

3rd Meeting of the I.C.E.S. Working Group on Mariculture, Brest, France, May 10-13, 1977.
Actes de Colloques du C.N.E.X.O., 4 : 287-305.

L'ELEVAGE DE L'ORMEAU (*HALIOTIS TUBERCULATA* L.)

1. ACTION D'UN REGIME ALIMENTAIRE D'ALGUES PHYTOPLANCTONIQUES
SUR LA CROISSANCE POST-LARVAIRE,

par

Jean-Pierre FLASSCH et Etienne WOITELLIER

Centre Océanologique de Bretagne, B.P. 337, 29273 Brest Cédex, France

ABSTRACT.

This work tests the action of microalgae at different concentrations on the post-larval growth rate of the abalone Haliotis tuberculata from the creeping stage to 60 days, depending with different kinds of water during the breeding (running water, closed, system, still water). The growth's curves are ajusted with an exponential function.

These data were adapted to an experimental hatchery with a view to a big scale production.

RESUME.

Cette étude porte sur l'action du régime alimentaire d'algues unicellulaires sur la croissance post-larvaire de l'ormeau Haliotis tuberculata de la fixation jusqu'à 60 jours, en fonction de différents types d'élevage (circuit ouvert, circuit fermé, eau stagnante). Les courbes de croissance obtenues en fonction de ces différents paramètres sont ajustées à une fonction exponentielle $L = a.e^{bt}$.

Ces résultats ont été adaptés à une production à grande échelle dans le cadre d'une éclosérie expérimentale.

.../...

INTRODUCTION.

Le but de cette étude est, en fonction des connaissances acquises sur les "abalones" dans le monde et en particulier au Japon, de déterminer l'influence et éventuellement l'interaction de régimes alimentaires variables en algues unicellulaires et de conditions d'élevage diverses sur la fixation et la croissance post-larvaire de l'ormeau européen *Haliotis tuberculata* jusqu'à la phase de changement de régime en algues macrophytes.

L'expérience est menée en volume expérimental (50 litres) suffisamment représentatif pour permettre l'extrapolation des résultats en volumes de production de masse.

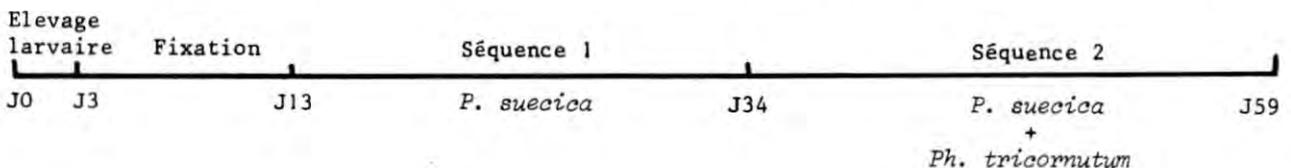
Les deux espèces d'algues unicellulaires utilisées, très communes sur la côte atlantique européenne, sont une Platymonadacée, *Platymonas suecica* Kylin (*Tetraselmis suecica* (Kylin) Butcher) (PARKE et DIXON, 1968) et la diatomée Phaeodactylacée, *Phaeodactylum tricor- nutum* souvent appelée *Nitzschia closterium* sous sa forme simple (SILVA, 1962).

MATERIEL ET METHODE.

Séquence d'expérience.

L'expérience s'échelonne sur une période de 46 jours. A son démarrage, les post-larves sont âgées de 13 jours (J13) en prenant J0 le jour de l'éclosion. Elle est découpée en deux séquences à peu près égales, en tenant compte du temps d'adaptation. La séquence 1 (J13 - J34) porte sur l'aspect quantitatif d'un type de nourriture unicellulaire en testant les différentes concentrations de *P. suecica* dans le but de déterminer la concentration type la plus satisfaisante en intégrant les différents paramètres étudiés (concentration, technologie d'élevage, temps). La séquence 2, J34 - J59 traite l'aspect qualitatif compte tenu du choix défini en séquence 1, en comparant à volume égal *P. suecica* et *Ph. tricor- nutum*.

Les périodes situées en amont correspondent de J0 - J3 à l'élevage larvaire et de J3 - J13 à la fixation.



Définition du schéma expérimental.

Technologie d'élevage :

L'expérience porte sur 12 bacs de 50 litres (0,4 x 0,58 x 0,24 m) en polyéthylène blanc, donc translucides.

.../...

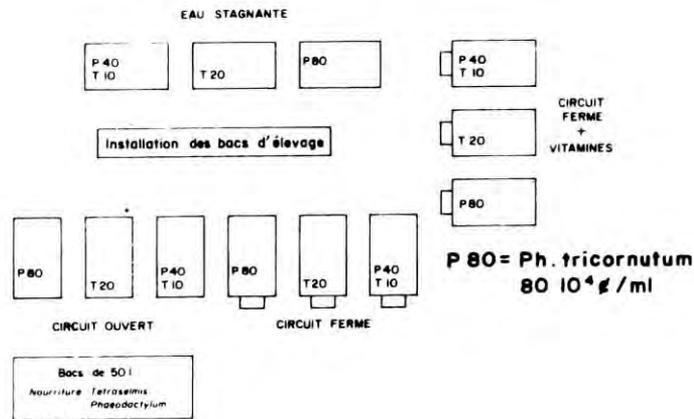
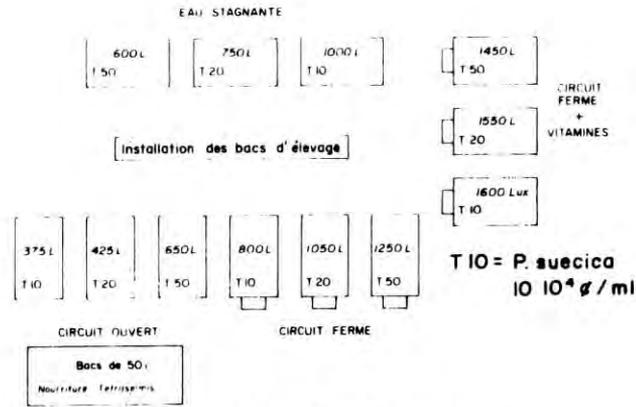


FIGURE 1 : Plan d'expérience en fonction des séquences expérimentales.

L'eau de mer est filtrée à 1μ , thermorégulée à 21°C . Trois types de circuits sont testés (figure 1, séquence J13 - J34) :

- 3 bacs en circuit ouvert (C.O) au débit de 20 l/h.

- 3 bacs en circuit fermé (C.F). Une pompe de 230 l/h aspire l'eau au tiers inférieur du bac. Le rejet se fait dans le fond du bac par un tube percé de trous de 1 mm. Le volume est aéré à un débit de 50 l/h par un tube polyvinyle disposé au centre du bac.

- 3 bacs en circuit fermé avec apport hebdomadaire de vitamines à la dose de 0,1 ml/l d'eau de mer. Le complexe vitaminique utilisé est de la "Polymicrine" dont la composition pour 100 cm^3 est la suivante :

V. A	6 000 000 U.I
D	600 000
F	600 mg
K	120 mg
B ₁	600 mg
B ₂	360 mg
B ₃	600 mg
B ₆	300 mg
B ₁₂	600 mg
pp	1800 mg
Méthionine	600 mg

.../...

Une ampoule de 3 cc est diluée dans 120 ml d'eau distillée. Par rapport au milieu de Conwy, l'apport en vitamine B₁ est dix fois inférieur et celui en B₁₂ 600 fois inférieur.

Cet apport vitaminique régulier a pour but de vérifier si dans le temps l'effet vitaminique agit non pas seulement sur le taux de multiplication peu important étant donné le faible éclaircissement (figure 1, séquence J13 - J34) et la fréquence de nettoyage, mais au niveau de la qualité alimentaire.

- 3 bacs en "eau stagnante" (A). Les circuits C.F, C.F.V, A, sont aérés de la même façon. Chaque bac contient 36 collecteurs en PVC cristal pour toiture "type greca" (FLASSCH et KOIKE, 1974) de 13 x 13 cm (surface 338 cm², surface développée 405 cm²). Les collecteurs sont disposés en 3 rangées, suspendus à des crochets par des fils nylon, et disposés dans le sens de la longueur. Toutes les plaques n'étant pas rigoureusement identiques, il est préférable de se baser sur 400 cm², soit par bac 1,44 m².

Définition de la gamme d'utilisation des algues unicellulaires :

Avant de déterminer la gamme des différentes concentrations à utiliser, il s'agit tout d'abord d'appréhender le taux de sédimentation de *P. suecica* en fonction du matériel choisi, par unité de surface de collecteur en fonction de leur position et du temps à partir d'une concentration donnée. L'expérience de contrôle est effectuée dans des bacs de 50 l en circuit fermé dans des conditions identiques à celles de l'expérience. Aucune source de lumière artificielle n'est utilisée. Les temps choisis pour les prélèvements sont 3 h, 6 h, 12 h, 24 h, et les concentrations en 10⁴ μ /ml sont 0,1, 2, 5, 7,5, 10.

Aux différents temps de prélèvement 3 plaques sont sorties par bac (une dans chaque rangée occupant la même position). Le comptage des algues étant long, les plaques sont suspendues dans un bac d'attente vide.

Les algues sont décollées du collecteur à l'aide d'un pinceau et mises en suspension dans 25 ml d'eau de mer. Le comptage a lieu au microscope sur cuve de Malassez. (Tableau 1).

Les différences observées pour un temps donné sont parfois élevées. Les chiffres entre parenthèses au niveau du % correspondent au % de cellules fixées sur les 36 collecteurs.

Cette variabilité est due au fait que les plaques témoins passent durant le comptage un certain temps accrochées dans le bac vide d'attente (quelques heures à deux jours) et l'on constate des pertes d'algues pendant l'égouttage des plaques. De plus, les cellules se desséchant, deviennent difficiles à décoller au pinceau. Il faut aussi noter une fixation sur les parois des bacs blancs. A cette source d'erreur s'ajoutent encore une erreur de comptage et une erreur de faible échantillonnage (3 plaques sur 36 par prélèvement). Dans une expérience préliminaire, 8 plaques ont été prélevées dans un bac à concentration déterminée : pour une moyenne de 10⁶ millions de cellules par collecteur, nous obtenons un intervalle de confiance à 95 % de la moyenne de 100 10⁶ et 113 10⁶ soit une erreur de 10 %.

.../...

Concentration		0,1 10 ⁴ \varnothing /ml	2 10 ⁴ \varnothing /ml	5 10 ⁴ \varnothing /ml	7,5 10 ⁴ \varnothing /ml	10 10 ⁴ \varnothing /ml
3 H	X 1	1.075.000	4.182.000	5.575.000	5.700.000	8.200.000
	X 2	575.000	3.575.000	3.975.000	5.475.000	6.750.000
	X 3	1.075.000	1.500.000	4.075.000	6.325.000	6.500.000
	\bar{X}	908.000	2.752.000	4.508.000	5.830.000	7.150.000
	Z	1,82 (65)	0,27 (10)	0,18 (6)	0,15 (5)	0,14 (5)
6 H	X 1	1.065.000	5.232.000	8.500.000	5.325.000	11.900.000
	X 2	675.000	5.075.000	5.675.000	5.250.000	10.000.000
	X 3	1.350.000	5.325.000	6.750.000	4.250.000	12.500.000
	\bar{X}	1.030.000	5.210.000	6.975.000	4.940.000	11.470.000
	Z	2,06 (72)	0,52 (19)	0,27 (10)	0,13 (4)	0,22 (8)
12 H	X 1	1.000.000	7.275.000	13.775.000	6.000.000	11.550.000
	X 2	750.000	5.075.000	9.425.000	8.425.000	20.000.000
	X 3	675.000	5.575.000	10.000.000	8.425.000	18.500.000
	\bar{X}	808.000	5.941.000	11.070.000	7.600.000	16.700.000
	Z	1,62 (58)	0,59 (21)	0,44 (16)	0,20 (7)	0,33 (12)
24 H	X 1	432.500	9.300.000	12.375.000	16.000.000	25.075.000
	X 2	325.000	11.750.000	16.500.000	19.000.000	33.500.000
	X 3	575.000	7.500.000	19.500.000	19.500.000	29.500.000
	\bar{X}	444.000	6.183.000	16.125.000	18.100.000	29.350.000
	Z	0,89 (32)	0,62 (22)	0,64 (23)	0,49 (17)	0,59 (21)

TABLEAU 1 : Colonisation sur supports par *Platymonas suecica* en fonction du temps et de sa concentration, en bacs de 50 litres.

Malgré cette variabilité, une analyse de variance à deux facteurs n'a fait que confirmer l'idée que la "fixation" de cellules était fonction du temps et de la concentration.

La représentation graphique de la moyenne (figure 2 A) illustre bien cette confirmation des résultats.

Pour une concentration de départ de 0.1 10⁴ \varnothing /ml, la fixation maximale de cellules est après 6 h de 72 % pour la totalité du bac (figure 2 B). Avec une concentration de 2 10⁴ \varnothing /ml au temps 0, la fixation maximale est pratiquement obtenue en 12 heures et correspond à 21 %.

C'est en fonction de ces résultats que, dans le cadre de l'expérience, le choix s'est localisé dans cette gamme plus une valeur supérieure, soit : 1 10⁴, 2 10⁴, 5 10⁴ \varnothing /ml (figure 1, séquence J13 - J34). La première partie de l'expérience porte donc sur le test du circuit et de la concentration en *P. suecica*. En fonction des résultats obtenus en séquence 1, la deuxième partie teste la qualité alimentaire en comparant à volume égal *P. suecica* et *P. tricorutum*. 2 10⁴ \varnothing de *P. suecica* correspondent en volume à 8 10⁴ \varnothing de *P. tricorutum* (figure 1, séquence J34 - J59).

Les conditions de culture des algues utilisées sont les suivantes : culture en semi-continu en ballon de 20 litres (prélèvement quotidien de 1/4 du volume), eau filtrée à 0,45 μ , enrichie en sels à 1 ml/l et en vitamines à 0,1 ml/l (milieu de Conwy).

.../...

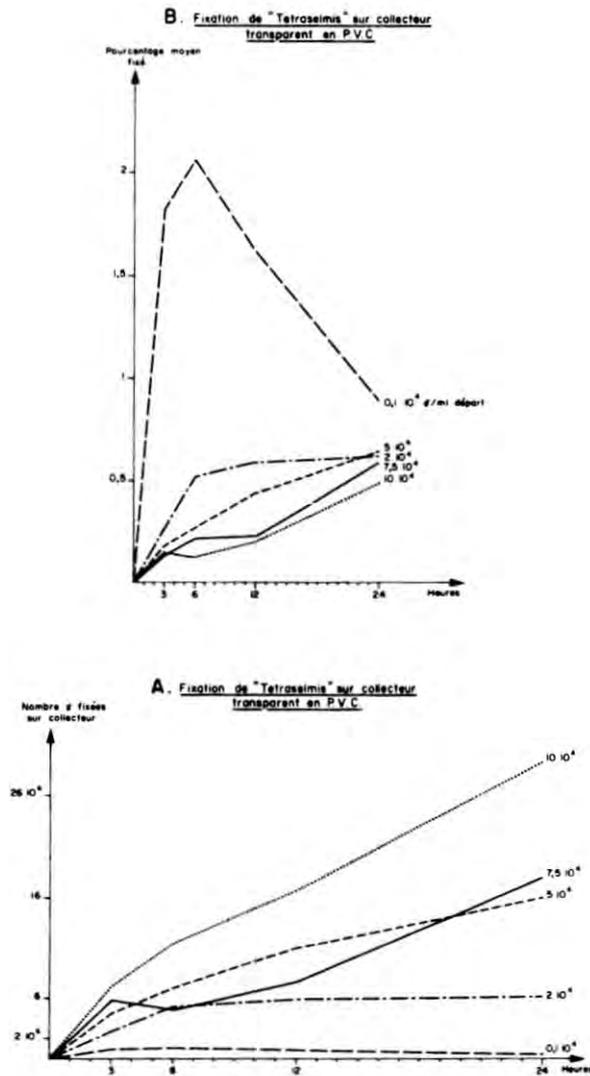


FIGURE 2 : Estimation du recouvrement de *P. suecica* (*Tetraselmis*) par collecteur de 400 cm², en fonction de la concentration et du temps en 50 litres aéré comportant 36 collecteurs.

L'air est enrichi à 1 % de CO₂. La concentration de production de *P. suecica* a varié entre 2 et 3 10⁶ ϕ /ml et celle de *P. tricorutum* de 12 à 20 10⁶ ϕ /ml.

Protocole expérimental.

Traitement larvaire :

La ponte et la fécondation (émissions naturelles des gamètes synchronisées) et l'élevage larvaire sont effectués en jarre de 20 litres (figure 3).

Un système à glissière étanche permet d'obtenir par changement de position soit une aération centrale soit une sortie d'échappement dans un but de vidange ou plus fréquemment couplé avec un concentrateur (L'HERROUX et coll., 1974), assurant concentration et nettoyage de l'élevage.

.../...

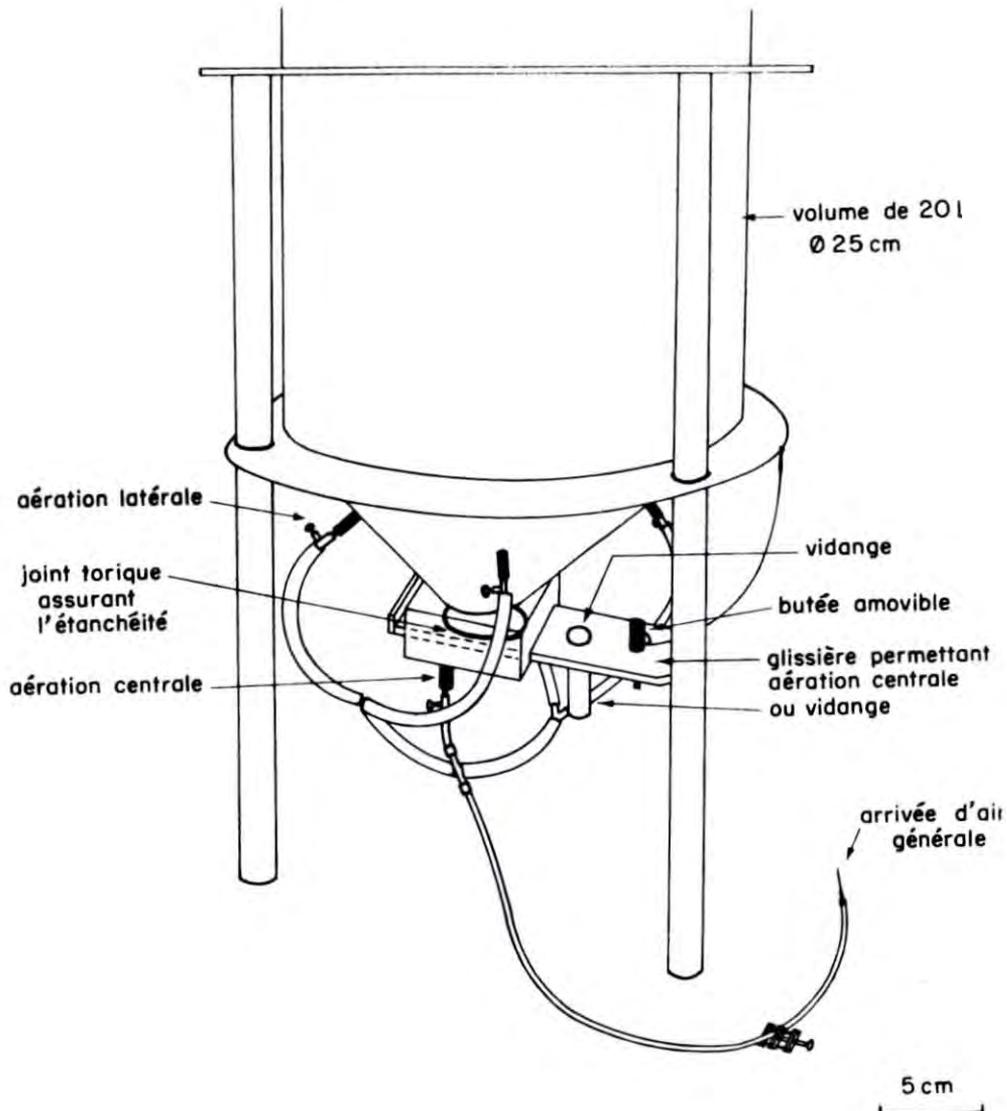


FIGURE 3 : *Détail d'un incubateur de 20 litres.*

Les larves sont issues d'une ponte de 1 800 000 oeufs fécondés à 82 %. De J0 à J3 les larves, après différents rinçages, sont conservées dans une jarre identique à la concentration de 1 500 000 larves/20 l.

Compte tenu de la forte concentration pour limiter une prolifération bactérienne des antibiotiques sont ajoutés aux concentrations de 3 g/100 l de pénicilline G et de 6,25 g/100 l de dihydrostreptomycine.

Au jour J3, les larves sont distribuées dans les bacs à la concentration de 360/l soit 18 000 par bac.

Traitement des collecteurs :

Les collecteurs vierges sont immergés dans un bac en eau stagnante dont la concentration en *P. suecica* est de $5 \cdot 10^4$ \varnothing /ml. Après 5 h, ils sont transférés dans les bacs

.../...

d'élevage. La fixation estimée est de $6 \cdot 10^6$ \varnothing /collecteur. Lors de la mise en place des collecteurs, est ajouté 1 litre d'algue à la concentration de $1 \cdot 10^6$ \varnothing /ml.

Pendant la période de fixation (J3 - J13), tous les volumes sont stagnants, aérés avec apport quotidien de *P. suecica* de façon à réajuster la concentration à 10^4 \varnothing /ml.

Protocole d'élevage :

- Méthode d'échantillonnage :

Les mesures sont effectuées suivant la plus grande longueur de la coquille, à la fréquence de 2 par semaine (mardi et vendredi) de J13 à J39 et de une mesure hebdomadaire de J40 à J59. Les mesures se font toujours sur les mêmes plaques marquées. Le collecteur prélevé est immergé dans une cuve en altuglas (15 x 15 x 5 cm) et la mesure s'effectue au micromètre sous binoculaire.

La mensuration est longue et le nombre d'individus mesurés est restreint et reste inférieur à la population de la plaque. La taille de l'échantillon est de 30 individus.

Pour un tel nombre, l'intervalle de confiance à 95 % calculé sur 3 bacs est pour les moyennes suivantes :

481 μ	(467 - 596)	soit 7 %
503 μ	(492 - 526)	soit 7 %
554 μ	(541 - 562)	soit 5 %

- Maintenance :

Les algues sont distribuées quotidiennement dans les deux séquences. Les circuits sont stoppés 3 heures afin de permettre leur fixation.

Les bacs sont nettoyés en grand une fois par semaine (mercredi) et les vitamines sont apportées dès la remise en eau.

Durant la période de fixation J3 - J13, la salinité est suivie et réajustée quotidiennement à 35‰. Par la suite, cela ne s'avère plus nécessaire puisque, entre deux nettoyages, les faibles variations de salinité restent dans la gamme de tolérance des juvéniles.

RESULTATS.

Estimation de la population fixée sur les collecteurs.

A J14, deuxième jour de l'expérience, l'estimation de la population fixée se fait à l'oeil nu à partir de 9 plaques, 3 par support, prélevées dans chaque bac (tableau 2), prélèvement correspondant au 1/4 des collecteurs. Cette méthode, du fait de la petite taille des points (500 μ environ), ne donne pas toutes les garanties de précision mais s'avère bien meilleure qu'un comptage à la loupe, étant donné l'aspect irrégulier des collecteurs.

.../...

Circuit	Concentration en <i>Tetraselmis</i>	Durée expérience (jours)	Température eau	Longueur initiale microns	Accroissement	Croissance en %	Croissance par mois en %
C.O.	10.10 ³ ϕ /ml	21	21°	482	787	163	217
	20	21	21°	535	943	176	234
	50	21	21°	557	880	158	210
C.F.	10	21	21°	534	1 061	198	263
	20	21	21°	521	1 047	200	266
	50	21	21°	543	824	152	202
C.F.V.	10	21	21°	554	914	165	213
	20	21	21°	539	909	168	223
	50	21	21°	515	751	146	194
A.	10	21	21°	525	865	165	219
	20	21	21°	507	723	142	189
	50	21	21°	484	574	112	149

TABLEAU 3 : Croissance en fonction de la concentration en *P. suecica* et du circuit.

La croissance en longueur en fonction du temps (figure 3) semble être la meilleure pour le circuit fermé ensemencé à 1 et 2 10⁴ ϕ /ml (C.F 10 et C.F 20) les tailles moyennes atteintes étant 1 061 et 1 047 microns en 21 jours, soit une croissance d'environ 200 %.

Compte tenu de l'âge très jeunes des animaux en expérience, l'ajustement des courbes de croissance sur les moyennes à une fonction exponentielle $L = ae^{bt}$ (ou L est la longueur en microns, a la longueur de départ calculée au temps en jours $t = 0$, $b = \frac{dL}{Ldt} = c^{te}$) permet de confirmer cette hypothèse. Toutes les courbes sont assimilables à ce modèle.

Les coefficients de corrélation linéaire sur les longueurs transformées en logarithme, très proches de 1 (tableau 4, J13 - J34) indiquent un ajustement satisfaisant au modèle exponentiel.

Dans le cas de ce tableau, les calculs sont obtenus à partir des moyennes des échantillons car les données brutes manquent pour la séquence 2.

Toutefois une comparaison effectuée pour la séquence 1 entre les valeurs calculées à partir des données d'échantillonnage et les valeurs obtenues à partir de la moyenne de ces échantillons ne montre pas de différences notables (tableau 5).

.../...

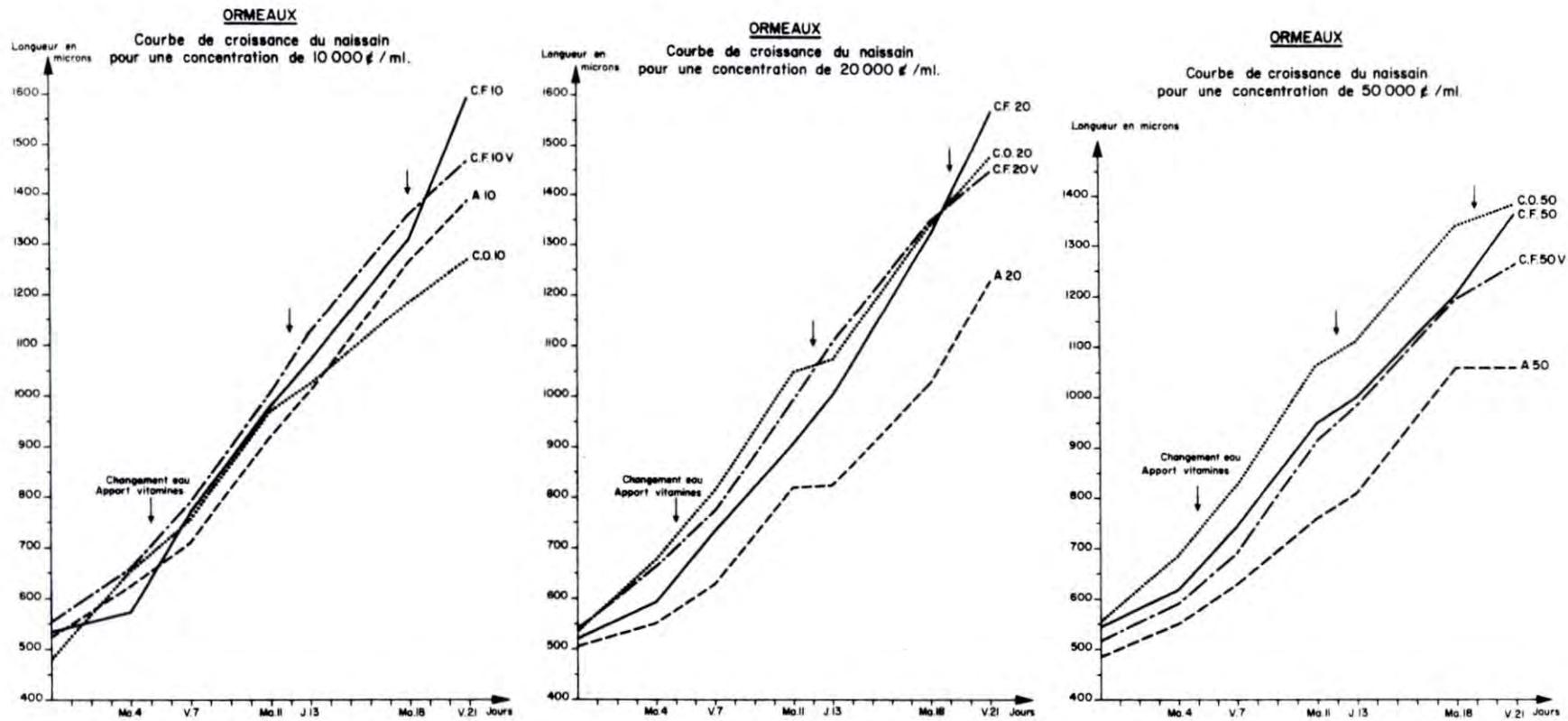


FIGURE 3 : Influence de la concentration en cellules apportées et du type d'élevage.

1 ^{er} REGIME SEQUENCE 1 J13 - J34	C.O. T10	L = 534 e ^{0.045 t}	r = 0.954	2 ^{eme} REGIME SEUL SFONFCE 2 J13 - J50	C.O. 10	L = 1308 e ^{0.025 t}	r = 0.914	
	20	L = 567 e ^{0.049 t}	r = 0.978		20	L = 1399 e ^{0.031 t}	r = 0.841	
	50	L = 583 e ^{0.046 t}	r = 0.974		50	L = 1440 e ^{0.030 t}	r = 1.000	
	C.F. 10	L = 512 e ^{0.055 t}	r = 0.984		C.F. 10	L = 1529 e ^{0.014 t}	r = 0.872	
	20	L = 502 e ^{0.054 t}	r = 0.996		20	L = 1538 e ^{0.025 t}	r = 0.980	
	50	L = 542 e ^{0.045 t}	r = 0.989		50	L = 1375 e ^{0.029 t}	r = 0.990	
	C.F. 10V	L = 563 e ^{0.049 t}	r = 0.986		C.F. 10V	L = 1410 e ^{0.019 t}	r = 0.926	
	20	L = 555 e ^{0.049 t}	r = 0.986		20	L = 1490 e ^{0.030 t}	r = 0.984	
	50	L = 516 e ^{0.046 t}	r = 0.977		50	L = 1270 e ^{0.029 t}	r = 0.989	
	C.A. 10	L = 523 e ^{0.048 t}	r = 0.994		C.A. 10	L = 1357 e ^{0.026 t}	r = 0.967	
	20	L = 483 e ^{0.043 t}	r = 0.985		20	L = 1255 e ^{0.030 t}	r = 0.993	
	50	L = 480 e ^{0.040 t}	r = 0.985		50	L = 1105 e ^{0.029 t}	r = 0.969	
	1 ^{er} + 2 ^{eme} REGIMES SEQUENCES 1 et 2 J13 - J59	C.O. 10	L = 588 e ^{0.035 t}		r = 0.941	Pour le 2 ^{eme} régime :	C.O. T10 =	C.O. P80
		20	L = 624 e ^{0.037 t}		r = 0.949		T20 =	T20
		50	L = 633 e ^{0.037 t}		r = 0.969		T50 =	P40
C.F. 10		L = 637 e ^{0.031 t}	r = 0.887		T20			
20		L = 583 e ^{0.038 t}	r = 0.963	L = longueur en microns				
50		L = 593 e ^{0.036 t}	r = 0.982	t = temps en jours				
C.F. 10V		L = 669 e ^{0.029 t}	r = 0.918	a = taille de départ calculée				
20		L = 618 e ^{0.037 t}	r = 0.975	b = $\frac{dL}{Ldt}$				
50		L = 570 e ^{0.035 t}	r = 0.974					
C.A. 10		L = 591 e ^{0.035 t}	r = 0.967					
20		L = 513 e ^{0.037 t}	r = 0.988					
50		L = 512 e ^{0.034 t}	r = 0.984					

TABLEAU 4 : Ajustement des courbes de croissance à une fonction exponentielle $L = ae^{bt}$

Circuit	Equation courbe exponentielle	
	Sur les 30 données	Sur la moyenne
C.O. 10 T	L = 534 e ^{0.045 t}	L = 534 e ^{0.045 t}
20	L = 564 e ^{0.048 t}	L = 567 e ^{0.049 t}
50	L = 584 e ^{0.046 t}	L = 583 e ^{0.046 t}
C.F. 10	L = 513 e ^{0.055 t}	L = 512 e ^{0.055 t}
20	L = 498 e ^{0.054 t}	L = 502 e ^{0.054 t}
50	L = 541 e ^{0.045 t}	L = 542 e ^{0.045 t}
C.F. 10 V	L = 555 e ^{0.048 t}	L = 563 e ^{0.049 t}
20	L = 550 e ^{0.048 t}	L = 555 e ^{0.049 t}
50	L = 516 e ^{0.048 t}	L = 555 e ^{0.046 t}
A 10	L = 518 e ^{0.048 t}	L = 523 e ^{0.048 t}
20	L = 493 e ^{0.043 t}	L = 483 e ^{0.043 t}
50	L = 476 e ^{0.040 t}	L = 480 e ^{0.040 t}

TABLEAU 5 : Comparaison des ajustements à une fonction exponentielle effectués à partir des données brutes et des moyennes.

En effet le coefficient b correspondant pour $L = 100 \mu$ au pourcentage de la croissance quotidien est différent par exemple dans le pire des cas de $0,2 \mu/100 \mu$ par jour pour C.F. 50 V (4,6 au lieu de 4,8 %) mais il n'y a pas de changement dans le classement effectué sur b.

Seules diffèrent un peu les tailles calculées au temps $t = 0$ avec une erreur maximale de 2 %.

Ces variations étant négligeables, l'analyse des résultats portera sur le tableau 4.

Si l'on considère les courbes dans leur totalité, l'influence bénéfique d'un même circuit diffère en fonction du régime alimentaire.

Pour les faibles concentrations de *P. suecica* (T 10) le circuit ouvert donne de moins bons résultats du fait d'une perte de nourriture. Le système A en eau stagnante n'est pas le meilleur mais donne un résultat satisfaisant avec un taux de croissance de $4,8 \mu \%$ pour un coefficient de corrélation de 0,994. Dans le cadre du circuit fermé, l'apport en vitamines n'a pas d'effet bénéfique avec un coefficient de $4,9 \%$ pour $5,5 \%$ sans apport vitaminique.

Aux concentrations moyennes (T 20) le classement est légèrement modifié, le circuit ouvert plus chargé en cellules donne d'aussi bons résultats que le circuit fermé vitaminé. Par contre le volume stagnant pas assez homogénéisé passe en dernière position, le circuit fermé simple restant le plus favorable avec un taux de croissance à peu près identique à celui observé pour le même circuit à T 10, soit $5,4 \%$ (corrélation 0,996).

Pour les concentrations les plus élevées, il apparaît dans tous les cas que la surcharge de nourriture n'améliore pas le rendement de croissance, les trois circuits, C.O 50, C.F 50 et C.F. 50 V, n'étant pas statistiquement différenciables. Par contre, le volume stagnant se différencie nettement avec le moins bon taux de croissance à 4% pour un coefficient de corrélation de 0,969.

Il ressort de cette analyse que les concentrations T 10 et T 20 donnent les meilleurs résultats dans le cas des circuits fermés. La concentration à T 10 est aussi intéressante en volume stagnant avec renouvellement une fois par semaine.

L'apport en vitamines ne semble pas influencer positivement la croissance et même donne des résultats inférieurs par rapport au circuit fermé sans vitamines (tableau 4).

Cela signifie que pour une extrapolation des résultats, en volume de production, pendant les 20 premiers jours post-larvaires, il vaut mieux travailler à des concentrations relativement faibles avec une homogénéisation importante.

Compte tenu de tous ces résultats globaux, pour la suite de l'expérience, croissance en fonction de la qualité alimentaire, la quantité témoin retenue est $2 \cdot 10^4$ \varnothing /ml de *P. suecica*.
.../...

Avant d'aborder la 2ème séquence le rinçage est très poussé au niveau des plaques de façon à éliminer au maximum les sequelles de l'expérience précédente sans pour autant décoller les juvéniles de leur support.

Croissance en fonction de la qualité alimentaire (séquence 2, J34 - J59)

(figure 4) :

Ph. tricornutum est une algue facile à produire et généralement considérée à juste titre comme une diatomée de qualité médiocre. Ce test est pratiqué afin de vérifier dans quelle mesure la vitesse de croissance d'un brouteur dans sa phase exponentielle est influencée par un tel régime.

Ph. tricornutum environ 4 fois plus petite en volume que *P. suecica*, la dose correspondante choisie est de $8 \cdot 10^4$ ϕ /ml (P 80). Le test est effectué sur les mêmes types d'élevage (figure 1, séquence J34 - J59). Les premières mesures sont faites après une semaine d'adaptation au rythme d'une seule série hebdomadaire afin de limiter au maximum les manipulations, la taille des juvéniles augmentant (tableau 6).

Circuit	Algues	Température eau	Longueur initiale microns	Durée expérience (jours)	Accroissement	Croissance en %	Croissance % par mois
C.O.	P 80	21°	1 269	18	675	53	88
	T 20	21°	1 478	18	1 194	81	135
	P 40	21°	1 437	18	1 030	71	118
	T 10						
C.F.	P 80	21°	1 595	25	699	44	53
	T 20	21°	1 568	25	1 398	89	107
	P 40	21°	1 367	25	1 427	104	125
	T 10						
C.F.V.	P 80	21°	1 468	25	826	57	68
	T 20	21°	1 448	25	1 566	108	129
	P 40	21°	1 266	25	1 306	103	123
	T 10						
A.	P 80	21°	1 390	25	1 379	99	119
	T 20	21°	1 230	25	1 368	111	133
	P 40	21°	1 058	25	1 141	108	129
	T 10						

TABLEAU 6 : Croissance comparée avec *P. suecica* et *Ph. tricornutum*.

Dans le cas du circuit ouvert, les mesures ne peuvent être effectuées la dernière semaine car les collecteurs devenant de moins en moins peuplés en algues, les ormeaux se détachent et gagnent le fond des bacs.

.../...

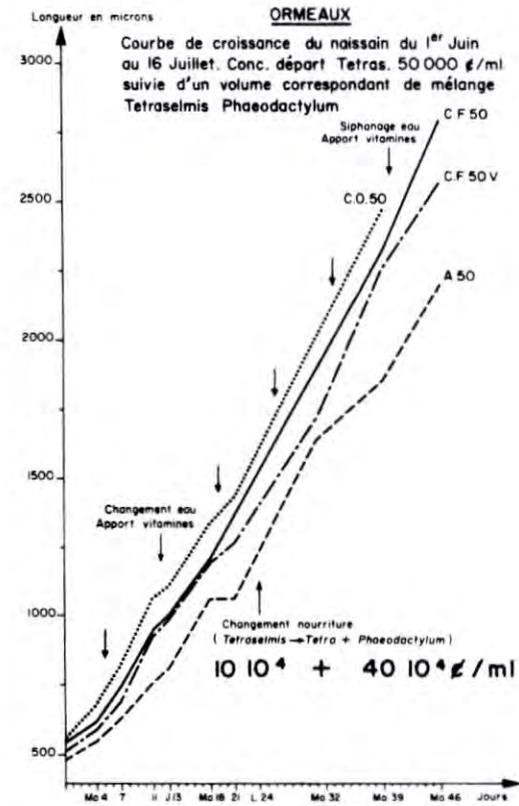
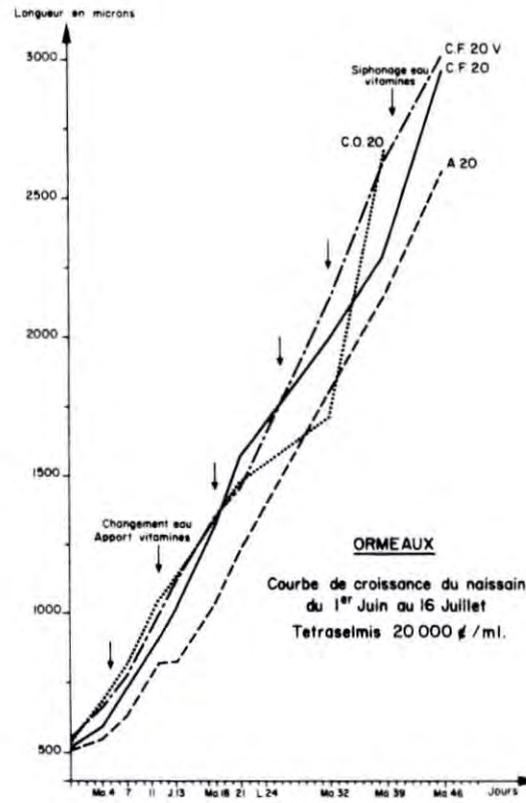
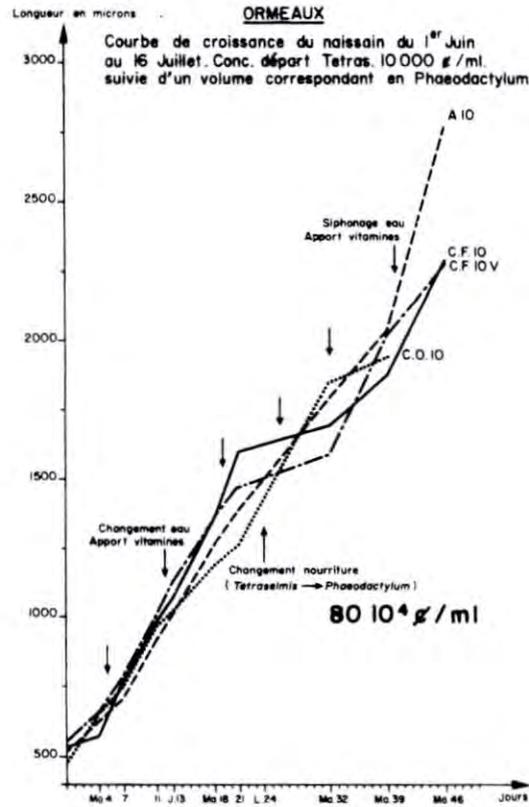


FIGURE 4 : Influence de la ration alimentaire avec changement de régime dans la période J13 - J59.

La figure 4 illustre l'action du régime alimentaire durant la séquence 2 mais aussi l'influence de ce régime sur les régimes précédents.

Si l'on considère la séquence 2 isolément, le régime à $8 \cdot 10^4$ \varnothing /ml de *Ph. tricorutum* freine très nettement la croissance dans les cas des circuits (C.O et C.F) mais par contre pour le volume le moins brassé (A 10) la croissance s'avère bien meilleure. Cette observation est confirmée dans le tableau 4 (séquence J34 - J59) avec un coefficient de croissance $b = 0,026$ bien supérieur aux valeurs des C.F.

Donc cet aspect positif de *Ph. tricorutum* sur la croissance après un régime T 10 est à retenir dans le cas des volumes stagnants.

Le taux de croissance obtenu avec les témoins ensemencés quotidiennement à T 20 a tendance à décroître par rapport à l'expérience précédente, mais reste élevé, toutefois l'effet circuit diminue sur cette portion de courbe, et le coefficient de croissance du circuit fermé T 20 prend une valeur inférieure à celui de C.F 20 V. Cela peut s'expliquer du fait que la concentration de $2 \cdot 10^4$ \varnothing /ml devient limitante pour des animaux entre 1,5 et 3 mm. L'apport vitaminique semble logiquement améliorer la croissance avec un taux de 3 % au lieu de 2,5 pour les cas précédents. Par contre le C.O T 20 rattrape le retard pris au début de cette séquence, avec un taux de croissance très bon de 3,1 % mais il manque les dernières mesures, les ormeaux se détachant des collecteurs pour gagner le fond.

Dans le cas d'apport mixte 10^4 \varnothing /ml (T 10) de *P. suecica* et $4 \cdot 10^4$ \varnothing /ml (P 40) de *Ph. tricorutum* les résultats sont bons mais les trois circuits ne peuvent être différenciés, les taux de croissance sont identiques et les écarts restent à peu près les mêmes, les C.F et C.O conservent leur avance.

On peut remarquer au niveau des élevages approvisionnés à $2 \cdot 10^4$ \varnothing /ml de *P. suecica* une diminution très nette du taux de croissance et ceci quels que soient les circuits. Les tailles atteignent 2,5 à 3 mm ; la phase critique où les jeunes passent au régime macrophyte se trouve très proche. Dans ce cas l'ajustement de la croissance à une fonction exponentielle est le cas limite, et par la suite pour la portion de courbe en régime macrophyte, l'ajustement à une fonction $L = a + bt$ est préférable (Publication ultérieure).

En considérant les taux de croissance calculés sur les séquences 1 et 2 (J13 - J59), on se rend compte de l'influence néfaste de *Ph. tricorutum* à l'exception du circuit en eau stagnante ce qui permet de penser que lorsqu'elle est disponible, cette algue présente quelque intérêt pour la croissance et l'aspect mécanique de la présentation des particules et dans ce cas plus important que l'aspect qualitatif.

Dans le cas du changement de régime de T 50 à T 10 + P 40 (figure 4), on s'aperçoit que la diminution de l'apport en algues vertes a redonné un coup de fouet aux élevages, l'excès de nourriture ayant eu tendance à freiner la croissance au début de la phase post-larvaire.

.../...

Essais de comparaison avec les données bibliographiques.

En dehors du Japon, rien n'a été fait jusqu'à présent sur la croissance post-larvaire des abalones mais il est très difficile d'effectuer une synthèse précise des travaux japonais pour les 60 premiers jours à partir d'algues produites artificiellement. Les périodes étudiées sont en général très courtes et sont effectuées sur des animaux dépassant les 2 mm (SHIBUI, 1972). L'auteur déplore le fait qu'au-dessous des 3 mm aucune étude détaillée n'existe dans la littérature. Toutefois des rapports abordent l'aspect qualitatif des algues apportées, mais les relations types de nourriture et croissance des post-larves ne sont pas traitées (tableau 7, d'après SHIBUI, 1972).

ESPECES	TYPE DE NOURRITURE	CARACTERISTIQUES				AUTEURS
		I	II	III	IV	
<i>H. discus hannai</i>	<i>Amphora</i> sp	0	0	∇	X	HIROSE (1964)
<i>H. discus hannai</i>	<i>Cocconeis</i> sp	0	0	X	X	KIKUCHI (1964)
<i>H. discus hannai</i>	<i>Melosira</i> sp	0	∇X	X	X	SAKAI (1962) etc...
<i>H. discus hannai</i>	<i>Navicula</i> sp	0	0∇X	0∇X	X	INO (1952)
<i>H. discus</i>						SAKAI (1962)
<i>H. sieboldii</i>						KIKUCHI (1963, 1964)
<i>H. gigantea</i>						SAGARA (1963) SHIBUI (1971 a et b)
<i>H. discus hannai</i>	<i>Nitzschia laevis</i>	0	0	0	0	SHIBUI (1971 a et b)
<i>H. rufescens</i>						
<i>H. discus</i>	<i>Chaetoceros calcitrans</i>	X	0	0	0	UMEBAYASHI (1961)
<i>H. sieboldii</i>						OHBA (1963) SAGARA (1963) UNO (1964)
<i>H. discus</i>	<i>Ciclotella nana</i>	X	0	0	0	UNO (1967) etc...
<i>H. sieboldii</i>						
<i>H. tuberculata</i>	<i>Nitzschia closterium</i> (<i>Ph. tricorutum</i>)	X	0	0	0	CROFTS(1937)
		X	0X	0	0	FLASSCH et coll. (1977)
<i>H. discus hannai</i>	<i>Tetraselmis maculata</i>	0∇	0	0∇	0	SHIRAIISHI (1964) IMAI (1967)
<i>H. discus</i>	<i>Chlorodendron</i>	0	∇X	0	0	OHBA (1972)
<i>H. discus</i>	Gametophytes of <i>Eisenia</i> etc...	0	0	X	X	UNO (1967)
<i>H. sieboldii</i>						
<i>H. tuberculata</i>	<i>Platymonas suecica</i> (<i>Tetraselmis</i>)	0∇	0	0	0	FLASSCH et coll. (1974) FLASSCH et coll. (1977)

- I Algue adhésive (0) ou non (X)
- II Taille acceptable (0) ou non (X)
- III Facile (0) ou non (X) en culture artificielle
- IV Isolée (0) ou non (X)
- ∇ Dégradation possible.

TABLEAU 7 : Inventaire des algues unicellulaires et leurs aptitudes pour l'élevage post-larvaire de jeunes ormeaux.

La seule expérience comparable, citée par SHIBUI, effectuée au laboratoire de Mohne situé dans la région de Kesenuma, porte sur 7 jours sur un nombre réduit de juvéniles (15 et 20) d'une taille départ moyenne de 2,31 à 3,20 mm. La température d'expérience est 18-20° (tableau 8).

<u>Espèces</u>	<u>C/ml</u>	<u>Croissance journalière en microns</u>
<i>Platymonas maculata</i> (<i>Tetrasetimis</i>) (10 - 18 μ)	25 50	37 42
<i>Platymonas suecica</i> (8 - 12 μ)	2	96 (C.F 20) 52 (C.F 20 V) 65 (A 20)

TABLEAU 8 : Comparaison des croissances journalières sur 7 jours d'expérience.

Les croissances sont supérieures avec *P. suecica* mais la conclusion sur la comparaison de résultats obtenus sur une si courte période n'est pas probante d'autant plus que, dans le cas de l'expérience citée par SHIBUI, ne sont pas consignées les conditions expérimentales (circuits utilisés, volumes).

CONCLUSION.

Il ressort de cette étude que pour une même technologie de base et des apports de nourriture identiques, le mode d'élevage influe directement sur la croissance post-larvaire et inversement que pour un type d'élevage donné des concentrations variables d'algues aboutissent à des résultats différents en fonction de l'âge des individus.

Ce travail a été effectué dans le but d'une utilisation ultérieure en vue d'une production de masse de juvéniles d'*Haliotis tuberculata* dans le contexte géographique d'un climat océanique tempéré.

Il est évident que dans le cadre d'un élevage intensif, compte tenu des contraintes de maintenance, il ne serait guère prudent de faire une extrapolation directe de ces résultats. En ce qui concerne l'élevage de l'ormeau, de la fixation jusqu'à 60 jours, le piège à éviter est la sursaturation en nourriture dont la qualité diminue avec le temps, ce qui a un effet néfaste au moment où les juvéniles atteignent 2 mm et inversement une pénurie de nourriture entre 1,5 et 2 mm.

Pour cela les doses de *P. suecica* distribuées dans les bacs d'élevage intensif de 300 litres, au moment de la phase larvaire, ont été encore diminuées à $5 \cdot 10^3$ μ /ml mais additionnées de $30 \cdot 10^3$ μ /ml de *Monochrysis lutheri* avec apport de sels sans traitement préalable des collecteurs. Un éclairage continu permet d'assurer une colonisation progressive de l'algue flagellée. Lorsque les post-larves sont âgées de 10 jours, la dose est augmentée à

.../...

$2 \cdot 10^4$ \varnothing /ml et répétée périodiquement de façon à ce qu'un équilibre soit maintenu entre la population fixée et le potentiel de nourriture disponible.

Cette méthode a permis, dans un cadre expérimental d'élevage en masse, d'obtenir des pourcentages de survie de 5 à 18 % à 7 mois, lors du passage en bacs de grossissement soit dans ce dernier cas des concentrations de 10 000 juvéniles/m² à 9,5 mm de moyenne.

BIBLIOGRAPHIE.

- CROFTS, D.R., 1938. V. The development of *Haliotis tuberculata*, with special reference to organogenesis during torsion. Phil. Trans. R. Soc., Ser. B, 228 (552) : 219-268.
- FLASSCH, J.P. et Y. KOIKE, 1974. Reproduction artificielle de l'ormeau *Haliotis tuberculata* L. : premiers résultats. Colloque sur l'Aquaculture. Actes de colloques, 1, CNEEXO Ed. : 61-67.
- L'HERROUX, M., J.P. FLASSCH et M. GIRIN, 1974. Dispositif pour concentrer et transporter les oeufs, larves et herbivores d'aquaculture. Colloque sur l'aquaculture. Actes de colloques, 1, CNEEXO Ed. : 69-76.
- PARKE, M. and P.S. DIXON, 1968. Check-list of British marine algae. Second revision. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 48 : 783-832.
- SHIBUI, T., 1972. On the normal development of the eggs of Japanese abalone, *Haliotis discus hannai* Ino, and ecological and physiological studies of its larvae and young. Bull. Iwate Pref. Fish. Exp. Stat., (2) : 1-69.
- SILVA, P.C., 1962. Classification of algae. Physiology and Biochemistry of Algae (LEWIN Ed.) Acad. Press. : 827-837.