

Découvrez plus de documents  
accessibles gratuitement dans [Archimer](#)

Publications du



# CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS



Rapports scientifiques et techniques n° 50 - 1984

## PRODUCTION DE JEUNES ORMEAUX A LA STATION EXPÉRIMENTALE D'ARGENTON



J.-P. FLASSCH - C. AVELINE

BND0/DOCUMENTATION

BIBLIOTHÈQUE  
C.O.B.

B P 337 29273 BREST CÉDEX

**PUBLICATIONS DU  
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS  
(C.N.E.X.O.)**

**Rapports Scientifiques et Techniques n° 50**

**EXCLU DU PRÊT**

**PRODUCTION DE JEUNES ORMEAUX  
A LA  
STATION EXPÉRIMENTALE D'ARGENTON**

par

Jean-Pierre FLASSCH et Charles AVELINE

1984



*Photo 1 : Presqu'île du Vivier à Argenton et la Station.*

*Nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé à l'élaboration et à la création de la station expérimentale. Nous pensons tout particulièrement au travail d'équipe effectué par les Services Généraux du C.O.B. qui, par leur compétence et leur efficacité, ont rendu possible dans un temps record la mise en place d'un module expérimental fonctionnel.*

CNEXO/BNDO/DOCUMENTATION - B.P. 337 - 29273 BREST CEDEX

ISSN 0339-2899

© Centre National pour l'Exploitation des Océans, 1984

## TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	5
PREMIERE PARTIE : METHODES ET TECHNIQUES	7
1 - Description de l'installation	7
1.1 - Situation et principe	7
1.2 - Infrastructure	9
1.3 - Installations d'élevage	15
1.4 - Installations annexes	16
2 - Biotechnie et Protocoles	17
2.1 - La production de nourriture vivante	17
2.2 - Programmation de la maturation des reproducteurs	21
2.3 - Période larvaire	22
2.4 - Croissance 0-8 mois	27
3 - Maintenance Générale	29
3.1 - Suivi des paramètres physico-chimiques	29
3.2 - Entretien	29
DEUXIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION	31
4 - Bilan de la production, Rendement au m <sup>2</sup>	31
5 - Variabilité de la production et différences liés aux techniques d'élevage	33
5.1 - Rendement	33
5.2 - La mortalité au cours de l'élevage	33
5.3 - Croissance	37
6 - Aspects expérimentaux	43
6.1 - Rendements en fonction des protocoles	43
6.2 - Définition des densités optimales	43
7 - Importance des paramètres d'élevage	45
7.1 - Lumière	45
7.2 - Hauteur d'eau	47
7.3 - Aération	47
7.4 - Nourriture	49
8 - Bilan technique	49
8.1 - Dépenses d'énergie	49
8.2 - Critiques techniques	50
8.3 - Les problèmes de marée noire	51
9 - Perspectives	51
9.1 - Evolution de la productivité	51
9.2 - Insertion de l'écloserie dans le schéma général	53
CONCLUSION	57
BIBLIOGRAPHIE	59

## RESUME

Pour le démarrage et le développement des expériences d'élevage de l'ormeau, *Haliotis tuberculata*, sur les côtes de Bretagne, il a fallu en priorité dominer la production de juvéniles, introuvables en nombre suffisant dans le milieu naturel. Après des études préliminaires en laboratoire, cette démarche a été menée, de 1976 à 1981, à 30 km au nord de Brest sur le site d'Argenton.

L'écloserie de production expérimentale est décrite en détail : installations de production d'électricité, d'air, d'eau douce, d'eau de mer, de filtration et thermorégulation, unités biotechniques d'algues, d'aires de ponte, d'élevage larvaire, de métamorphose, d'élevage jusqu'au sixième mois, d'aires de grossissement.

Les techniques d'élevage correspondant à chaque stade sont analysées. La biotechnie de production mise au point s'avère originale par rapport aux techniques d'inspiration japonaise : bacs à fond nu, contrôle de la production primaire pendant les vingt premiers jours (deux séquences algues unicellulaires, *Platymonas suecica* et *Pavlova lutheri*, puis *Prasinocladus marinus*, étape suivie d'une phase nourriture composée jusqu'au troisième mois, et enfin cycle normal, algues rouges naturelles en morceaux (*Palmaria palmata*).

Les bilans de croissance, de mortalité et de production de juvéniles par bac sont détaillés par année. Le rendement moyen de juvéniles de 8 à 10 mm, espéré au m<sup>2</sup>, est à six mois de 5 000, résultat largement atteint en 1980 et 1981. La production peut être étalée sur deux cycles par an. La production par personne et par an devrait dépasser les 200 000 juvéniles de 2 cm pour un personnel compétent. La dépense énergétique annuelle pour une production de plus de 100 000 juvéniles par an est de 0,1 l de fuel et de 0,5 kwh par juvénile.

## ABSTRACT

To follow and develop experimental aquaculture researches on sea ormes rearing (*Haliotis tuberculata*) on the Brittany coasts, it was first necessary to control the production of juveniles which can not be found easily in the natural environment. After preliminary laboratory studies, this has been done between 1976 and 1981 at Argenton, at 30 km in the north of Brest.

The experimental hatchery is described in details : equipment, production of electricity, air, freshwater and sea water, as well as the filtration device and the thermoregulation. The different parts of the hatchery are shown : algae room, spawning area, larval stage, area for spat and young stages until six months, and growth area.

The rearing techniques corresponding to each stage are developed : the biotechny for rearing young stages is new, compared with the Japanese techniques : tanks without collectors, 20 days-controlled production of algae (*Platymonas suecica* and *Pavlova lutheri* in a first stage, and then *Prasinocladus marinus*), then artificial feeding until the third month and normal rearing with chopped natural red algae (*Palmaria palmata*).

The evolution of growth, mortality and juvenile production per tank are detailed per year. The mean production of sixth months old juveniles from 8 to 10 mm, per m<sup>2</sup>, was around 5.000 in 1980 and 1981. The production can be done with two cycles per year. 200.000 2cm juveniles could be annually produced per person with a competent staff. The annual energetic cost for more than 100.000 juveniles is around 0.1 l of fuel-oil, and 0.5 kwh per juvenile.

## INTRODUCTION

Dans les programmes du CNEXO pour le développement de l'aquaculture nouvelle, des recherches sont menées au Centre Océanologique de Bretagne (COB) sur une espèce d'intérêt régional : l'ormeau. En 1973, ces recherches ont débuté en laboratoire puis, à partir de 1976, compte tenu d'une reproductibilité satisfaisante des résultats, dans une éclosérie à Argenton, sur la côte nord-ouest du Finistère, à 30 km de Brest.

L'ormeau est un mollusque gastéropode prosobranche appartenant à la famille des "*Haliotidae*". Les espèces exploitées, en général d'une taille supérieure à 12 cm, sont largement représentées sur les côtes australiennes, néozélandaises, mexicaines, californiennes, chinoises, coréennes et japonaises. Le total des prises mondiales serait de l'ordre de 20 000 tonnes en 1982 ; cela pour une quinzaine des 130 espèces et sous-espèces que compte le genre *Haliotis* (COX, 1962). Cette valeur de 20 000 tonnes n'est qu'une estimation qu'il faut considérer avec grande prudence ; les données statistiques, celles de la FAO pour le monde ou celles des pays (Etats-Unis, Australie, Nouvelle Zélande) sont très fragmentaires ou parfois inexistantes. Après le Mexique, le Japon est l'un des plus gros producteurs, avec des captures annuelles qui sont passées de 30 millions d'ormeaux, soit un tonnage de 3 600 tonnes il y a quelques années, à 70 millions en 1978, soit environ 8 400 tonnes. Les espèces commerciales japonaises sont au nombre de cinq : *Haliotis discus hannai*, *Haliotis discus discus*, *Haliotis sieboldii*, *Haliotis gigantea* et *Haliotis diversicolor aquatilis*. Chaque espèce se développe dans un habitat particulier.

L'espèce européenne (*Haliotis tuberculata* L.) peuple toute la frange nord de la Bretagne, débordant très largement dans la Manche, vers le large sur les îles Anglo-Normandes jusqu'à Guernesey qui constitue sa limite nord ; elle est absente des côtes anglaises et irlandaises. Elle s'étend sur la côte française atlantique jusqu'à Belle-Ile. Elle délaisse les eaux très chargées en sédiment du sud-ouest pour coloniser, plus au-delà, certaines parties rocheuses de la côte basque, des côtes espagnoles et portugaises.

L'ormeau affectionne tout particulièrement les zones oxygénées à salinité stable, riches en macrophytes. Plutôt nocturne, l'ormeau, se protégeant le jour sous les roches ou dans les failles obscures, vit dans la zone de balancement des marées et jusqu'à une dizaine de mètres au-dessous du zéro des cartes. Il se nourrit en broutant les films d'algues et animaux microscopiques qui recouvrent les supports, ainsi que les algues macrophytes rouges de préférence, mais aussi vertes (ulves) et accessoirement brunes (laminaires). Les sexes sont séparés, à l'exception de rares cas (2%) d'hermaphrodisme en mosaïque (COCHARD, 1980). Les produits génitaux sont émis dans l'eau où la fécondation s'effectue durant l'été. La vie larvaire pélagique (CROFTS, 1929) est courte, la métamorphose a lieu vers le 7ème jour à 16°C. Les larves ne se nourrissent pas durant leur vie pélagique. A la métamorphose, les larves se fixent sur un support, algues ou roches, et débutent leur vie benthique en broutant les algues unicellulaires. L'écologie et le comportement des jeunes ormeaux dans le milieu naturel sont très mal connus du fait de leur capacité à se dissimuler. La taille adulte (capacité de reproduction) est plus faible et varie en fonction des zones. Sa taille maximale peut dépasser 12 cm pour un poids de 400 g à l'âge de 12 ans. Dans le milieu naturel, l'âge peut être déterminé grâce à des contrôles de croissance sur des individus marqués ou par la lecture des anneaux de croissance (FORSTER, 1967 ; HAYASHI, 1977 ; COCHARD, 1980).

En Bretagne, les zones où vit et se reproduit l'ormeau couvrent des centaines de km<sup>2</sup>. A titre indicatif, d'après des échantillonnages effectués dans la rade de Brest, la biomasse (poids frais avec coquille) varie de 900 kg à 2,7 tonnes à l'hectare, mais peut largement dépasser ces valeurs sur des sites plus riches, dans les Côtes-du-Nord, par exemple. L'espèce est l'objet d'une pêche amateur ou artisanale à basse mer, limitée à l'estran. En 1976, la production aurait été de 5,3 tonnes d'après les statistiques officielles de la Marine Marchande. La pêche en plongée est interdite en France, contrairement à tous les pays producteurs, notamment le Japon.

Dans ce pays, une pêche importante a entraîné une diminution des stocks. Par contre, c'est aussi au Japon que les recherches, en vue de l'élevage de l'ormeau, sont les plus avancées. Commencées il y a plus de quarante ans, elles ont abouti au contrôle de la production artificielle de juvéniles à des fins de repeuplement, en vue de contrebalancer le déficit dû à la pêche. A partir de 1974, la production annuelle s'est élevée à deux millions de juvéniles qui ont été immergés dans le milieu naturel avec une espérance de capture de 10 à 20 %, soit de 80 à 100 tonnes. Les résultats de cet effort, bien qu'apparemment encourageants, sont encore mal connus, sur le plan tant technique qu'économique.

La démarche française a tenu compte à l'époque des travaux étrangers, surtout japonais. Avant de chercher à déterminer les conditions d'une survie aussi élevée que possible, il a paru nécessaire de disposer d'une technique fiable d'alevinage et les efforts ont été tout d'abord concentrés sur ce stade. C'est le but de ce travail que de préciser cet acquis. Les travaux, commencés en 1973 avec la collaboration de Y. KOIKE\* sur la production artificielle d' *Haliotis tuberculata*, avaient pour objet de définir les conditions scientifiques et techniques nécessaires à l'obtention de juvéniles d'un an à partir de reproducteurs maintenus en captivité. Les résultats en laboratoire sur des unités d'un type donné ont permis d'envisager leur utilisation à l'échelle industrielle avec les techniques mises au point. Parallèlement, les expérimentations poursuivies sur des volumes plus modestes ont apporté les éléments scientifiques supplémentaires, nécessaires à l'élaboration d'un schéma de production expérimental (rapports d'études de WOITELLIER, 1975 et MAZURIE, 1976). Cette recherche expérimentale a également permis d'élaborer un protocole d'obtention de la métamorphose adapté à l'espèce (FLASSCH et al, 1977) et pour le stade 3-8 mois (en 1975). A la suite de ces résultats encourageants, il a été décidé de créer une éclosérie de production expérimentale indépendante, d'une capacité minimale de 50 000 juvéniles d'un an. Cette éclosérie avait pour objectifs :

- de tester sur le terrain les différents aspects mis au point en laboratoire, tant d'un point de vue biologique que technologique ;
- de fournir du matériel vivant de façon à poursuivre des expériences de grossissement déjà entreprises sur parcs et de les multiplier ;
- d'évacuer, selon les protocoles d'élevage utilisés, le travail technique nécessaire en fonction d'une production déterminée ;
- de fournir les premiers éléments d'un prix de revient du jeune ormeau de un an, de 2 cm et d'un poids de 1 g, donc apte au grossissement sur parc.

Après une description de l'éclosérie et des protocoles adoptés pour la ponte, l'élevage des larves et des juvéniles, les résultats sont analysés en termes techniques. Cette éclosérie pilote permet d'esquisser des perspectives de développement de l'élevage de l'ormeau en France.

\* Laboratoire d'écologie animale, Université des Pêches de Tokyo - Minato-ku - TOKYO 108 - JAPON.

## PREMIERE PARTIE

### METHODES ET TECHNIQUES

Les techniques mises en oeuvre ont été adaptées aux besoins de la reproduction artificielle et du grossissement d'un mollusque herbivore. L'écloserie-nourricerie comprend les postes suivants : une station de pompage, une chaufferie, un système de recyclage de l'eau, une aire de culture d'algues unicellulaires, une aire de stockage d'algues macrophytes, un hall d'élevage constitué d'une aire destinée à la métamorphose et au grossissement jusqu'à 6-8 mois, ainsi qu'une aire de grossissement 6-12 mois. Il a fallu également prévoir dans ces installations les moyens nécessaires à la maturation des reproducteurs, la ponte, la fécondation, l'éclosion et le traitement des larves.

#### 1. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION

##### 1.1 - Situation et principe

L'écloserie est située en Bretagne, sur la côte nord-ouest du Finistère, sur la presqu'île du Vivier à Argenton, dans la commune de Landunvez (fig. 1, photo 1).

Le bâtiment et les installations annexes sont dépendants d'un ancien vivier à crustacés de 3600 m<sup>2</sup>, dont le bassin a d'abord été utilisé comme aire de stockage puis, plus tard, comme réserve d'eau pour des bassins à terre. Ce réservoir est en communication avec la mer par deux vannes. Les échanges sont facilités par des ouvertures de sécurité alimentées aux coefficients dépassant 54. Le niveau moyen varie de 1,80 m aux berges à 3,40 m aux grilles, mais diminue jusqu'à 0,50 m, et 1,50 m durant les périodes de morte-eau. Pour les petits coefficients de marée, le niveau du bassin suit le niveau des marées ; les fuites sont assez importantes le long de la digue.

L'écloserie-nourricerie de production expérimentale de 165 m<sup>2</sup> au sol (fig. 2), de 3,50 m de haut, comprend un hall, une chaufferie, un bureau, une salle de production d'algues. Un compresseur et un groupe électrogène (25 kw) ont été isolés dans un bâtiment annexe. Il s'agit d'une construction légère, non chauffée, mais isolée du sol par 15 cm d'argile expansée recouverte de 5 cm de sable. Les parois et la toiture sont revêtues d'un double isolant constitué de laine de verre de 75 mm et de "styrodur" de 30 mm, matériau classé en catégorie 2, sécurité incendie, qui se consume sans propagation.

La prise d'eau de mer de l'écloserie a été installée à l'origine dans le bassin, sous abri ; ceci dans le but de limiter le développement algal sur la crépine. Cette solution a été abandonnée à cause d'une prolifération trop importante d'ascidies. Afin de faciliter le nettoyage de la crépine,



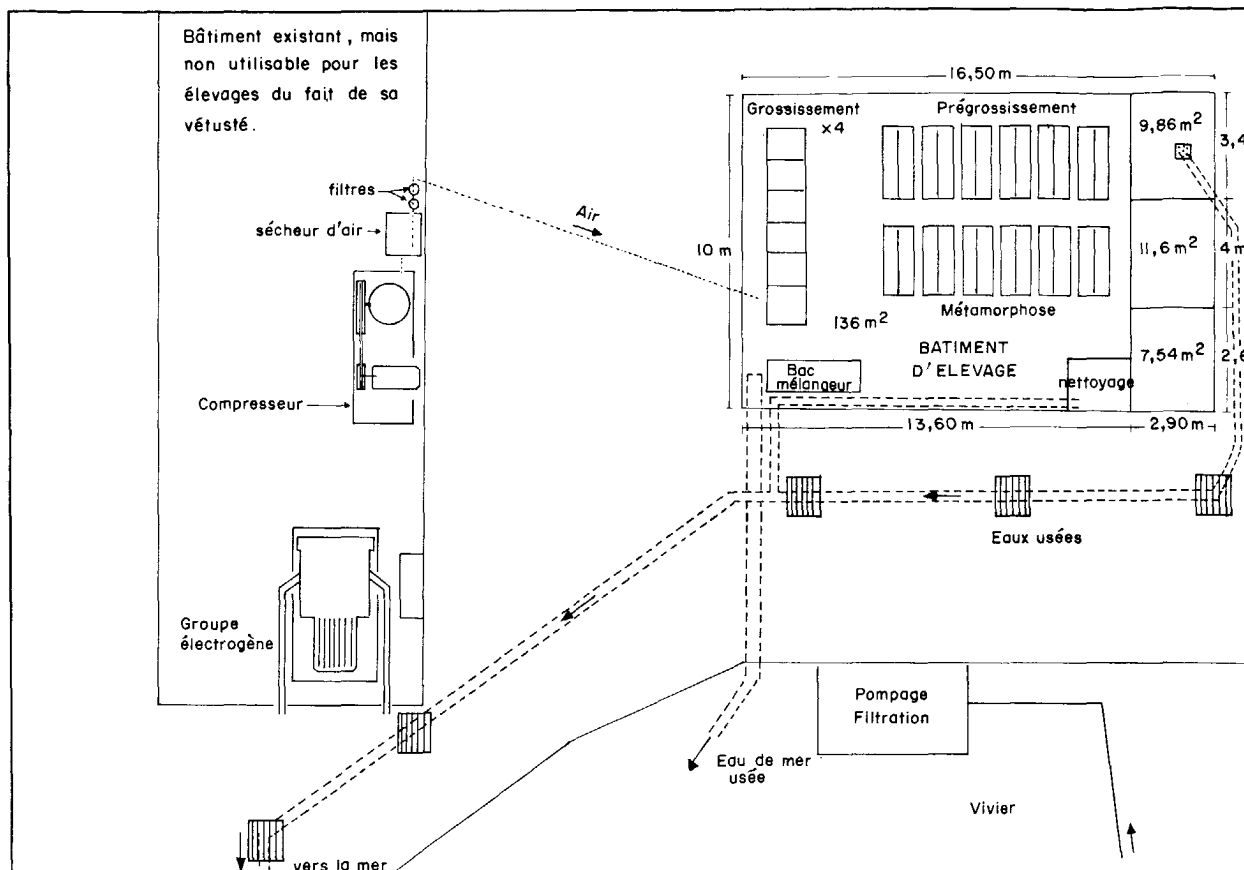


Fig. 2 : Plan général des installations.

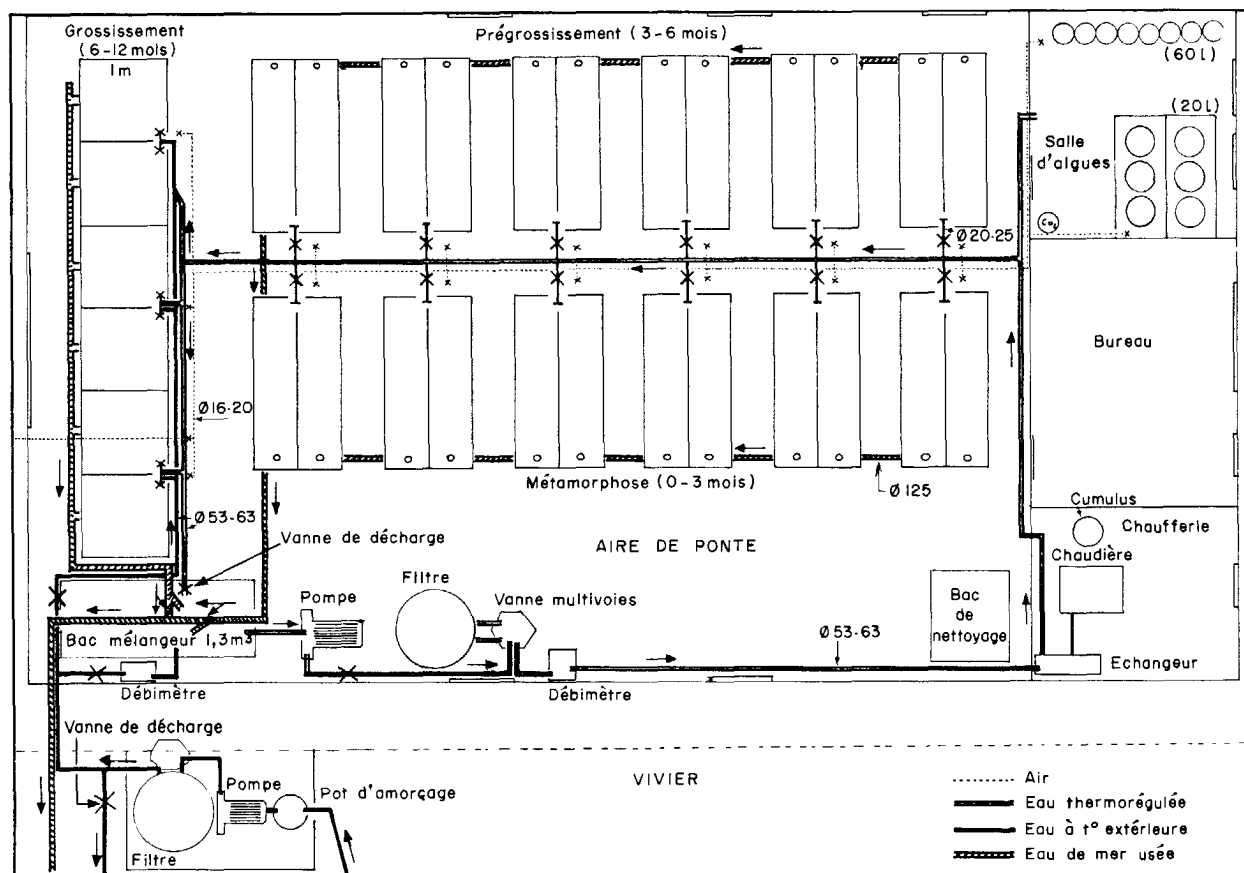


Fig. 3 : Plan détaillé du bâtiment.

la ligne d'aspiration a été doublée et le point de pompage déplacé au centre du vivier. La distribution d'eau est assurée en deux étages : le premier alimente le bâtiment en eau neuve préalablement filtrée sous-pression sur filtre à sable, et le second est chargé de la distribution à l'intérieur du bâtiment (fig. 3).

Cette eau est en partie recyclée et également filtrée sous-pression sur sable. L'eau de mer d'évacuation des bacs d'élevage est rejetée dans le bassin et les eaux usées sont déversées en mer, à l'extérieur du bassin, à partir de conduites existantes (fig. 2).

## 1.2 - Infrastructure (fig. 3)

### 1. *Pompage principal*

La station extérieure de pompage d'eau de mer se compose d'une pompe de 5 CV SIEBEC A 30 de 20 à 35 m<sup>3</sup>/h de débit utile, en fonte ébonitée couplée à un pot d'amorçage servant en même temps de préfiltre et d'un filtre sous-pression à sable LACRON 760, de granulométrie comprise entre 0,4 et 0,6 mm. Ce filtre à sable augmente sensiblement la perte de charge ; il est branché en dérivation, ce qui permet la mise hors circuit rapide lorsque son utilisation n'est pas nécessaire. L'eau de mer peut être envoyée vers les différents bacs et en même temps introduite dans un bac mélangeur recevant par ailleurs de l'eau déjà réchauffée ayant ou non déjà traversé les bacs d'élevage.

### 2. *Circulation bâtiment*

L'installation de recyclage (fig. 4) est constituée d'une pompe MARLOW ITT AP 30 munie d'un préfiltre susceptible de fournir un débit de 10 m<sup>3</sup>/h à la pression de 1-2 bars puis d'un filtre LACRON 610. La conduite du fluide est assurée en tube PVC pression de 53-63 mm de diamètre.

### 3. *Chauffage et thermorégulation*

L'eau de recyclage est réchauffée dans un échangeur ALFA-LAVAL à plaques de titane de faible encombrement, comprenant vingt plaques, et d'une capacité totale de 40 000 kcal/h avec un débit primaire d'eau douce de 2,65 m<sup>3</sup>/h à la température de 40 à 80°C et un secondaire de 4 m<sup>3</sup>/h à la température extérieure. L'échangeur est branché en dérivation sur la ligne assurant un débit total de 10 m<sup>3</sup>/h d'eau thermorégulée.

La thermorégulation est assurée par une vanne trois voies BILLMAN-MP 7K3 Ø 26 reliée à des thermostats DILLMAN TD7C régulation et TBOD sécurité, reliés à deux sondes températures. Le primaire et le secondaire sont montés à contre courant. Le primaire est alimenté à partir d'une chaudière CHAPPEE en fonte type MY306, 57 000 kcal/h, équipée d'un brûleur GUENOD D9 au fuel domestique stocké dans une cuve de 5000 litres. Le primaire est accéléré par une pompe SIEBEC 4 m<sup>3</sup>/h à 6 m.

Cette installation est garantie pour un contrôle de température à + 1°C. En pratique, l'écart s'est avéré beaucoup plus faible.

#### 4. Recyclage (fig. 5)

Un système simple a été adapté aux besoins de l'unité. Le bac de 1,3 m<sup>3</sup> assure le mélange des eaux neuves et de l'eau utilisée et il constitue aussi un volant de sécurité malgré son volume faible.

Il n'a pas été prévu de système d'épuration ni d'oxygénation, étant donné la brièveté de la période de renouvellement (3 h pour le volume total), le faible taux de pollution dû aux déchets organiques et la faible consommation d'oxygène par les animaux\*.

Le système de recyclage présente les avantages suivants (fig. 5) :

- lorsque les besoins sont inférieurs à 10 m<sup>3</sup>/h, l'eau thermorégulée non utilisée est recyclée dans le bac par une voie de décharge, ce qui assure oxygénation ou dégazage éventuel ;
- lorsque le débit d'utilisation est plus important, le recyclage peut être effectué partiellement ou en totalité, d'une part, avec les eaux de la partie "métamorphose et prégrossissement" et, d'autre part, avec les eaux de la partie grossissement ; ceci par le simple jeu de culottes pivotantes.

Toutefois, l'eau recyclée part préférentiellement par la surverse, l'eau neuve étant aspirée en priorité.

A titre d'exemple, les températures sont les suivantes pour une valeur affichée de 16,5°C et une eau extérieure à 8,3°C :

- . surverse : 14,8°C
- . aspiration recyclage : 13,5°C
- . arrivée eaux usées : 16,5°C.

#### 5. Circuit air comprimé (fig. 2 et 3)

Afin d'assurer sur toutes les installations une distribution d'air à débit constant quels que soient les volumes d'eau à aérer, un compresseur avec réserve d'air, INGERSOLL-RAND EUROP type 30, modèle 190, réservoir de 300 litres, 380/3/50-5,5 ampères, 3 CV, couplé avec sécheur d'air IRSEC n°2 et 2 filtres (préfiltre ATOMIR 11372 CF avec pot de purge n°1, et filtre submicro-mique IR. 1232 2CJF muni d'un purgeur d'huile automatique IRSDRAIN 5100 4C) a été choisi. Un détendeur modèle A-90408 libre, dans la canalisation principale, un air à deux bars, avec un débit de 15 m<sup>3</sup>/h. Sur 7 300 heures, le compresseur a fonctionné à 20% du temps. Le réseau général (conduites et vannage) est en PVC 16-20 mm. Pour la distribution, la technique utilisée depuis 1972 au Centre océanologique de Bretagne a été retenue : des tubes de caoutchouc à vide à paroi

---

\* D'après KIKUCHI et UKI, 1975, elle serait de l'ordre de 5 ml/h pour 100 g d'ormeau de poids individuel inférieur à 1,5g, alors que la consommation pour 100g d'alevins de poissons serait de 90 ml/h.

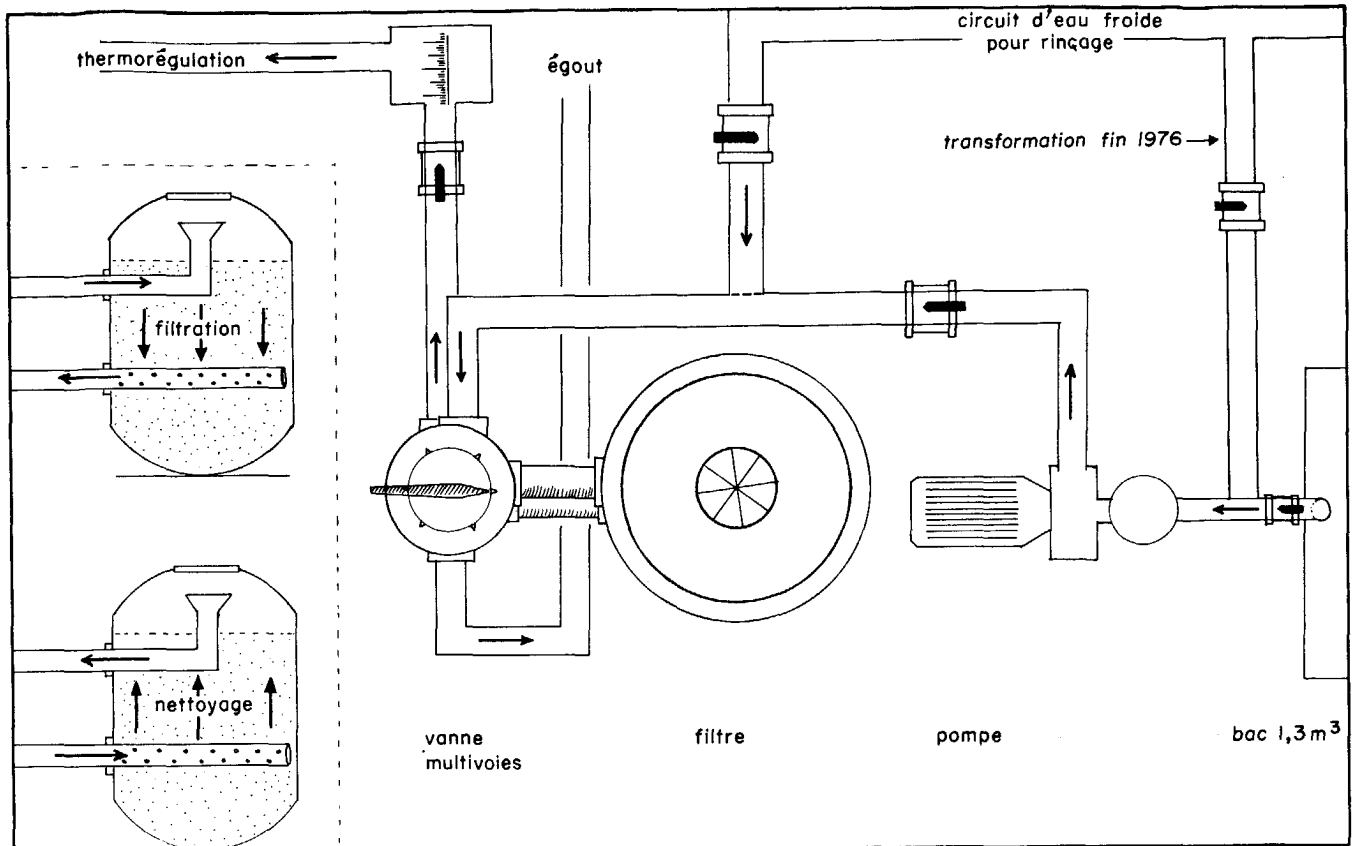


Fig. 4 : Pompage et filtration de l'eau thermorégulée.

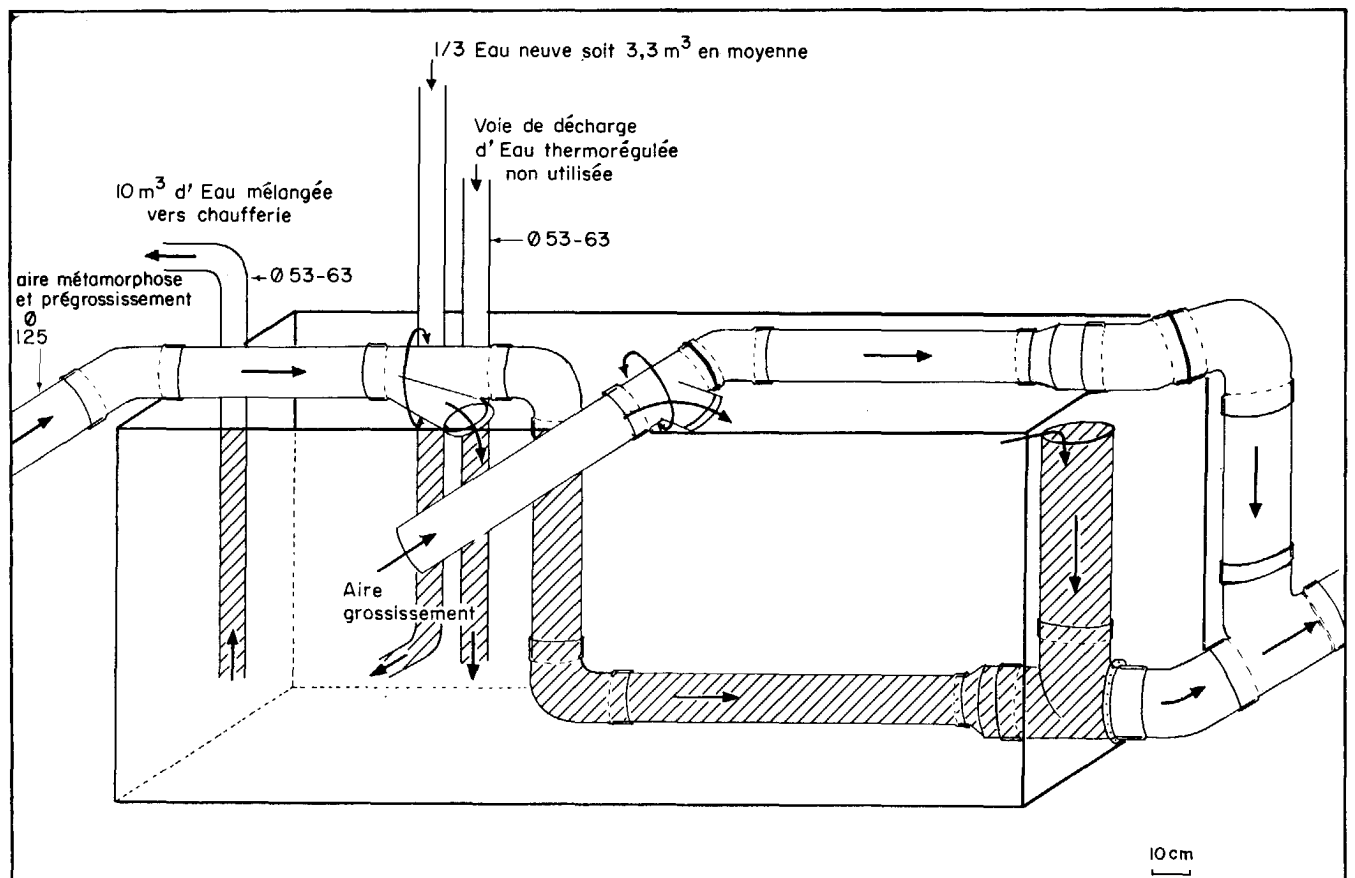
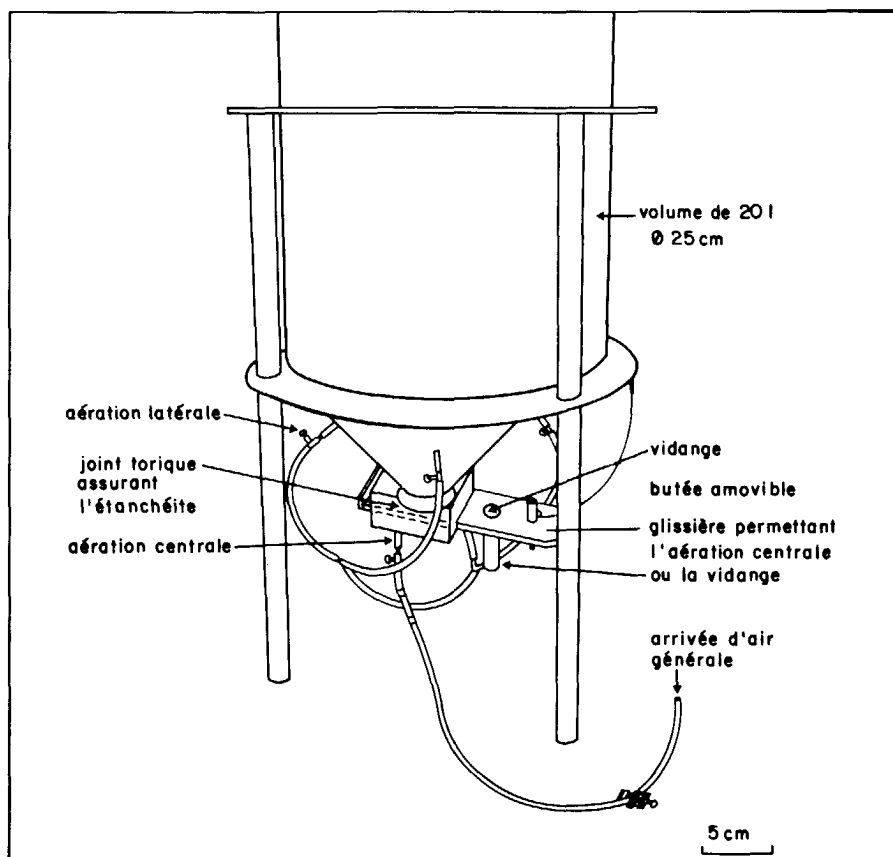


Fig. 5 : Bac mélangeur : système de récupération éventuelle des eaux thermorégulées usées.



*Photo 2 :  
Vue des installations  
de métamorphose  
et d'élevage  
jusqu'à 6 mois.*



*Fig. 6 :  
Détail d'un  
incubateur  
de 20 litres.*

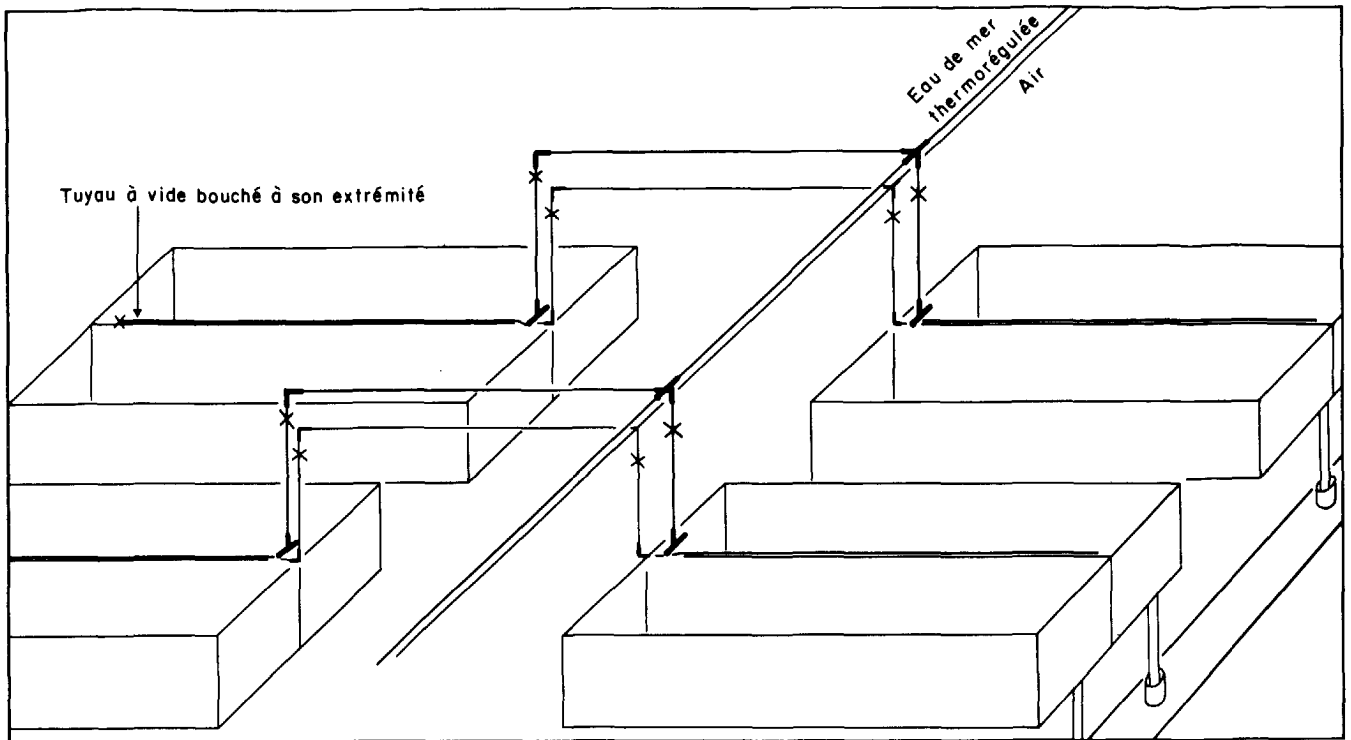


Fig. 7 : Alimentation en air et eau de mer thermorégulée et évacuation des sections métamorphose et prégrossissement.

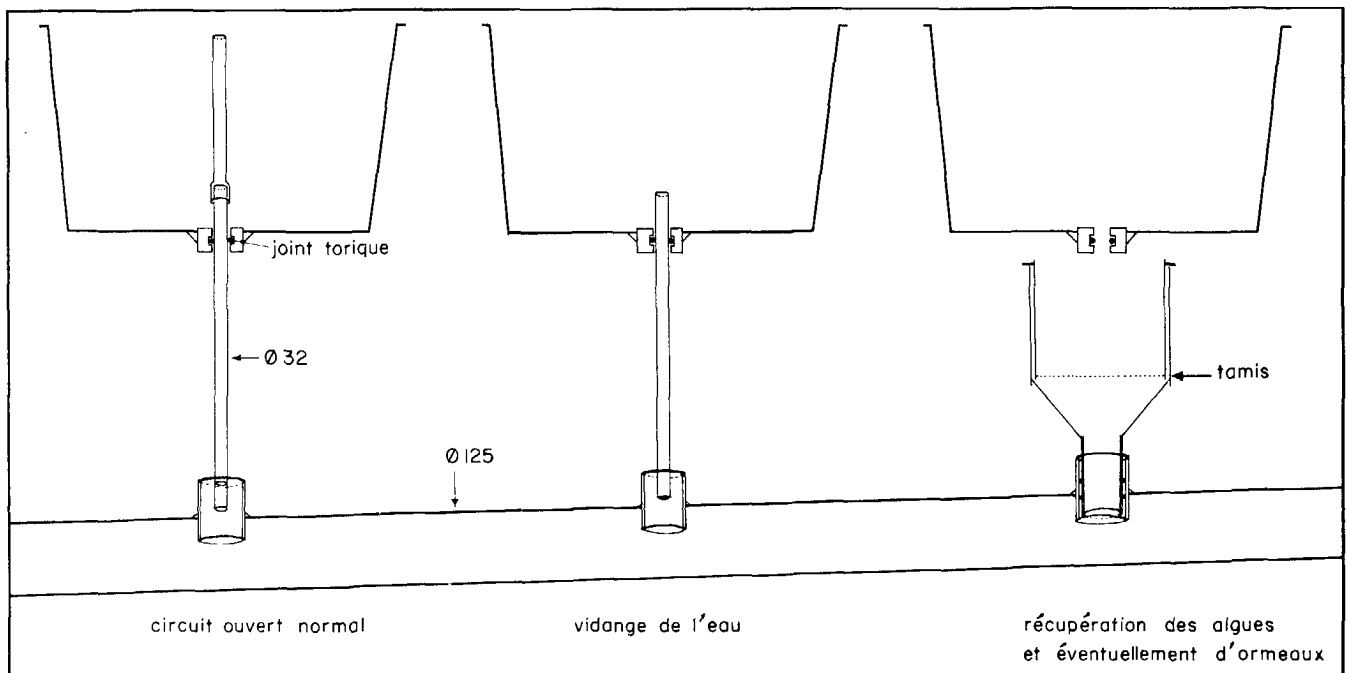


Fig. 8 : Évacuation des bacs d'élevage.

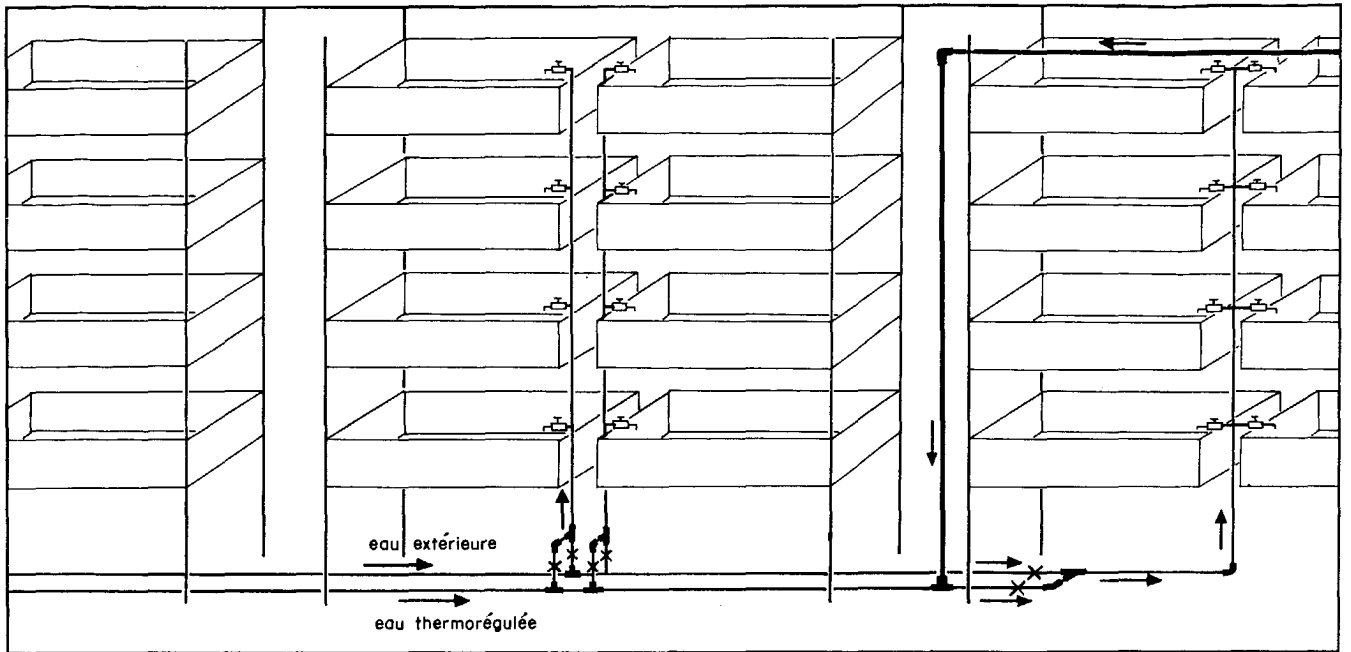


Fig. 9 : Série de bacs de grossissement avec mélangeur.

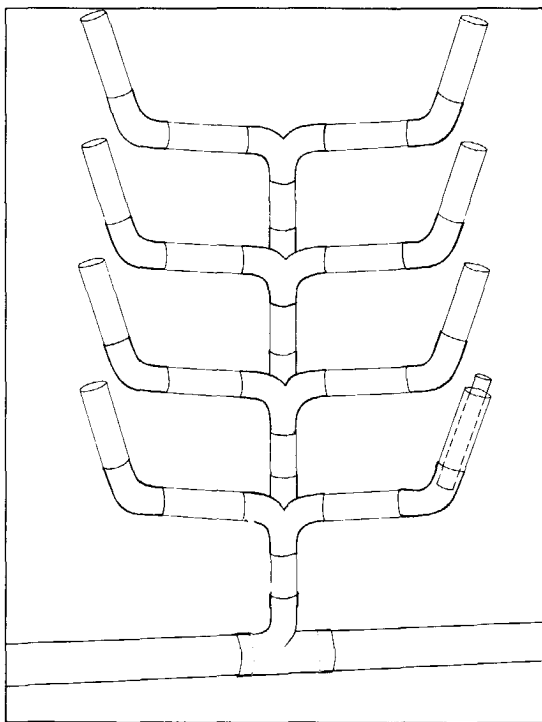


Fig. 10 : Réseau d'évacuation sur une série de bacs de grossissement.

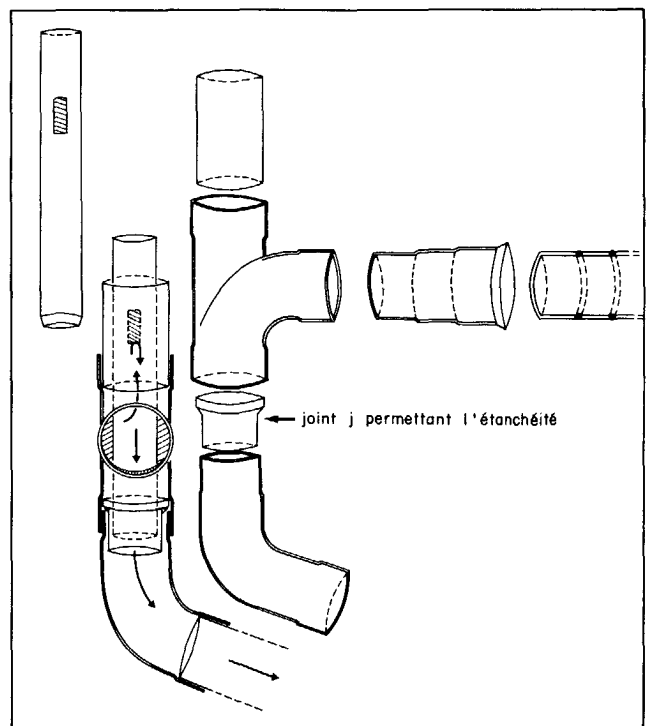


Fig. 11 : Évacuation des bacs de grossissement.

épaisse (20 mm ext., 8 mm int.) et fermés à leur extrémité, dans lesquels on pique des aiguilles de seringues traversant la paroi ; le bullage obtenu est fonction du diamètre de l'aiguille utilisée. Cette technique évite toute robinetterie individuelle et permet un démontage après utilisation par simple arrachage des aiguilles sans perte de charge lorsque le tuyau à vide est suffisamment épais et récent (photo 2).

### 1.3 - Installations d'élevage (fig. 3)

Le bâtiment d'élevage abrite :

- les installations de ponte, d'incubation, d'éclosion et d'élevage larvaire,
- l'unité de métamorphose-élevage post-larvaire-croissance 0-8 mois,
- l'unité de croissance 6-12 mois utilisée à l'occasion pour la maturation des adultes en vue des programmations de ponte.

#### 1. Bacs de ponte, d'éclosion, d'élevage larvaire (fig. 6)

L'aire de ponte est équipée de bacs cylindriques de 20 litres aérés (fig. 6) ou, au choix, de deux bacs rectangulaires (90 x 62 x 50 cm), posés sur châssis à roulettes et pouvant être montés en série par des "joints-union" pour tube de 27-32 mm.

#### 2. Aires de métamorphose et de grossissement (0-8 mois) (fig. 7 et 8)

Chacune des deux unités comporte douze bacs identiques de 2 x 0,5 x 0,35 cm montés deux à deux sur tréteaux (photo 2). Ces bacs sont en polyester, habillés à l'intérieur d'un gelcoat blanc. Les systèmes d'alimentation en air et eau de mer thermorégulée, et ceux d'évacuation, mis au point au COB, sont détaillés dans les figures 7 et 8 (photo 2).

#### 3. Aire de grossissement (fig. 9, 10, 11)

Cette installation est constituée de cinq rampes de quatre bacs superposés, de 1 x 1 x 0,13 (fig. 9) avec évacuation centrale par le fond. Ce fond permet d'obtenir quatre températures différentes par réglage manuel (3 rangées de 4 bacs et 2 rangées de 4 bacs). Ces températures sont comprises entre la température programmée et la température de l'eau extérieure (fig. 3).

La figure 10 montre la disposition des vidanges pour deux rangées de quatre bacs par rapport à une colonne de drainage centrale et la conduite d'évacuation de l'unité. La figure 11 détaille l'évacuation, le montage choisi permettant de faire varier la hauteur d'eau en enfonçant plus ou moins la surverse dans un joint J qui assure l'étanchéité et aussi en orientant plus ou moins le trou par rapport à l'axe vertical.



## 1.4 - Installations annexes

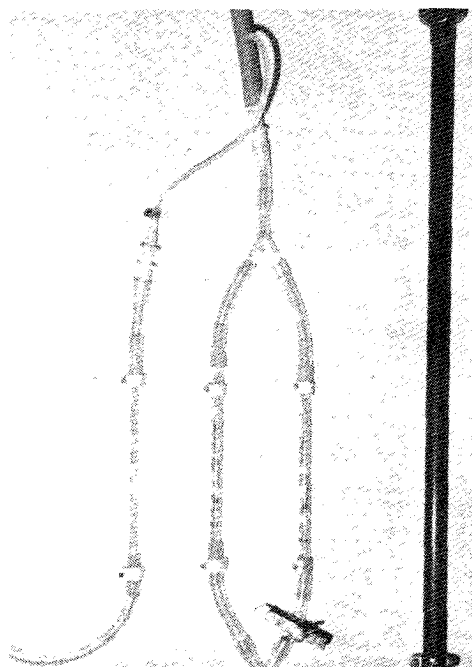
### 1. *Salle de production d'algues*

La salle de production d'algues d'environ 10 m<sup>2</sup> (fig. 3) est alimentée en eau de mer filtrée sur filtre CUNO, huit cartouches à un micromètre avec possibilité de filtration de moins de un micromètre sur MILLIPORE 293 mm de diamètre. A l'air, sont ajoutées douze de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ; cela nécessite l'emploi d'un détendeur CO<sub>2</sub> AIR LIQUIDE double détente, d'un détendeur courant à air réglé à 0,4 bar environ, assurant une indépendance vis-à-vis du reste de l'installation et de trois débitmètres à bille air et CO<sub>2</sub> (photo 3)\* permettant ainsi un contrôle visuel constant des débits respectifs en air et CO<sub>2</sub>.

Le sol de cette salle est cimenté, en pente (3 cm/m) vers une trappe centrale assurant l'évacuation des eaux usées. La salle est, d'autre part, alimentée en eau douce froide et chaude. L'éclairage est apporté naturellement par deux fenêtres orientées à l'Est et par six tubes fluorescents, type "lumière du jour" de 80 watts pour la production en gaine.

### 2. *Aire de lavage (fig. 3)*

Elle est constituée par un bac polyester de 160 x 160 x 50 cm. alimenté par une robinetterie mélangeuse en eau douce froide et chaude à 80°C produite par un chauffe-eau à accumulation de 250 litres.



*Photo 3 : Contrôle du débit de CO<sub>2</sub> et de l'air distribué dans les cultures d'algues.*

\* Débitmètre METERATE, Société PRECIMER, 131 avenue Gambetta - 94700 MAISONS ALFORT

## 2. BIOTECHNIE\* ET PROTOCOLES

### 2.1 - La production de nourriture vivante

L'élevage nécessite une production d'algues unicellulaires de bonne qualité et la récolte de grandes algues dans le milieu naturel.

#### 1. *Algues unicellulaires (fig. 12 et 13)*

La technique utilisée est identique à celle mise au point au laboratoire du Centre océanologique de Bretagne, bien que la méthode soit adaptée à la situation d'un laboratoire de terrain. Les souches d'algues proviennent du COB. Elles sont mises en culture dans des ballons de 20 litres, de façon à ce que la culture de départ ait une densité supérieure ou égale à  $3.10^5$  cellules/ml. Les densités obtenues varient entre 2 et  $3.10^6$  cellules/ml pour *Platymonas suecica*\*\* et de 5 à  $15.10^6$  cellules/ml dans le cas de *Pavlova lutheri*\*\*. Une autre espèce, proche de *Platymonas suecica*, a été isolée par la suite dans l'unité d'Argenton et à Sainte-Anne du Portzic (J. ROBIN)\*\*\*. Il s'agit de *Prasinocladus marinus*. Cette algue a la particularité de ne pas se détériorer lorsqu'elle sédimente pendant un temps supérieur à la semaine, ce qui n'est pas le cas de *Platymonas suecica*. L'inoculation du ballon est effectuée à la flamme. Le milieu utilisé est celui de CONWY (WALNE, 1966) à la concentration de 1 ml/l de solution de sel et de 0,1 ml/l de solution vitaminique. La quantité d'air, à 1% de CO<sub>2</sub>, distribuée par heure est de l'ordre de 7,5% par litre de culture pour toutes espèces concernées. Ces cultures peuvent être faites en ballon et en gaines transparentes. Dans le cas des ballons, un prélèvement quotidien de 1/4 du volume est effectué chaque jour. La technique de production en gaine polyéthylène est différente, car elle est basée sur le "bloom".

Deux variantes de techniques de production ont été testées :

- 1<sup>o</sup> cas : les solutions de sel et de vitamines sont ajoutées à la flamme en soulevant le bouchon. Cette technique simple peut donner satisfaction quelque temps mais s'avère difficilement reproductible ; une pollution rapide, par bactéries, ciliés, champignons ou microalgues, limite à une quinzaine de jours la durée de vie de la culture ;
- 2<sup>o</sup> cas : la solution de sels nutritifs est injectée à l'aide de seringues et aiguilles au travers d'un tube à vide de faible dimension intérieure (10 mm) mais aux parois épaisses (10 mn) (fig. 12). Cette injection s'effectue avec les précautions d'asepsie élémentaires, dans la veine d'eau de mer filtrée lors du remplissage du volume, après soutirage par la même voie, le trou créé par l'aiguille se referme automatiquement du fait de l'épaisseur de la paroi. Ce tube à vide est connecté au filtre MILLIPORE par un "embout rapide" et se branche de la même façon sur la tubulure de soutirage. Toute manipulation est accompagnée d'un rinçage des embouts à l'alcool à 90°C. Cette technique mise au point au COB donne entière satisfaction depuis 1977.

---

\* Le terme "biotechnie" est préféré au terme "zootechnie" car il englobe des notions relatives à la flore et à la faune.

\*\* *Tetraselmis suecica* et *Monochrysis lutheri*

\*\*\* J. ROBIN, responsable de la production d'algues unicellulaires au Centre océanologique de Bretagne.

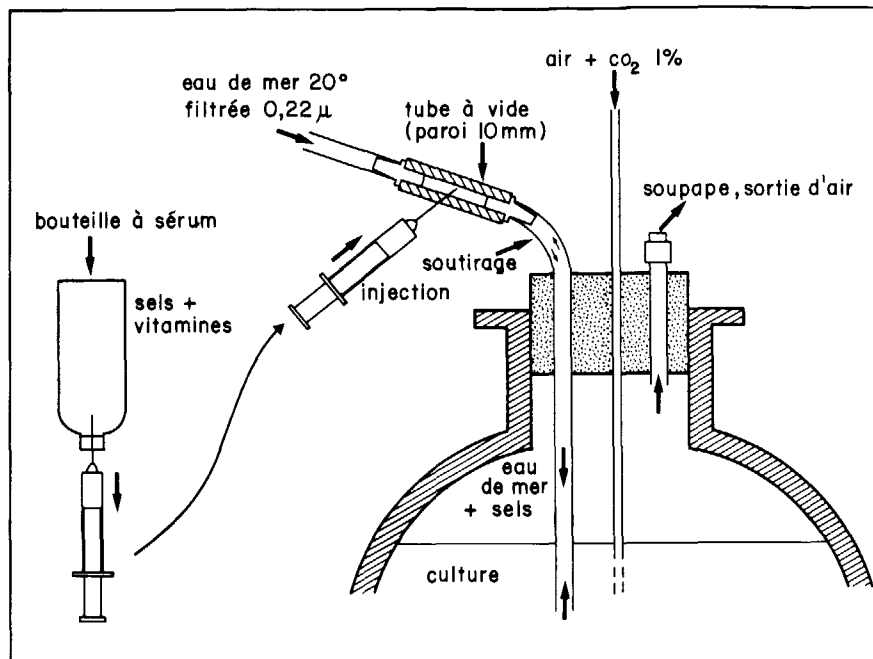


Fig. 12 : Détail du système d'alimentation du volume élémentaire (ballon) de production d'algues unicellulaires.

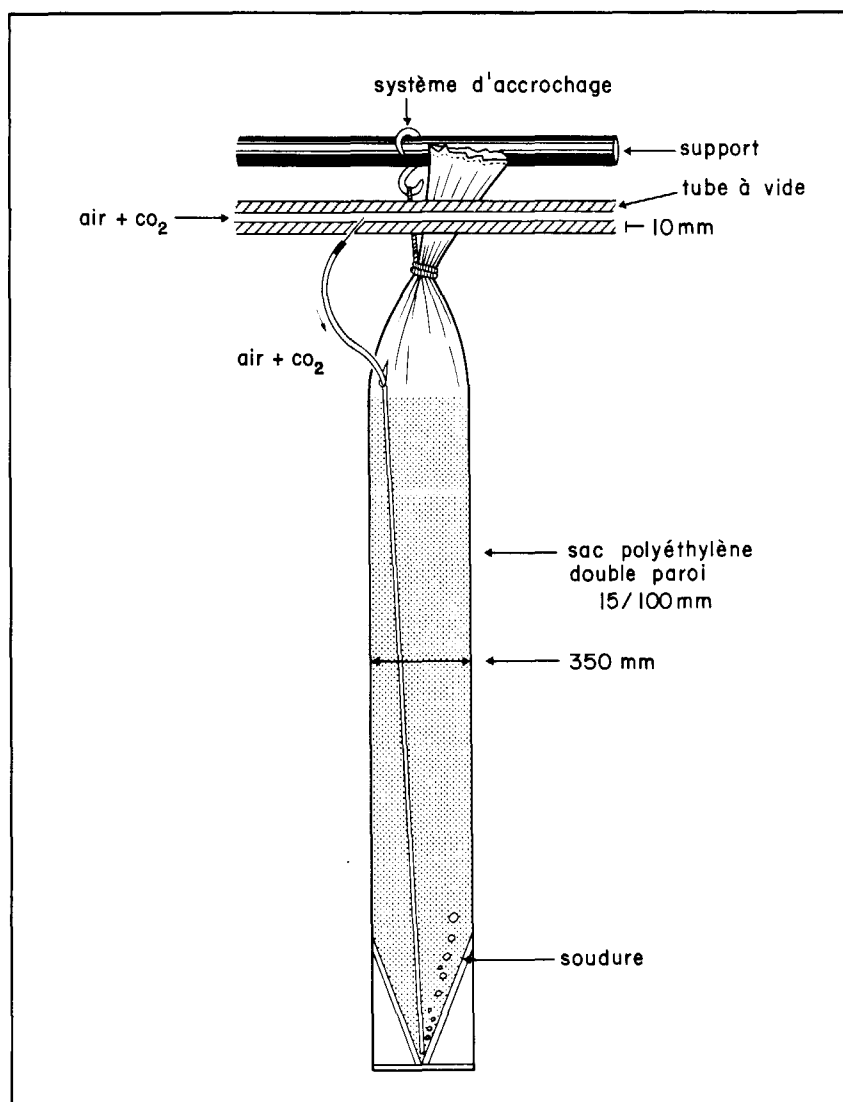


Fig. 13 : Schéma d'une unité de production d'algues unicellulaires (50 à 80 litres).

Si la demande est importante, c'est-à-dire supérieure à 20 l/jour, la culture est conduite en sacs de polyéthylène de 50 à 80 l (fig. 13) (FLASSCH, 1978). Les dimensions standard utilisées sont les suivantes : gaine de 350 mm de large, 15/100 mm d'épaisseur. Chaque sac est constitué de deux enveloppes. La gaine extérieure est réutilisée jusqu'à usure (parfois plusieurs mois), la gaine intérieure peut supporter quatre cycles de production (de l'inoculum au 3ème repiquage à partir de 7 litres de culture à  $2.10^6$  cellules/ml). Chaque cycle de production dure 5 à 7 jours pour un inoculum variant de  $4.10^5$  cellules/ml dans le cas de *Platymonas suecica* à  $10^6$  cellules/ml pour *Pavlova lutheri*.

## 2. Aliment composé

L'aliment composé, testé au préalable en laboratoire au COB (MAZURIE, 1975), est utilisé couramment en cycle de production expérimentale, depuis 1977, pour simplifier la production de juvéniles durant la période critique (1-3 mois).

Cet aliment, mis au point et produit par AQUALIM\*, est fabriqué à partir de tourteaux de soja, levure, germe de blé, issus de blé, farine de luzerne, lactosérum, maërl, huile végétale, composé minéral, composé vitaminique, antioxydant. Les teneurs garanties sont les suivantes :

- . protéines brutes : 21%
- . lipides totaux : 3,5%
- . cellulose brute : 3,5%
- . minéraux : 17%

Ces valeurs sont données sur un produit brut ayant une humidité comprise entre 9 et 10%. Cet aliment est conservé à l'abri de la lumière et de l'humidité. La taille des particules à distribuer est déterminée par tamisage.

Cet aliment composé succède entre le 30ème et le 40ème jour aux algues unicellulaires et remplace les différents stades de microphytes toujours très difficiles à cultiver en bassin. On évite ainsi un équilibre précaire qui augmente la variabilité de la production ; un déséquilibre rapide d'un élevage étant souvent la cause de mortalités groupées inévitables. Mais cet aspect sera détaillé ultérieurement.

## 3. Les algues macrophytes

Lors des principales expériences effectuées en laboratoire, l'algue rouge *Palmaria palmata*\*\* (photo 4) a donné la meilleure croissance. Cette algue a l'avantage d'être présente naturellement en très grande quantité sur tout le littoral breton ; elle se répartit sur une grande partie de l'estran (coefficient 70-110). Elle est collectée lors des marées basses et stockée jusqu'à une dizaine de jours dans des bacs cylindro-coniques de 500 litres alimentés par le bas en eau de mer fraîche et aérés. Un seul bac suffit pour nourrir 50 000 juvéniles d'un an.

\* Aliments AQUALIM - Grandes Semouleries de l'Ouest - BP n°2 - 16160 GOND PONTOUVRE

\*\* *Rhodomyenia palmata*

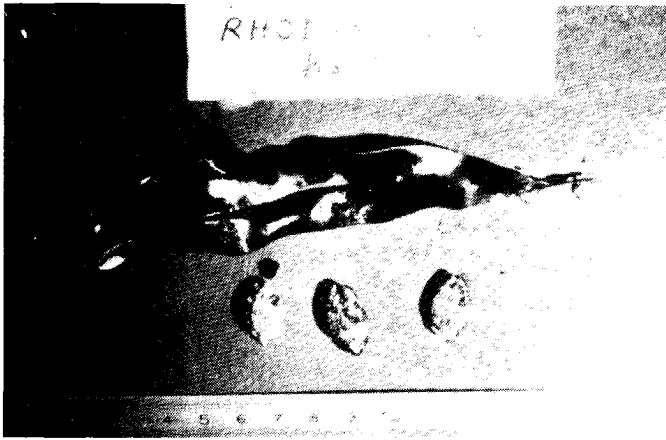


Photo 4 :  
Jeunes ormeaux nourris avec l'algue rouge  
"Palmaria Palmata".



Photo 5 : Appareil destiné à couper les algues rouges.

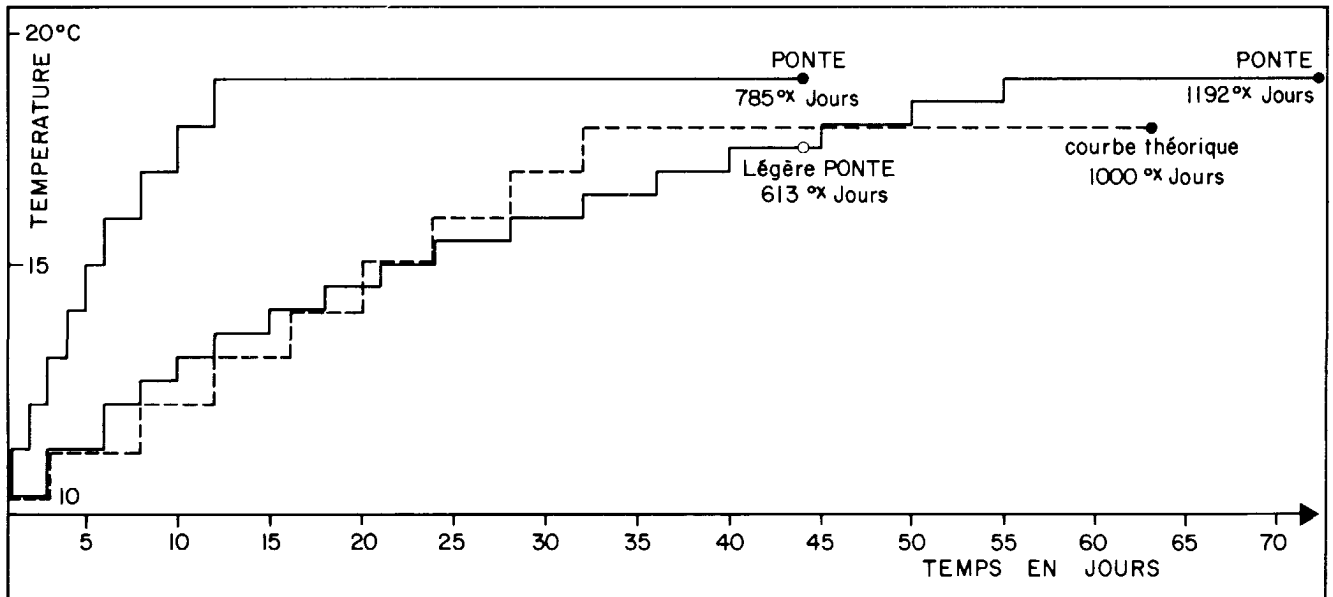


Fig. 14 : Maturations comparées de géniteurs ormeaux 1978.

Au fur et à mesure des besoins, les algues sont distribuées sous forme de fragments de dimensions variables selon la taille du juvénile. Les algues sont hachées au robot-coupe\* (photo 5) et triées sur tamis. Après tamisage, pour éviter la flottaison due aux microbulles d'oxygène, les fragments sont rincés à l'eau douce froide puis mis en dégazage pendant une heure dans un récipient d'eau de mer fortement aéré. Ce procédé est surtout utilisé durant la période d'activité photosynthétique très active.

## 2.2 - Programmation de la maturation des reproducteurs (fig. 14)

Hors de la période de reproduction naturelle, la maturation est programmée par augmentation de la température.

Les animaux de sexe différent sont séparés à la densité de 10 à 20 adultes de 80 à 120g par m<sup>2</sup> dans les bacs de grossissement 6-12 mois. Les bacs isolés de la lumière du hall par des parois amovibles en polyane sont légèrement éclairés la nuit. La montée en température est de 1°C tous les quatre jours à partir de la température du lieu d'origine des adultes jusqu'à 18°C.

Initialement, la maturation était considérée comme terminée lorsque le cumul des degrés/jour, compté à partir de la température extérieure, était de l'ordre de 1000°/jour (méthode japonaise) (fig. 14) mais une étude plus approfondie (examens biologiques) montre bien que la maturation n'est complète que vers 1500°/jour (ex. 89 jours à 18°C). Toutefois, des tests montrent une influence de la cinétique de la courbe de température sur la période d'obtention de ponte. Ces observations ont été confirmées par des travaux sur la maturation (COCHARD, 1980). En fait, la programmation de la maturation durant toute l'année est satisfaisante s'il s'agit d'obtenir un nombre d'oeufs limité (centaines de milliers) mais devient plus délicate à réaliser dans le cas de besoins importants (plusieurs millions) à une date précise.

D'autre part, la détermination d'un état de maturation à l'oeil nu, par appréciation du volume de la gonade, est très imprécise. Les gonades mâle et femelle sont, en effet, susceptibles d'augmenter de volume, indépendamment de l'état de maturation, sous l'effet de stress dû à l'assèchement, à l'augmentation brutale de la température ou de l'éclairement.

Pour ces raisons, le contrôle de la maturation, en déterminant le nombre de degrés/jour, est une méthode plus efficace que le contrôle par le seul examen visuel. Mais cette méthode gagne en efficacité si on effectue un examen biologique des gonades au moment de la mise en maturation contrôlée. Ce "point zéro" correspond à un état de maturité sexuelle donné, "*indice gonadique*" évalué en rapportant la surface occupée par le tissu germinatif à la surface totale d'une section de l'appendice conique (INO et HARADA, 1961 ; NEWMAN, 1967 ; GIRARD, 1972 ; SHEPHERD et LAWS, 1974 ; HAYASHI, 1977 ; COCHARD, 1980). Des lots d'animaux avec des indices gonadiques différents vont maturer plus ou moins rapidement. C'est ce qui expliquerait les réponses de ponte obtenues au-dessous des 1500 degrés/jour nécessaires à la maturation de cette espèce (fig. 14).

L'évolution de l'index gonadique doit être mise en évidence par des prélèvements bimensuels. Cette méthode, largement décrite dans les publications des auteurs cités ci-dessus, est facile à mettre en oeuvre mais nécessite toutefois l'utilisation d'une loupe binoculaire et d'une chambre claire.

---

\* Robot-coupe 35200 R6, 2 CV TRI 220 - 2 vitesses (1500 et 3000 tours/mn)

## 2.3 - Période larvaire

### 1. Ponte

Les pontes sont provoquées en eau stagnante aérée, filtrée à  $1\mu\text{m}$ . Les adultes parvenus à maturité après un assèchement d'une demi-heure à une heure sont brossés et disposés dans des paniers, individuellement ou par deux sujets du même sexe. Les paniers sont placés dans des bacs transparents cylindroconiques (fig. 6) et la température est alors élevée de  $4^{\circ}\text{C}$ . Dans ces conditions, femelles et mâles maturés émettent leurs gamètes entre la cinquième et la vingt quatrième heure.

Le taux de fertilisation diminue rapidement après l'émission des gamètes, il est donc nécessaire d'obtenir simultanément ponte des ovules et émissions de sperme (KIKUCHI et UKI 1974). Pour des ormeaux mûrs, le pourcentage de fécondation dépend ainsi, d'une part, du temps de séjour de l'ovule dans le milieu extérieur et, d'autre part, de la motilité du sperme, en fonction de la qualité ainsi que de sa durée de séjour en eau de mer.

La quantité d'oeufs est estimée par échantillonnage sur trois prélèvements de 1 ml à l'aide d'une pipette automatique. La concentration en sperme est évaluée sur cellule à numération sanguine. Les concentrations de sperme admises sont très différentes de celles utilisées dans le schéma japonais : KIKUCHI et UKI (1974) préconisent entre  $10^5$  et  $2.10^5$  spermatozoïdes au ml en volumes stagnants. Dans la technique adoptée pour l'ormeau européen (faible volume, contrôle de l'aération et de la température, temps de fécondation limité à 20 mn), la quantité du sperme nécessaire s'est avérée inversement proportionnelle à la densité des ovules. Bien que cette observation soit empirique et demande confirmation, quelques recommandations sont consignées dans le tableau 1.

Ovules x 10 /20 l	Spermatozoïdes x 10 /ml
2 - 4	7 - 4
4 - 6	4 - 3
6 - 8	3 - 2,5
8 - 10	2,5 - 2
10 - 22	2,5 - 2

Tableau 1 : Gamme de travail des rapports spermatozoïdes/ml et ovule/20 l.

Le sperme est donc ajouté le plus tôt possible à une concentration connue dans les bacs de ponte. Dès l'apparition des globules polaires, l'aération est coupée. Les oeufs sédimentent, le volume est vidé aux 4/5 environ et ceci deux fois afin d'éliminer l'excès de sperme. Suivant les concentrations obtenues, l'incubation s'effectue dans la même enceinte jusqu'à  $3 \cdot 10^5$  oeufs par 20 l. On peut aussi répartir le culot dans l'un des deux bacs d'incubation à fond plat jusqu'à concurrence de  $2 \cdot 10^6$  oeufs. Cette technique de stimulation de ponte par montée de température brutale est efficace sur des animaux sauvages dont la maturation s'est produite naturellement, mais elle s'avère moins reproductible quand la maturation a eu lieu en milieu artificiel. Pour cette raison, des techniques de stimulation différentes de celles utilisées d'ordinaire sur d'autres espèces ont été appliquées à *Haliotis tuberculata* : stimulation aux ultra-violets (KIKUCHI et UKI, 1974), stimulation chimique.

L'efficacité de la stimulation par une eau traitée aux ultra-violets n'a pas encore été mise en évidence sur l'espèce atlantique, ni sur toutes les espèces américaines du Pacifique. L'induction de la ponte par apport d'eau oxygénée (MORSE et al, 1977) est le procédé utilisé couramment aux Etats Unis sur l'espèce californienne *Haliotis rufescens*. Les essais effectués sur l'espèce européenne à la concentration de  $15 \mu\text{m}$  d' $\text{H}_2\text{O}_2$  à pH 9 n'ont pas non plus donné de résultats positifs. Pour le moment, la seule technique retenue demeure donc celle de la stimulation par montée de température.

## 2. Ecllosion élevage larvaire

A l'écllosion, 13 h environ après la fécondation à  $20^\circ\text{C}$ , les larves trochophores gagnent la surface. Dans les bacs à fond plat, elles sont séparées des produits non fécondés, anormaux et des coques vides grâce au courant d'eau reliant les deux bacs. Une fois les bonnes larves isolées, le bac initial est nettoyé, remis en partie en eau et le passage s'effectue en sens inverse, ainsi de suite jusqu'au 3ème jour.

Dans les incubateurs de 20 litres, les culots sont siphonnés et de l'eau neuve est rajoutée. Au stade operculaire, les larves mieux protégées sont concentrées, rincées et remises en élevage dans des enceintes propres.

Le 4ème jour après l'écllosion, les larves sont réparties dans les bacs destinés à la métamorphose et au grossissement jusqu'à 8 mois (photo 2) à des densités variant de 200 à 300 larves/l. Les comptages sont effectués par échantillonnage des populations concentrées au tamis de  $45 \mu\text{m}$  et au concentrateur (L'HERROUX et al, 1974). Cette technique, mise en place durant les deux premières années, a un peu évolué par la suite. Les oeufs fécondés, rincés de l'excès en spermatozoïdes, sont maintenant placés dans les bacs à fond plat (90 x 62 x 50 cm) jusqu'à 1,5 à 2 millions par bac, dans une eau filtrée sur filtre à cartouche de 1 micromètre, en présence d'antibiotiques : streptomycine sulfate, 50 mg/l et pénicilline G 30 mg/l, ou chloramphénicol, 8 mg/l. Les oeufs sédimentent et doivent se répartir uniformément sur le fond.

Dès l'écllosion, les larves trochophores (photo 6) montent à la surface ; le fond (ovules et coques vides) est alors siphonné.



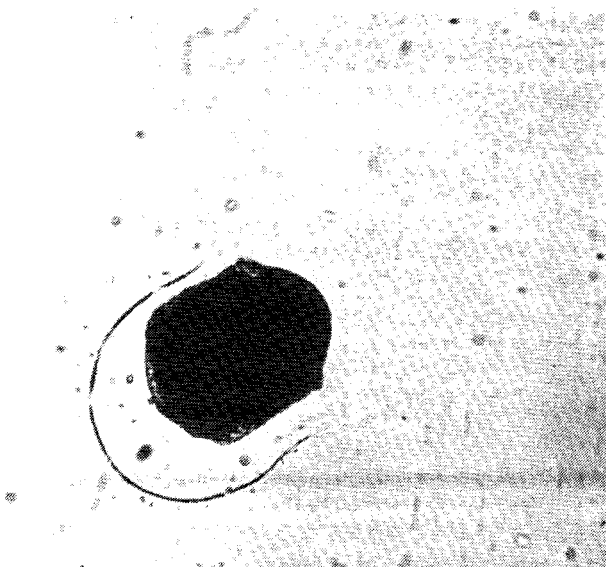


Photo 6 : Larve trochophore quittant son enveloppe.

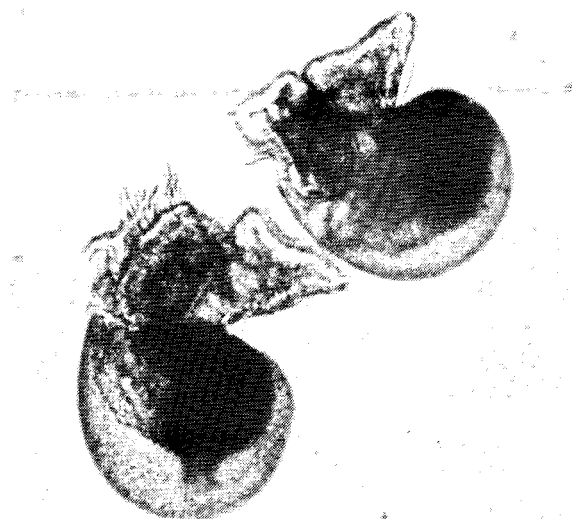


Photo 7 :  
Larves pedi veligères.  
(Cliché CNEXO-KOIKÉ)

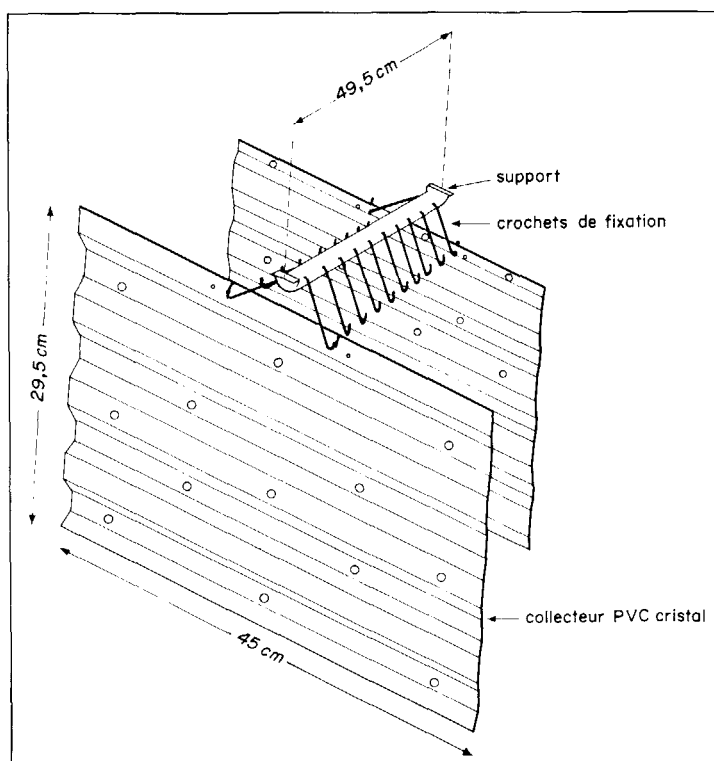


Fig. 15 : Détail d'un module de fixation (10 plaques).

Jour de l'élevage	Maintenance	Alimentation
J <sub>0</sub>	<u>BACS DE METAMORPHOSE</u> - Bac de 2 x 0,5 x 0,35 m (fig. 6, 7). - Début d'occupation entre le 3ème et le 5ème jour (fig. 2). - Température d'élevage 18 à 20°C. - Volume délevage 300 litres, hauteur d'eau 30 cm. Eau filtrée à 1 µ. - Distribution des larves : 200 à 400 larves par litre (annexe 1). - Pose de 40 collecteurs verticaux en 4 modules indépendants (fig. 11) soutenus 2 à 2 par des baguettes en bois. - Débit total d'air distribué en 10 points : 90 l/h, suffisant pour l'homogénéisation des larves mais évitant les phénomènes d'assèchement par capillarité lors de fluctuations ponctuelles de niveau. - Eclairage constant : 70 watts, 2000 à 4000 lux. - Maintien à température constante par deux lampes chauffantes si besoin est.	- Apport de nourriture : <i>Platymonas suecica</i> ( <i>Tetrasetimis</i> ) 5 cellules/µl. <i>Faalicca Luther</i> entre 20 et 60 cellules/µl. - Milieu de Conway : Solution de sels : 0,5 ml/l ; solution vitaminique : 0,05 ml/l, solution de métasilicates : 0,025 ml/l d'une solution à 4g/l d'eau distillée.
J <sub>4</sub> - J <sub>5</sub>	- Ouverture du circuit d'eau en goutte à goutte ; arrivée par le haut via des régulateurs de débit. - Evacuation par trop plein.	
J <sub>7</sub>	- Augmentation du débit eau : 18 l/h et du débit d'air : 120 l/h	
J <sub>10</sub>	- Arrêt circulation eau.	- Distribution de <i>Platymonas suecica</i> : 20 µl. - Solution de sels : 0,5 ml/l ; Solution de vitamines : 0,05 ml ; Solution de métasilicates : 0,025 ml/l
J <sub>12</sub>	- Ouverture du circuit eau : 20 l/h.	
Entre J <sub>15</sub> et J <sub>20</sub>	- Premier nettoyage (copépodes compétiteurs, algues en surplus, déchets).	
A partir de J <sub>20</sub> à J <sub>70</sub> - J <sub>10</sub>	- 1 nettoyage rapide hebdomadaire. - Augmentation du débit eau : 50 - 100 l/h.	- Distribution moyenne tous les 3 jours - 3 jours 1/2 de <i>P. suecica</i> aux concentrations de 80 µl. - Apports de sels + vitamines + métasilicates 1 fois par semaine avec arrêt circulation pendant 24 à 48 heures.
Entre J <sub>40</sub> - J <sub>45</sub>		- Premiers apports d'algues rouges et vertes finement coupées ( <i>Palmaria palmata</i> , <i>Ulva lactuca</i> ).
Entre J <sub>50</sub> - J <sub>70</sub>	- Mise en place de collecteurs PVC horizontaux.	
Entre J <sub>90</sub> - J 120	<u>BACS DE GROSSISSEMENT</u> - Même type de bac (fig. 2) - Retrait des collecteurs verticaux. Arrêt de l'éclairage direct, passage dans l'unité. - Arrivée d'eau en écoulement laminaire par le bas : + évacuation par trop plein mais avec chicane par le bas ; + 40 collecteurs "tuiles" horizontaux/bac ; + fréquence de nettoyage : 2 fois par semaine.	- Apport quotidien en macrophytes (algues rouges en priorité). - La taille des particules doit être égale ou légèrement inférieure à la taille moyenne des juvéniles. - La surface recouverte dans le bac par les particules doit être équivalente au double de la surface occupée par les juvéniles. - Traitement de la nourriture : cf § 1.2.1.3.

Tableau 2 : Protocole d'élevage par la technique des collecteurs suspendus.

Jour de l'élevage	Maintenance	Alimentation
J <sub>0</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bac 2 x 0,5 x 0,15 m</li> <li>- Début d'occupation des bacs entre le 3ème et le 4ème jour (fig. 2)</li> <li>- Température d'élevage 18-20°C</li> <li>- Volume d'élevage : 120 l</li> <li>- Hauteur d'eau : 12 cm</li> <li>- Nombre de larves : 50 000</li> <li>- Débit total d'air distribué en 10 points : 90 l/h.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apport de nourriture : <i>Platymonas suecica</i>, 5 cellules par microlitre ; <i>Pavlova lutheri</i>, 30 cellules par microlitre.</li> <li>- Milieu de Conway : Sels + Vitamines : 0,5 ml/l</li> </ul>
J <sub>4</sub> - J <sub>5</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouverture du circuit en goutte à goutte, arrivée d'eau par le haut, via des régulateurs de débit.</li> <li>- Evacuation par trop plein</li> </ul>	
J <sub>7</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation du débit d'eau : 18 l/h.,</li> <li>- Augmentation du débit d'air : 120 l/h.</li> </ul>	
Entre J <sub>10</sub> - J <sub>15</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage au jet doux,</li> <li>- Arrêt circulation d'eau,</li> <li>- Après 2 jours : ouverture du circuit d'eau de mer D = 60 l/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Remplacement de <i>Platymonas suecica</i> par <i>Prasinoladus marinus</i>, 10 cellules par microlitre.</li> <li>- Solution de Sels + Vitamines 0,5 ml/l</li> </ul>
Entre J <sub>20</sub> - J <sub>30</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage au pinceau pour décrochage des algues filamenteuses, puis nettoyage deux fois par semaine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platymonas marinus</i>, 10 à 30 cellules par microlitre selon les besoins.</li> <li>- Solution de Sels + Vitamines 0,5 à 1 ml/l selon les besoins.</li> </ul>
Entre J <sub>35</sub> - J <sub>40</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Léger nettoyage puis nettoyage tous les deux jours.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1er apport de granulés : 2g de 100 - 250 µm</li> </ul>
J <sub>40</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage tous les deux jours (3 jours en week-end),</li> <li>- Hauteur d'eau 10 cm,</li> <li>- Arrivée d'eau en écoulement laminaire par le bas</li> <li>- Mise en place des collecteurs PVC horizontaux (30 à 40/bac),</li> <li>- Evacuation par trop plein mais avec chicane par le bas.</li> </ul>	
Entre J <sub>40</sub> - J <sub>60</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrêt progressif de l'éclairage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Séquence granulés : <ul style="list-style-type: none"> <li>100 - 250 µm : 2-4 g ] tous</li> <li>250 - 350 µm : 4-6 g ] les 2</li> <li>350 - 600 µm : 6-8 g ] jours</li> </ul> </li> </ul>
Entre J <sub>60</sub> - J <sub>90</sub>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Premiers apports d'algues rouges finement coupées.</li> </ul>
Entre J <sub>90</sub> - J <sub>160</sub> (photo 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettoyage deux fois par semaine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apport quotidien d'algues macrophytes (voir tableau 2).</li> </ul>

Tableau 3 : Protocole d'élevage avec la technique utilisant de la nourriture composée.

Dès l'apparition, au bout de 20 à 30 h, de la larve véligère (photo 7) capable de s'enfermer dans sa coquille, les larves de fond sont séparées des larves de surface, l'eau est changée en totalité une fois par jour (le matin) et renouvelée aux 3/4 en fin de journée. Entre le 4ème et le 5ème jour, les larves sont concentrées et distribuées dans les bacs d'élevage à la densité de 50 000 par bac, soit environ 420 larves/litre.

## 2.4 - Croissance 0-8 mois

### 1. *Métamorphose et grossissement 0-8 mois (fig. 15 et 16 - tableaux 2 et 3)*

La technique initiale, dérivée de la technique japonaise mise au point en laboratoire, a permis d'atteindre un objectif de production satisfaisant (50 000 par an), mais la variabilité des résultats s'avère trop importante. Une seconde technique a donc été développée et comparée à la première en 1977 et 1978, puis affinée en 1979. Les différences entre les deux techniques portent sur les trois premiers mois de la vie benthique, période la plus critique pour cet élevage.

La première méthode de production de juvéniles (photo 8) consiste à augmenter la surface utile dans les bacs d'élevage par la mise en place de collecteurs verticaux qui servent à la fois à la fixation des larves et au développement des algues unicellulaires. Les collecteurs utilisés pour la fixation des jeunes ormeaux sont en PVC cristal type GRECA de 0,45 x 0,30 m groupés en modules de 10 (fig. 15). Le support est fait à partir de tubes électriques en PVC de 2 cm de diamètre et les crochets sont confectionnés dans des baguettes de soudure PVC rondes de 2,5 mm de diamètre.

Cette méthode présente l'avantage de limiter la maintenance à une intervention hebdomadaire par unité. Toutefois, la technique des collecteurs suspendus est lourde à mettre en oeuvre. D'une part, le prix de revient est assez élevé et, d'autre part, la mise en place et le nettoyage des collecteurs nécessitent un effort de main-d'oeuvre important (tableau 2).

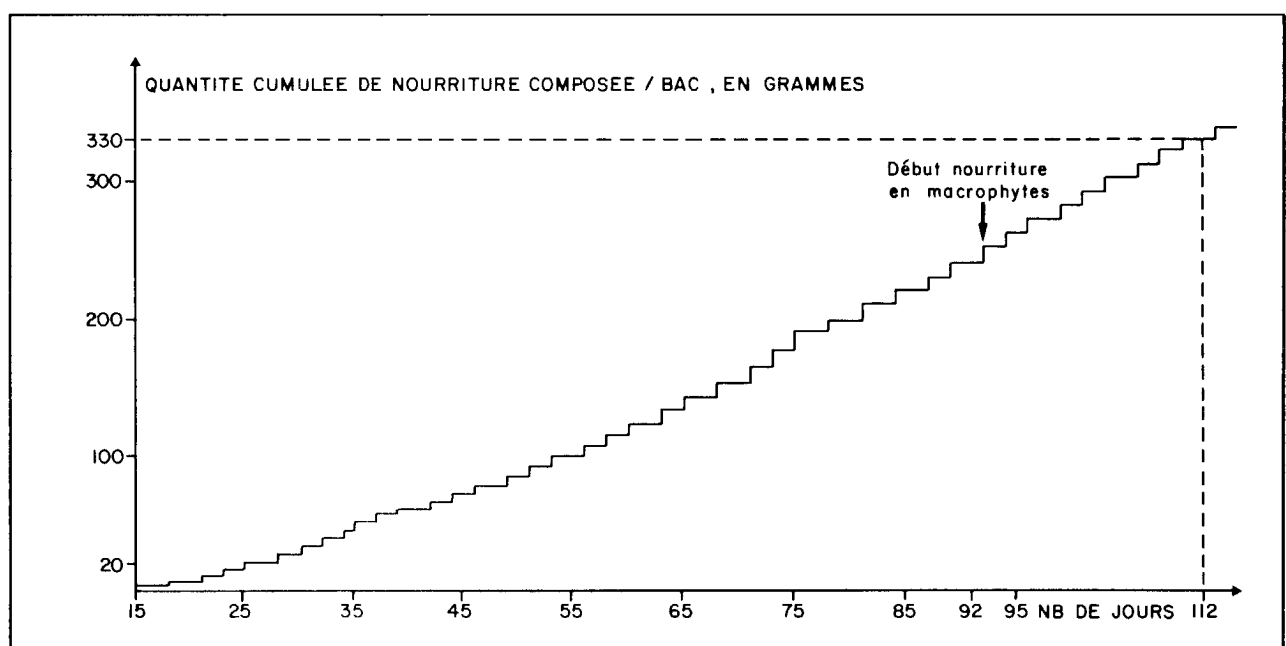
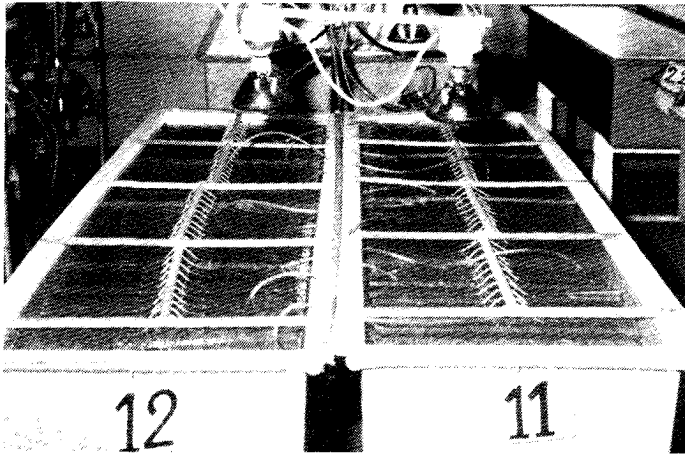
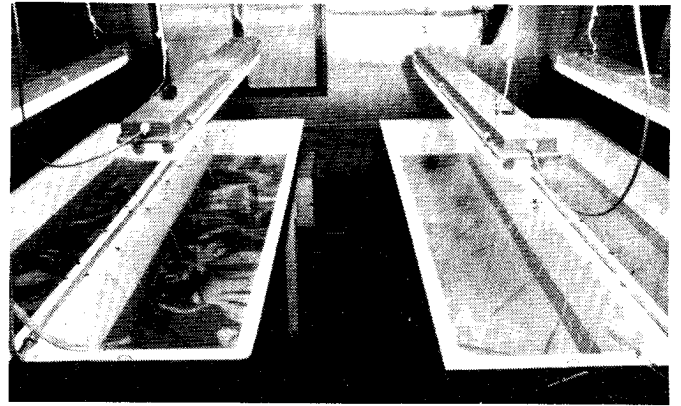


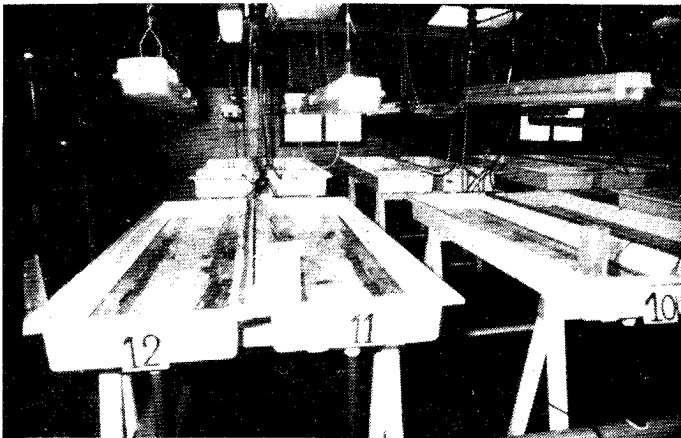
Fig. 16 : Séquence de distribution de nourriture composée et nombre de larves apportées x 10<sup>4</sup> en 1977 et début 1978.



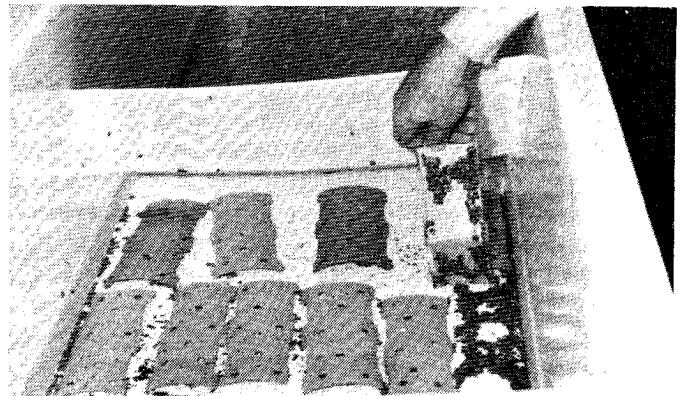
*Photo 8 : Vue d'élevages selon la méthode des collecteurs suspendus.*



*Photo 9 : Méthode sans collecteur. Vue des cultures d'algues d'espèces différentes.*



*Photo 10 : Méthode sans collecteur. Utilisation de la nourriture composée (bacs extra-plats).*



*Photo 11 : Vue de juvéniles élevées selon la méthode aliment composé.*

En outre, les résultats obtenus sont variables. Le contrôle des bassins d'élevage devient, en effet, très délicat lors de la période critique (juvéniles à 500-1000  $\mu$ ), durant laquelle l'équilibre biologique (relation juvéniles-nourriture) demeure très précaire. Cette difficulté à limiter cette variabilité reste peut-être imputable au niveau technique, mais aussi elle est accrue par les conditions générales d'élevage elles-mêmes : zone tempérée, fort marnage, différences d'éclairement brutales et importantes à l'extérieur.

Pour cette raison, une deuxième méthode tout à fait originale a été transposée du laboratoire à l'écloserie d'Argenton (annexes 3-4). Elle consiste à supprimer les collecteurs verticaux (photo 9, 10, 11). La préparation des larves est identique à celle utilisée dans la méthode précédente. Le bac d'élevage est à nu sans collecteurs verticaux. Les larves se fixent sur les parois et le fond du bac. Ce protocole retenu est décrit en détails dans le tableau 3. La figure 16 donne un exemple type de la séquence de distribution de nourriture composée.

## 2. Grossissement (6-12 mois)

<u>Jour de l'élevage</u>	<u>Maintenance</u>	<u>Alimentation</u>
J <sub>180</sub> -J <sub>365</sub>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <u>Tri</u> par classe de taille d'après comptage manuel des animaux et passage en bac de 1 m<sup>2</sup>.</li> <li>- <u>Hauteur d'eau</u> : 12 cm. Arrivée d'eau tangentielle. Evacuation centrale par le bas (fig. 8, 9, 10).</li> <li>- Deux <u>nettoyages</u> par semaine entre 1976-1977, 1 nettoyage par semaine à partir de 1978.</li> <li>- Passage de la <u>température</u> de 18-20°C à la température extérieure par gradients de 1°C/4 jours.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Même régime, taille des participants appropriée à celle des ormeaux.</li> <li>- Nourriture distribuée quotidiennement <i>ad libitum</i>.</li> </ul>

## 3. MAINTENANCE GENERALE

### 3.1 - Suivi des paramètres physico-chimiques

- Mesures quotidiennes de température

Les mesures manuelles sont effectuées chaque matin : températures de l'air extérieur et du hall, températures d'eau des circuits extérieurs et thermorégulés. Les mesures automatiques sur le bassin extérieur sont assurées en période estivale.

- La consommation d'oxygène sur le circuit métamorphose n'a été effectuée que de façon ponctuelle (COUTEAUX, 1976 - Rapport de stage ENSAR).

### 3.2 - Entretien

- Interventions quotidiennes : rinçage des filtres, vidange de l'eau du compresseur.
- Interventions hebdomadaires : mise en route du groupe électrogène pour vérification (15 mn).
- Interventions à des fréquences plus faibles : vidange huile du compresseur toutes les 500 heures, révision semestrielle de la pompe eau de mer arrivée générale, de l'échangeur.
- Divers : entretien, propreté générale, lutte contre la rouille et les champignons.

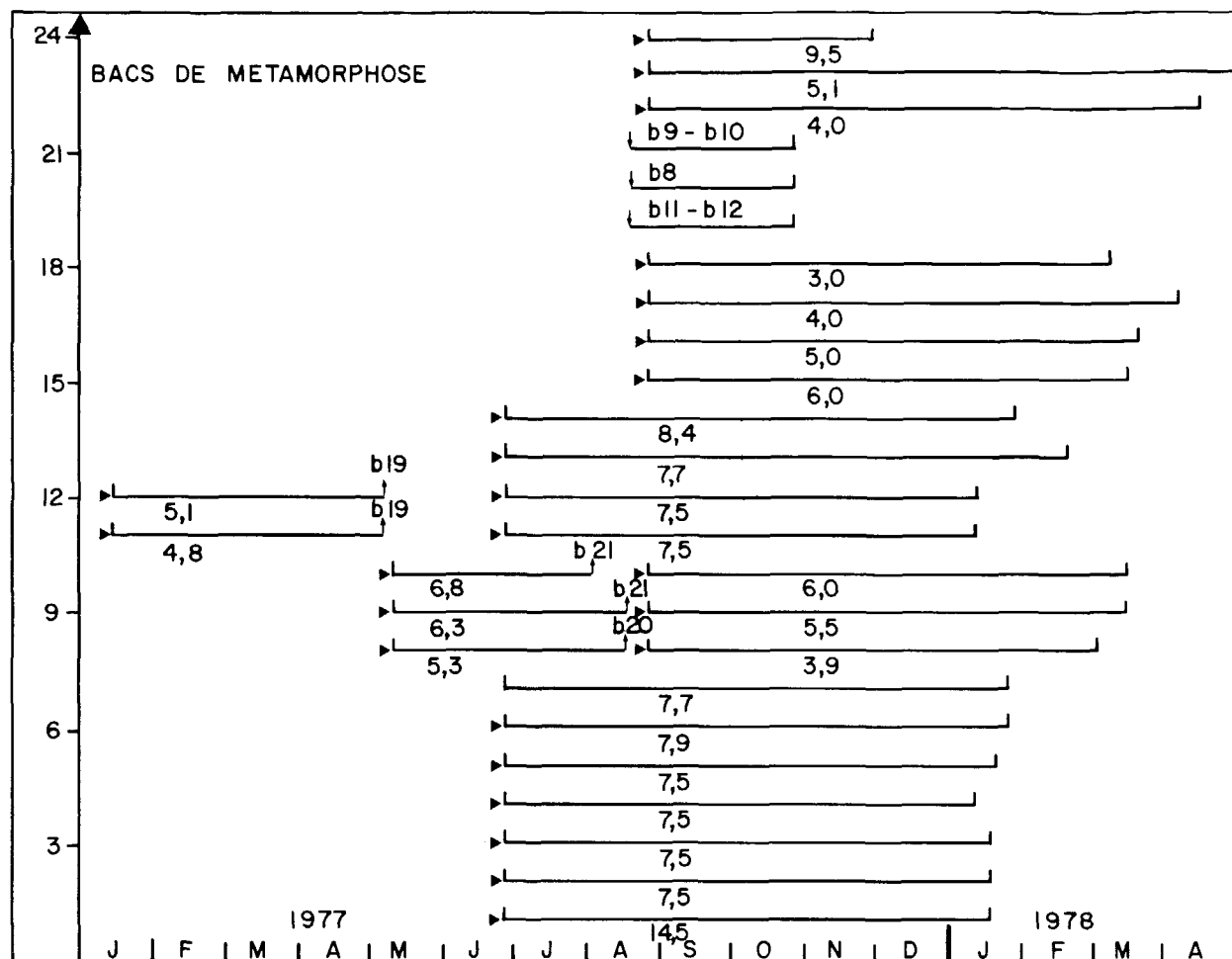


Fig. 17 : Périodes d'occupation des bacs de métamorphose et nombre de larves apportées x 10<sup>4</sup> en 1977 et début 1978.

Paramètres / Périodes	Nombre de bacs	Nombre de larves	Nombre de juvéniles de 7 mois	Taux de survie %	Algues utilisées g/l	Solution de Conwy l	Solution de Méta-silicate ml	Aliment artificiel g	1er jour de distribution de macrophytes ( <i>Palmaria palmata</i> )	Eclairage Lux
<b>Année 1976-77</b>										
Total	12	1 446 000	59 600	4,1	20 700	39,0	1 370	0	70	> 2000
Moyenne au m <sup>2</sup> ou par bac	-	86 000	3 500		1 200	2,3	80	0	70	
<b>Année 1977-78</b>										
Total	26	1 718 000	57 100	3,3						
Moyenne globale par bac	-	66 000	2 200		460	0,98	46	309	-	> 2000
Moyenne collecteurs verticaux	18	71 500	1 400	1,9**	580	1,23	56	0	59	
Moyenne nourriture artificielle	8	54 000	3 900	7,3	180	0,42	22	309	93	

\* Pourcentage de survie =  $\frac{\text{Nombre de juvéniles de 7 mois}}{\text{Nombre de larves mises en élevage}}$

\*\* Moyenne calculée sur le nombre total de larves et de juvéniles et non moyenne des survies par bac.

Tableau 4 : Données globales et évolution des différents paramètres au cours des deux années de production.

DEUXIEME PARTIE  
RESULTATS ET DISCUSSION

Les différents bilans de production expérimentale de jeunes ormeaux portent sur deux années (avril 1976 - mai 1978). Néanmoins, les résultats de 1978 seront plus détaillés, car ils font état des expérimentations effectuées en vue de perfectionner certaines techniques acquises au cours des deux premières années d'activité hors laboratoire. Durant ces deux années, l'effort de production n'a pas été poussé à son maximum, le but visé étant d'obtenir 50 000 juvéniles d'un an en effectuant le suivi le plus précis possible de la mortalité et de la croissance. Les résultats 1980-1981 figurent en annexe, à titre comparatif (annexe 4).

#### 4. BILAN DE LA PRODUCTION, RENDEMENT\* AU M<sup>2</sup> (fig. 17 - tableau 4)

Dix sept bacs de production ont été utilisés en 1976, vingt six en 1977, quatorze en 1978. La figure 17 illustre, à titre d'exemple, les périodes d'occupation des bacs pour l'année 1977 avec les transferts éventuels de juvéniles après 3 mois d'élevage. Les données, relatives aux élevages 1976, 1977, 1978, sont détaillées dans les annexes 1, 2 et 3 et résumées dans le tableau 4.

En 1976,  $1,5 \cdot 10^6$  larves ont été mises en élevage ; la production de juvéniles de 7 mois est de 59 600, soit, à un an, de 57 800 de 16 à 25 mm, ce qui correspond à un rendement au m<sup>2</sup> de 3320 juvéniles. Le pourcentage de survie moyen global est de 4% environ. Pour une période variant de 3 à 6 mois selon les bacs, le poids total de juvéniles dans l'unité de grossissement 6-12 mois est passé de 15 à 61 kg, poids final avant l'immersion de 1977 (annexe 1).

En 1977, la production totale s'élève à 57 000 jeunes de 7 mois pour un nombre de larves mises en élevage de  $1,7 \cdot 10^6$ . Le rendement au m<sup>2</sup> est de 2 200, le pourcentage de survie est voisin de 3%. Les résultats sont donc en moyenne plus faibles que ceux de l'année précédente. En fait, ils sont inférieurs à ceux de 1977 dans les cas où a été utilisée la technique des collecteurs suspendus, comme en 1976, mais nettement supérieurs dans les cas où la technique nouvelle, avec emploi de l'aliment artificiel, a été mise en oeuvre. Les tailles de fin d'élevage varient de 15 à 27 mm, la survie de 6 à 12 mois étant du même ordre de grandeur qu'en 1976 (annexe 2).

L'année 1978 ne fut pas une année de production proprement dite mais une année de tests avant de passer à une échelle plus importante. La production s'est élevée à 36 000 juvéniles, les rendements par lots varient de 1200 à 4200/m<sup>2</sup> (annexe 3).

Notons aussi que les quantités d'algues unicellulaires et de sels nutritifs distribuées par bac vont en diminuant dans le temps, tandis que les rendements correspondants augmentent (tableau 4)

---

\* Ce terme est employé ici dans le sens de production de jeunes ormeaux par unité de surface.





## 5. VARIABILITE DE LA PRODUCTION ET DIFFERENCES LIEES AUX TECHNIQUES D'ELEVAGE (fig. 18, 19)

Le bilan précédent met en évidence une variabilité due en partie à la biotechnie utilisée.

### 5.1 - Rendement (fig. 18)

Si l'on observe les différents rendements au m<sup>2</sup> obtenus (annexes 1, 2 et 3), on s'aperçoit qu'en 1976 les résultats varient entre 0 et 11 100 juvéniles/m<sup>2</sup> dans le cas de la méthode des collecteurs verticaux. En 1977, les rendements varient entre 1800 et 6600/m<sup>2</sup> pour la méthode "nourriture artificielle" (cf. 1.2.4.1.). La figure 18 illustre la dispersion des résultats obtenus sur les trois années, et montre que la variabilité a diminué considérablement après la mise en place de la technique "aliment artificiel", alors que la production moyenne par bac augmentait de 52%.

### 5.2 - La mortalité au cours de l'élevage

#### 1. *Mortalité 0-8 mois (fig. 19)*

La meilleure estimation de la survie globale, et la plus simple, est d'effectuer le rapport entre le nombre de survivants et la quantité de larves utilisée. Les différents pourcentages de survie obtenus figurent dans le tableau 4 et les annexes 1, 2, 3. La valeur moyenne pour 1976-1977 est de 4,1% (avec les extrêmes 0 et 13%). Celle de 1977-1978 est de 1,9% (extrêmes 0,5-15%) dans le cas de la biotechnie utilisant les collecteurs verticaux et 7,3% (extrêmes 2,1-15%) lorsque la séquence "aliment composé-macrophytes" est mise en place.

Dans le but de suivre l'évolution de la mortalité, les individus morts ont été stockés systématiquement par bac au cours de chaque nettoyage mais leur nombre, dans le même temps, est estimé au coup par coup par comptage rapide. La figure 18, établie de cette façon, met toutefois en évidence la cinétique de la mortalité limitée en fonction des protocoles utilisés. N'apparaissent pas sur ces différentes courbes les mortalités précoces survenues au moment ou peu après la métamorphose, jusqu'au 15<sup>ème</sup> jour environ. Cette méthode, bien qu'imprécise, permet donc de situer nettement les périodes de mortalités importantes.

La courbe 1 concerne la technique des collecteurs verticaux. On peut remarquer, à partir du 50<sup>ème</sup> jour d'élevage, une augmentation brutale des pertes qui se prolonge jusqu'au 70<sup>ème</sup> jour. En effet, le volume d'élevage est encombré par les collecteurs et il est très difficile, dans ce contexte, de contrôler son équilibre malgré les débits et l'aération importants. Cette mortalité fait essentiellement suite à la dégradation de la nourriture. Cette baisse de qualité peut provenir de la nécrose des algues unicellulaires succédant au développement d'algues macrophytes filamenteuses (cladophores) et de champignons du genre *Penicillium*. Elle peut aussi provenir du fait que les algues produites artificiellement perdent avec le temps leur intérêt nutritif ; leur taille devient disproportionnée par rapport à celle des jeunes ormeaux en élevage, elles ne sont plus consommées ni assimilées avec les mêmes rendements énergétiques.

Année	Protocole utilisé	Rendement global au m <sup>2</sup>	Jour d'élevage	Longueur moyenne ± i*	Ecart type mm	Accroissement moyen de longueur par 30 jours mm	Température moyenne °C
1976	collecteurs verticaux	3 500	210	9,8 ± 0,6	1,63	1,4	17,6
1977	collecteurs verticaux	1 550**	90	4,4 ± 0,3	0,84	1,5	18,4
			160	8,9 ± 0,7	1,86	1,7	
	Aliment composé	3 900	90	3,0 ± 0,2	0,60	1,0	18,5
			160	7,5 ± 0,6	1,58	1,5	
1978	collecteurs verticaux	2 450	123	6,3 ± 0,8	2,13	1,5	17,5
			211	10,4 ± 0,7	2,03	1,5	
	Aliment composé	4 200	135	5,5 ± 0,5	1,31	1,2	
			223	9,2 ± 0,6	1,78	1,3	
	Spiruline	900	123	6,5 ± 0,4	1,32	1,6	
			211	10,2 ± 0,6	1,73	1,5	
	Spiruline + Algues lyophilisées	2 360	154	6,4 ± 0,6	1,58	1,2	
			242	10,9 ± 0,7	1,87	1,4	

\* Intervalle de confiance à la moyenne.

\*\* Ces valeurs sont différentes de celles du tableau 7 car elles correspondent à la moyenne des bacs qui ont été échantillonnés.

Tableau 5 : Résultats globaux de croissance en fonction des techniques utilisées durant 3 années d'activité.

Protocole utilisé	N° du Bac	Rendement par m <sup>2</sup>	Jours d'élevage	Ecart type mm	Longueur moyenne ± i* mm	ΔL moyen/30 J mm
Collecteurs verticaux	3	9 000	240	1,80	10,2 ± 0,6	1,3
	4	950	240	1,86	10,7 ± 0,7	1,3
	9	11 100	210	1,52	9,2 ± 0,5	1,3
	10	8 250	210	1,57	9,5 ± 0,6	1,4
	11	6 150	210	1,30	9,3 ± 0,5	1,3
	12	7 800	230	2,14	10,3 ± 0,8	1,3
	6	2 450	198	1,24	9,9 ± 0,4	1,5
	7	2 100	200	1,44	9,8 ± 0,5	1,5
	8	1 100	200	1,44	9,8 ± 0,5	1,5

\* Intervalle de confiance à la moyenne.

Tableau 6 : Résultats de croissance 0-8 mois, 1976.

Protocole utilisé	N° du Bac	Rendement par m <sup>2</sup> par bac échantillonné	Jours d'élevage	Longueur moyenne mm ± i*	Ecart type mm	ΔL moyen/ 30 J mm
Collecteurs verticaux	8	4 750	90	4,3 ± 0,3	0,93	1,4
			160	8,7 ± 0,7	1,78	1,6
	10	1 630	90	4,5 ± 0,3	0,76	1,5
			160	9,1 ± 0,6	1,78	1,7
Aliment composé	15	3 350	90	3,1 ± 0,3	0,80	1,0
			160	8,4 ± 0,5	1,45	1,6
	16	2 650	90	3,1 ± 0,3	0,80	1,0
			160	8,4 ± 0,5	1,45	1,6
	17	6 050	90	3,3 ± 0,3	0,71	1,1
			160	7,8 ± 0,6	1,62	1,5
	18	1 550	90	2,7 ± 0,2	0,56	0,9
			160	8,1 ± 0,5	1,50	1,5
	22	4 600	90	2,9 ± 0,2	0,62	1,0
			160	6,9 ± 0,5	1,50	1,3
	23	6 600	90	3,2 ± 0,3	0,56	1,1
			160	7,4 ± 0,6	1,78	1,4

\* Intervalle de confiance à la moyenne.

Tableau 7 : Détail du prégrossissement 0-8 mois, 1977.

Eclairage en Lux	Protocole utilisé	N° du Bac	Rendement au m <sup>2</sup>	Jour d'élevage	Longueur en mm ± i*	Ecart type	Δ L moyen par 30 J mm	
> 2 000	Collecteurs verticaux	3	3 050	123	5,9 ± 0,6	1,63	1,4	
				211	9,7 ± 0,6	1,71	1,4	
		4	1 850	123	7,0 ± 0,9	2,64	1,7	
				211	11,6 ± 0,8	2,34	1,6	
	Aliment composé	11	550	154	9 ± 0,6	1,78	1,8	
				242	13,6 ± 0,8	2,25	1,7	
		12	5 800	154	7,3 ± 0,4	1,25	1,4	
				242	10,7 ± 0,5	1,46	1,3	
		1	6 200	123	5,2 ± 0,5	1,36	1,3	
				211	8,2 ± 0,5	1,51	1,2	
		2	5 000	123	4,6 ± 0,4	1,28	1,1	
				211	8,6 ± 0,6	1,64	1,2	
		5	3 400	123	3,9 ± 0,3	0,88	1,0	
				211	8,6 ± 0,7	2,06	1,2	
		Spiruline	7	950	123	6,5 ± 0,5	1,32	1,6
					211	10,2 ± 0,6	1,73	1,5
	Spiruline + Algues séchées	24	2 350	154	6,4 ± 0,5	1,58	1,2	
				242	10,9 ± 0,7	1,87	1,4	
	< 2 000	Aliment composé	6	1 800	123	4,1 ± 0,3	0,79	1,0
					211	8,0 ± 0,5	1,48	1,1
14			1 150	123	5,3 ± 0,6	1,61	1,3	
				211	10,3 ± 0,8	2,18	1,5	
20			1 700	123	5,9 ± 0,5	1,33	1,4	
				211	9,1 ± 0,7	2,00	1,3	
21			750	123	5,6 ± 0,7	1,35	1,4	
				211	9,3 ± 0,5	1,57	1,3	
Spiruline		19	1 400	123	5,1 ± 0,4	1,03	1,2	
				211	9,0 ± 0,6	1,66	1,3	

\* Intervalle de confiance à la moyenne.

Tableau 8 : Détail du grossissement 0-8 mois, 1978.

Les courbes 2 et 3 permettent de visualiser l'évolution de la mortalité dans le temps dans le cas de l'utilisation de la nourriture composée. La courbe 2 correspondant à la production 1978 est plus aplatie. Après la deuxième année d'utilisation de cette biotechnie, l'élevage est mieux contrôlé, la mortalité est mieux étalée dans le temps.

Lorsque la lumière est trop faible (courbe 4), inférieure à 300 lux, la qualité des algues devient très mauvaise, ce qui provoque une mortalité ponctuelle extrêmement importante, quelle que soit la technique utilisée.

Le comptage des morts par bac "à postériori" et la répartition de la mortalité par classe de taille donnent des résultats très imprécis ; la variabilité de la taille des coquilles (0,6 à plusieurs mm) augmente considérablement la difficulté. Pour cette raison, cette méthode a été abandonnée dès 1978.

## 2. Mortalité 6-12 mois

Durant cette période, la mortalité est très faible. Les tests effectués régulièrement (COCHARD, 1980) permettent de la chiffrer à 1% sur 5 mois. Il est toutefois évident que cette mortalité est fonction de la densité et devient plus importante au-dessus de 2500 juvéniles/m<sup>2</sup> à 1 an.

## 5.3 - Croissance

Les mensurations ont été effectuées à l'aide d'un pied à coulisse au 1/10ème mm à des intervalles variables. Elles ont permis d'acquérir les données ci-dessous.

### 1. Croissance 0-8 mois (tableau 5, 6, 7, 8)

La vitesse de croissance linéaire varie en fonction de l'âge. Elle est généralement plus faible pour les animaux les plus jeunes (0-90 jours). Le tableau 5 résume, pour des âges différents, dans des conditions de luminosité à peu près identiques, la croissance en fonction des protocoles utilisés de 1976 et 1978. Les tailles moyennes, qui sont de l'ordre de 4,5 mm à 100 jours, sont de 9,5 mm à 200 jours et, à l'exception de cas particuliers (1977 par exemple), la croissance est à peu près la même quel que soit le protocole.

Sur des périodes courtes de l'ordre de 100 jours, l'accroissement mensuel varie entre 1 et 1,5 mm, les valeurs élevées correspondent aux lots à faible densité.

Toutefois, lorsque l'on examine pour une année donnée les résultats par unité de production (bac), on observe :

- en 1976 (tableau 6), un accroissement, estimé sur une période plus longue assez homogène, indépendant de la densité, les valeurs s'échelonnant entre 1,3 et 1,5 mm sur une période de 3 mois. Ces valeurs relativement faibles s'expliquent par le fait que la biotechnique de grossissement n'était pas encore au point.

Bac n°	Densité au m <sup>2</sup>	Longueur à Jo mm	Poids ind à Jo g	Temps jours	ΔL mm	ΔP g	ΔL/30 J mm	Temps jours	ΔL mm	ΔP g	ΔL/30 J mm
1	3.300	10,6	0,18	69	3,1	0,21	1,3	167	9,1	0,69	1,6
2	3.300	11,0	0,20	68	3,2	0,25	1,4	166	9,1	0,87	1,6
3	3.300	10,3	0,15	69	4,4	0,35	1,9	173	9,6	0,80	1,7
4	2.400	9,9	0,14	69	4,7	0,31	2,0	167	10,7	0,95	1,7
5	3.300	10,1	0,15	75	3,6	0,30	1,4	181	7,4	0,70	1,3
6	3.300	10,3	0,17	70	3,9	0,27	1,7	169	8,9	0,79	1,6
7	3.300	9,8	0,15	67	5,0	0,33	2,2	169	7,1	0,60	1,3
8	3.300	10,3	0,17	68	4,9	0,36	2,2	169	6,9	0,72	1,2
13	3.300	9,2	0,12	65	5,1	0,31	2,4	164	7,1	0,56	1,3
14	3.300	9,4	0,13	85	5,3	0,38	1,9	187	8,2	0,77	1,3
15	3.300	9,3	0,13	85	5,7	0,53	2,0	187	10,1	1,07	1,6
16	3.300	9,7	0,14	77	4,7	0,32	1,8	187	9,2	1,01	1,6
17	3.000	13,1	0,34	56	4,3	0,43	2,3	96	5,3	0,56	1,7
18	3.000	12,1	0,26	74	5,4	0,61	2,2	116	6,7	0,73	1,7
19	3.000	12,6	0,30	74	5,2	0,55	2,1	116	6,3	0,68	1,6
20	2.600	14,0	0,40	56	4,4	0,48	2,4	96	6,3	0,82	2,0
21	3.000	13,6	0,37	56	2,0	0,27	1,1	96	4,7	0,35	1,2
22	2.200	16,5	0,68	56	4,7	0,65	2,5	96	4,7	0,97	1,5
23	2.600	15,0	0,47	60	2,4	0,32	1,2	116	5,0	0,91	1,6
24	1.500	16,5	0,66	65	4,2	0,80	1,9	116	8,0	1,72	2,1

Tableau 9 : Grossissement 6-12 mois pour l'année 1976.

- en 1977 (tableau 7), la croissance mensuelle est plus rapide de 0 à 90 jours avec la technique des collecteurs verticaux (1,5 mm au lieu de 1,0 avec l'autre technique). Mais, par contre, sur une période plus longue, la croissance est identique avec les deux méthodes bien que la densité soit, dans la plupart des cas, plus élevée quand on utilise l'aliment composé.
- en 1978, les taux de croissance (tableau 8) sont à peu près identiques à ceux de 1977 dans le cas de la technique utilisant les collecteurs verticaux, mais sont un peu inférieurs à ceux de l'année précédente pour les élevages où l'on utilise la nourriture composée. Ce résultat s'explique par le fait que, dans les gammes de tailles de particules utilisées 160-250  $\mu\text{m}$ , les rations se trouvaient en 1978 plus chargées en particules de fortes dimensions. La taille moyenne des particules d'aliment s'est donc trouvée, pour chaque gamme, un peu trop élevée par rapport à la taille du juvénile. Depuis, les gammes utilisées sont plus étroites (200-250, 250-400, 400-500  $\mu\text{m}$ ). A cette cause s'ajoutent d'autres faits : durée de vie du granulé supérieure à six mois lors de l'utilisation et donc vraisemblablement détérioration des vitamines, et température d'élevage 1978 de 17,5°C au lieu de 18,4°C en 1977.

## 2. Croissance 6-12 mois (tableaux 9, 10 - fig. 20, 21 et tableaux 11, 12)

- En 1976 (tableau 9), le stock de juvéniles âgés de 6 à 8 mois a été réparti dans vingt bacs d'élevage à des densités de 1500 à 3000 ormeaux/m<sup>2</sup>. Les tailles moyennes initiales variaient de 9,2 mm à 16,5 mm, soit une moyenne de 11,4 mm. La taille moyenne générale du naissain sorti d'écloserie était de 19 mm. La biomasse totale est passée de 15 à 61 kg sur une période moyenne d'environ 5 mois. Dans l'ensemble, l'accroissement mensuel en longueur a été inférieur à 2 mm, à l'exception de deux bacs.

- Pour l'année 1977, par contre, les accroissements mensuels portant sur un nombre total de 30 000 juvéniles sont nettement supérieurs à ceux de l'année précédente. Il est vrai qu'ils sont calculés sur des périodes plus courtes (tableau 10, série A). Mais, dans l'ensemble, les techniques de distribution et surtout de conservation de nourriture sont mieux dominées. Des résultats plus élaborés portant sur 16 000 juvéniles sont consignés dans le tableau 10 B et les figures 20 et 21 (COCHARD, 1980). L'influence de l'obscurité sur l'élevage, en ce cas, n'a pu être mise en évidence. Par contre, l'action de la densité est significative : pour une densité de 1000/m<sup>2</sup>, la croissance mensuelle se trouve favorisée avec des valeurs voisines de 3 mm contre 2,1 à 2,6 mm pour la densité de 3000/m<sup>2</sup>.

- En 1978, les tests précis effectués portent sur 35 000 juvéniles (tableau 11, figure 22) et sur une durée de 120 jours, plus longue que les précédentes. Ces courbes sont difficilement comparables entre elles statistiquement étant donné les différences de tailles des lots mis en élevage lors de l'échantillonnage ; en effet, le principal objectif était de favoriser une croissance optimale en constituant des lots homogènes. Toutefois, il est possible de mettre en évidence que l'élevage dans l'obscurité ne présente pas d'inconvénients visibles, les taux de croissance restant comparables et même légèrement supérieurs, bien que cette différence ne puisse être statistiquement retenue. Il est net, néanmoins, que l'éclairage n'est pas nécessaire et que l'économie d'énergie qui en découle n'est pas négligeable. De la même manière, sur les élevages effectués en éclairage normal, on n'observe pas de différence notable entre les lots à 2000 et 2500/m<sup>2</sup> (tableau 12).



A/

Bac n°	Densité	Longueur moyenne mm à Jo	Poids moyen en gs à Jo	Temps en jours	$\Delta L$ en mm	$\Delta P$ en gs	$\Delta L$ mensuel moyen en mm	Temps en jours	$\Delta L$ en mm	$\Delta P$ en gs	$\Delta L$ mensuel moyen en mm
11	2.500	13.3	0.34	45	4.3	0.5	2.9				
13	3.000	11.7	0.24	43	4.0	0.4	2.8	74	6.2	0.6	2.5
14	2.500	14.0	0.40	43	2.9	0.4	2.0				
15	3.500	9.8	0.14	43	2.9	0.2	2.0	74	5.9	0.5	2.4
16	3.860	9.5	0.13	43	3.2	0.2	2.2	74	5.5	0.4	2.2
17	3.500	11.8	0.27	31	3.2	0.3	3.0				
18	2.500	13.6	0.38	43	5.0	0.6	3.5	74	7.8	1.2	3.2
19	990	21.6	1.46	35	2.0	0.4	1.7	132	5.9	1.7	1.3
20	2.450	13.8	0.40	47	3.8	0.4	2.4	132	6.2	0.9	1.4
22	3.300	10.3	0.16	43	4.8	0.4	3.3	74	7.3	0.8	2.9
23	3.000	15.4	0.56	31	4.6	0.8	4.4				
24	2.050	15.3	0.56	31	4.8	0.6	4.6				
29	3.260	8.3	0.09	61	3.5	0.1	1.7				

B/

Bac n°	Traitement	Densité	Jo		J 14	J 33		J 48	J 60		
			L	P	$\Delta P$	$\Delta L$	$\Delta P$	$\Delta P$	$\Delta L$	$\Delta P$	$\Delta L/30$
1	noir	3.000	14.2	0.41	0.2	2.2	0.3	0.6	4.6	0.7	2.3
2	500 lux 24/24	3.000	15.1	0.49	0.2	1.7	0.2	0.4	4.2	0.6	2.1
3	1.000 lux 14/24	3.000	14.5	0.47	0.2	1.5	0.2	0.4	4.9	0.6	2.4
4	500 lux 14/24	3.000	13.8	0.46	0.1	2.4	0.2	0.3	5.3	0.5	2.6
5	noir	1.000	14.9	0.49	0.3	3.5	0.5	0.8	7.2	1.0	3.6
6	500 lux 24/24	1.000	14.6	0.44	0.2	3.7	0.5	0.8	6.4	1.0	3.2
7	1.000 lux 14/24	1.000	14.6	0.47	0.2	3.3	0.4	0.7	6.4	0.9	3.2
8	500 lux 14/24	1.000	15.0	0.49	0.2	4.0	0.5	0.9	6.4	1.0	3.2

Tableau 10 : Grossissement 6-12 mois pour l'année 1977.

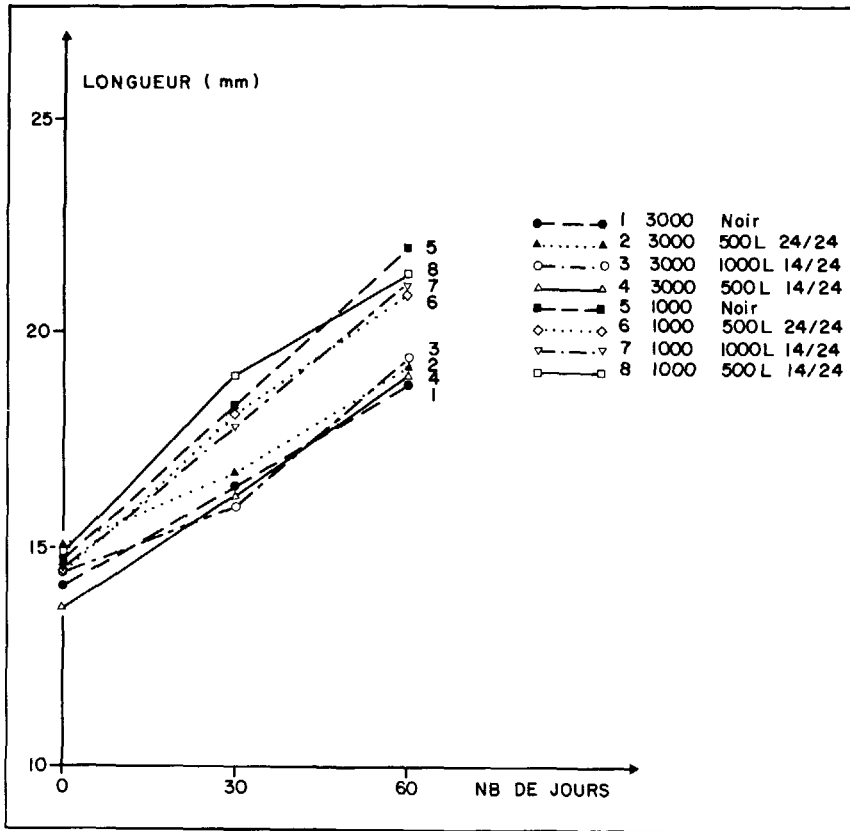


Fig. 20 : Évolution de la croissance en longueur en fonction de la densité, de l'intensité et de la durée d'éclairement.

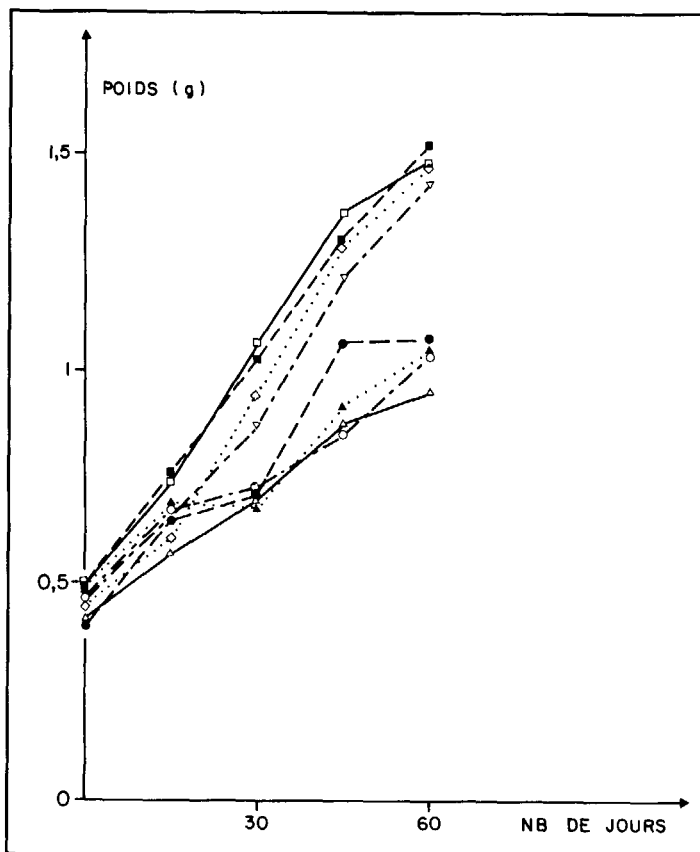


Fig. 21 : Évolution de la croissance pondérale en fonction de la densité, de l'intensité et de la durée d'éclairement.

N°	DENSITE	L <sub>0</sub> mm	L <sub>1</sub> mm	L <sub>2</sub> mm	L <sub>3</sub> mm	L <sub>4</sub> mm	Δ L 120	BIOMASSE gr	P <sub>0</sub> gr	P <sub>1</sub> gr	P <sub>2</sub> gr	P <sub>3</sub> gr	P <sub>4</sub> gr
		J:0	J:30	J:60	J:90	J:120		J:0	J:0	J:30	J:60	J:90	J:120
10	2000	12,5	14,6	19,8	20,8	23,2	10.7	620	0,3	0,4	1,1	1,3	1,9
11	2000	13,1	15,6	19,40	20,8	23,1	10.0	640	0,3	0,5	1,0	1,3	2,0
15	2000	13,8	15,6	18,8	20,4	21,5	7.7	740	0,4	0,6	1,00	1,3	1,6

13	2500	10,4	13,0	15,5	16,6	19,2	8.8	400	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
14	2500	10,8	13,0	14,9	16,4	18,4	7.6	425	0,2	0,3	0,5	0,6	0,9
16	2000	11,7	13,5	16,0	17,5	19,3	7.6	440	0,2	0,3	0,6	0,8	1,1
17	2000	15,4	17,4	18,8	21,7	23,6	8.2	980	0,5	0,8	0,9	1,5	2,1
18	2000	11,4	12,7	16,0	17,0	19,7	8.3	460	0,2	0,3	0,6	0,7	1,2
19	2500	11,7	13,8	16,2	18,4	19,9	8.2	575	0,2	0,4	0,6	1,0	1,3
20	2182	11,4	13,5	15,9	18,7	20,8	9.4	436	0,2	0,4	0,6	1,0	1,4

1	4779	8,4	9,8	11,8	13,4	14,9	6.5	358	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
8	4000	7,2	9,4	11,0	12,20	14,8	7.6	240	0,1	0,1	0,2	0,4	0,5
9	3997	8,7	10,3	12,4	13,0	15,4	6.7	400	0,1	0,2	0,3	0,3	0,6

. Bacs : 10 - 11 - 15 : Elevage au Noir.  
 . Bacs : 1 - 8 - 9 : Queues de Séries.

Tableau 11 : Grossissement 6-12 mois pour l'année 1978.

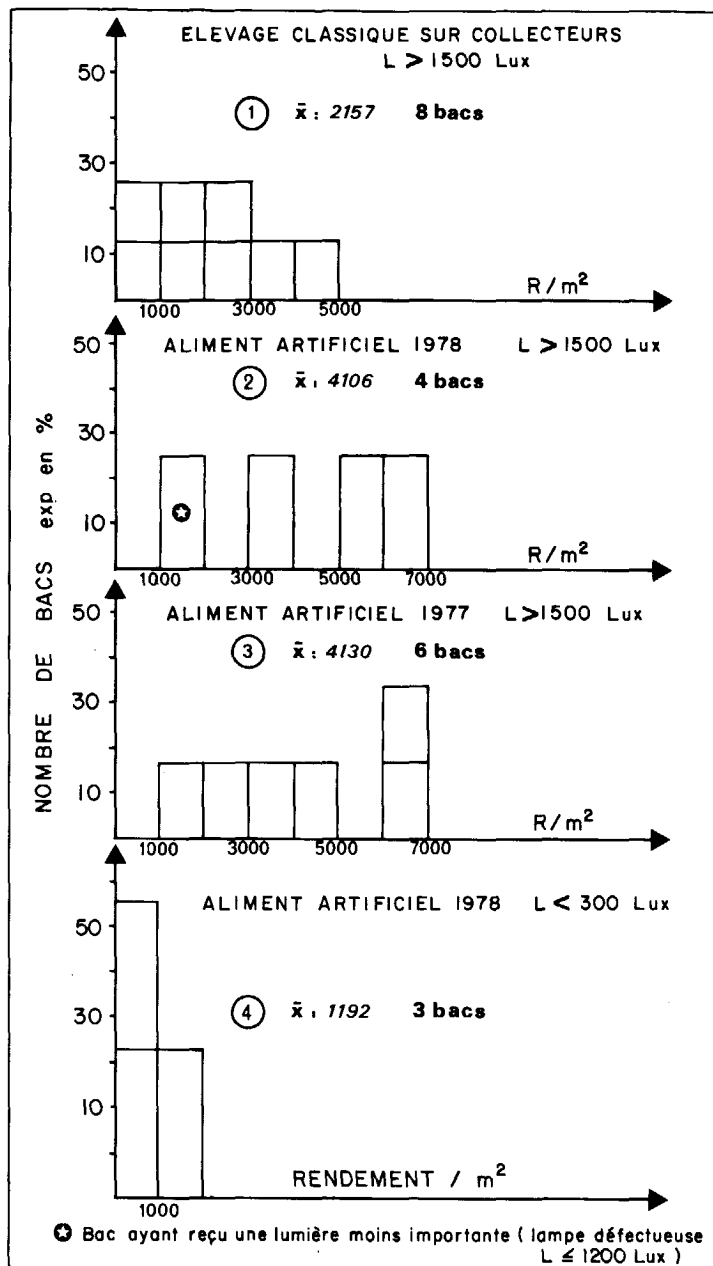


Fig. 23 : Rendement selon les protocoles expérimentaux utilisés.

Paramètres Technique utilisée	Nombre de bascs	Nombre de larves par bac	Production par m <sup>2</sup> ou par bac	% de survie	Algues utilisées g/l	Solution de Convy ml	Solution de Méta-silicate ml	Aliment artificiel g	1er jour de distribution de macrophytes ( <i>Palmaria palmata</i> )	Eclairage Lux
Collecteurs verticaux	2	61 500	2 453	4,0	5	1 300	1 495	0	72	> 2000
Nourriture artificielle	6	42 500	3 800	8,8	40	312	65	272	73	> 2000
Nourriture artificielle sans éclairage	3	41 000	1 191	2,8	30	125	50	247	78	> 3000
Spiruline	2	45 000	1 641	3,6	62	412	75	Spir. 44	69	> 2000
Spiruline sans éclairage 300 Lux	1	41 000	1 407	3,4	25	75	30	Spir. 30	78	> 3000

Tableau 13 : Résultats 1978-1979 en fonction de la biotechnie utilisée et de l'éclairage.

Type d'élevage	Densité	$\Delta L$ mensuel mm
Obscurité	2000	2,4
Eclairage	2000	2,0
Ecloserie	2 500	2,1
	4000 *	1,9
	4800 *	1,6

\* lots de fins de séries

Tableau 12 : Variation de la croissance mensuelle 1978 en fonction du protocole d'élevage.

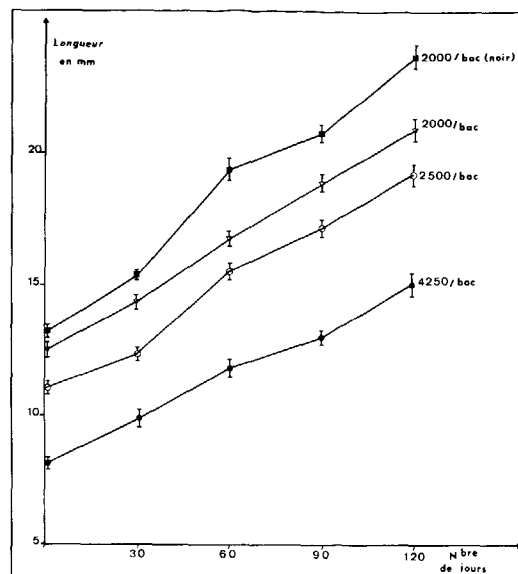


Fig. 22 : Exemple de courbes de croissance en unité de prégrossissement 6-12 mois en 1978.

## 6. ASPECTS EXPERIMENTAUX

Au cours de ces trois années, malgré des conditions de travail ne permettant pas la mise en place d'expérimentations très élaborées, plusieurs tests ont été effectués ; ils ont ainsi permis de modifier les techniques utilisées.

### 6.1 - Rendements en fonction des protocoles (tableau 13 - fig. 23)

Il ressort déjà de l'analyse globale (tableau 4) que les meilleurs résultats ont été obtenus avec la biotechnie faisant appel à la nourriture composée durant une période courte de la vie du juvénile : 3900 juvéniles/m<sup>2</sup> pour 14 m<sup>2</sup>, soit 14 bacs, contre 2552/m<sup>2</sup> pour 35 bacs dans le cas des collecteurs suspendus. La figure 23 est la représentation graphique des rendements qui correspondent aux courbes de mortalités de la figure 19. Les résultats obtenus en 1977 et 1978 sur l'aliment artificiel (graphiques 2 et 3) sont similaires, tandis qu'ils sont nettement plus mauvais avec la technique des collecteurs et un éclairage insuffisant (graphiques 1 et 4).

Le tableau 13 met en évidence les rendements et autres paramètres expérimentaux obtenus en 1978 par des tests effectués avec un petit nombre de bacs. Cet essai confirme les résultats précédents, mais il apporte, en outre, quelques éléments sur l'utilisation potentielle de la poudre de spiruline. Les rendements obtenus n'apparaissent pas comme excellents mais permettent, toutefois, d'envisager ce produit comme élément d'appoint. De plus, il faut noter que la dégradation pigmentaire des cellules de spirulines se fait plus rapidement lorsque l'éclairage est supérieur à 200 lux.

### 6.2 - Définition des densités optimales (tableau 14 - fig. 24, 25 - annexe 5)

Ces résultats sont issus de travaux réalisés en laboratoire (MAZURIE, 1975). Des tests de croissance ont été effectués sur des densités variant de 80 à 5000 ormeaux/m<sup>2</sup>. La vitesse de croissance diminue d'abord légèrement quand la densité augmente, puis ce ralentissement de croissance se manifeste nettement aux deux plus fortes densités les 15 derniers jours de l'expérience

portant sur quatre mois. Il semble donc que, dans ce cas, le seuil critique de la densité ait été atteint pour une taille donnée des animaux. Dans ces deux cas présents, le ralentissement de croissance est apparu dans les conditions suivantes (tableau 14).

Paramètres d'élevage \ Nombre d'individus/m <sup>2</sup>	3750	5000
Longueur moyenne L mm	12,9	12,8
Largeur moyenne l mm	7,5	7,4
Surface L.l mm <sup>2</sup>	97,6	94,9
Surface totale occupée cm <sup>2</sup>	3650	4747

Tableau 14 : Surfaces occupées et tailles observées dès l'apparition du ralentissement de croissance.

La figure 24 donne l'évolution de la densité admissible en fonction de la taille et la figure 25 la relation nombre-charges admissibles. La démarche permettant d'aboutir à ces résultats est détaillée en annexe 5.

## 7. IMPORTANCE DES PARAMETRES D'ELEVAGE

### 7.1 - Lumière

Le paramètre éclairage conditionne au premier degré le développement et la qualité des algues unicellulaires et des particules d'algues pluricellulaires.

L'équilibre est difficile à trouver lorsqu'il s'agit d'algues unicellulaires servant de nourriture de base à des juvéniles, en période de postmétamorphose, à la taille d'environ 300 µm :

- Un éclairage satisfaisant pour la qualité des algues (2500 à 3000 lux sur bacs à parois et fonds blancs, 3000-3500 lux sur bacs gris) favorise leur multiplication. Cette colonisation peut très rapidement devenir gênante mécaniquement pour le bon développement des juvéniles. Il peut en résulter dès le troisième jour des pertes groupées parfois très importantes.

- Par contre, une baisse d'éclairage permet d'éliminer l'effet mécanique de la prolifération des algues unicellulaires en limitant considérablement leur développement, mais ceci aux dépens de leur qualité. Des phénomènes de "dégénérescence" des algues apparaissent alors et il peut s'en suivre une mortalité encore plus spectaculaire (fig. 19). Ces variations d'intensité lumineuse entraînent des fluctuations brutales de pH et de concentrations en oxygène, variations qui ont aussi une influence sur les phénomènes de mortalité précoce.

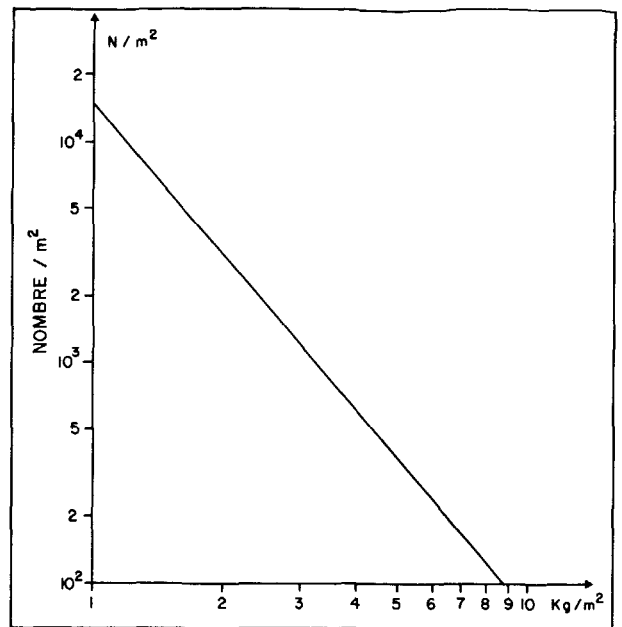
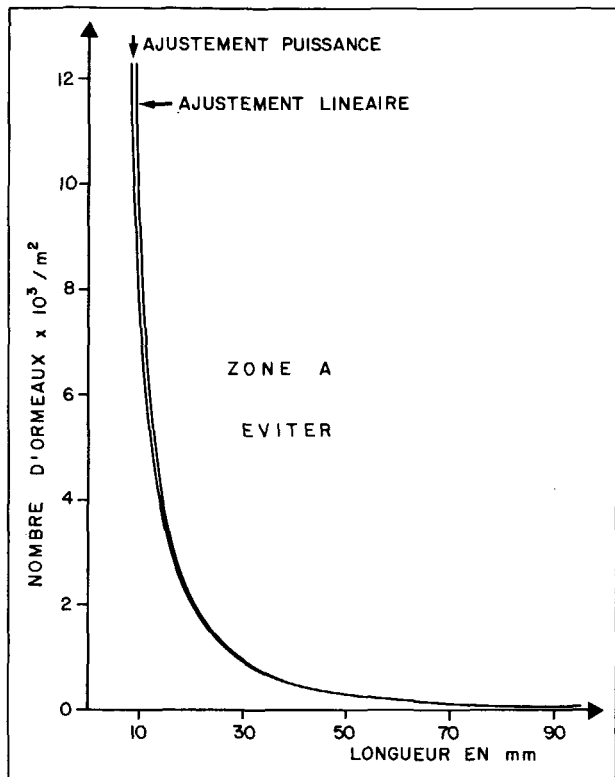


Fig. 25 : Relation nombre-charge admissible.

Fig. 24 : Évolution de la densité admissible en fonction de la taille.

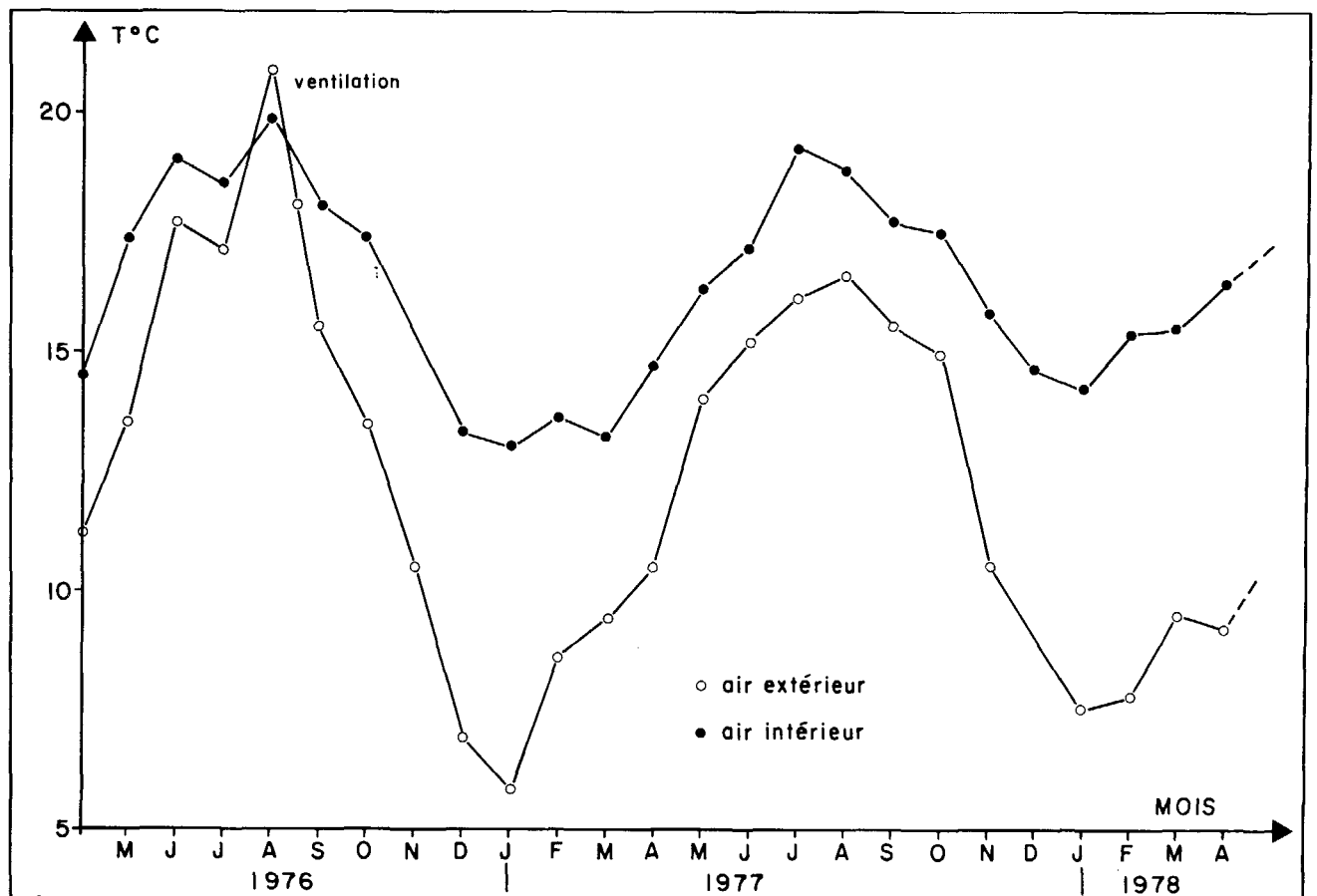


Fig. 26 : Évolution de la température entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment isolé thermiquement.

Pour maintenir une qualité constante de la nourriture, il est donc nécessaire, durant cette première phase d'élevage, d'apporter la quantité optimale d'énergie lumineuse tout en dosant les apports en inoculum et en sels. Ensuite, après s'être assuré que les jeunes ormeaux adhèrent bien au support, il faut régler l'arrivée d'eau, de façon à ce que l'excédent de cellules soit évacué.

Quand l'élevage est plus âgé (2 à 3 mois), la réaction des particules d'algues macrophytes aux variations d'éclairement joue un rôle direct sur le comportement des juvéniles. Lorsque les élevages ne sont plus éclairés, l'arrêt de la photosynthèse provoque une chute brutale de l'oxygène au contact des algues et par conséquent des juvéniles. Il suffit d'un arrêt d'eau, même limité, pour que l'activité des juvéniles augmente très rapidement, activité s'ajoutant à la mobilité nocturne observée normalement. A ce moment-là, il est nécessaire d'augmenter les débits d'eau, de façon à limiter ce phénomène d'activité qui peut conduire à l'assèchement d'un certain nombre de juvéniles.

A titre d'exemple (fig. 18C), les rendements diminuent considérablement, quel que soit le protocole utilisé pour une intensité lumineuse moyenne inférieure à 300 lux.

## 7.2 - Hauteur d'eau

Les premières années, pendant lesquelles la technique japonaise était utilisée, la profondeur d'eau allait de 0,5 à 1 m, que ce soit dans la phase postmétamorphose ou dans la phase grossissement 6-12. Il s'est rapidement révélé, pour le grossissement 6-12, que les élevages supportaient à débits identiques et pour des rendements équivalents en biomasse et en croissance, des niveaux d'eau beaucoup plus faibles. La conservation des particules de macrophyte était dans ce cas bien meilleure, l'homogénéisation de la masse d'eau se trouvant mieux assurée. Depuis ces observations, la hauteur ne dépasse pas 15 cm. Il en résulte un autre avantage : les bacs, à surface d'élevage égale, moins hauts, donc moins encombrants et moins lourds, peuvent en outre être beaucoup plus facilement superposés. Ce qui a été réalisé à Argenton.

Ce même principe a été utilisé sur l'unité métamorphose lorsque les collecteurs verticaux ont été abandonnés. La forme des bacs utilisés est différente mais le processus est le même, la hauteur d'eau variant de 15 cm à la métamorphose à 10 cm en fin de grossissement 0-8 mois.

## 7.3 - Aération

L'air n'est pas utilisé, sauf en cas de panne de pompage, dans l'unité de grossissement 6-12 mois. Par contre, depuis la métamorphose jusqu'à 6-8 mois, l'apport d'air a surtout pour but d'augmenter le brassage et le renouvellement d'eau au niveau des particules phytobenthiques. Sans cet artifice, l'homogénéisation est moins bonne, la dégradation des algues macrophytes plus rapide, les juvéniles modifient leur comportement et ont tendance à se déplacer vers la surface avec des risques importants de mortalité par assèchement. Une augmentation du débit provoque le déplacement des particules vers la vidange et ne change rien au problème pour une dépense plus élevée, surtout en hiver.



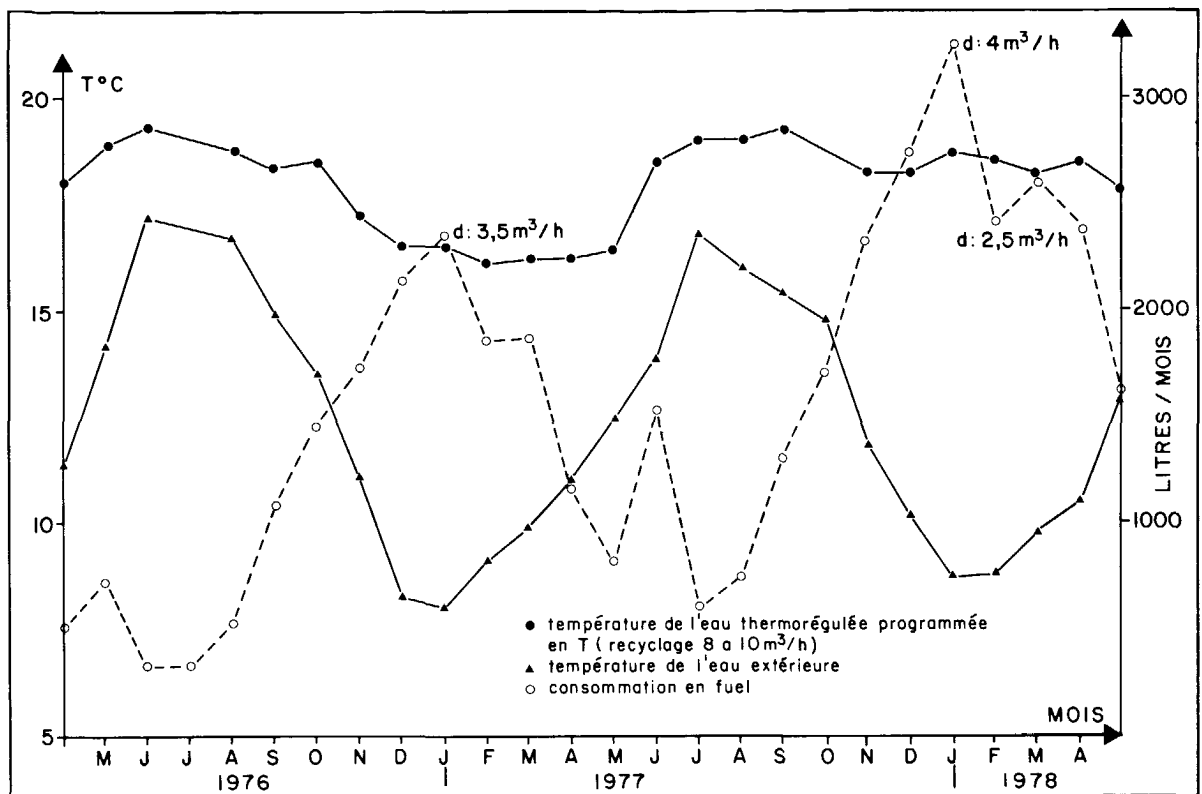


Fig. 27 a : Courbes de température de l'eau de mer utilisée et de la consommation en fuel de mai 1976 à mai 1977.

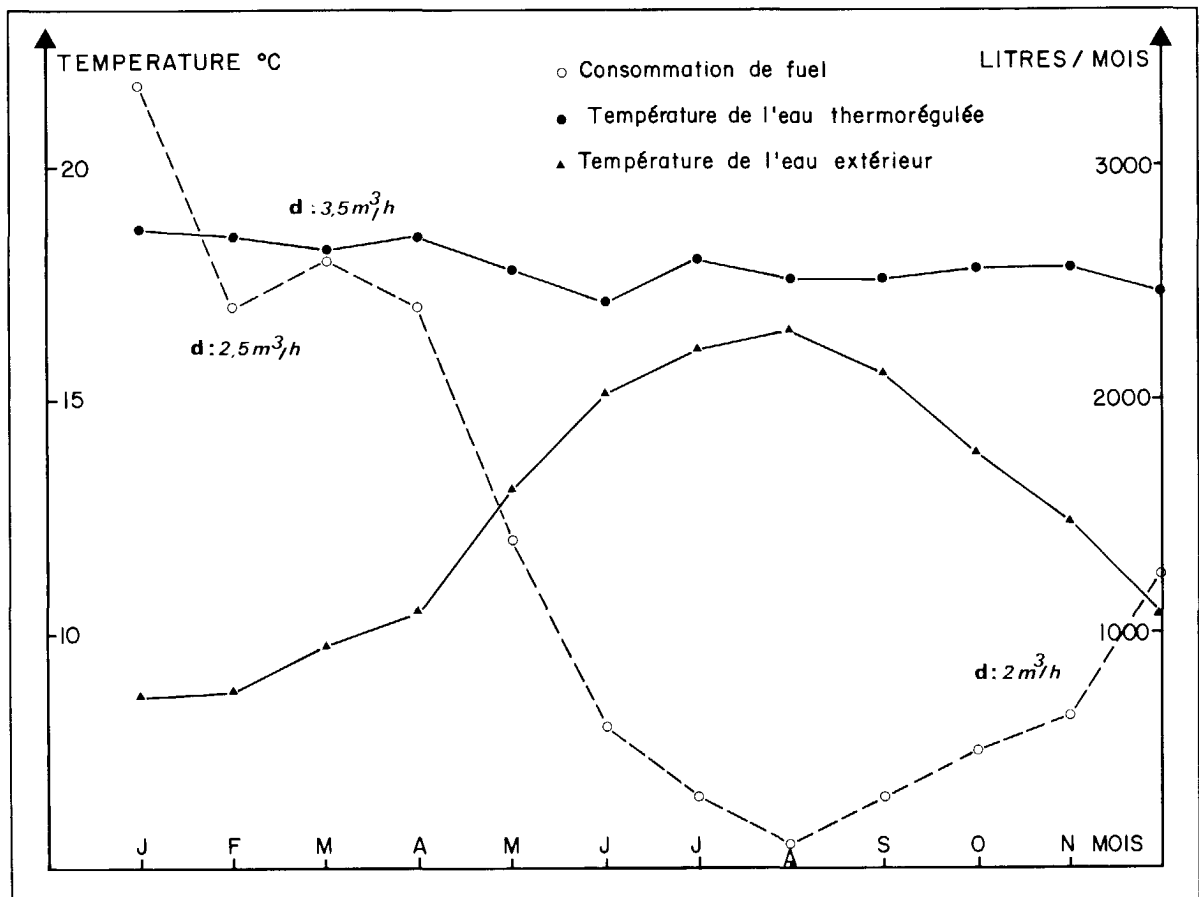


Fig. 27 b : Courbes de température de l'eau de mer utilisée et de la consommation en fuel pour 1978.

## 7.4 - Nourriture

Entre les premiers jours et le quarantième jour, les algues unicellulaires distribuées doivent parvenir de cultures en phase exponentielle. L'intensité lumineuse doit correspondre aux exigences de l'algue cultivée tout en limitant son développement, car une prolifération rapide gêne le comportement des juvéniles : dépôt important sur la coquille, épaisseurs freinant les déplacements, etc... (cf. § 2.1.1) ; en outre, la mise en place de couches successives d'algues provoque la nécrose des cellules des couches inférieures, ce qui entraîne très rapidement une mortalité chez les juvéniles.

En résumé, la séquence d'algues unicellulaires préconisée est la suivante :

- . du jour 0 au jour 15 environ, phase *Platymonas suecica* à 2,5 cellules/ $\mu$ l et 30 cellules/ $\mu$ l de *Pavlova lutheri* (0,5 ml/l de solution de sels, éclairage 2000-3000 lux) ;
- . du jour 20 au jour 40 *Prasinocladus marinus* de 5 à 20 cellules/ $\mu$ l (0,5 ml/l de solution de sels, éclairage 2000-3000 lux) ; l'éclairage est continu pour les deux phases.
- . entre le 30ème et le 40ème jour, cette nourriture naturelle est remplacée par l'aliment composé calibré (cf. § 2.1.2 et tableaux 2 et 3).

Pendant la phase d'utilisation de l'algue rouge *Palmaria palmata*, il est important d'utiliser les jeunes pousses lorsque c'est possible. Au cours du stockage, les algues doivent tourner dans le volume ; c'est pour cette raison que des bacs de stockage cylindroconiques ont été choisis. En fonction des impératifs de l'élevage, l'algue est morcelée au robot-coupe dont la lame doit être bien aiguisée, de façon à limiter au maximum le temps de chauffe dû à la coupe. Lorsque les différences de température et d'éclairage sont importantes entre l'extérieur et l'enceinte d'élevage, il est nécessaire de dégager les particules par barbotage d'air en eau de mer. En général, il vaut mieux s'appliquer à une distribution quotidienne, de façon à doser la quantité distribuée.

## 8. BILAN TECHNIQUE

### 8.1 - Dépenses d'énergie (annexes 6-7)

#### 1. Intérêt de l'isolation thermique (fig. 26)

L'écart des températures hivernales entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment est de l'ordre de 5,5°C (fig. 26). Les résultats sont détaillés dans l'annexe 6 et 7.

#### 2. Dépenses énergétiques (fig. 27 a, b)

Dans tous les cas, ces dépenses sont fonction des températures extérieures (air et eau) et des besoins en eau de mer extérieur (fig. 27 a, b et annexe 6).

Durant les deux années 1976-1978, il a fallu environ 0,34 l de fuel et 1 kWh par juvénile pour produire 113 200 juvéniles d'un an (pour détails, annexe 1 et 2).

En 1979-1980, il a seulement fallu 0,1 l de fuel et 0,3 kWh par juvénile pour produire 145 000 juvéniles, soit trois fois moins.

En 1980-1981, la dépense en fuel est identique et la dépense en électricité est de 0,5 kWh par juvénile (annexe 7).

## 8.2 - Critiques techniques

Ce bilan porte sur trois ans.

### 1. *Qualité d'eau*

Le pH tourne autour de 8 pour varier de 7,98 (bacs de métamorphose) à 8,39 (bacs de recyclage). La concentration en oxygène dissous oscille autour de 8,1 mg/l pour des valeurs à l'arrivée de 9,3 mg/l. On observe, dans le filtre à sable extérieur, une consommation d'oxygène non négligeable, mais non alarmante, de 9,7 à 9,3 mg/l.

La valeur en nitrite  $\text{NO}_2$  est en général faible dans les circuits 0,001 à 0,004 mg/l, mais un peu élevée dans les bacs d'élevage avec des valeurs de 0,073 mg/l dans les bacs avec collecteurs verticaux et de 0,040 mg/l pour les bacs sans collecteurs verticaux.

Les tests de qualité d'eau effectués en différents points du circuits montrent que le régime herbivore de l'ormeau permet une "recirculation" d'eau sans l'utilisation de filtres biologiques, difficiles à contrôler et occupant des surfaces au sol importantes (COUTEAUX, 1976).

### 2. *Le pompage et la filtration*

Le pompage principal (SIEBEC A 30 avec pot d'amorçage) s'est avéré fiable et n'a nécessité que des interventions d'entretien. La pompe de recyclage (fig. 3), Marlow ITT 30, de débit moyen de 10 m<sup>3</sup>/h est assez fragile, néanmoins, trop tributaire du colmatage du filtre intérieur. Pour ce type d'installation nécessitant 10 m<sup>3</sup>/h, il vaut mieux utiliser une pompe dont le débit varie le moins possible avec une perte de charge variable. Par contre, un pré-filtre faisant corps avec la pompe et présentant un couvercle amovible transparent s'avère très utile.

L'installation d'un filtre extérieur n'est pas nécessaire dans le temps, à condition, bien sûr, d'avoir à sa disposition une réserve d'eau faisant office de bac de décantation. Par contre, le filtre intérieur mécanique à nettoyage à contre courant est indispensable, au moins durant les deux premiers mois de la vie du juvénile.

Lorsque les bacs de réserve d'algues rouges alimentés par le bas sont branchés sur le circuit principal, il est indispensable de prévoir, à l'intérieur de la tubulure d'arrivée et à l'entrée de chaque bac au niveau du vannage, une grille plastique type NORTENE de maille de 8 mm. Ce procédé évite, lors des manoeuvres de nettoyage, une aspiration par siphonnage d'algues et de bigorneaux qui bloquent les ludions des débitmètres et bouchent les tuyauteries.

### 3. Le circuit de nettoyage

Une autre modification concernant le circuit d'évacuation est très utile. Il s'est avéré nécessaire d'installer, en parallèle au circuit de recyclage, une canalisation de nettoyage. En plus de l'intérêt sanitaire, cette précaution permet un gain de temps non négligeable, une économie considérable d'eau thermorégulée donc d'énergie lors des cycles de lavage.

### 4. La production d'air

La source de production d'air sous pression présente l'inconvénient du traitement préalable du fluide (filtration, deshuilage) mais, en contre partie, elle assure une production uniforme indépendante de la hauteur d'eau et une sécurité certaine pour un coût modique grâce à la réserve d'air comprimé, ce qui ne peut assurer un souffleur d'air classique type surpresseur.

### 8.3 - Les problèmes de marée noire

L'année 1978 a été marquée par la pollution due à l'échouement de l'Amoco Cadiz. Le site d'Argenton, situé à quelques kilomètres de l'épave, a été très touché. Le mur du vivier a fait office de système de protection efficace. Les dosages ont été effectués le 24.3.78 (G. MOREL) en deux points : au point de pompage situé au milieu du vivier et dans le bac de recyclage (fig. 2). Les quantités observées d'hydrocarbures totaux dissous ont été, respectivement, de 4,9 et 4,4 µg/l. Il y a donc eu une légère diminution de la teneur en hydrocarbures totaux. Cette différence est sans doute due en grande partie à l'action des deux filtres à sable. Les analyses fines ont montré que la longueur des chaînes carbonnées était plus faible puisque, dans le bassin, le pic de concentration se situait au niveau des chaînes en C<sub>30</sub> avec 336 ng/l, alors qu'il était voisin des chaînes en C<sub>25</sub> avec 320 ng/l dans le bac de recyclage. Dans l'ensemble, aucune mortalité visible n'a pu être imputée à cette pollution.

Dans un accident de ce genre, il est tout de même intéressant de noter que, lorsqu'il ne s'agit pas de commercialisation immédiate, ce type de structure permet de prendre un certain recul et d'envisager des solutions de repli moins précipitées.

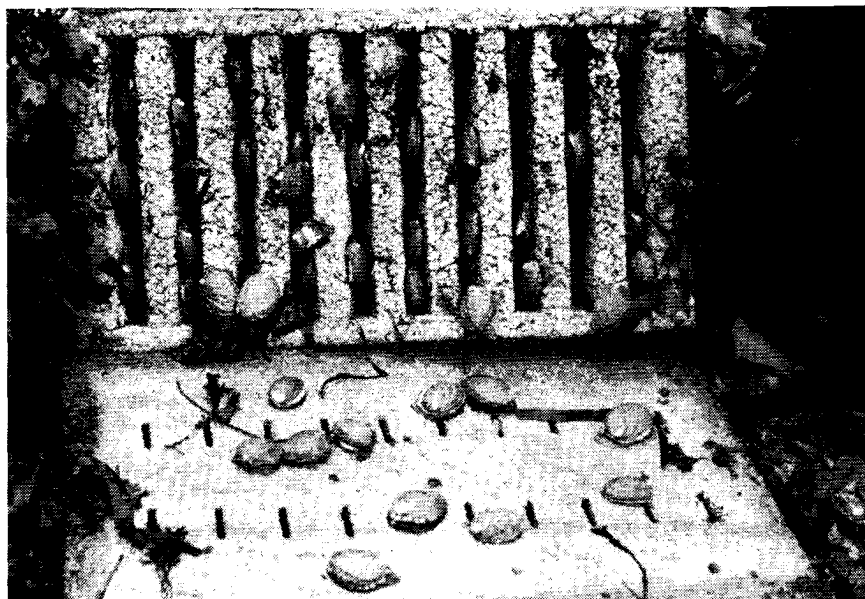
## 9. PERSPECTIVES

La production artificielle de juvéniles d'ormeau peut avoir pour objectif la fourniture de matériel vivant, à des fins d'aquaculture intensive ou extensive ou de reconstitution de stocks naturels.

Compte tenu de la croissance relativement lente de l'espèce, d'une part, et, d'autre part, de la réglementation en cours qui interdit toute exploitation des stocks existants par pêche industrielle, cette production est dans un premier temps orientée vers la fourniture de juvéniles à des fins d'aquaculture extensive dans la zone de balancement des marées très riches en algues macrophytes.

### 9.1 - Evolution de la productivité

La production potentielle d'une unité de ce type dépend, pour une biotechnique donnée et supposée bien maîtrisée, de deux paramètres distincts mais difficilement dissociables dans les faits,



*Photo 12 : Ormeaux élevés en habitat artificiel pendant 2 ans et demi et se nourrissant des algues épaves pénétrant à l'intérieur de la structure lors des mouvements d'eau.*



*Photo 13 : Habitats artificiels sur une concession gérée par la S.C.A.M. (Société Coopérative d'Aquaculture de Menneham).*



*Photo 14 : jeunes ormeaux à l'intérieur d'un habitat adapté à leur taille.*

il s'agit :

- de la capacité de l'installation au niveau logistique : surfaces de production et performances des équipements annexes ;
- de la productivité du personnel. Cette capacité est fonction non seulement de la qualification individuelle, mais aussi du nombre de personnes employées. Un technicien compétent travaillant seul aura une efficacité de production bien inférieure à celle qu'il aurait s'il était entouré.

De 1976 à 1979, les rendements biologiques, c'est-à-dire, le nombre moyen de juvéniles produits au m<sup>2</sup>, a varié de 2600 à 3900. Depuis 1980, la production moyenne est de 5000/m<sup>2</sup> soit, pour un cycle, de 120 000 juvéniles. L'objectif est d'atteindre les 200 000 juvéniles d'un an sur deux cycles. C'est ce chiffre de 5000/m<sup>2</sup> qu'il faut retenir lors des productions industrielles futures.

Il faut aussi souligner que les capacités de production qui étaient de 50 000 juvéniles d'un an par personnel technique compétent sont, en 1981, de 100 000 pour dépasser les 200 000 dans une écloserie de type industriel. Depuis, une amélioration notable peut aussi être espérée au niveau de la croissance du jeune (COCHARD, 1980). Il est, en effet, possible de gagner mensuellement plusieurs mm et d'atteindre les 20 mm en 8 mois. Ce gain de temps d'élevage en écloserie a une incidence directe sur la capacité de production.

Cette unité a donc, effectivement, permis de définir la capacité de production par unité de surface, mais elle demeure trop petite pour remplir les conditions d'exploitation optimales d'un point de vue économique.

## 9.2 - Insertion de l'écloserie dans le schéma général

La production artificielle de naissain d'ormeau ne constitue qu'un maillon dans le schéma d'aquaculture de cette espèce.

Sans rentrer dans tous les détails d'une production dont le stade de développement est bien entendu moins avancé que celui de la production de naissain, nous résumerons brièvement les principales contraintes des stades ultérieurs de l'"halioticulture".

### 1. *Les problèmes d'élevage en milieu ouvert*

Les jeunes ormeaux produits dans l'écloserie seront immergés dans les habitats artificiels situés dans la zone de basse mer pour des coefficients 80-100 en milieu relativement battu. Un aménagement de cette zone, extrêmement riche en algues macrophytes, mais très ouverte aux tempêtes, est nécessaire ; des habitats en béton de divers types y sont expérimentés. Mais, pour en arriver à ce stade, il a fallu connaître les différents problèmes à résoudre, très souvent liés à la biologie de l'animal lui-même (photo 12, 13).

En effet, le comportement naturel du juvénile consiste à chercher un abri qui lui apporte protection et dans lequel il peut trouver sa nourriture. Pour ces raisons, la mobilité du jeune est très grande jusqu'à deux ans, période durant laquelle sa coquille ne lui assure qu'une protection limitée contre la prédation.

A la suite des expériences effectuées sur le terrain, l'éthologie du juvénile a été mise en évidence et il est devenu possible d'aborder l'élevage en structures artificielles. L'efficacité d'un habitat se juge à l'aide des critères que sont le taux de reprise et la croissance, et qui ne doivent pas être dissociés.

Les premiers essais effectués sur concessions aménagées avec des buttes constituées de moellons de carrière ou pris sur le site donnent de bons résultats de croissance (1,7 à 2 mm/mois), mais de faibles pourcentages de recaptures (4%). Des habitats tubulaires, constitués de tubes en plastique de sections différentes, ont également donné des résultats décevants.

L'élevage de l'ormeau dans le milieu naturel a fait un progrès important depuis la création et la confection d'habitats en béton avec lesquels les pourcentages de recapture après deux ans et demi oscillaient, selon les densités d'ensemencement, autour de 40 et 50% avec des taux de croissance raisonnables (entre 1 et 2 mm par mois), sans apport de nourriture, donc sans main-d'oeuvre. L'effort actuel porte sur la mise au point d'habitats dont la structure favorise l'entrée de la nourriture naturelle tout en limitant le taux de sorties des juvéniles. L'alimentation peut être ainsi assurée par captage, des algues épaves macrophytes se trouvant portées en très grand nombre lors du flux et du reflux à l'intérieur des habitats (photo 14).

Les expériences 1980-82 doivent permettre de vérifier si cette nourriture naturelle apportée par la mer elle-même suffit et, si oui, jusqu'à quel stade, tout en utilisant des structures dans lesquelles la fuite des juvéniles est extrêmement limitée. Le but visé est donc de miser sur cette nourriture gratuite en tirant parti des déplacements naturels d'eau et de particules algales, de façon à limiter la main-d'oeuvre au maximum.

## *2. Les aspects financiers*

Il ressort des expériences faites sur l'estran que le problème de grossissement est maintenant d'ordre essentiellement technologique. A titre d'exemple et comme base de réflexion, le tableau 15 met en évidence les différents postes à prendre en compte et les résultats qui en découlent en fonction du prix du naissain et des pourcentages de recapture pour un élevage de 100 000 juvéniles. Le prix du naissain a été estimé pour une unité de production en tenant compte du coût actuel.

Les taux de recapture sont voisins de 50% après deux ans et demi d'élevage, avec des habitats prototypes ; il conviendrait d'obtenir dans l'avenir des taux supérieurs. Les résultats début 82, après 9 mois, sont de 70 à 90% de survie, la croissance est bonne sans apport de nourriture, donc sans main-d'oeuvre.

Le poste main-d'oeuvre (tableau 15) a été majoré par prudence en tenant compte d'une action de nutrition, poste qui sera peut-être considérablement allégé si l'apport d'algues à l'intérieur des structures se fait naturellement.

Dans le but de simplification, l'amortissement du coût des habitats et de leur mise en place est pris en compte dès la première production, soit après trois années d'élevage. En fait, la durée de vie d'un habitat devrait être supérieure à trois cycles de production. Il est raisonnable d'envisager

pour un avenir prochain un pourcentage de recapture de 60% pour les premières productions et de 70% pour les récoltes ultérieures. Il faut souligner, d'autre part, que ces pourcentages correspondent à la recapture effective à l'intérieur de l'habitat, mais que s'ajoute à ce résultat une recapture résiduelle non négligeable autour des habitats.

Les chiffres correspondant à ces recaptures sont d'autant plus intéressants qu'ils seront relativement stables dans le temps, pour un prix de vente constant, car les postes de nutrition et de main-d'oeuvre, qui sont ordinairement les postes à plus fort accroissement, sont dans le cas présent inexistant.

Avec 60% de recapture, le tonnage espéré pour 100 000 juvéniles départ est de l'ordre de six tonnes. L'unité minimale de production à considérer devra être de l'ordre de 18 tonnes par an, tonnage correspondant à un volant annuel de 300 000 juvéniles.

Conditions d'exploitation		Prix du naissain à l'unité en FF*			
		0,50	0,75	1,00	
Achat naissain		50 000	70 000	100 000	
Coût des habitats		50 000	50 000	50 000	
Mise en place des habitats		5 000	5 000	5 000	
Main-d'oeuvre 6 h/mois pour 3 ans		6 000	6 000	6 000	
Pêche 70 h à 30 FF		2 000	2 000	2 000	
TOTAL**		113 000	133 000	163 000	
R E C A P T U R E	50 %	Rapport vente	125 000	125 000	125 000
		Reste en 1ère production	12 000	- 8 000	- 38 000
		Reste en 2ème production (- habitat - mise en place)	67 000	47 000	17 000
	60	R.V.	150 000	150 000	150 000
1ère production		37 000	17 000	- 13 000	
2ème production		92 000	72 000	42 000	
70	R.V.	175 000	175 000	175 000	
	1ère production	62 000	42 000	12 000	
	2ème production	117 000	97 000	67 000	
80	R.V.	200 000	200 000	200 000	
	1ère production	87 000	67 000	37 000	
	2ème production	142 000	122 000	92 000	

\* Estimations provisoires tirées d'un premier bilan financier.

\*\* Déduire de ces chiffres le prix de location du terrain, soit 1 000 m<sup>2</sup> à 6 F/are/an, ce qui fait 180 FF.

Tableau 15 : Évolution des coûts de grossissement prévisibles en fonction du prix du naissain et du pourcentage de recapture pour 100 habitats, à raison de 1 000 ormeaux par habitat (prix de vente : 25 F le kg, ormeaux de 100 g), soit 100 000 juvéniles de 2 cm.



## CONCLUSION

L'écloserie de production expérimentale d'ARGENTON a pleinement rempli son rôle d'unité pilote et a permis d'atteindre les objectifs suivants :

- vérifier dans quelle mesure les techniques conçues en laboratoire étaient transposables à l'échelle supérieure ;
- étudier des problèmes impossibles à aborder au laboratoire.

Cette unité, assurant en 1982 une production de l'ordre de 200 000 juvéniles de deux ans, a en outre permis d'acquérir une masse de données variées et de mettre en évidence les différents points suivants :

- La biotechnie utilisée s'avère originale par rapport aux techniques d'inspiration japonaise, et, dans notre contexte, moins aléatoire et beaucoup plus facile à mettre en oeuvre : bacs à fond nu, contrôle de la production primaire pendant vingt jours (deux séquences algues unicellulaires, *Platymonas suecica* et *Pavlova lutheri*, puis *Prasinocladus marinus*) puis phase nourriture composée jusqu'à 2-3 mois et enfin cycle normal, algues rouges naturelles broyées (*Palmaria palmata*).
- Le rendement moyen au m<sup>2</sup> espéré, sur six mois, est de l'ordre de 5000 juvéniles, résultat largement atteint en 1980 et 1981.
- La production peut être étalée sur deux cycles par an.
- La production moyenne par personne et par an devrait dépasser 200 000 juvéniles de 2 cm pour un personnel compétent.
- La dépense annuelle énergétique, pour cette installation, est de 0,1 l de fuel et 0,5 kWh par juvénile en 1980 et 1981.

En revanche, l'estimation du coût de production dans une unité de démonstration reste extrêmement imprécise par suite de la taille trop réduite de l'unité. Ce coût se situerait dans une fourchette de 40 à 70 centimes pour une écloserie de un million de juvéniles, compatible à priori avec une production rentable sur le terrain (tableau 15).

Ce prototype et les unités qui lui feront suite seront destinés à pourvoir en juvéniles le secteur de grossissement. Ce naissain sera acheté par les professionnels et mis en place sur des concessions aménagées dans des habitats artificiels. Cette zone d'élevage se situera sur les côtes de Bretagne aux faciès battus à basse mer de grandes marées.

Dans le cas où la législation, qui interdit actuellement toute pêche de l'ormeau en apnée ou en scaphandre autonome, changerait, et où une pêcherie organisée verrait le jour, cette source d'approvisionnement pourrait être utilisée à des fins de peuplement pour une gestion optimale des stocks. On sait, d'ores et déjà, que les habitats tels qu'ils sont conçus actuellement peuvent assurer une protection efficace du juvénile (plus 50% après deux ans et demi, taille 5 à 6 cm et 80 à 90% après 8 mois).

Chaque espèce a ses particularités, mais le principe d'une unité pilote du type de celle d'Argenton devrait être la suite logique d'efforts menés en laboratoire. Cette unité constitue un outil biotechnique permettant une reproductibilité satisfaisante des résultats. C'est après la mise au point de ce genre d'outil que peuvent être abordés, d'une part, les aspects fondamentaux de la recherche amont : physiologie, génétique, sélection, etc..., et, d'autre part, l'étude d'une production prototype industrielle. Une bonne connaissance de la pratique de cet outil biotechnique est de nature à éviter les mécomptes, tant dans la recherche "amont" que dans la production "aval".

## BIBLIOGRAPHIE

- COCHARD, J.C., 1980. Recherches sur les facteurs déterminant la sexualité et la reproduction chez *Haliotis tuberculata*. Thèse 3ème Cycle, Brest, 167 p.
- COUTEAUX, B., 1976. Contrôle de l'eau dans les élevages marins à caractère intensif - recyclage. Mémoire ENSAR, Rennes, 167 p.
- COX, K.W., 1962. California abalone, family Haliotidae. Fish Bull., 118 : 1-113.
- CROFTS, D., 1929. *Haliotis*. L.M.B.C. Memors n°29, Proc. Trans. Liverp. Biol. Soc., 174 p.
- FLASSCH, J.P. et Y. KOIKE, 1974. Reproduction artificielle de l'ormeau *Haliotis tuberculata* L. : premiers résultats. In Colloque sur l'Aquaculture, Publ. CNEXO - Act. Coll. 1 : 66-67.
- FLASSCH, J.P. et E. WOITELLIER, 1977. L'élevage de l'ormeau (*Haliotis tuberculata* L.). I-Action du régime alimentaire d'algues phytoplanctoniques sur la croissance postlarvaire. 3rd Meeting of the ICES Working Group on Mariculture. Actes de Colloques, CNEXO Ed., 4 : 287-309.
- FLASSCH, J.P., 1978. Production d'algues unicellulaires à des fins d'aquaculture. Océanis, 4(1) : 1-12.
- FORSTER, G.R., 1967. The growth of *Haliotis tuberculata* : results of tagging experiments in Guernsey, J. Mar. Biol. Ass. U.K., 47 : 287-300.
- GIRARD, A., 1972. La reproduction de l'ormeau *Haliotis tuberculata* L. Rev. Trav. Pêches Marit., 36(2) : 163-184.
- HAYASHI, I., 1977. Investigations into the biology and ecology of the ormer, *Haliotis tuberculata* L. Guernsey Ormer Fellowship : 85 p.
- INO, T., et K. HARADA, 1961. On the Spawning of abalone in the vicinity of Ibaragi prefecture. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 31 : 275-281.
- KIKUCHI, S. et N. UKI, 1974a. Technical study on artificial spawning of abalone (*genus Haliotis*). I-Relation between water temperature and advancing sexual maturity of *Haliotis discus hannai* Ino. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33 : 69-78.
- KIKUCHI, S. et N. UKI, 1974b. Technical study on artificial spawning of abalone (*genus Haliotis*) II-Effect of irradiation sea water with U.V. rays on inducing spawning. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 33 : 79-86.

- KIKUCHI, S. et N. UKI, 1974c. Technical study on artificial spawning of abalone (*genus Haliotis*).  
IV-Duration of fertility related to temperature. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. 34 : 73-76.
- KIKUCHI, S. et N. UKI, 1974d. Technical study on artificial spawning of abalone (*genus Haliotis*).  
VI-On sexual maturation of *Haliotis gigantea* (Gmelin) under artificial conditions. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 35 : 85-90.
- LEMERCIER, P., 1975. Contrôle de la qualité d'oeufs de turbot *Scophthalmus maximus* L. et de leur durée d'incubation. Techniques de transport pour les oeufs de turbot et les alevins de bar *Dicentrarchus labrax*. Mémoire ENSAR, Rennes, 88 p.
- L'HERROUX, M., J.P. FLASSCH, et M. GIRIN, 1974. Dispositif pour concentrer et transporter les oeufs, larves et herbivores d'aquaculture. In Publ. CNEXO Act. Coll. 1, 69-76.
- MAZURIE, J., 1975. Influence des types de nourriture et de la densité d'élevage sur la croissance de *Haliotis tuberculata*. Rapport de stage, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Rennes, 62 p.
- MORSE, D.E., H. DUNCAN, N. HOOKER, et A. MORSE, 1977. Hydrogen peroxyde induces spawning in Mollusks with activation of Prostaglandin Endoperoxida Synthetase. Science, 196 : 293-300.
- NEWMAN, G.G., 1967. Reproduction of the South African abalone *Haliotis midae*. Invest. Rep. Div. Sea Fish. S. Africa, 64 : 1-24.
- SHEPHERD, G.A., H.M. LAWS, 1974. Studies on Southern Australian abalone (*genus Haliotis*).  
II-Reproduction of fine species. Aust. J. Mar. Frestwat. Res., 25 : 49-62.
- WALNE, P.R., 1966. Experiments in the large scale culture of the larvae of *Ostrea edulis*. L. Fish. Invest., Min. Agric. Fish. Lond., 2 : 25-53.

# ANNEXE 1

## BILAN DE L'ELEVAGE POST LARVAIRE 1976

### -----

### TECHNIQUE "COLLECTEURS SUSPENDUS"

Bacs "civière" de 1 m<sup>2</sup>

Volume : 300 l

Débit : 200 l/h

Date de la ponte	N° du bac	Nombre de larves	Rendement juvénile/m <sup>2</sup>	% de survie	<i>Platymonas</i> en $\varnothing$ /ul	Milieu de Conwy l	Solution de Méta-silicate en ml	1er jour de distribution de macrophytes ( <i>Palmania palmata</i> )	Température moyenne °C	Eclairage en lux
1.04.76	5	140 000	1 177	0,9	750	1,6	37	55	18,3	> 2 000
1.04.76	9	84 000	131	0,2	1 400	2,7	75	42	18,3	> 2 000
1.04.76	10	84 000	1 785	2,1	800	2,1	52	68	18,3	> 2 000
10.06.76	3	87 000	8 986	10,3	1 255	2,6	70	43	18,0	> 2 000
10.06.76	4	87 000	945	1,1	790	1,9	45	43	18,0	> 2 000
6.07.76	9	64 000	11 093	17,3	2 000	3,8	120	50	17,6	> 2 000
6.07.76	10	62 000	8 264	13,3	1 905	3,8	120	86	17,6	> 2 000
6.07.76	11	70 000	6 149	8,8	1 725	3,9	135	115	17,6	> 2 000
22.07.76	12	Culot	7 824		3 345	4,1	143	38	18,0	> 2 000
23.06.76	6	120 000	5 562	4,6	1 105	1,1	67	48	18,0	> 2 000
20.07.76	2	90 000	0	0	510	1,7	53		17,6	> 2 000
20.07.76	5	110 000	2 459	2,2	1 730	3	112	75	17,6	> 2 000
20.07.76	7	88 000	2 122	2,4	1 090	2,7	98	74	17,6	> 2 000
20.07.76	8	90 000	1 086	1,2	1 160	2,5	90	74	17,6	> 2 000
26.08.76	1	90 000	676	0,8	375	1	53	105	16,9	> 2 000
26.08.76	3	90 000	677	0,8	360	1,1	45	105	16,9	> 2 000
26.08.76	4	90 000	676	0,8	440	1,2	53	105	16,9	> 2 000

## ANNEXE 2

### BILAN DE L'ELEVAGE POST LARVAIRE 1977

TECHNIQUES "COLLECTEURS SUSPENDUS" ET "ALIMENT ARTIFICIEL"

Bacs "civière" de 1 m

Débit : 200 l/h

Volume - "collecteurs suspendus" : 300 l

- "aliment artificiel" : 120 l

Date de la ponte	N° du bac	Nombre de larves	Rendement juvénile/m <sup>2</sup>	% de survie	Platy-monas en $\phi$ /ul	Milieu de Conwy ml	Solution de Méta-silicate en ml	Aliment artificiel en g	1er jour macrophytes	T° moyenne C	Eclairage en lux
9.05.77	8	53 000	1 128	2,1	1 175	750	37		32	18,4	> 3 000
9.05.77	9	69 000	404	0,6	710	850	30		32	18,4	> 3 000
9.05.77	10	68 000	923	1,4	1 210	1 150	45		32	18,4	> 3 000
13.01.77	11	51 000	527	1,0	345	1 000	67		71	17,4	> 2 000
13.01.77	12	48 000	463	1,0	345	1 000	67		71	17,4	> 2 000
25.06.77	1	145 000	1 553	1,0	750	1 725	75		75	18,5	2 000 1 650 4 000
25.06.77	2	75 000	1 660	2,2	655	1 500	60		75	18,5	2 300 2 000 4 500
25.06.77	3	75 000	2 410	3,2	725	1 150	60		58	18,5	2 100 1 900 4 500
25.06.77	4	75 000	1 493	2,0	625	1 500	67		66	18,5	2 400 2 000 4 500
25.06.77	5	79 500	1 620	2,2	630	1 500	67		53	18,5	2 600 2 150 5 000
25.06.77	6	79 500	1 885	2,4	615	1 425	75		72	18,5	2 600 1 750 3 500
25.06.77	7	77 000	2 657	3,5	805	1 425	82		53	18,5	2 650 2 250 5 200
25.06.77	11	75 000	921	1,2	375	1 500	60		75	18,5	2 000 1 450 4 000
25.06.77	12	75 000	787	1,0	435	1 050	60		75	18,5	1 400 1 050 4 500
25.06.77	13	75 000	4 700	6,3	330	575	22	435	78	18,5	2 000 750 1 100
25.06.77	14	84 000	1 881	2,1	255	525	22	324	79	18,5	1 950 800 1 100
24.08.77	8	31 800	4 758	15,0	200	1 050	52		54	18,5	1 500 1 500 4 200
24.08.77	9	55 000	436	0,8	205	1 200	52		65	18,5	3 000 800 900
24.08.77	10	60 000	1 633	2,8	225	1 200	52		49	18,5	2 600 1 300 3 000
24.08.77	24	95 000	436	0,5	470	1 125	60		54	18,5	500 1 500 1 200
24.08.77	15	60 000	3 362	5,6	120	375	22	288	97	18,5	700 2 200 2 000
24.08.77	16	50 000	2 660	5,1	160	375	22	277	98	18,5	900 2 200 3 000
24.08.77	17	40 000	6 031	15,0	110	375	22	305	98	18,5	900 2 400 2 700
24.08.77	18	30 000	1 536	5,1	100	375	22	255	98	18,5	1 550 1 700 3 000
24.08.77	22	40 000	4 600	11,5	205	375	22	277	98	18,5	
24.08.77	23	51 000	6 594	13,0	120	375	22	310	98	18,5	1 200 2 200 2 800

## ANNEXE 3

### BILAN DE L'ELEVAGE POST LARVAIRE 1978

#### TECHNIQUES "COLLECTEURS SUSPENDUS" ET "ALIMENT ARTIFICIEL"

Bacs "civière" de 1 m<sup>2</sup>

Débit : 200 l/h

Volume -"collecteurs suspendus" : 300 l

-"aliment artificiel" : 120 l

Date de la ponte	N° du bac	Nombre de larves	Rendement juvénile/m <sup>2</sup>	% de survie	Platymonas en $\phi$ /ul	Milieu de Conwy ml	Solution de métrasilicates en ml	Spirulines en g	Aliment artificiel en g	1er jour macrophytes	Eclairage en lux
12.01.78	11	41 000	546	1,3	90	750	120		13	64	1 200 2 400
12.01.78	12	52 800	5 816	11,0	120	750	120		151	63	1 500 2 850
12.01.78	24	48 000	2 354	4,9	120	750	120	61	80 g de <i>Rhodomyenia</i> séchées	61	900 2 400
12.02.78	1	41 000	6 223	15,1	5	75	30		371	78	1 200 2 450
12.02.78	2	40 000	5 009	12,5	5	75	30		371	78	1 100 2 200
12.02.78	3	63 000	3 039	4,8	5	1 600	1 590			72	1 100 2 950
12.02.78	4	60 000	1 867	3,1	5	1 050	1 400			73	1 200 2 900
12.02.78	5	40 000	3 378	8,4	5	75	30		374	78	1 000 2 200
12.02.78	6	40 000	1 817	4,5	18	150	60		353	78	650 1 100
12.02.78	7	41 500	928	2,2	5	75	30	27,5	169	78	1 200 2 100
12.02.78	14	42 000	1 136	2,7	30	150	60		248	78	250 150
12.02.78	19	41 000	1 407	3,4	25	75	30	30,5	198	78	290 170
12.02.78	20	42 000	1 710	4,0	25	75	30		248	78	200 120
12.02.78	21	40 000	728	1,8	35	150	60		246	78	260 160
24.10.78			35 958								

# ANNEXE 4

## BILAN DE L'ELEVAGE POSTLARVAIRE 1980 SUR 8 MOIS

### TECHNIQUES "ALIMENT ARTIFICIEL"

Bacs "civière" de 1 m<sup>2</sup> et 2m<sup>2</sup> (3-4-5-6)

Débit d'eau de mer : 200 l/h

Volume : 120 - 240 l

Eclairage : 3000 lux

Jour de la 1re distribution de nourriture artificielle : 44

Jour de la 1re distribution d'algues macrophytes : 73

Date de la ponte	N° du bac	Nombre de larves	Rendement juvéniles/m <sup>2</sup>	% de survie	Milieu de Conwy et Métasilicate en ml	<i>Platymonas suecica</i> $\varnothing/\mu\text{l}$	<i>Prasinocladus marinus</i> $\varnothing/\mu\text{l}$	Aliment artificiel g
21.02.80	1	50 000	3277	6,5	710	5	48	264
21.02.80	2	50 000	2065	4,1	710	5	47	264
21.02.80	3*	150 000	3339	2,2	710	5	43	264
21.02.80	4*	150 000	3131	2,1	710	5	56	268
21.02.80	5*	100 000	6581	6,6	710	5	75	299
21.02.80	6*	100 000	5146	5,1	710	5	55	299
31.03.80	7*	50 000	1717	3,4	1025	2,5	96	240
31.03.80	8	50 000	8064	16,1	1025	2,5	100	239
31.03.80	9*	50 000	1840	3,7	1100	2,5	105	241
31.03.80	10	50 000	6587	13,2	1025	2,5	98	239
31.03.80	11	50 000	7830	15,7	1025	2,5	98	239
31.03.80	12	50 000	6944	13,9	1025	2,5	91	239
31.03.80	13*	50 000	3475	6,9	755	0	300	239
31.03.80	14*	50 000	3654	7,3	755	0	310	239
31.03.80	15	50 000	5443	10,9	1030	2,5	87	238
31.03.80	16	50 000	8866	17,7	1030	2,5	117	239
31.03.80	17*	50 000	2343	4,7	1030	2,5	92	242
31.03.80	18	50 000	8073	16,1	1030	2,5	112	241
31.03.80	19*	50 000	1583	3,2	1030	2,5	91	225
31.03.80	20	50 000	5941	11,9	1030	2,5	84	236
31.03.80	21	50 000	3955	7,9	1030	2,5	90	239
31.03.80	22	50 000	7303	14,6	1030	2,5	78	239
31.03.80	23	50 000	7684	15,4	1030	2,5	91	239
31.03.80	24	50 000	7101	14,2	1030	2,5	98	239
Total		1,5 10 <sup>6</sup>	121942 soit 5081 au m <sup>2</sup>	8,1	22295	70	2458	5940
Total hors expérience		0,65 10 <sup>6</sup>	89143 soit 6387 au m <sup>2</sup>	13,7	13750	40	1210	3394

\* N° 3 et 4, n° 5 et 6 : bac de 2 m<sup>2</sup> superposés.

N° 7, 9, 13, 14 : bac de 2 m<sup>2</sup>.



## A N N E X E 5

---

Dans le cadre d'une production de routine, compte tenu de ces résultats, l'hypothèse suivante a été formulée :

La densité maximale ( $N/m^2$ ) est atteinte quand les ormeaux placés comme de petits rectangles, côte à côte, recouvrent  $5000 \text{ cm}^2$ , soit 50% de la surface d'un bac de  $1 \text{ m}^2$ .

$$N \text{ max } \times s = 0,5 S \quad \boxed{1}$$

$N \text{ max}$  : nombre total sur le fond de surface  $S$   
 $s$  : surface du rectangle occupée par l'ormeau

Toutefois,  $s$  est à exprimer en fonction de  $L$ ,  $s = L \times l$ . La régression longueur-largeur obtenue à partir de 60 mesures donne un ajustement "puissance"

$$L = 1,528 l^{1,008} \text{ en mm} \quad r = 0,998$$

et par un ajustement linéaire

$$L = 1,479 l + 1,755 \text{ en mm} \quad r = 0,997.$$

Bien que l'origine ne passe pas par O, l'ajustement linéaire est choisi de préférence.

D'où :

$$s = L.l = 0,673 L^2 - 1,001 L \quad \boxed{2}$$

1 et 2 donnent :

$$\frac{N \text{ max}}{s} = \frac{0,5}{y} \text{ soit } \frac{N \text{ max}}{10^6} = \frac{0,5}{s} \text{ au m}^2 \quad \begin{array}{l} N = \text{nombre/m} \\ L = \text{longueur en mm} \end{array}$$

$$N \text{ max} = \frac{5 \times 10^5}{0,673 L^2 \text{ max} - 1,001 L \text{ max}} \quad \boxed{3}$$

La relation  $N \text{ max} = f(L \text{ max})$  est représentée sur la figure 24. La régression longueur-largeur par ajustement linéaire provoque un léger décalage de la courbe vers la droite dans la gamme des petites tailles par rapport à l'ajustement puissance ; la surface en noir sur la figure 24 correspond à la différence obtenue en utilisant les deux ajustements. La zone grisée est la zone à éviter.

La relation densité-biomasse a été calculée à partir de 3 droites de régression (tableau 14) reliant le poids individuel  $y$  à la longueur  $x$ .

Cette relation densité-biomasse obéit à la relation :

$$\log P = -0,433 \log_{10} N + 1,81 \quad r = 0,998$$

Soit

$$P = 64,56 \times \frac{1}{N^{0,433}} \text{ en kg}$$

La figure 25 est la représentation graphique de cette correspondance.

CORRESPONDANCE TAILLES, BIOMASSES, NOMBRE

Taille mm	Nombre max/m <sup>2</sup>	P individuel g	Biomasse kg/m <sup>2</sup>	Droites de régression y en x
8	14 200	0.080	1.14	$P_{(g)} = 1,95 \times 10^{-4} L^2$ $r = 0,98$
10	8 700	0.155	1.35	
12	5 900	0.260	1.53	
14	4 200	0.410	1.72	
16	3 200	0.600	1.92	
18	2 500	0.850	2.12	
20	2 000	1.2	2.40	
25	1 300	2.1	2.73	$P_{(g)} = 8,52 \times 10^{-5} L^{3,14}$ $r = 0,98$
30	900	3.7	3.33	
40	480	9.1	4.37	
50	300	18.4	5.52	
60	210	33.0	6.93	
70	150	48.0	7.20	$P_{(g)} = 1,46 \times 10^{-4} L^{3,15}$
80	120	72.0	8.64	
90	90	102.0	9.20	
00	75	140.0	10.50	

\* N max est calculé à partir de la relation 3.

# ANNEXE 6

## TEMPERATURES ET CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

MAI 1976 A MAI 1978

Mois	Année	Air ext. °C	Air int. °C	Eau ext. °C	Eau therm.* °C	Δ0°	Observations	Fuel litres	Fuel FF	Elect. Kwh	Elect. FF
Mai	1976	13,5	17,3	14,1	18,8	4,7	Eau extérieure : 3 m <sup>3</sup>	730	502,80	4 179	724,77
Juin	1976	17,7	19,0	17,2	19,3	2,1	Ventilation	320	220,40	5 146	844,46
Juillet	1976	17,1	18,5	16,9	19,0	2,1	Ventilation - Ponte	330	227,30	4 663	785,83
Août	1976	20,9	19,9	16,7	18,8	2,1	Ventilation	520	358,20	5 887	942,17
Septembre	1976	15,5	18,1	14,9	18,3	3,4		1 070	737,00	5 870	939,29
Octobre	1976	13,5	17,6	13,5	18,5	5,0		1 450	998,70	6 171	1 563,05
Novembre	1976	10,5	15,3	11,1	17,2	6,1	Salle d'algue stoppée	1 760	1 212,20	5 452	1 570,95
Décembre	1976	6,9	13,3	8,3	16,5	8,2		2 130	1 467,10	2 560	885,89
Janvier	1977	5,8	13,0	8,0	16,5	8,5		2 350	1 821,20	5 075	1 272,05
Février	1977	8,6	13,6	9,1	16,1	7,0	Ligne grossissement ouverte	1 850	1 433,80	3 448	980,24
Mars	1977	9,4	13,2	9,9	16,2	6,3	Ligne grossissement ouverte	1 870	1 449,30	3 416	898,92
Avril	1977	10,5	14,7	11,0	16,2	5,2		1 150	891,30	3 577	802,89
Mai	1977	14,0	16,3	12,4	16,4	4,0		810	627,70	3 456	795,14
Juin	1977	15,2	17,2	13,9	18,5	4,6	Ponte - Salle d'algue ouverte	1 540	1 193,50	4 344	897,46
Juillet	1977	16,1	19,3	16,7	19,0	2,3	Immersion (fermeture ligne grossissement)	600	465,00	6 289	1 110,08
Août	1977	16,6	18,8	16,0	19,0	3,0	Ponte	750	581,20	5 580	1 031,99
Septembre	1977	15,5	17,7	15,4	19,3	3,9		1 300	1 007,50	6 026	1 077,70
Octobre	1977	15,0	17,5	14,8	18,7	3,9		1 700	1 351,70	5 100	1 211,54
Novembre	1977	10,5	15,8	11,8	18,2	6,4	Salle d'algue stoppée	2 350	1 868,50	3 792	1 080,77
Décembre	1977	9,0	14,6	10,1	18,2	8,1	Ligne grossissement ouverte α = 4 m <sup>3</sup> /h	2 750	2 131,20	3 292	1 013,91
Janvier	1978	7,5	14,2	8,7	18,7	10,0	Ponte	3 250	2 606,10	3 223	1 011,65
Février	1978	7,8	15,4	8,8	18,5	9,7	Eau extérieure : 2,5 m <sup>3</sup> - Ponte	2 400	1 924,50	4 958	1 287,46
Mars	1978	9,5	15,5	9,8	18,2	8,4	Eau extérieure : 3,5 m <sup>3</sup>	2 600	2 085,00	4 238	1 058,23
Avril	1978	9,2	16,4	10,5	18,5	8,0		2 400	1 924,50	5 834	1 028,06
Mai	1978	13,2	17,3	13,1	17,8	4,7					
							TOTAL CONSOMMATION	37 980	29 085,70	111 570	24 814,50
							GRUPE ELECTROGENE	140	108,50		

\* Eau thermo-réglée.

# ANNEXE 7

## TEMPERATURES ET CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

OCTOBRE 1979 A OCTOBRE 1981

Mois	Année	Air ext. °C	Air int. °C	Eau ext. °C	Eau thermo-régulée	Entre eau ext. et thermo-régulée	Observations	Fuel l	Electricité Kwh
Octobre	1979	13,8	16,7	14,1	16,5	2,4	Ligne M	2 000	3 588
Novembre	1979	10,1	15,7	11,0	17,0	6,0			3 348
Décembre	1979	9,3	15,9	10,4	17,8	7,4		2 200	2 598
Janvier	1980	7,2	15,9	8,2	17,9	9,7	Ligne grossissement ouverte	2 440	3 483
Février	1980	9,9	16,4	9,6	18,1	8,5	Ponte 6 bacs	1 740	2 398
Mars	1980	7,9	17,3	9,4	16,9	7,5	Ponte 18 bacs	1 400	4 408
Avril	1980	11,7	18,9	11,8	18,8	7,0		1 000	4 632
Mai	1980	12,6	18,4	13,9	18,7	4,8		700	4 830
Juin	1980	15,2	18,9	16,0	17,8	1,8	Ventilation - Arrêt lumière	700	4 369
Juillet	1980	15,6	18,5	16,5	17,5	1,0		250	4 782
Août	1980	17,2	19,3	17,4	18,1	0,7		100	5 260
Septembre	1980	16,9	18,6	16,5	18,8	2,3	Immersion (Fermeture Ligne G)	50	3 722
Octobre	1980	12,8	18,4	12,8	19,1	6,4	Ligne grossissement ouverte	1 200	4 278
Novembre	1980	9,1	16,2	10,4	18,2	7,8		1 600	3 731
Décembre	1980	9,4	16,9	9,2	18,7	9,5		1 900	4 215
Janvier	1981	9,0	16,4	9,0	19,0	10,0		1 600	4 464
Février	1981	6,6	15,0	8,0	18,1	10,1		1 700	3 225
Mars	1981	10,3	15,7	10,1	17,5	7,4		1 100	3 042
Avril	1981	10,9	16,0	11,6	17,9	6,3	Ponte	1 100	3 054
Mai	1981	13,3	18,9	13,6	18,8	5,2		1 400	6 715
Juin	1981	15,2	18,9	16,5	18,2	1,7	Immersion partielle Ligne G	550	4 219
Juillet	1981	16,9	18,6	17,8	18,6	0,8		150	3 432
Août	1981	16,4	17,5	17,2	18,0	0,8		100	4 407
Septembre	1981	16,4	17,7	16,6	18,1	1,5		250	3 814
Octobre	1981	12,8	16,7	13,2	17,9	4,7	Ligne grossissement ouverte	850	4 105
							TOTAL CONSOMMATION	26 080	100 119

Achevé d'imprimer sur les presses de :  
Cloître Imprimeurs  
St-Thonan - 29220 Landerneau  
Janvier 1984

Dépôt légal 1<sup>er</sup> trimestre 1984

