

CROISSANCE DE JEUNES PALOURDES (*VENERUPIS SEMIDECUSSATA*)
EN NURSERIE ET EN MER EN FONCTION DES CONDITIONS D'ELEVAGE

par

Albert LUCAS

Laboratoire de Zoologie, Aquaculture et Pollutions marines
Faculté des Sciences 29283 Brest Cédex

R E S U M E

Des élevages ont été menés en rade de Brest, sur la palourde japonaise *Venerupis semidecussata*, à partir de naissain provenant d'écloserie. Les expériences ont porté d'une part sur des individus de 2 à 10 mm élevés en nurserie, dans des bassins à eau courante lente enrichie d'algues unicellulaires et d'autre part sur des individus de 8 à 20 mm élevés en culture suspendue en mer.

On a constaté que la croissance dépend de quatre groupes de facteurs : (1) l'agencement des bassins de culture ; (2) la quantité et la qualité de la nourriture ; (3) la température et (4) divers facteurs physico-chimiques.

Lorsque les agencements sont satisfaisants et que les facteurs physico-chimiques sont normaux pour l'espèce considérée, le taux de croissance dépend essentiellement de la quantité de nourriture, à condition qu'elle se situe au-dessous du seuil de formation des pseudofécès. Or ce seuil est rarement atteint dans les nurseries ou en mer.

L'influence de la température a été partiellement analysée sur les élevages en nurserie. Ainsi, jusqu'à des températures voisines de 8°C, la croissance se maintient quand la nourriture est suffisante, tandis qu'au-dessous de 20°C la croissance a tendance à décroître, même si l'apport de nourriture est constant. En mer, le ralentissement de croissance en hiver est toujours notable, mais il est vraisemblable qu'il a pour cause non seulement la baisse de température, mais surtout la raréfaction de la nourriture.

A B S T R A C T

The japanese palourde *Venerupis semidecussata* was reared in the Bay of Brest, using hatchery reared spat. Experiments were performed with individuals of length 2 to 10 mm raised in a nursery, using raceways with slow running water enriched with unicellular algae, and also with individuals of length 8 to 20 mm raised at sea in suspended culture.

It was observed that growth depends upon four groups of factors : (1) the functioning and equipment of the raceways, (2) the quantity and quality of the food, (3) the temperature and (4) various physico-chemical factors.

When the equipment is satisfactory and when the physico-chemical factors are normal for the species in question, the rate of growth depends essentially on the quantity of food, provided that the level of formation of pseudo-feces is not reached. In fact, this level is rarely reached in nurseries or at sea.

The influence of temperature on the nursery cultures was partly analysed. Down to temperatures of approximately 8°C, growth is steady when the quantity of food is sufficient. However, above 20°C growth shows a tendency to decrease even if the quantity of food is constant. At sea, the slowing of growth in winter is readily observed. However it is likely that this is due not only to the drop in temperature, but rather to the lack of food.

M O T S - C L E S : Palourde, *Venerupis*, Bivalves, Croissance, Nourriture, Température, Nurserie, Culture suspendue, Aquaculture.

K E Y W O R D S : Clam, *Venerupis*, Bivalves, Growth, Food, Temperature, Nursery, Suspended culture, Aquaculture.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, du naissain de Bivalves est produit dans des écloséries commerciales, notamment pour les Ostréidés (*Ostrea edulis*, *Crassostrea virginica*, *C. gigas*) et les Vénéridés (*Mercenaria mercenaria*, *Venerupis semidecussata*). Il s'ensuit que de nombreux élevages industriels ont été réalisés sur ces espèces, le grossissement des jeunes s'effectuant le plus souvent en milieu contrôlé, dans des nurseries (LUCAS, 1976a). Cependant, en raison sans doute des impératifs de production, la plupart de ces élevages n'ont pas été suivis scientifiquement et les publications disponibles sur ces réalisations sont peu nombreuses (ROEL et al., 1976 ; LANGTON et MacKAY, 1976 ; RODDE et al., 1976 ; LANGTON et al., 1977). Quant aux résultats obtenus au Laboratoire, en petits volumes, ils restent très différents de ceux que l'on obtient à l'échelle industrielle (EPIFANIO et al., 1976 ; WINTER 1978).

La présente étude rend compte d'une part des expériences de croissance de la palourde japonaise (*Venerupis semidecussata*), réalisées de 1976 à 1978 dans la nurserie de la Ferme Conchylicole du Tinduff (Rade de Brest). Elle fait suite à deux publications précédentes sur cette expérience à l'échelle industrielle (LUCAS, 1976b ; 1977). D'autre part, elle donne un aperçu des principaux aspects de la croissance de ces palourdes, lorsqu'elles sont transférées dans le milieu naturel.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Les animaux

L'étude porte sur *Venerupis semidecussata* (syn. *Ruditapes philippinarum*) fourni à l'état de petit naissain de 1 à 4 mm par la SATMAR (Société Atlantique de Mariculture) dont l'éclosérie est située à Barfleur (Manche) (LE BORGNE, 1977).

L'origine des géniteurs de l'éclosérie est la région de Seattle (U.S.A., Washington). Les caractéristiques des diverses livraisons qui ont donné lieu à des élevages figurent dans le tableau 1. On remarque que les dates de livraison sont variables. Or, comme la SATMAR ne réalise l'élevage des palourdes qu'en été, il s'en suit que les différents lots, pourtant de tailles voisines, n'avaient pas le même âge au moment de la livraison. En effet, ceux

d'automne (octobre-novembre) étaient plus jeunes que ceux de printemps (mars-mai). Ces derniers avaient donc subi un blocage de croissance de 6 à 9 mois. Cette pratique n'a pas été sans conséquences sur leur développement ultérieur.

DATE	NOMBRE D'INDIVIDUS CALCULE	POIDS MOYEN (mg)	LONGUEUR MOYENNE (mm)
7/10/76	137 592	17,51	3,50
20/11/76	114 417	6,52	2,0
3/03/77	104 042	14,25	3,31
27/05/77	11 763	14,96	3,41
25/10/77	501 096	16,42	3,44

TABLEAU 1 - CARACTERISTIQUES DES LIVRAISONS

Pour les lots étudiés ci-après, les séquences d'élevage ont été les suivantes, en fonction de la taille (longueur) des individus :

- jusqu'à 8 - 10 mm : dans la nurserie
- de 8 - 10 mm à 15 - 20 mm : en suspension en mer
- au-dessus de 15 - 20 mm : en culture dans le sol.

1.2. Les agencements en nurserie

Rappelons que la nurserie est constituée d'une serre en polyéthylène de 162 m² contenant deux réservoirs d'eau de mer de 3 m³, 6 bacs de culture d'algues d'environ 1 m³ et 11 bassins d'élevage de 2,3 m³ dont seulement 4 à 6 ont été fonctionnels dans la période considérée.

Le remplissage journalier des réservoirs est assuré par pompage, sans filtration. L'eau d'un des réservoirs est enrichie en algues à partir des cultures. L'effet de serre chauffe, surtout au printemps, l'eau des réservoirs. Celle-ci s'égoule par gravité dans les bassins d'élevage, qui reçoivent en tout de 10 à 11 m³ par jour, leur propre volume étant au maximum de 13,8 m³.

Le fonctionnement de la serre est représenté sur la figure 1. Pour plus de détails techniques sur la nurserie on pourra se reporter aux publications précédentes (LUCAS, 1976b ; 1977).

Les agencements des bassins d'élevage ont varié au cours des années. Cependant, pour les expériences rapportées ci-après, seulement 2 types d'agencements ont été utilisés :

- d'une part les "lanternes" suspendues dans des bassins à bullage latéral (Figure 2). Ce système a déjà été décrit précédemment (LUCAS, 1977) ;
- d'autre part des cylindres, où les animaux sont placés sur le fond constitué d'un tamis par où circule un flot ascendant d'eau et nourriture, grâce à un système d'air-lift (Figure 3).

1.3. Les agencements en mer

Trois techniques d'élevage ont été expérimentées en mer : la suspension, la surélévation (en caisses grillagées fixées sur tables) et la culture dans le sol (en milieux protégés de 1 m²).

Dans la présente étude, seules seront décrites les techniques d'élevage en suspension qui ont eu lieu dans l'anse de l'Oberlah, et près du Tinduff, à Penn al Lann, en rade de Brest.

Les deux modèles suivants de "casiers", fixés sur des structures flottantes ont été utilisés :

- a). Un modèle commercial destiné à la culture du naissain d'huître, le "Casier Pléno", de 55 cm de diamètre. Il comporte des cases où l'on insère des cellules triangulaires que l'on peut clore, et qui contiennent les animaux (Figure 4). Ce modèle présente plusieurs inconvénients : longues manipulations, contenance faible, prix élevé, fragilité des attaches (d'où pertes relativement fréquentes de casiers lors des tempêtes) ; fouling intense. Pour toutes ces raisons, son usage a été progressivement abandonné.

-b). Un modèle original réalisé sur place, à l'aide d'éléments constitutifs de 55 x 55 cm d'un type de capteur de naissain d'huîtres, mis au point par M. MAHEO, Ostréiculteur à Lezardrieux. Le casier ainsi réalisé comporte une série de " tiroirs " où l'on peut insérer les " pochons " d'élevage contenant les animaux, pour cette raison, le modèle ainsi réalisé a été dénommé " casier-tiroirs " (Figure 5). Ce modèle a été expérimenté à partir de septembre 1977. Il a très bien résisté à toutes les tempêtes essuyées jusqu'à présent. Il est peu couteux et considérablement plus pratique que le précédent. Le fouling est plus faible, car il épargne généralement les " pochons ".

1.4. Les méthodes de mesures

Le nombre d'individus a été établi par calcul, après comptage et pesée de sous-échantillons (en général, 3).

Le poids total a été établi par pesée de l'ensemble du lot, après séchage sur tissu absorbant. On en a déduit le poids moyen. La longueur moyenne a été établie par des mesures individuelles réalisées sur un sous-échantillon (plus de 100 individus en général). Ce n'est donc qu'à partir des données linéaires, que l'on peut faire l'analyse de variance et en conséquence, effectuer les tests d'homogénéité lors des comparaisons entre deux lots. Les mesures individuelles ont été réalisées, soit par la méthode photographique (LUCAS, 1971), soit par lecture directe au pied à coulisse quand la taille était suffisante (plus de 2 mm).

Les températures ont été enregistrées en continu dans la nurserie, grâce à une sonde thermographique. Elles ont fait l'objet de mesures ponctuelles en mer. Les mesures de salinité ont été ponctuelles et déterminées au densimètre. Les mesures d'ammoniaque ont été effectuées par spectrophotométrie. Le pH a été mesuré occasionnellement : ses valeurs fluctuent autour de 8 (de 7,9 à 8,4). Les comptages de cellules algales ont été réalisés à la cellule de Malassez.

2. RESULTATS EN NURSERIE

2.1. Les paramètres écologiques

- Température et salinité

Les températures moyennes et les salinités moyennes établies, dans les 2 cas, sur 10 jours, sont représentées sur la figure 6.

Les températures ayant été enregistrées en continu, on peut en connaître toutes les fluctuations : celles-ci sont très faibles les jours sans soleil (fluctuations inférieures à 1°C), plus marquées au cours du nyctémère quand un ensoleillement alterne avec une nuit fraîche (fluctuations de l'ordre de 3 à 4°C). Il peut y avoir aussi des différences brutales de 5 à 6°C au cours de certains remplissages des bassins d'élevage, après nettoyage. Mais dans ce dernier cas, l'émersion provoque la fermeture des valves : ce sont donc des animaux inactifs qui subissent de telles variations thermiques.

- Ammoniaque

Les déchets azotés dus à l'excrétion des animaux constituent un facteur défavorable en eau stagnante ou recyclée. Dans le cas présent, d'un système ouvert, mais à circulation lente, il importait de connaître les taux d'ammoniaque. Le tableau 2 en donne les teneurs comparées, dans la nature, le réservoir et les bassins d'élevage. Dans ce dernier cas, les valeurs sont nettement plus élevées que pour les deux autres, mais elles n'atteignent pas le seuil critique.

DATE	NATURE	RESERVOIR	BASSINS (moyenne)
9/2/78	2,0		7,7
18/2/78			6,9
22/2/78			7,7
28/3/78	0,4		10,3
6/4/78	1,9	0,3	7,0
14/4/78	1,2	2,7	11,2
20/4/78	0,8	0,2	9,5
28/4/78	0,3	0,9	8,0
5/5/78	0,6	0,4	10,0
MOYENNE	1,0	0,9	8,7

TABLEAU 2 - Teneur en ammoniaque de l'eau de mer, en $\mu\text{g N l}^{-1}$, dans la nature, dans le réservoir d'eau de mer brute et dans les bassins d'élevage (moyenne établie pour des mesures dans 4 bassins)

- Nourriture

Les algues cultivées ont été : *Phaeodactylum tricorutum*, *Tetraselmis suecica*, *Dunaliella primolecta*, *Isochrysis galbana*, *Monochrysis lutheri*, *Pseudoisochrysis paradoxa*.

Les algues sont d'abord cultivées au Laboratoire en Erlenmeyer de 0,5 l et 2 l et en gaines de plastiques de 20 l., ensuite dans les bacs d'algues de la nurserie. De là, les cultures d'algues sont versées dans un réservoir contenant de l'eau de mer. Cette eau de mer enrichie en algues monocellulaires sera appelée "nourriture" dans la suite de l'exposé. En effet, l'eau de mer brute contient très peu de phytoplancton par rapport à l'eau de mer enrichie. Par exemple, le 2 mai 1978, le rapport était 1 : 48, en hiver, il est toujours inférieur à 1 : 100.

La distribution de la "nourriture" dans les bassins d'élevage est assurée par un réseau différent de celui de mer brute, les débits respectifs pouvant être réglés pour chaque bassin.

Pour les 4 à 6 bassins d'élevage en service, le débit d'eau de mer brute a été de 8 à 9 m³/24 h et celui de la "nourriture" de 1,6 à 2,1 m³/24 h.

La concentration algale de la "nourriture" a varié au cours des saisons, comme le montre la séquence donnée dans le tableau 3. Il faut cependant remarquer qu'au printemps la biomasse animale est plus importante qu'en hiver en raison de la croissance des palourdes et que, lorsqu'en mai la décroissance phytoplanctonique s'amorce, divers lots sont progressivement transférés en mer, en fonction de leur taille.

Toute la nourriture fournie est utilisée par les palourdes, car à la sortie des bassins il n'y a aucune concentration algale décelable.

PERIODE	NOMBRE DE PRELEVEMENTS	TETRASELMIS	PHAEODACTYLUM	DIVERS	TOTAL
Nov.-Déc. 77	6	16,3	173,8	28,2	218,3
Janv-Fév. 78	10	23,2	237,1	48,2	308,5
Mars 78	8	41,2	327,6	77,5	446,3
Avril 78	8	40,5	592,7	86,8	720,0
Mai 78	9	31,0	351,6	107,5	490,1
Juin 78	4	31,0	259,7	73,5	364,2

TABLEAU 3 - Concentration algale, exprimée en 10⁶ cell/l, dans la "nourriture" apportée aux bassins d'élevage.

2.2. Croissance des palourdes

Les expériences sur la croissance des palourdes ont duré de 1 à 4 mois.

Pour exprimer le taux de croissance, nous avons utilisé le "grossissement mensuel", calculé comme suit :

$$G/m = \frac{\Delta W}{W_0} \cdot \frac{30}{\Delta t} \cdot 100$$

le temps étant exprimé en jours et le poids en grammes.

Cette expression donne une idée concrète des différences de croissance entre 2 lots parallèles. Elle peut aussi être utilisée pour comparer les résultats d'expériences différentes à 2 conditions : que les animaux aient le même ordre de poids à l'origine et que les mesures soient faites sur des périodes semblables.

En effet cette notion de grossissement mensuel n'a qu'une valeur relative, qui dépend de W₀, c'est-à-dire du poids que l'on prend pour référence et de Δt c'est-à-dire du laps de temps entre 2 mesures. Le tableau 4 illustre cette remarque. On en déduit que les valeurs du grossissement mensuel ne peuvent être comparées qu'avec la plus grande circonspection quand il s'agit de lots d'origine différente et de tailles différentes, avec des mensurations faites sur des périodes différentes.

DATES	POIDS (g)	Nombre de jours par rapport à l'origine	Grossissement mensuel correspondant	Nombre de jours par rapport à la mesure précédente	Grossissement mensuel correspondant
7/10/76	1137				
21/10/76	2000	14	162,6 %	14	162,6 %
7/12/76	4372	61	139,9 %	47	75,7 %
8/02/77	6522	124	114,6 %	63	23,4 %

TABLEAU 4 - Illustration de la relativité de la notion de grossissement pondéral mensuel.

- Influence de l'agencement des bassins d'élevage

La comparaison a porté sur les 2 systèmes d'élevage en cours : les cylindres à flot ascendant et les lanternes avec bullage latéral. Les résultats sont donnés dans le tableau 5. On constate qu'ils sont très semblables ; c'est ce que confirme le test d'homogénéité : les différences ne sont pas significatives au seuil de 5 %. Ces 2 systèmes présentent en effet une bonne circulation de l'eau et donc de la nourriture, ainsi qu'une oxygénation constante. Ils répondent tous deux aux conditions requises pour satisfaire un élevage intensif. Sur le plan pratique, les cylindres se sont révélés plus commodes que les lanternes.

	A	B	C
Dates	25/10/77	8/03/78	8/03/78
Nombre	121 802	111 328	119 617
Poids (g)	2 000	4 092	4 126
Poids moyen (mg)	16,42	36,75	33,98
Longueur moyenne (mm)	3,39	5,32	5,21
Ecart type	0,0596	0,0517	0,0895
Grossissement mensuel		25,30 %	25,71 %
Mortalité mensuelle		2,08 %	0,4 %

TABLEAU 5 - Croissances comparées dans deux dispositifs de culture

- A - Caractéristiques des 2 lots au début de l'expérience
 - B - Résultats obtenus dans des cylindres à flot ascendant
 - C - Résultats obtenus dans des lanternes avec bullage latéral
- Analyse de variance : Prob. $F(1,534) > 1,34$ égale 2,47 %.
Différences non significatives au seuil de 5 %.

- Influence de la quantité de nourriture

Au cours des nombreuses séries d'élevages réalisées dans la nurserie, nous avons constaté une corrélation constante entre le taux de croissance et l'abondance de nourriture.

Nous citerons deux expériences pour mettre en évidence ce phénomène. Dans la première, un lot reçoit 3 fois plus de "nourriture" que l'autre, tandis que le débit d'eau de mer est semblable dans les 2 bassins d'élevage. Les résultats figurent dans le Tableau 6. On constate que les grossissements pondéraux mensuels sont respectivement de 83,8 % et de 23,7 % après deux mois d'expérience et qu'ensuite la différence de croissance s'estompe (25,2 % et 17,3 %). Ceci provient du fait que dans le premier bassin, les animaux plus gros, auraient nécessité un dédoublement.

	A	B		C	
Dates	25/10/77	10/01/78	8/03/78	10/01/78	8/03/78
Nombre	121 802	121 802	121 619	121 802	111 328
Poids (g)	2 000	6 302	8 790	3 220	4 092
Poids moyen (mg)	16,42	51,73	72,27	26,43	36,75
Longueur moyenne (mm)	3,44	5,89	6,66	4,37	5,32
Ecart type	0,0596	0,0903	0,0940	0,0521	0,0517
Grossissement mensuel		83,8 %	25,2 %	23,7 %	17,3 %
Mortalité mensuelle		0 %	0,09 %	0 %	5,5 %

TABLEAU 6 - Influence de la quantité de nourriture sur la croissance de *V. semidecussata*

A - Caractéristiques des 2 lots au début de l'expérience

B - Supplément de nourriture triplé par rapport à C, le débit d'eau de mer brute étant identique en B et en C.

Analyse de variance :

pour le 10/01/78 : Prob. $F_{(1,435)} > 244,46$ égale 0,00 %

pour le 8/03/78 : Prob. $F_{(1,511)} > 178,90$ égale 0,00 %

Hétérogénéité hautement significative.

Dans la seconde expérience, le débit d'eau et de nourriture sont identiques, mais dans l'un des bassins, le nombre d'individus est double. On constate là aussi, un avantage très marqué pour le lot le mieux nourri, c'est-à-dire de densité faible (voir Tableau 7).

	A		B	
	15/02/77	31/03/77	15/02/77	31/03/77
Dates	15/02/77	31/03/77	15/02/77	31/03/77
Nombre	38 626	38 626	77 252	77 252
Poids (g)	1 000	2 328	2 000	3 620
Poids moyen (mg)	25,92	60,27	25,92	46,85
Longueur moyenne (mm)	4,44	6,70	4,44	6,08
Ecart type	0,0886	0,1122	0,0886	0,0928
Grossissement mensuel		90,54 %		55,22 %
Mortalité mensuelle		0 %		0 %

TABLEAU 7 - Influence de la quantité de nourriture sur la croissance de *V. semidecussata*

Le lot B, reçoit la même quantité de nourriture que le lot A, dont l'effectif est deux fois moindre.

Analyse de variance : Prob. $F_{(1,371)} > 18,32$ égale 0,00 %
Hétérogénéité hautement significative.

- Influence de la température

La nurserie ne comporte aucun moyen de chauffage individuel des bassins d'élevage. Les comparaisons en relation avec la température, ne peuvent donc porter qu'entre des séries d'élevages effectuées à des époques différentes. Or, nous avons vu précédemment, que dans ce cas, les taux de croissance ne doivent être utilisés qu'avec circonspection pour établir des comparaisons.

Le Tableau 6, sur lequel on constate l'influence de la quantité de nourriture, montre aussi que les basses températures hivernales n'inhibent pas la croissance quand la nourriture est suffisante. Ainsi, pour le lot B, du 25 octobre 1977 au 10 janvier 1978, le grossissement mensuel a été de 83,8 % quand les températures moyennes variaient entre 14,8°C et 8,6°C. Malgré une densité élevée de l'élevage, ce grossissement a été de 25,2 % pour des températures moyennes comprises entre 9,4°C et 7,5°C. Ce n'est pas là une observation isolée : tous les hivers, pour des températures voisines de 8°C, quand la nourriture était suffisamment abondante, les croissances observées ont été bonnes, le grossissement mensuel dépassant dans bien des cas les 100 %. D'autre part, l'observation des animaux révèle qu'ils ont tous leurs siphons sortis et qu'ils pompent activement quand la température est d'environ 8°C. Par contre, à partir de 6-7°C, l'activité de pompage est plus réduite.

Inversement, les croissances estivales ont toujours été médiocres dans la nurserie. C'est pour cette raison que la nurserie était fermée en été. Cependant, en 1977, en raison de l'utilisation à d'autres fins de la nurserie pendant l'été, des élevages de Palourdes y ont été maintenues. Les résultats figurent dans le Tableau 8. Dans la première période, où la température moyenne est inférieure à 19°C, le grossissement mensuel (103,9 %) est bon, par contre, au-dessous de 20°C, la valeur du grossissement mensuel tombe à un niveau très bas (4 %).

Or, pendant le temps de l'expérience les agencements des bassins n'ont subi aucune modification et la nourriture apportée est restée identique en qualité et en quantité. On peut donc estimer que la faible croissance résulte de la hausse de température. Des expériences au laboratoire confirment cette interprétation.

Dates	Nombre	Poids (g)	Poids moyen (mg)	Longueur moyenne (mm)	Ecart type	Mortalité mensuelle	Grossissement mensuel
27/05/77	11 763	176	14,9	3,41	0,0592		
3/07/77	11 763	591	50,2	5,74	0,1349	0	103,9 %
27/09/77	11 733	643	54,8	5,79	0,2145	0,09	4,0 %

TABLEAU 8 - Croissance estivale de *V. semidecussata* dans la nurserie.

Du 27 mai au 3 juillet, la température moyenne a varié de 17,4 à 18,9°C.
Du 3 juillet au 27 août, elle a varié de 20,4 à 22,7°C.

3. RESULTATS EN MER

3.1. Les paramètres écologiques

Seules les températures et les salinités ont été journalièrement mesurées. Les valeurs moyennes (calculées sur 10 jours) apparaissent sur la figure 7. La chute de salinité en mars 1978, résulte des fortes précipitations notées en cette période, car la rade de Brest est fortement soumise à l'influence de deux fleuves côtiers, l'Elorn et l'Aulne. Les relevés journaliers de la salinité en mer (Tinduff) en mars 1978, indiquent que la salinité a été à sept reprises inférieure à 28‰ et que le minimum atteint a été de 25,6 ‰. Cette dessalure inhabituelle, n'a pas été sans effets sur les élevages.

3.2. Les cultures suspendues

- La mortalité

En 1975, 1976 et début 1977, la mortalité a été très faible en mer, dans les cultures en suspension (LUCAS, 1977).

Cependant, en janvier 1978, d'importantes mortalités ont été constatées dans des casiers Pléno. En fait, la cause a été très vite décelée : ces casiers n'avaient pu être nettoyés depuis l'été. Ils contenaient tous des moules et des ascidies en nombre très élevé, notamment sur les grillages extérieurs du casier. De la sorte, les palourdes ne recevaient qu'une eau déjà filtrée et par ailleurs peu renouvelée en raison du barrage constitué par le fouling. Tous les animaux trouvés morts avaient une coquille normale et ceux qui, encore vivants, ont été sacrifiés, présentaient un état de maigreur caractéristique de l'inanition. On peut donc imputer ces mortalités (qui ont atteint 100 % dans certains cas) à un défaut d'entretien.

Ce fait montre cependant les exigences de la culture en suspension et les conséquences graves qu'entraîne la moindre négligence.

Des mortalités partielles ont été notées chez des animaux présentant des malformations ou des parasites.

Certains individus, élevés en casiers Pléno, ont des coquilles dont la croissance est ralentie et mal orientée. Ces coquilles prennent une forme bombée, car les bords des valves deviennent progressivement perpendiculaires au plan de symétrie de l'animal. D'autre part, dans la partie antérieure, les valves ne sont plus jointives : il se forme un méat par où sortent les siphons (Figure 8). Il semble que cette tératologie soit le résultat de frottements répétés des animaux contre la paroi des casiers. Placés dans de meilleures conditions (par exemple en casier-tiroirs), certains individus ont repris une croissance normale, mais la plupart de ceux qui étaient affectés par cette malformation sont morts.

Durant l'été 1977, quelques dizaines d'individus ont eu la partie dorsale de leur coquille attaquée par des Annélides perforants du genre *Polydora* ayant pénétré au niveau de l'umbo ; les individus infestés sont morts au cours de l'automne ou de l'hiver suivant.

En mai 1978, des palourdes pourtant en pleine croissance (reconnue à la marge claire du bord ventral de la coquille) sont mortes brutalement. Les victimes avaient toutes une charnière faible qui fonctionnait mal et, intérieurement, les valves étaient marquées de taches brunes ou jaunâtres correspondant au développement d'une éponge perforante, sans doute du genre *Clione*.

L'existence de ces 2 maladies parasitaires (qui mériteraient une analyse plus approfondie) montre que les parasites habituels des Bivalves épigées (Pectinidae, Ostreidae, etc...) peuvent aussi attaquer les endogées quand celles-ci sont élevées en suspension. On en déduit que le passage en suspension doit être bref pour éviter les infestations de ce type.

- La croissance

Des résultats sur 3 expériences de croissance en culture suspendue en casiers Pléno ont été analysés dans une publication antérieure (LUCAS, 1977). Les conclusions en ont été les suivantes :

- La croissance a été meilleure en suspension à l'Oberlah qu'en surélévation en caisses grillagées dans un site proche du Tinduff.
- Lorsqu'il y a des agrégats dans les casiers, la croissance est légèrement inférieure à celle des casiers dépourvus d'agrégats.
- La densité dans les casiers a une importance considérable sur les taux de croissance.

En fait, la densité optimale (exprimée en nombre d'individus au m²) varie en fonction de la taille des individus. Cette relation n'a pas été établie, car elle dépend aussi, dans une moindre mesure, de deux autres facteurs :

- le type de casier utilisé (qui influe notamment sur la circulation de l'eau qui baigne les animaux),
- la teneur en particules alimentaires disponible dans le milieu.

La teneur en particules alimentaires dépend des sites d'élevage. Or nous avons pu constater des différences notables entre 2 sites de la rade de Brest : Penn al Lann et l'Oberlah.

Les résultats obtenus sont représentés sur la Figure 9. On constate que Penn al Lann est un site plus favorable que l'Oberlah. Cette constatation a été maintes fois vérifiée, et le site de l'Oberlah aurait dû être abandonné. Pour des raisons pratiques (existence à l'Oberlah de pontons flottants pour les "cages à saumons") nous l'avons au contraire bien plus souvent utilisé que celui de Penn al Lann, où nous ne disposions que d'une bouée.

Les résultats en casiers tiroirs sont encore peu nombreux. Cependant, d'une manière générale, ils sont meilleurs que dans les casiers Pleno placés aux mêmes endroits.

Enfin, ils peuvent non seulement recevoir des individus de 10 mm, mais aussi de plus jeunes, de 3-4 mm grâce à l'usage d'un filet intérieur au "pochon" d'une maille fine de 1 mm. Dans ce dernier cas, une expérience menée d'octobre 1977 à juin 1978, s'est révélée très intéressante, car, en définitive, la croissance a été meilleure en mer que dans la serre, pour des lots de même origine.

Le Tableau 9 donne les résultats du lot placé en casiers-tiroirs à l'Oberlah. On constate que la croissance hivernale est faible, surtout de janvier à mars. Ce fait est à rapprocher des dessalures observées aussi bien en janvier qu'en mars 1978. On constate aussi, de janvier à mars, une mortalité assez prononcée (16,4 %). Par contre, de mars à juin, la croissance est subitement très forte : c'est la période où il se produit régulièrement en rade de Brest, des blooms phytoplanctoniques.

Dates	Nombre	Poids (g)	Poids moyen (mg)	Longueur moyenne (mm)	Ecart type	Mortalité mensuelle	Grossissement mensuel
25/10/77	9 330	153	16,4	3,4	0,0596		
11/01/78	9 330	186	19,9	4,2	0,0550	0 %	8,3 %
17/03/78	7 800	199	25,5	4,7	0,0627	16,4 %	3,2 %
7/06/78	7 800	1 743	223,4	10,5	0,1188	0 %	283,8 %

TABLEAU 9 - Croissance en casiers-tiroirs à l'Oberlah (Rade de Brest)
La chute de croissance de janvier à mars peut être mise en relation avec la dessalure observée à cette époque (voir Figure 7).

Ce lot de naissain élevé directement en mer à partir de l'écloserie, correspond à la livraison du 25/10/77 (voir Tableau 1). Parallèlement, d'autres lots de cette provenance ont été élevés dans la nurserie. Les résultats de croissance ont été donnés pour certains d'entre eux (voir Tableaux 5 et 6).

La comparaison entre les résultats obtenus en mer et ceux obtenus en nurserie est difficile, en raison des différents traitements qu'ont subi les lots maintenus en nurserie. Toutefois, d'une façon globale, on a constaté que la croissance était meilleure pendant l'hiver en nurserie (grossissement mensuel de l'ordre de 25 %) mais, par contre, bien plus médiocre au printemps.

DISCUSSION

La Ferme Conchylicole du Tinduff a la dimension industrielle, mais elle a été gérée sur des bases expérimentales, grâce au soutien financier du CNEOX.

- Dans la nurserie

Les expériences qui ont été réalisées de 1976 à 1978 ont été très instructives, d'une part pour comprendre la physiologie de *Venerupis semidecussata*, d'autre part pour apprécier les possibilités d'une production commerciale.

Dans l'état actuel des méthodes d'élevages, les résultats sont excellents pour le taux de survie (généralement égal ou voisin de 100 %), mais plutôt médiocre pour la croissance. Nous avons déjà exprimé nos réserves sur les comparaisons qui peuvent être établies à partir des valeurs des taux mensuels. Si l'on se base sur les valeurs des tailles moyennes en fonction du temps, la comparaison semble a priori plus valable. Mais, là encore, il convient d'être prudent.

Rappelons que dans les élevages, les lots successifs constituent autant de populations qui peuvent rester de même origine ou au contraire être regroupées en fonction de diverses contraintes. Dans le présent travail, seuls les lots homogènes, issus d'un même élevage larvaire ont été étudiés. Dans ce cas, on constate qu'il y a toujours une forte disparité de croissance chez les individus d'un même lot. Il s'ensuit que la croissance "moyenne" n'a qu'une valeur relative et qu'elle peut être "améliorée" dans 2 cas précis : celui où les plus petits individus sont éliminés de l'élevage (par tamisage par exemple) et celui où la mortalité frappe les individus les plus faibles, c'est-à-dire les plus petits. Or, pour les bilans de la nurserie du Tinduff, ces deux facteurs "favorables" ne sont pas intervenus.

On doit cependant remarquer que les croissances observées au Tinduff sont faibles si l'on se réfère à certaines expériences, comme par exemple le système à Upwelling tropical des Iles Sainte-Croix (RODDE et al., 1976, ROELS et al., 1976, LANGTON et al., 1977). Par contre, elles sont bien meilleures que dans le bassin et la lagune des Embiez (LELONG et RIVA, 1976).

En fait, la croissance dépend de 4 groupes de facteurs :

- (1) l'agencement des bassins de culture ;
- (2) la quantité et la qualité de la nourriture ;
- (3) la température ;
- (4) divers facteurs physico-chimiques du milieu.

Dans la nurserie du Tinduff, l'agencement des bassins est satisfaisant et l'on peut considérer que la qualité de l'eau de mer dans les élevages est correcte. La croissance dépendra donc essentiellement de la nourriture et de la température.

La nourriture fournie aux Bivalves est insuffisante quand il y a 500 000 individus dans la serre. Plusieurs expériences nous ont montré que l'augmentation de nourriture provoque immédiatement une accélération de la croissance. En effet, dans la nurserie, la teneur en algues monocellulaires est toujours très inférieure au seuil de formation des pseudofécès. Cette notion de seuil de formation des pseudofécès, mise en évidence par LOOSANOFF et ENGLE (1947) sur l'huître, par FOSTER-SMITH (1975) sur divers Bivalves dont une palourde et généralisée par WINTER (1978), est capitale en aquaculture, car elle indique le niveau à partir duquel il y a un gaspillage évident de la nourriture. C'est loin d'être le cas dans la nurserie, où rappelons le, la totalité de la nourriture fournie est consommée. Dans l'état actuel de la nurserie, l'intensification de

la production d'algues unicellulaires peut être envisagée, cependant, cette solution nécessite une dépense en main-d'oeuvre considérable, qui va à l'encontre de toute rentabilité dans un contexte commercial.

La température, grâce à l'effet de serre, est plus élevée dans la nurserie que dans le milieu naturel. Ce gain de température, volontairement recherché, ne semble pas avoir une action déterminante sur le taux de croissance de la palourde japonaise, tout au moins pour les valeurs comprises entre 8°C et 19°C. Cependant, il est possible que pour d'autres espèces de Bivalves, le gain de température soit bénéfique. Cet effet bénéfique est évident pour la production de phytoplancton, jusqu'à 18°C. Au-dessus, c'est l'effet inverse qui est constaté.

- En mer

L'intérêt des cultures suspendues pour les jeunes palourdes, déjà signalé dans une publication antérieure (LUCAS, 1977), a été confirmé.

Grâce aux "casiers-tiroirs", les cultures en mer du petit naissain sont possibles et avantageuses.

Pourtant nos expériences ont eu lieu à l'Oberlah, site de la rade de Brest, où l'on constate toujours une faible productivité pour les Bivalves. Il est vraisemblable que ce système de suspension, placé dans un milieu riche donnerait de meilleurs résultats. L'expérience mérite d'être tentée soit dans des bassins artificiels, eutrophes, soit dans des milieux lagunaires contrôlés.

Les trois années d'expériences sur l'élevage du naissain de palourde japonaise, nous ont montré que cette espèce est capable de tirer le meilleur profit d'une nourriture abondante. A partir de 3 mm, sa culture en mer est possible en suspension et donne de bons résultats tant pour le taux de survie que pour la croissance.

Le passage par la nurserie n'est donc pas obligatoire. Cependant, ce passage est utile pour obtenir de bonnes croissances hivernales. Dans ce cas, on recherchera une abondante production phytoplanctonique, ce qui peut s'obtenir économiquement en installant la nurserie sur un milieu eutrophe, de type lagunaire par exemple.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- EPIFANIO C.E., MOOTZLOGAN C., et TURK C., 1976 - Culture of six species of bivalves in a recirculating seawater system. 10th Eur. Symp. Mar. Biol. Ostend Sept. 17-23 1975. Vol. 1 : 97-108.
- FORSTER-SMITH R.L., 1975 - The effect of concentration or suspension on the filtration rates and pseudofaecal production for *Mytilus edulis* L., *Cerastoderma edule* (L.) and *Venerupis pullastra* (Montagu). J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 17 : 1-22.
- LANGTON R.W. et MacKAY G.U., 1976 - Growth of *Crassostrea gigas* (Thunberg) spat under different feeding regimes in a hatchery. Aquaculture 7 : 225-233.
- LANGTON R.W., WINTER K.E., et ROELS O.A., 1977 - The effect of ration size on the growth and growth efficiency of the bivalve mollusc *Tapes japonica*. Aquaculture, 12 : 283-292

- LE BORGNE Y., 1977 - L'écloserie-nurserie de la SATMAR et les possibilités actuelles de production de naissain de Mollusques Bivalves. Actes de Colloque du CNEXO, 4 : 353-360.
- LELONG P., et RIVA A., 1976 - Relations entre croissance de Bivalves et phyto-plancton en lagune et bassin fermé. Haliotis 7 : 104-111.
- LOOSANOFF V.L., et ENGLE J.B., 1947 - Effect of different concentrations of microorganisms on the feeding of oysters. Fish. Bull. Fish Wildl. Serv. U.S. 51 : 31-57.
- LUCAS A., 1971 - La croissance postlarvaire de *Venerupis aurea* (Bivalvia, Veneridae) en élevages conditionnés. Haliotis, 1 : 39-40.
- LUCAS A., 1976a - La culture des Mollusques ou conchyliculture pp 229-258 in Océanographie biologique appliquée. P. BOUGIS ed. Masson Paris, 1 vol. 320 p.
- LUCAS A., 1976b - A new type of nursery for rearing bivalve postlarve. Construction, equipment and preliminary results. 10th Eur. Symp. Mar. Biol. Ostend Sept 17-23 1975. Vol. 1 : 257-269.
- LUCAS A., 1977 - Culture of the Manila Clam (*Venerupis semidecussata* Reeve) from hatchery-reared spat. Actes de colloques du CNEXO, 4 : 317-330.
- RODDE K.M., SUNDERLIN J.B. et ROELS O.A., 1976 - Experimental cultivation of *Tapes japonica* (Deshayes) (Bivalvia : Veneridae) in an artificial upwelling culture system. Aquaculture 9 : 203-215.
- ROELS O.A., HAINES K.C. et SUNDERLIN J.B., 1976 - The potential yield of artificial upwelling mariculture. 10th Eur. Symp. Mar. Biol. Ostend sept 17-23 1975. Vol. 1 : 381-390.
- WINTER J.E., 1978 - A review on the knowledge of suspension-feeding in lamelli-branchiate Bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. Aquaculture 13 : 1-33.

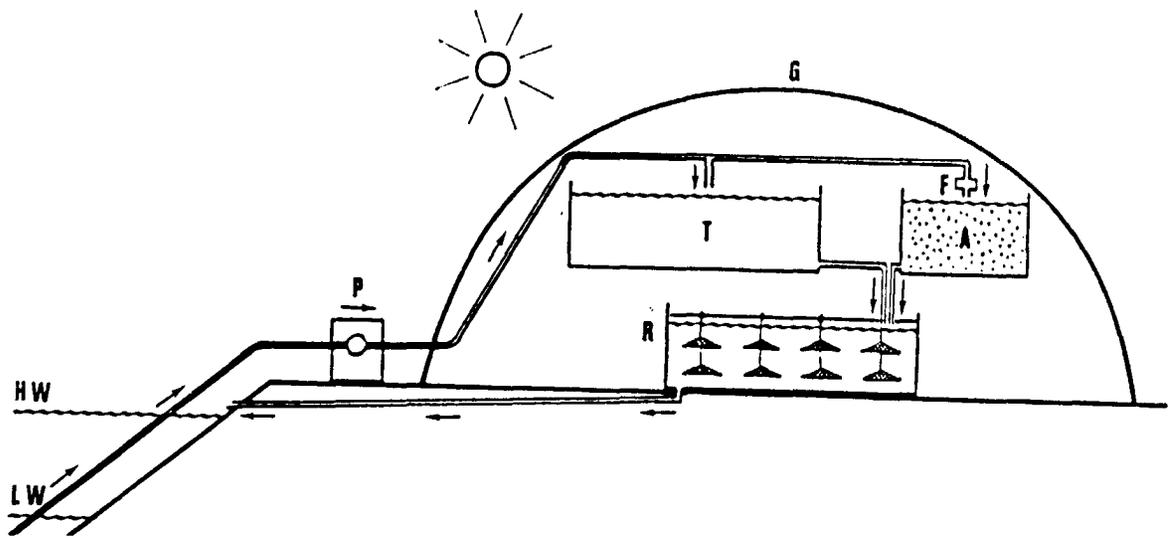


FIGURE 1 - Schéma de la circulation d'eau dans la nurserie. De droite à gauche : HW haute mer ; LW basse mer ; P pompe ; R bassin d'élevage ; T réservoir ; F filtre ; A cultures d'algues ; G serre en polyéthylène (d'après A. LUCAS, 1977).

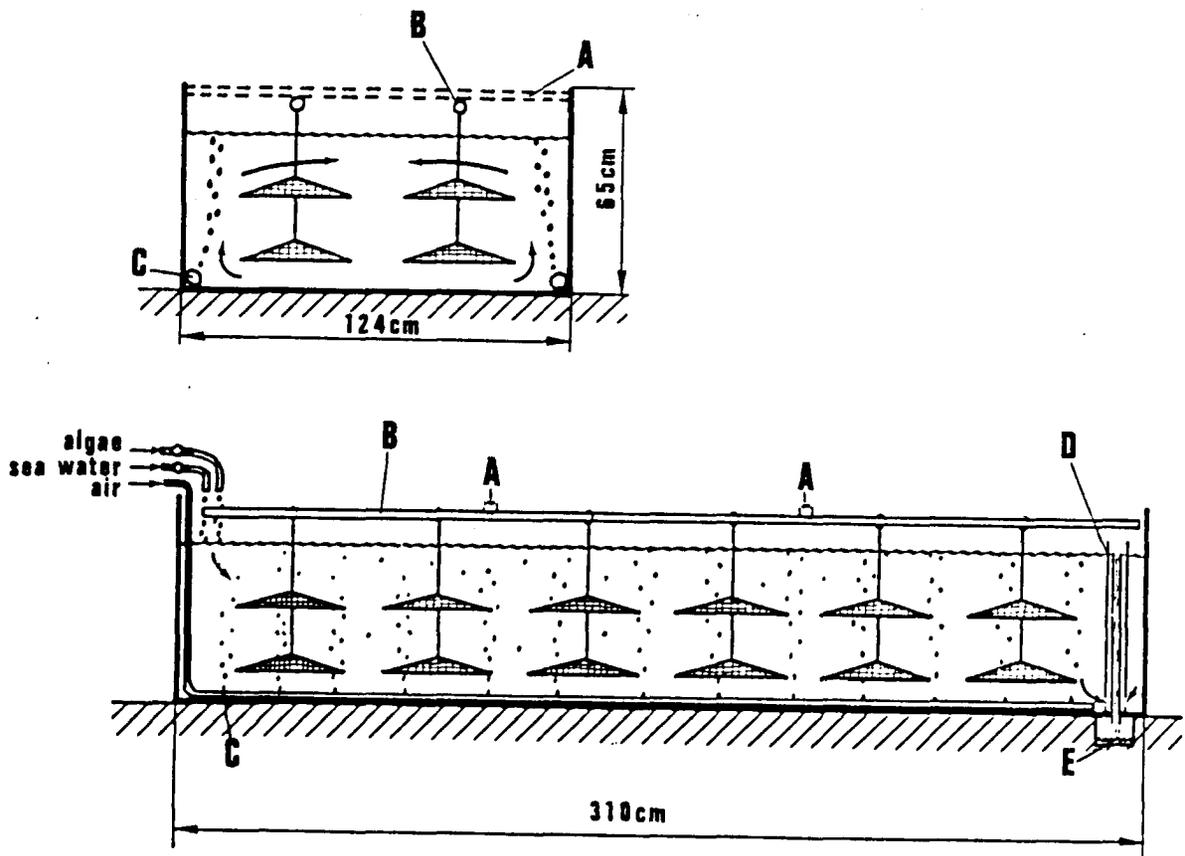


FIGURE 2 - Bassin d'élevage à bullage latéral et contenant des lanternes. En haut : section transversale ; en bas : section longitudinale. A : barre transversale ; B : tube de suspension ; C : tuyau d'aération ; D : surverse ; E : rigole d'évacuation.

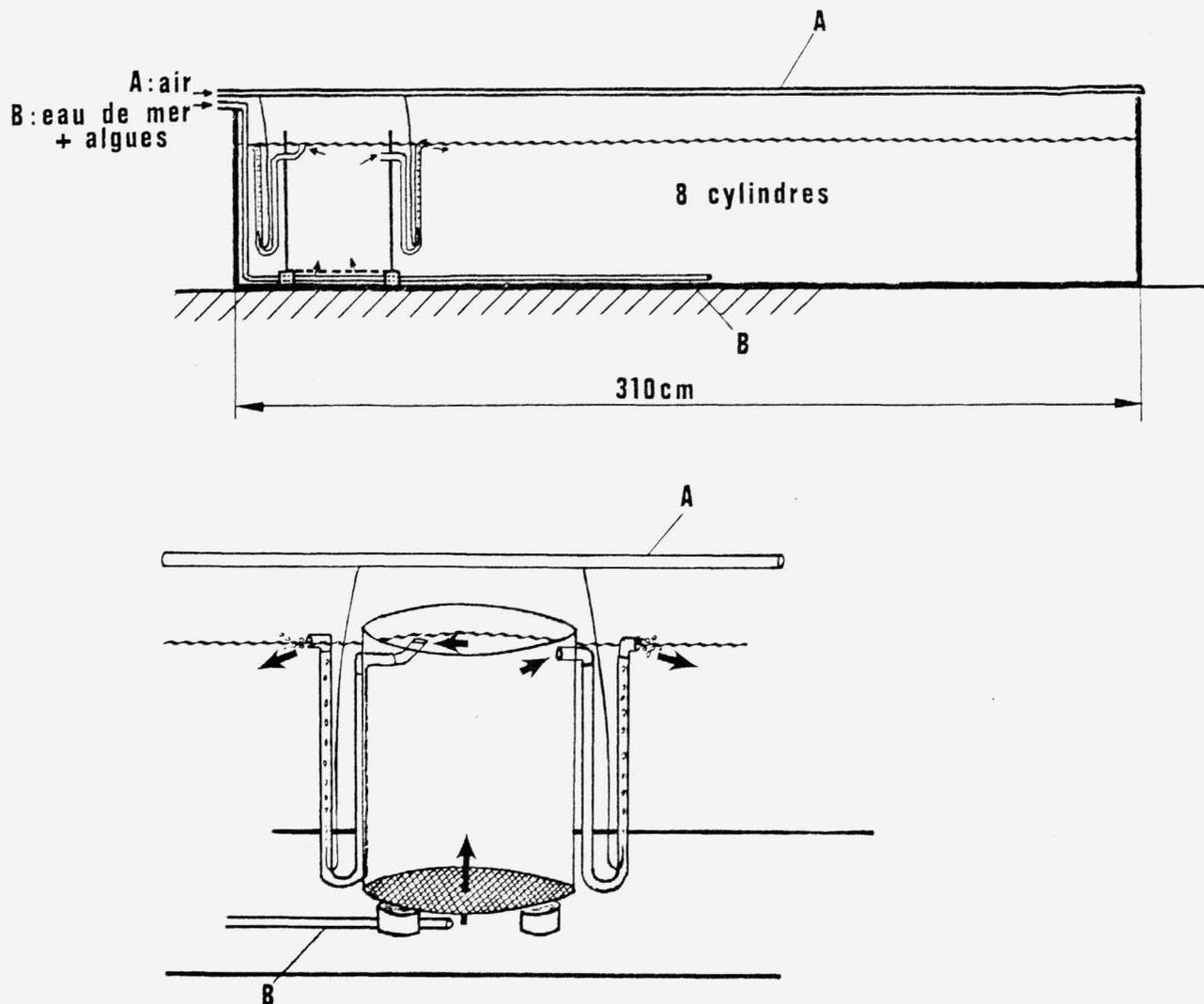


FIGURE 3 - Bassin d'élevage avec cylindre à flot ascendant. En haut : section longitudinale d'un bassin ; en bas : détail d'un cylindre. A : Tuyau d'aération. B : Tuyau pour l'apport de nourriture.



FIGURE 4 - Casier Pléno, ouvert, montrant une cellule d'élevage



FIGURE 5 - Casier-tiroirs garni de "pochons"

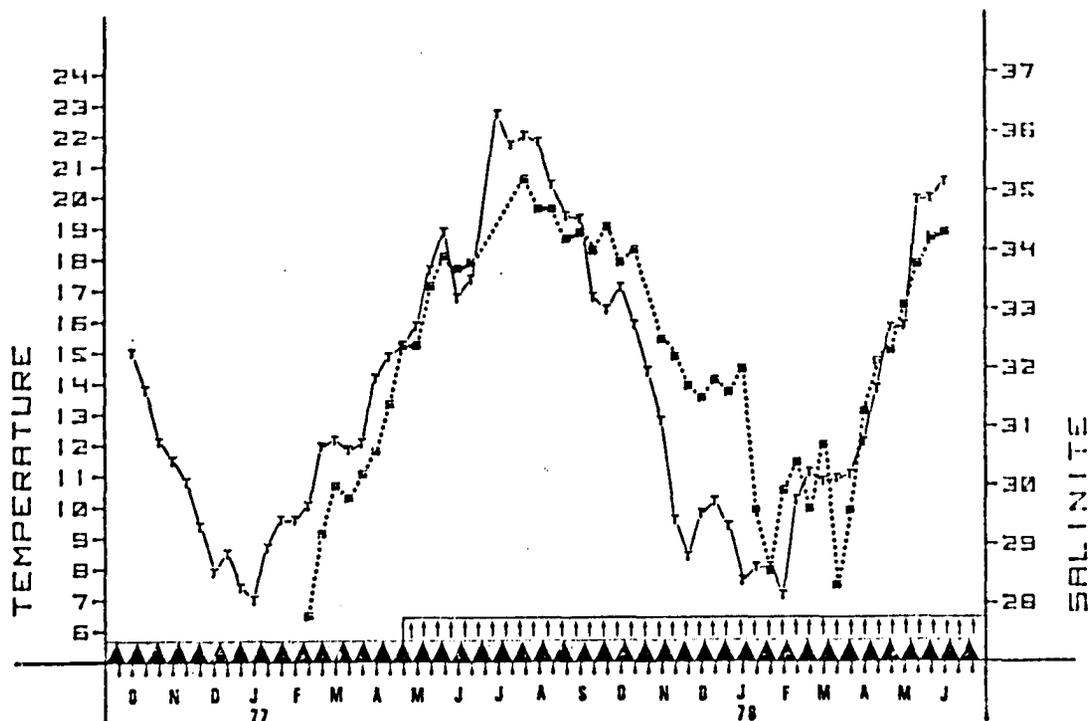


FIGURE 6 - Température et salinité dans les bassins d'élevage de la nurserie d'octobre 1976 à juin 1978. Tout au long de la période considéré, des lanternes (triangles noirs) ont été utilisées, tandis que l'usage des cylindres à flot ascendant (flèches) n'a débuté qu'en mai 1977.

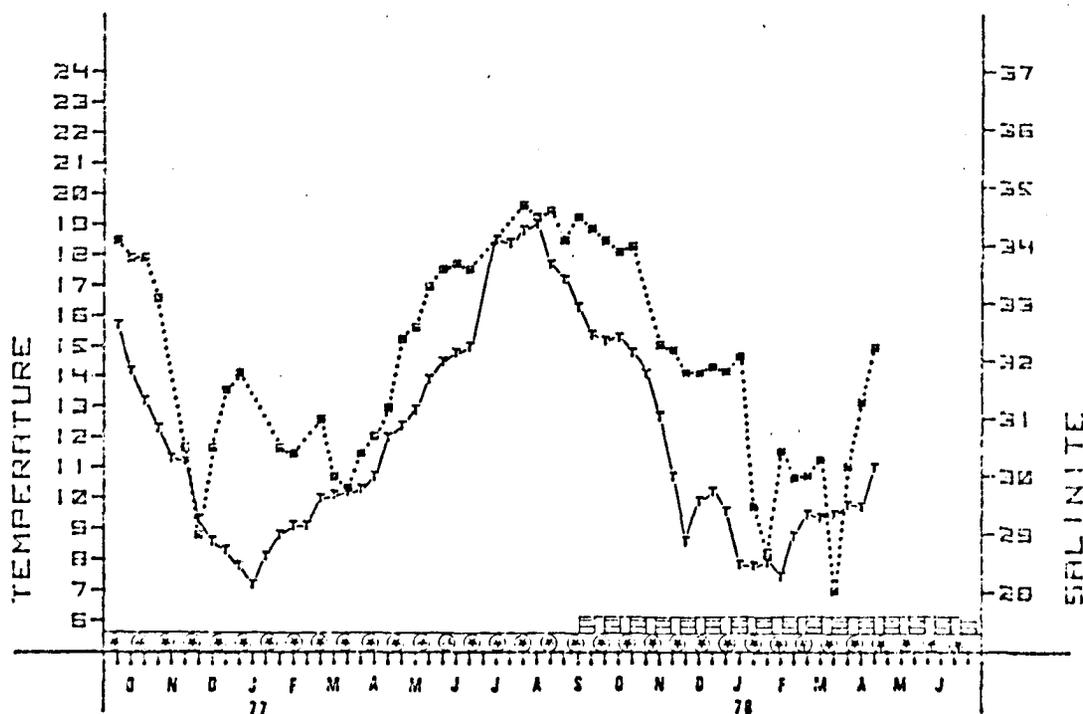


FIGURE 7 - Température et salinité de l'eau de mer au Tinduff (Rade de Brest) d'octobre 1976 à juin 1978. Les symboles placés en abscisse symbolisent les modes d'élevages en suspension : casiers Pléno (toute la durée) et casiers-tiroirs (à partir de septembre 1977).

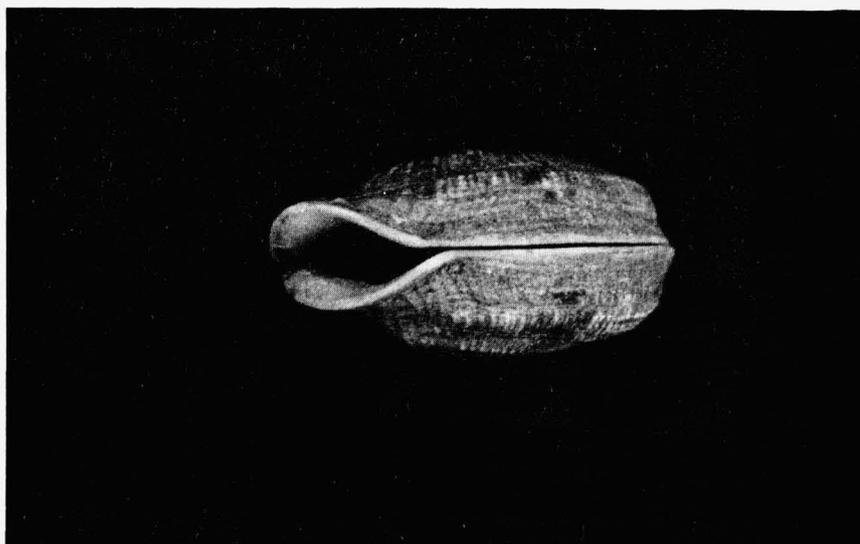


FIGURE 8 - *Venerupis semidecussata* : forme caractéristique des coquilles anormales qui apparaissent dans certains élevages en suspension (casiers Pleno). Taille de l'exemplaire : 18 mm.

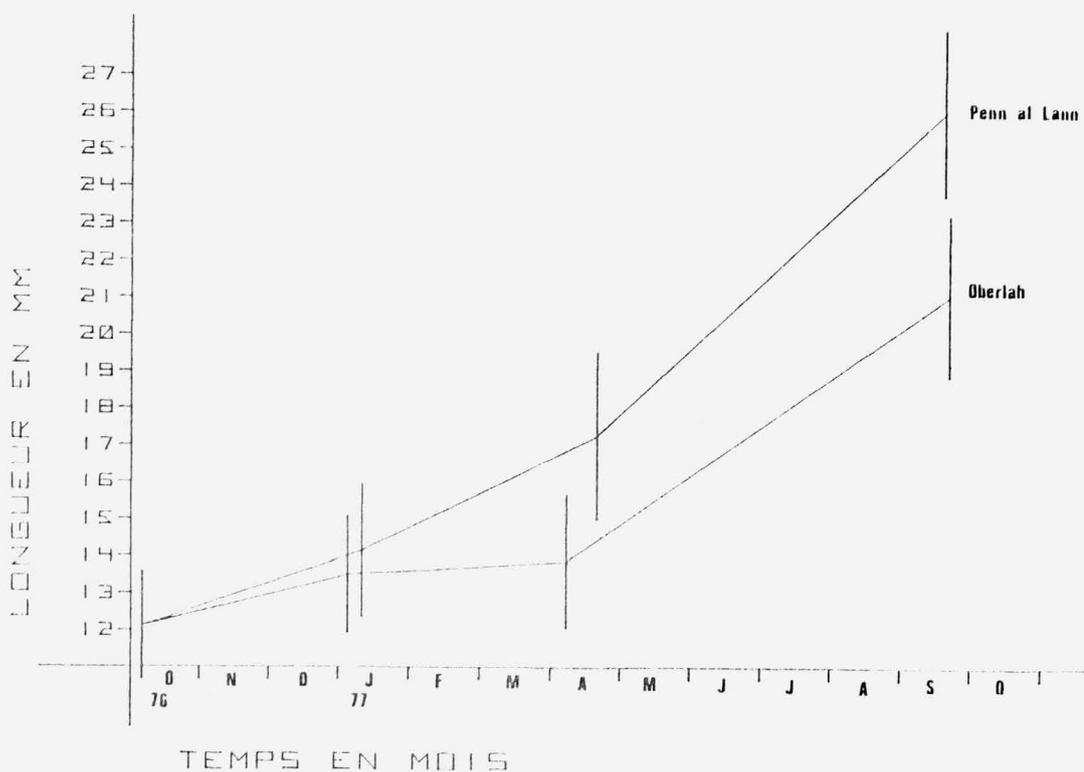


FIGURE 9 - Croissance comparée de deux lots de *Venerupis semidecussata* élevés en mer en casiers Pleno, l'un à Penn al Lann et l'autre à l'Oberlah (Rade de Brest).

Communication : A. LUCAS. Croissance de jeunes palourdes en nurserie et en mer en fonction des conditions d'élevage.

Q: FLASSCH : Vous utilisez comme paramètre de croissance le grossissement pondéral ($\Delta P/P$). Ce paramètre n'est pas comparable entre individus de tailles différentes. Ne pourrait-on pas utiliser d'autres paramètres ?

R: LUCAS : Je n'ai pas trouvé de paramètre plus satisfaisant. Dans les expériences on ne compare que des individus de même taille. La longueur moyenne est toujours indiquée en même temps que le grossissement pondéral.