er octobre	1 et 14 octobre	13 et 29 octobre	13 et 29 octobre
6 novembre	13 novembre	27 novembre	13 et 27 novembre
3 décembre	3 et 22 décembre	-	22 décembre
7 janvier 1981	7 et 28 janvier	29 janvier 1981	16 et 29 janvier
9 février	10 février	-	10 février
12 mars	2 et 19 mars	18 mars	4 et 18 mars
27 avril	2, 15 et 29 avril	1 avril	1, 14 et 28 avril
-	21 mai	20 mai	20 mai
12 juin	15 juin	26 juin	17 et 19 juin
20 juillet	6 et 17 juillet	30 juillet	17 juillet
31 août	7 et 19 août	-	7 et 19 août
-	9 et 23 septembre	16 septembre	9 et 23 septembre
-	7 octobre	30 octobre	7 octobre
2 novembre	-	-	-

Tableau n° 6

Taille des coquilles de *Mytilus edulis*, mises en élevage à St Anne

(mesures exprimées en 1/10 mm)

N°	1980									1981						
	3 Avril	6 mai	5 juin	3 juil.	1 août	2 sept.	1 oct.	6 nov.	3 déc.	7 Janv.	9 Fev.	2 mars	29 avril	12 mai	20 juin	31 juil.
20	214	236	272	278	305	320	330	350	358	359	360	360	360	x	372	
22	155	207	270	288	310	330	334	340	346	346	346	347	357	x	370	
3	180	210	240	255	271	289	290	290	290	290	290	292	292			
8	200	210	225	233	253	277	280	285	285	288	290	290	323	325	325	
21	232	246	271	290	308	330	333	333	336	336	336	336	345	345	345	
30	227	252	265	280	303	335	342	342	342	342	342	342	342			
31	227	240	250	269	298	303	310	310	313	313	313	313	314			
32	235	249	296	296	318	324	328	340	345	345	346	346	350			
40	264	292	340	363	282	408	409	410	(410)	410	410	410	412			
38	246	255	270	270	276	302	305	309	315	315	315	316	320			
27	215	231	268	282	303	318	323	323	323	325	325	325	325			
9	220	235	260	265	290	320	320	325	328	320	320	320	320			
15	222	253	270	290	326	280	360	360	360	360	360					
57			282	296	314	324	326	325	325	327	330					
43			352	352	385	392	393	400	400	400	400	400				
46			322	343	355	355	355	358	358	359	360					
47			276	290	307	310	313	313	315	315	316	316				
49			322	328	337	338	340	341	341	341	341	341				

Tableau n° 7

Taille des coquilles de *Mytilus galloprovincialis*  
mises en élevage à St Annes

(Mesures exprimées en 1/10 mm)

N°	1980										1981							
	3 avril	6 mai	6 juin	3 juil	1 août	2 sept.	1 oct.	6 nov.	3 déc.		7 janv.	9 févr.	2 mars	29 avril	12 juin	20 juil.	31 août	2 nov.
16	205	207	213	328	334	347	370	400	400		400	408	409	437	450	(450)		
14	251	275	312	314	317	343	368	370	370		370	370	372	372	380	(384)		
26	187	202	224	240	264	288	298	305	316		322	323	323	330	334	352		
22	203	228	258	266	297	318	321	324	327		328	328	335	335	358	360	360	(365)
40	268	270	(275)	287	287	299	298	300	300		303	304	310	319	333	335	(335)	335
23	235	258	290	305	313	318	(318)	319	323		(330)	(338)	345	365	396	340	450	
38	202	220	263	268	293	330	336	355	364		370	381	387	419	480	533	565	610
35	254	267	296	308	320	325	326	330	334		335	340	340	350	394	416	437	475
15	242	250	282	300	325	334	357	370	382		393	408	408	438	458	500	540	
36	220	250	273	285	288	293	295	305	318		320	328	328	353	395	432	446	473
25	242	257	294	300	324	342	360	371	380		380	380	382	(385)	395)	410	450	478
1	291	300	300	300	304	320	335	340	347		350	(360)	370	398	416	430	460	472
5	178	207	236	245	272	298	310	325	328		328	345	358	412	431	430		
6	163	190	190	222	244	256	257	262	267		268	270	x	x	296	320		
13	228	259	x	283	287	300	307	x	312		322	322	322	x	330	410		
26	187	202	224	240	264	288	298	305	316		322	330	334					

Tableau n° 8

Taille des coquilles de *Mytilus edulis*  
mises en élevage au Conquet

(mesures exprimées en 1/10 mm)

N°	1980		1981						
	29 octobre	27 nov.	29 Janv.	18 mars	20 mai	26 juin	30 juil.	16 sept.	30 oct.
"9"	230	230	240	260	310	390	430	460	484
"3"	230	230	230	240	270	350	380	430	440
"M"	240	240	240	240	270	330	265	365	365
"D"	230	230	230	235	290	320	335	340	350
"Z"	270	280	290	295	317	370	400	440	448
"E"	280	280	290	310	330	380	410	420	447
"P"	210	260	270	270	345	380	414	450	452
"C"	270	280	290	290	330	360	385	420	440
"H"	260	260	260	280	360	430	455	460	475
"G"	200	250	255	255	255	300	340	340	351
"U"	270	280	280	x	x	370	382	400	470
"F"	270	270	275	x	x	330	330	360	370
"L"	230	240	240	240	263	330	370	x	430
"I"	220	220	230	240	x	320	350	420	430
"S"	260	280	280	290	350	410	442		
"7"	280	x	304	330	330	360	390	413	432

Tableau n° 9

Taille des coquilles de *mytilus galloprovincialis*  
mises en élevage au Conquet

1ère série : d'avril à octobre 1980

(mesures exprimées  
en 1/10 mm)

N°	3 avril	29 avril	27 juin	15 juillet	14 août	19 sept.	13 oct.
5	140	140	270	300	340	410	410
8	155	162	209	270	315	350	360
10	153	156	320	333	390	420	423
11	153	154	290	300	355	400	400
13	167	182	245	270	270	270	270
18	188	196	240	265	270	290	290
19	185	190	250	286	330	360	360
30	200	207	250	345	375	380	408
32	205	217	330	337	350	400	400
34	217	224	320	345	337	350	350

Tableau n° 10

Taille des coquilles de *Mytilus galloprovincialis*  
mises en élevage au Conquet

2ème série : de octobre 1980 à octobre 1981

(mesures exprimées  
en 1/10 mm)

N°	29 Oct.	27 Nov.	29 Janv.	18 mars	20 mai	26 juin	30 juillet	16 sept.	30 oct.
"8"	190	260	264	272	360	430	440	510	552
"4"	200	220	276	315	415	480	493	520	572
"T"	180	200	236	250	360	410	420	530	580
"K"	210	215	218	234	310	360	380	450	490
"F"	200	210	252	268	344	405	420	450	490
"H"	230	230	270	273	314	387	450	500	520
"2"	220	230	290	300	330	400	400	480	510
"9"	255	260	286	360	330	416	420	530	570
"G"	205	215	255	290	350	350	375	430	467
"D"	153	170	225	250	360	400	420	x	460
"L"	140	150	180	217	267	330	380	450	
"Y"	252	250	290	300	340	406	480		
"N"	250	260	260	293	x	353	387	x	488
"8"	192	260	264	272	360	392	x	430	
"B"	210	220	270	308	395	450	410	440	446

## CONCLUSION GENERALE

## CONCLUSION GENERALE

Nous résumerons d'une part les observations que nous avons faites sur la croissance de *Mytilus*. Et nous essayerons, d'autre part, une généralisation des résultats par établissement de courbes théoriques de croissance, ceci à partir des résultats obtenus sur les trois sites, et également en Normandie (Le QuiHo) par LE GALL.

### A) Facteurs influençant la croissance :

#### Etude sur lots (fig. 18)

A propos de la croissance étudiée sur des lots de petites moules se détachent trois facteurs :

- l'espèce
- le site
- l'année ou (et ?) la taille de départ ou (et ?) la période de l'année.

1. *M. edulis* : a un taux de croissance plus rapide au départ de l'expérience quelque soit l'endroit.
2. La croissance est toujours plus forte sur le site du Conquet quelque soit l'espèce.
3. La taille de départ et la période de l'année peuvent expliquer les différences constatées pour *M. galloprovincialis* entre 1980 et 1981.

L'importance respective des différents facteurs sont finalement, dans l'ordre, la taille de l'individu au départ (et la période de l'année) le site et enfin l'espèce.

Les conditions de croissance dans le circuit de refroidissement d'une centrale nucléaire sont probablement proches des conditions optimales de croissance : taille aux premiers stades de la fixation, température, circulation d'eau, brassage... La croissance de *M. galloprovincialis* en 1980 s'approche le plus de ces conditions.

Etude sur moules marquées (fig. 19)

Les observations sur la croissance des moules marquées confirment les conditions établies sur les lots.

On note que la croissance est toujours plus forte au CONQUET qu'à ste Anne quelque soit l'espèce.

La différence de croissance entre *M. edulis* et *M. galloprovincialis* tient essentiellement à un arrêt de croissance marqué, en hiver, chez *M. edulis*. Enfin la taille de départ ne paraît pas aussi déterminante au dessus de 15 mm.

B) Généralisation des résultats : courbes théoriques de croissance :

(figures 20, 21, 22, 23, 24).

Les observations réalisées sur *M. edulis* et *M. galloprovincialis* en différents sites correspondent à des périodes de croissance relativement courtes par rapport à la durée de vie de ces deux espèces (estimée communément à 7 - 8 ans). Afin de généraliser les résultats de cette étude, les expériences les plus caractéristiques sont résumées par une fonction de croissance, traduisant la relation "taille-âge" la plus vraisemblable, compte tenu de nos observations et d'informations extraites de la littérature. Les fonctions présentées ne sont donc que des modèles hypothétiques obtenus en respectant les contraintes suivantes :

1. L'ajustement est réalisé simultanément selon les modèles de VON BERTALANFFY et de GOMPertz ; le meilleur ajustement au sens des moindres carrés est présenté.

2. une modulation sinusoïdale est introduite pour traduire un éventuel ralentissement hivernal de la croissance.
3. La valeur de la taille maximale théorique " $L_{\infty}$ " est imposée à l'intérieur d'une fourchette de vraisemblance déduite des observations réalisées sur les adultes au cours de cette étude, soit :

$$M. edulis : \quad 70 \leq L_{\infty} \leq 75 \text{ mm}$$

$$M. galloprovincialis : \quad 95 \leq L_{\infty} \leq 105 \text{ mm} \quad \times$$

Quatre cas de croissance ont été examinés selon cette approche :

- Croissance de *M. edulis* au CONQUET (fig. 20). Ajustement à partir des mesures réalisées sur les moules marquées d'octobre 1980 à octobre 1981 (cf. 2ème partie).
- Croissance de *M. galloprovincialis* au CONQUET (fig. 21). Ajustement à partir des mesures réalisées sur les moules marquées d'octobre 1980 à octobre 1981 (cf. 2ème partie).
- Croissance de *M. edulis* à DUNKERQUE (fig. 22). Ajustement réalisé sur les mesures de la cohorte "1981" par J.M. DEWARUMEZ (cf. 1ère partie).
- Croissance de *M. edulis* au QUIHOT, Normandie (fig. 23). Ajustement à partir des données de LE GALL, 1968, portant sur l'étude d'une moulière naturelle (cf. index bibliographique).

Les quatre courbes sont représentées sur un seul graphique (fig. 24), les " $t_0$ " étant fixés arbitrairement à 0 à des fins de comparaison.

$\times$  Les ajustements ont été effectués par une chaîne de programmes réalisée par A. MENESGUEN et implantée sur HP 9855, au COB.

L'examen de la fig. 24 fait clairement apparaître la très grande diversité des types de croissance avec comme cas extrêmes :

- un taux de croissance rapide allié à un  $L_{\infty}$  faible et à l'absence quasi totale de ralentissement hivernal chez *M. edulis* à DUNKERQUE,
- un taux de croissance lent, allié à un  $L_{\infty}$  élevé et un arrêt de croissance marqué chez *M. edulis* au QUIHOT.

La croissance de *M. edulis* au CONQUET est un cas intermédiaire entre ces deux extrêmes qui fournissent une appréciation sur l'importance des variations de la croissance de cette espèce en fonction des localités. La courbe *M. galloprovincialis* est particulière en raison d'un  $L_{\infty}$  élevé.

Enfin, il importe de noter que les différences de tailles les plus fortes s'observent au terme de la première années (en excluant *M. galloprovincialis* qui au delà de 3 ans possède une taille définitivement supérieure à *M. edulis*). Selon les cas, la taille moyenne de *M. edulis* au 365ème jour est de 17 mm au QUIHOT ou de 55 mm à DUNKERQUE, écart considérable que les facteurs physico-chimiques mesurés dans cette étude n'expliquent pas.

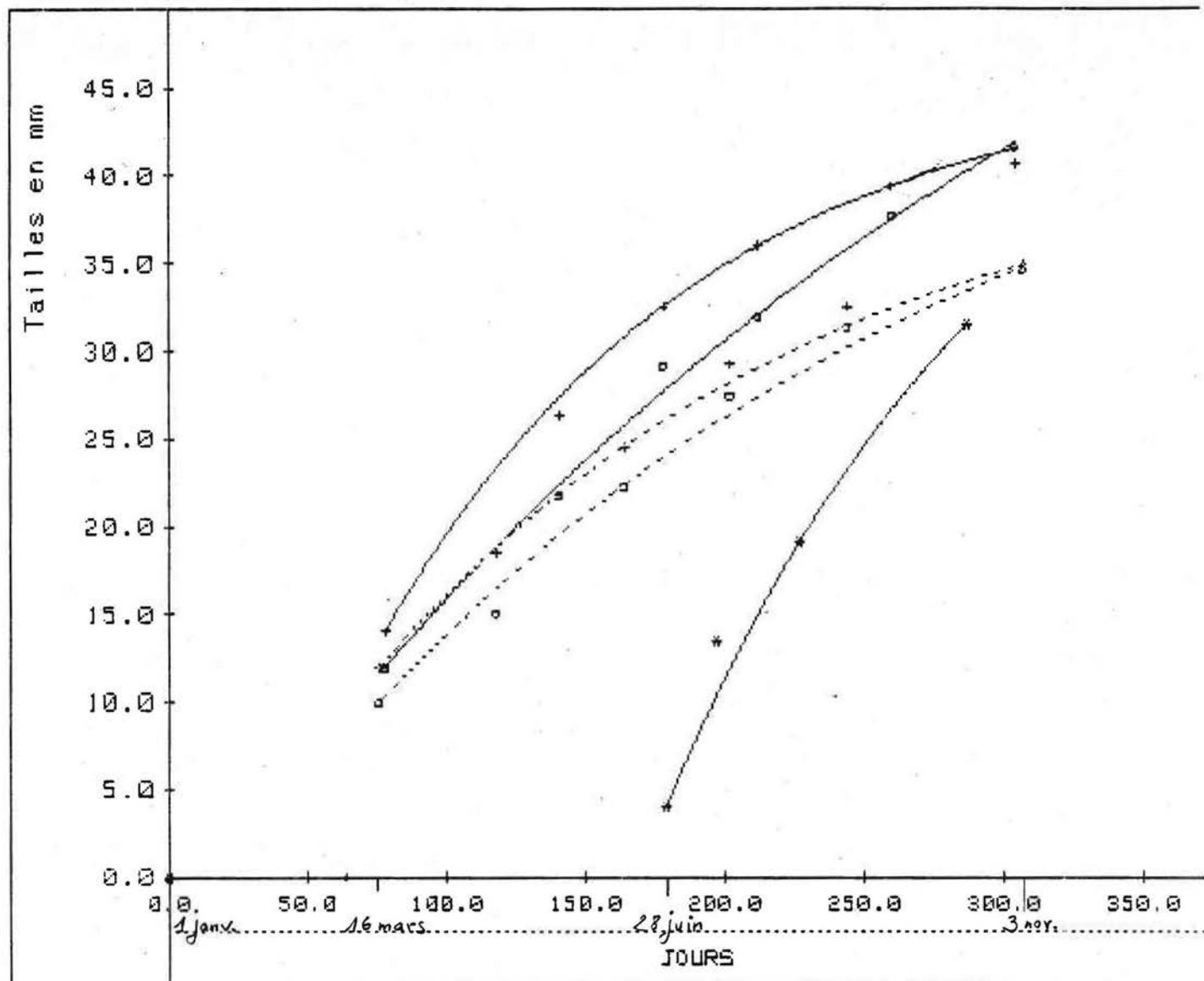


Fig. 18 - Croissance des lots

- + *M. edulis* 1981
- *M. galloprovincialis* 1981
- \* *M. galloprovincialis* 1980
- LE CONQUET
- Ste ANNE

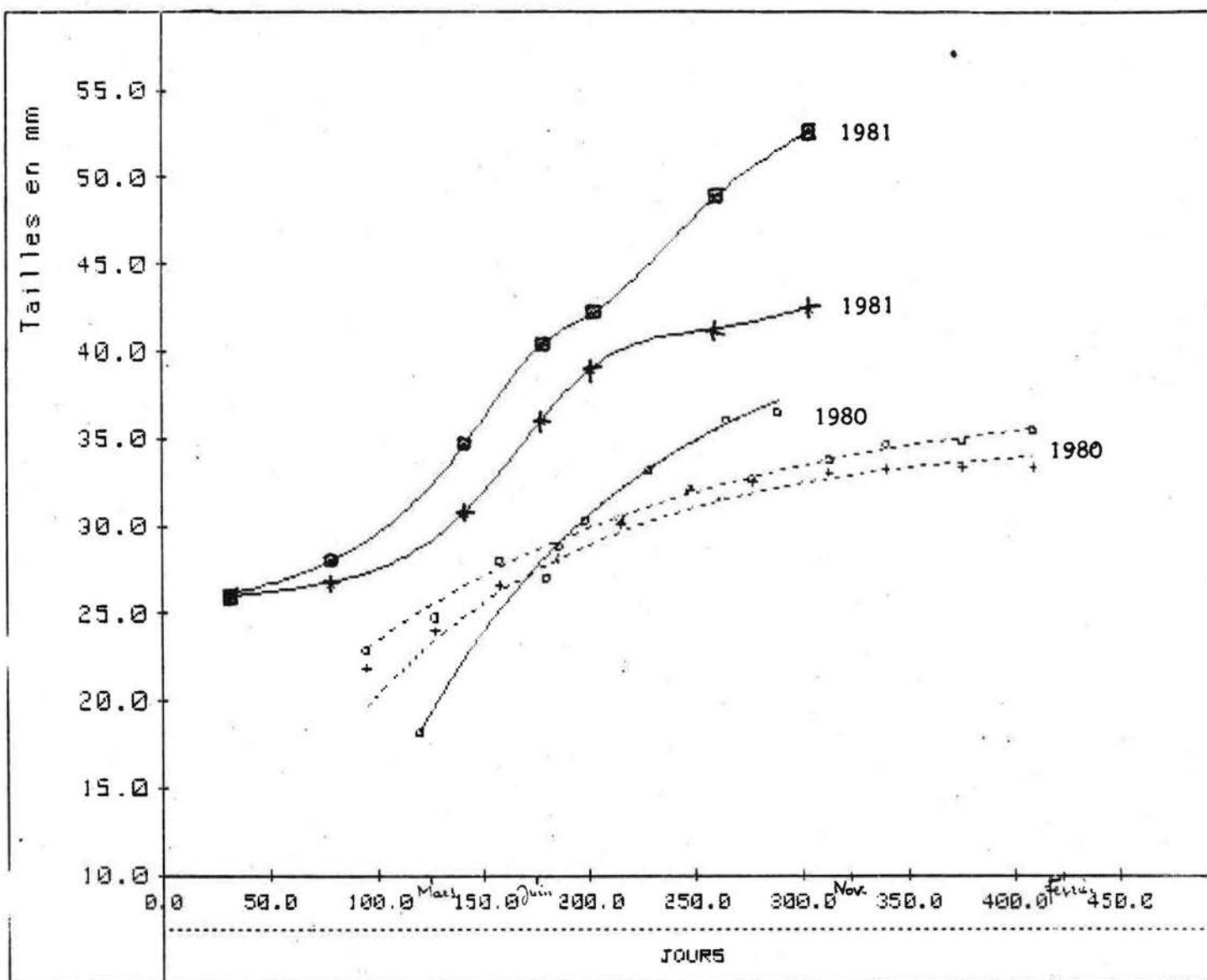


Fig. 19 - Moules marquées

+ *M. edulis*

□ *M. galloprovincialis*

— LE CONQUET

-- Ste ANNE

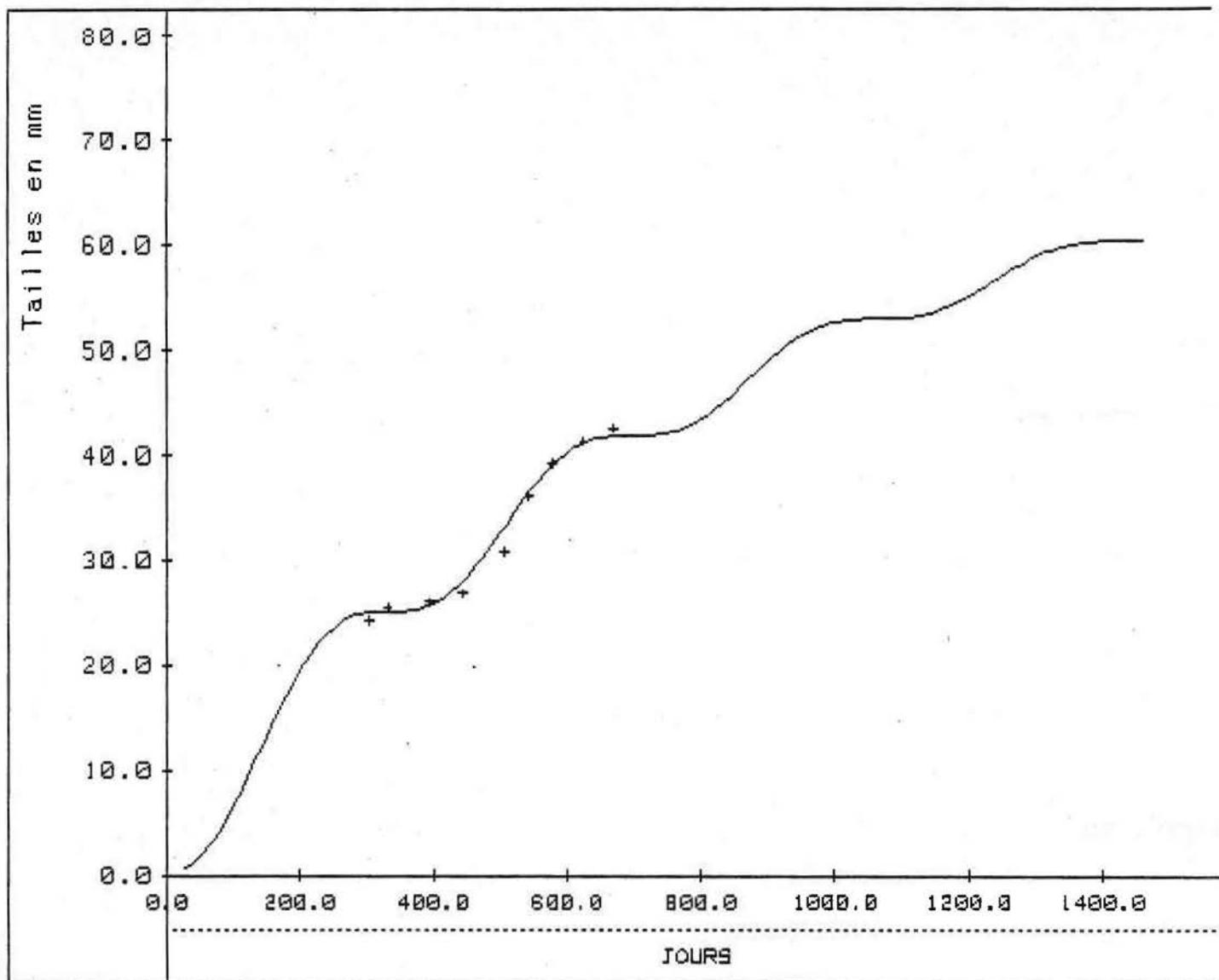


Fig. 20 - Croissance théorique de *Mytilus edulis*  
sur le site du CONQUET

Ajustement selon une courbe de VON BERTALANFFY avec  
modulation sinusoïdale de l'exposant.

$$L_t = 74.994 \left( 1 - e^{-0.00112 (t + 27.77)} + 0.0588 \sin \left( 2 M.t/365 + 0.45 \right) \right)$$

+ : Tailles observées sur les individus marqués d'oct. 80 à oct. 81.

cf. Rapport 2ème partie.

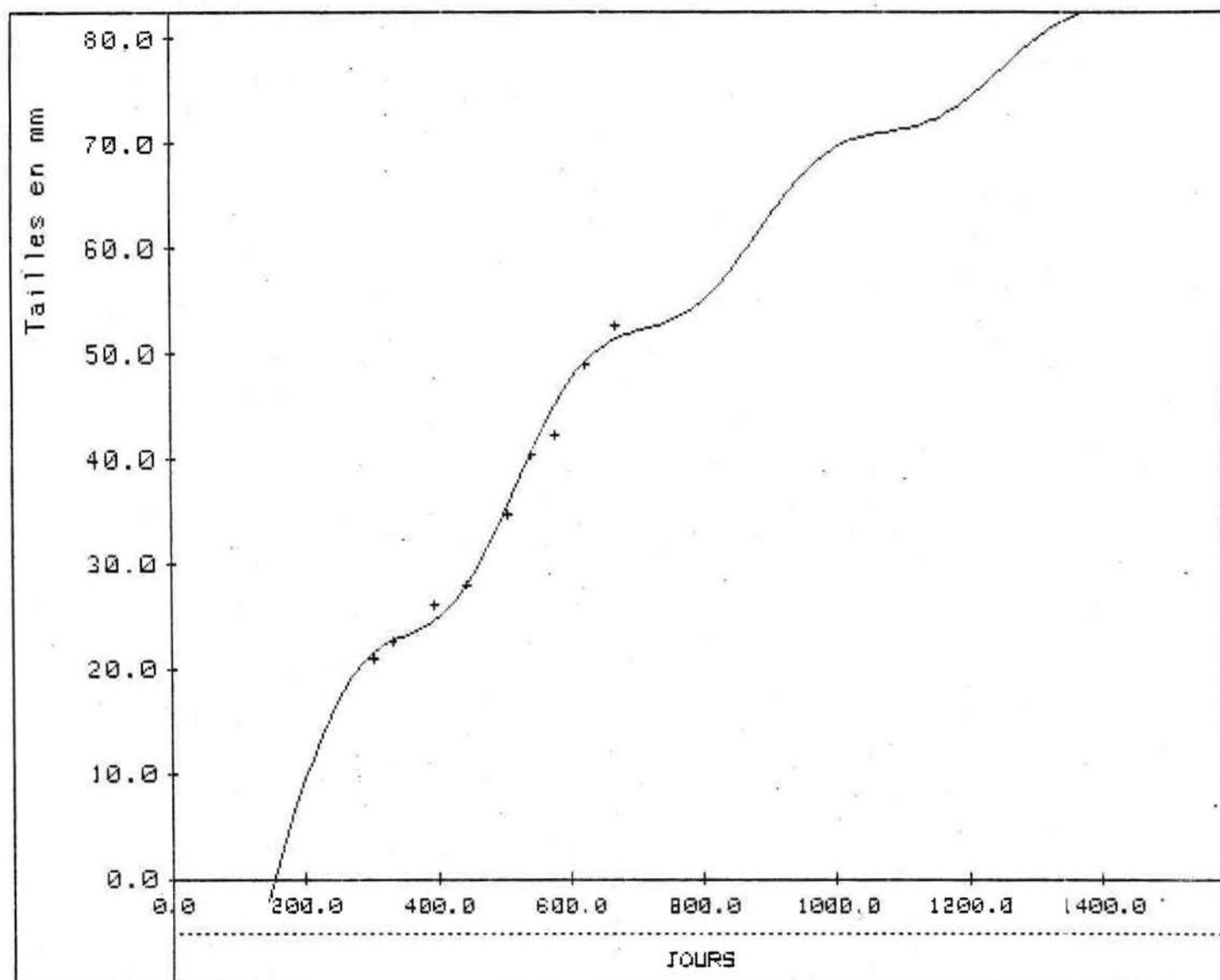


Fig. 21 - Croissance théorique de *Mutilus galloprovincialis* sur le site du CONQUET

Ajustement selon une courbe de VON BERTALANFFY avec modulation sinusoïdale de l'exposant.

$$L_t = 104.99 (1 - 1^{-0.00121 (t - 144,7)} + .0520 \sin (2 M.t/365 + 0.25))$$

+ : tailles observées sur les individus marqués d'oct. 80 à oct. 81

cf. Rapport 2ème partie.

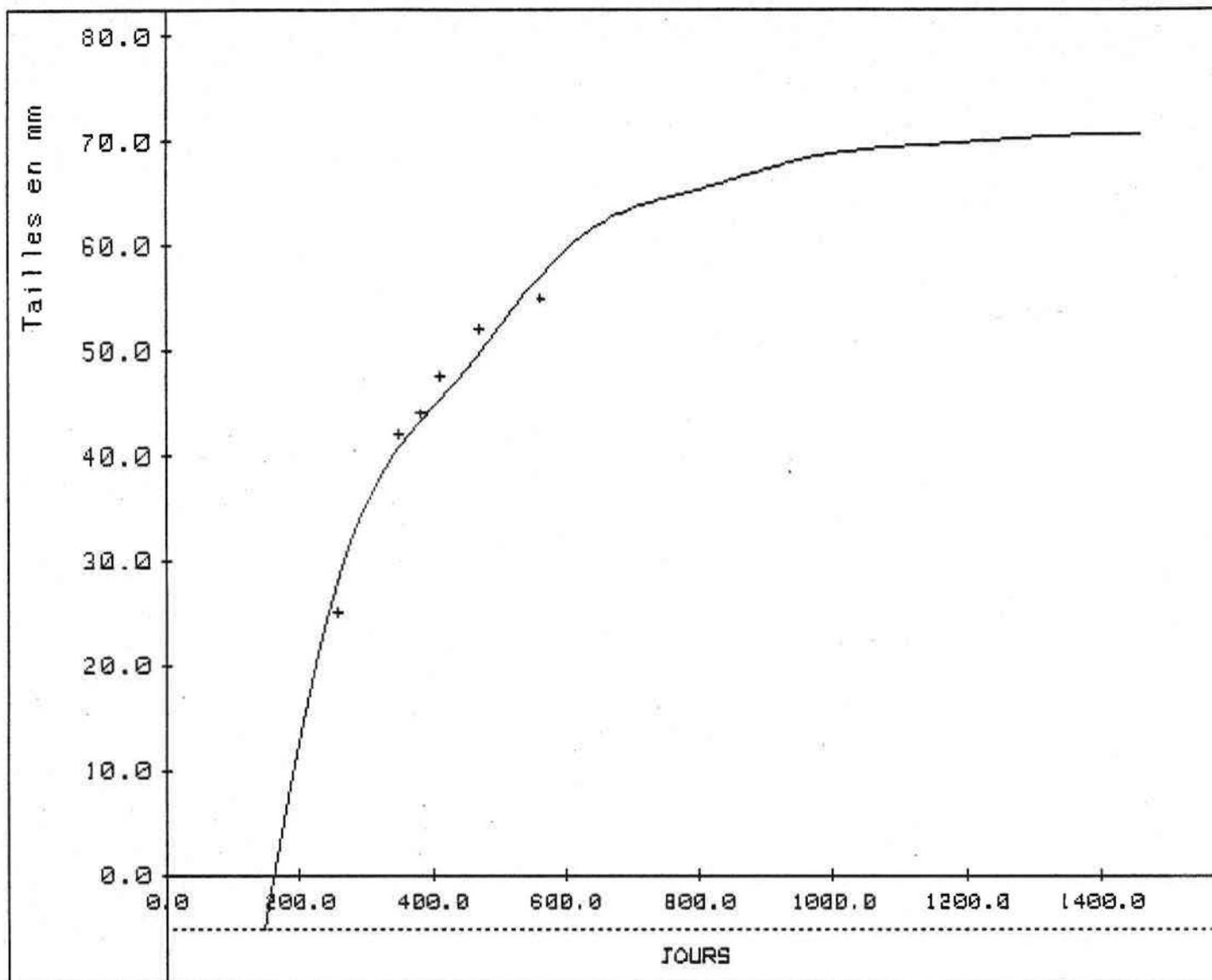


Fig. 22 - Croissance de *Mytilus edulis*  
sur le site de DUNKERQUE

Ajustement effectué selon une courbe de VON BERTALANFFY  
avec modulation sinusoïdale de l'exposant.

$$L_t = 71.104 (1 - 1^{-0.00394 (t - 146.5) + .0792 \sin (2 M.t/365 + 0,25)})$$

+ : tailles observées de . . . à

cf. Rapport 1ère partie.

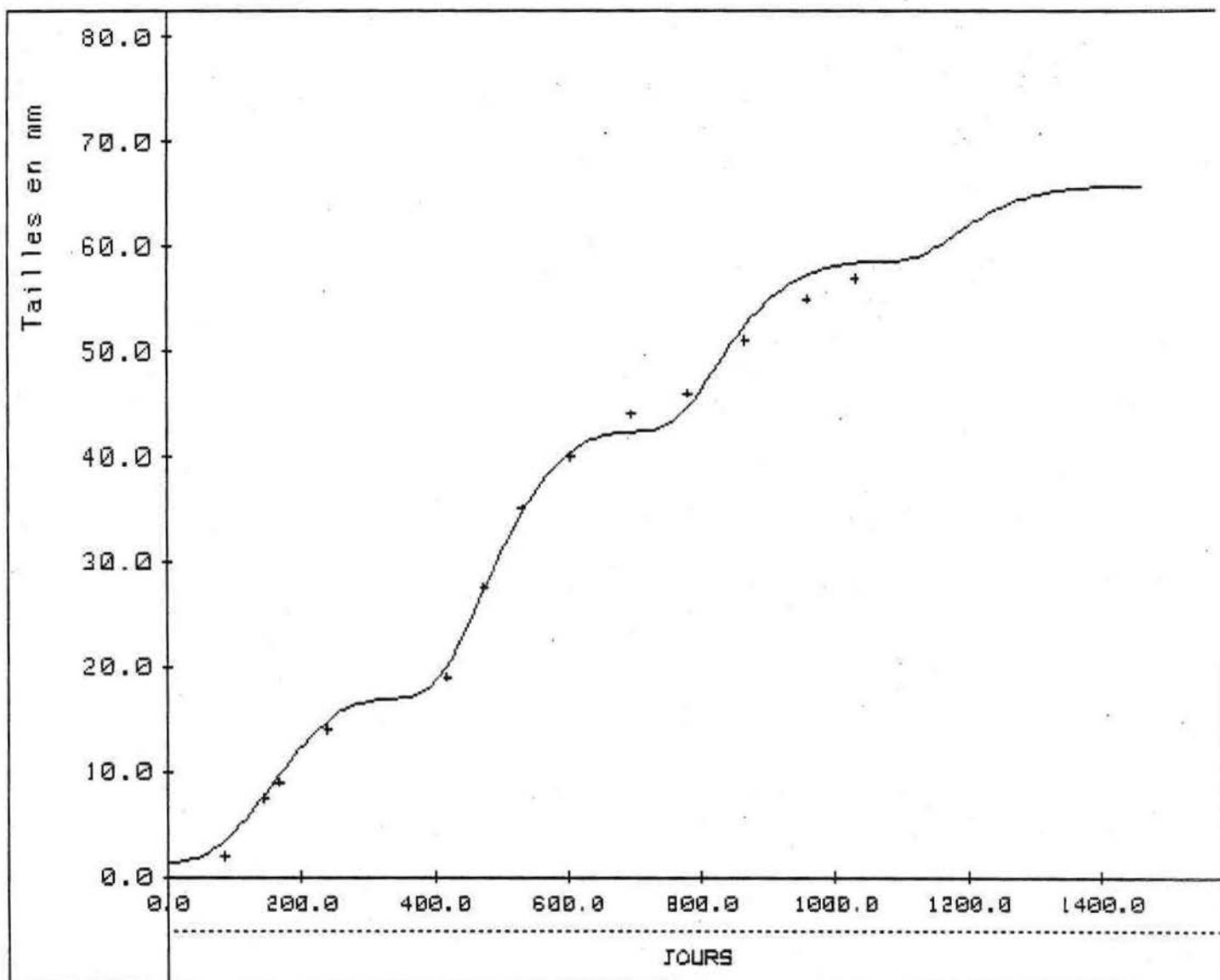


Fig. 23 - Croissance théorique de *Mytilus edulis* sur le site de QUIHOT (Normandie) d'après LE GALL (1968)

Ajustement selon une courbe de GOMPERTZ avec modulation sinusoïdale du paramètre "B".

$$L_t = 70.0(.0318 + 0.159 \sin(2 M.t/365 + 4.08)) .972^t$$

+ : données extraites de LE GALL, 1968.

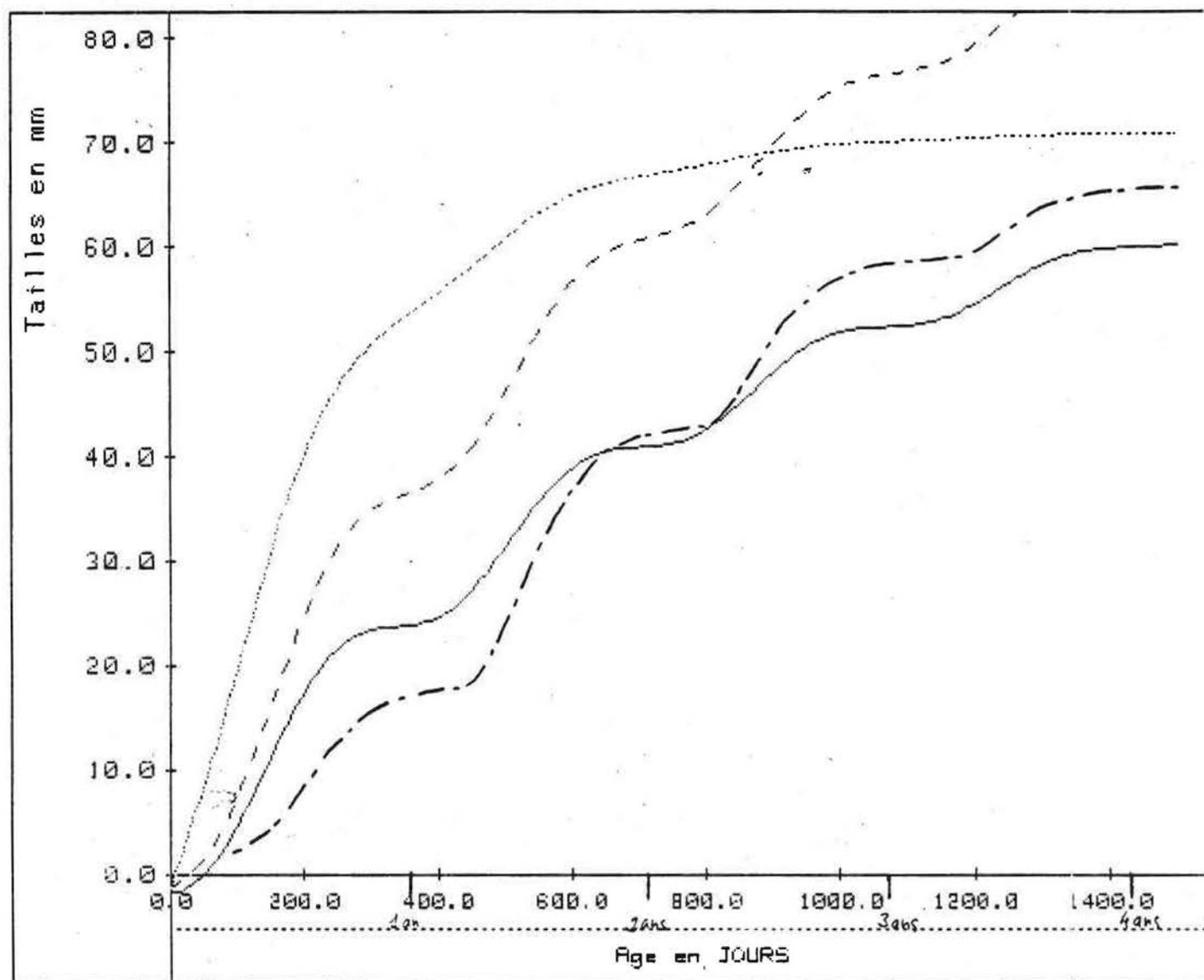


Fig. 24 - Comparaison des 4 courbes théoriques de croissance.

- *M. edulis* LE CONQUET
- *M. galloprovincialis* LE CONQUET
- ... *M. edulis* DUNKERQUE
- .-.- *M. edulis* QUIHOT