

***Influence de la salinité,  
de la température et de la quantité  
de particules en suspension sur la  
croissance et la production d'œufs  
d'*Acartia clausi* en lagune Ébrié  
(Côte d'Ivoire)***

Lucien SAINT-JEAN (1) et Marc PAGANO (1)

RÉSUMÉ

Le taux de croissance en poids des stades copépodites 4 et 5, ainsi que la production journalière d'œufs, ont été évalués à partir d'observations expérimentales, menées dans cinq stations représentatives des principaux secteurs lagunaires.

Le taux de croissance varie de 0,26 à 0,89  $\mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$ , et les valeurs extrêmes de la production d'œufs observées sont de 0,3 et 120,5 œufs par femelle par jour (0,002 et 0,55  $\mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$ ). Les variations régionales sont importantes particulièrement en ce qui concerne la production d'œufs. De façon générale les zones dessalées de l'ouest ( $S < 5 \text{‰}$ ) présentent des valeurs plutôt faibles et les valeurs les plus fortes sont notées dans une baie à forte charge organique située dans la zone sous influence marine. Le taux de croissance des copépodites est toujours supérieur à la production d'œufs des femelles exprimée en  $\mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$ . L'influence de la salinité, de la température et de la concentration en particules est analysée.

MOTS-CLÉS : Croissance en poids — Fécondité — *Acartia clausi* — Lagunes côtières tropicales — Côte d'Ivoire — Afrique.

SUMMARY

INFLUENCE OF SALINITY, TEMPERATURE AND FOOD ON WEIGHT INCREMENT AND EGGS PRODUCTION  
OF *Acartia clausi* IN EBRIE LAGOON (IVORY COAST)

Growth rate during stages C 4 and 5 and daily eggs production have been evaluated from experimental data obtained in 5 stations representative of the main ecological conditions of the Ebrie lagoon.

Growth rates range from 0.26 to 0.89  $\mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  and eggs production from 0.3 to 120.5 eggs per female per day (0.002 to 0.55  $\mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ ).

Regional variability are important particularly for eggs production. In the western part of the lagoon where salinities does not go upper than 5 ‰ those values are rather low; the highest ones can be found in the estuarine zone at a station (Bietri) which is rich in particulate organic mater and where salinity reach higher values during most of the year.

Daily growth rates are always greater than daily eggs production expressed as  $\mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ .

How salinity, temperature and food affects growth and eggs production are analysed.

KEY WORDS : Weight increment — Fecundity — *Acartia clausi* — Tropical coastal lagoons — Ivory Coast — Africa.

(1) Centre de Recherches Océanographiques, B.P. V 18, Abidjan (Côte d'Ivoire).

La plupart des études sur la croissance et la production d'œufs chez les organismes planctoniques, en particulier chez les Copépodes, ont été réalisées en laboratoire sur des individus d'élevage soumis à des conditions plus ou moins représentatives des conditions naturelles. Plus rares sont les observations réalisées à partir de populations, d'un milieu et d'une nourriture naturels, qui permettent à certains égards de se rapprocher davantage de ces conditions.

Le présent travail repose sur des observations de ce type. Il concerne *Acartia clausi*, la principale espèce du mésozooplancton en lagune Ébrié, et a pour objet de fournir les données de base nécessaires au calcul de la production de ce Copépode.

## 1. MILIEU ET MÉTHODES

Les durées des stades copépodites 4 et 5 (Dc4 et Dc5) et les productions journalières d'œufs ont été déterminées dans différentes stations et époques, de manière à diversifier le plus possible les conditions écologiques.

Deux des stations, Mopoyem et Tiegba, se situent dans la partie ouest de la lagune, où la salinité reste toujours inférieure à 5 ‰, et les trois autres dans la zone estuarienne (fig. 1). Il s'agit de Biétri, où les salinités en surface vont de 1 à 30 ‰ environ, de Bingerville (0 à 16 ‰), et de Boulay (7 à 30 ‰). Biétri se caractérise en outre par des concentrations en particules très élevées (de 2 à 6,5 mg.C. l<sup>-1</sup>).

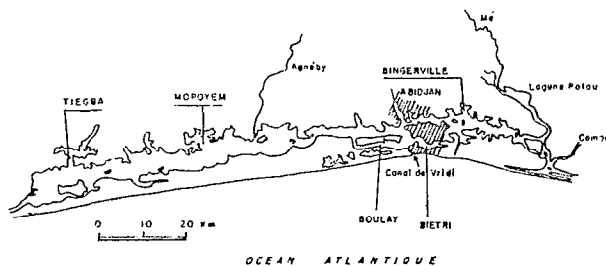


FIG. 1. — La lagune Ébrié et les stations étudiées

Deux types d'observations ont été réalisées : le premier, où la durée des stades et la production d'œufs sont déterminées simultanément (et se rapportent ainsi à la même population), et le second, où seule est déterminée la production d'œufs.

La durée des stades copépodites 4 et 5 est déterminée à partir d'individus mis en élevage, aussitôt après leur collecte, dans de l'eau de lagune filtrée à 60 µm (PAGANO et SAINT-JEAN, 1983).

La production journalière d'œufs est déterminée à partir de femelles (15 à 18) mises en élevage pour 24 heures aussitôt après leur collecte. Les récipients d'élevage sont, soit placés dans une enceinte thermostatée à la température du milieu (observations du type 1 ci-dessus), soit immergés à 1 mètre de profondeur sur le lieu de pêche (observations de type 2) (SAINT-JEAN et PAGANO, 1983).

Les facteurs contrôlés sont la température (T), la salinité (S), et la concentration en particules inférieures à 60 µm (Pi). La concentration particulaire est évaluée en chlor. a et phaeopigments (dosage au fluorimètre Turner selon la méthode de HOLMHANSEN *et al.*, 1965), et également en phosphore (Pp) (méthode MENZEL et CORWIN, 1965), en carbone (Cp) et en azote (Np) (analyseur CHN Hewlett Packard 180B), dans les observations de type 2 seulement.

La production journalière d'œufs est exprimée en nombre (NE) et en poids (PF). Exprimée en poids, elle représente l'essentiel de la production des femelles, et on a :

$$PF, \text{ en } \mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{j}^{-1} = \frac{NE \cdot F^{-1} \cdot j^{-1} \times \overline{WE}}{\overline{WF}}; \overline{WE} \text{ et } \overline{WF}$$

sont les poids moyens des œufs et des femelles, évalués selon des modalités décrites plus loin.

Trois expressions du taux de croissance ont été retenues, toutes impliquant une croissance exponentielle :

$$(a) \text{ un taux par stade : } g_s = \ln \frac{W_5}{W_4}, \text{ en } \mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot$$

stade<sup>-1</sup>, où W5 et W4 sont les poids des deux stades copépodites évalués selon les modalités mentionnées plus loin ;

$$(b) \text{ un taux journalier : } g = \frac{1}{D} \ln \frac{W_5}{W_4}, \text{ en } \mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot$$

jour<sup>-1</sup>, où D est la durée moyenne en jours des stades copépodites 4 et 5  $\left( D = \frac{Dc4 + Dc5}{2} \right)$ ;

$$(c) \text{ un taux relatif à une unité de temps égale à la durée en jours (De) du développement embryonnaire : } gDe = g \times De, \text{ en } \mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{De}^{-1}.$$

De est évalué connaissant la température, d'après la relation suivante établie expérimentalement entre 26,9 et 31 °C :  $1/De = 0,1493 T - 1,770$ ;  $r = 0,669$ , significatif à 99 %.

La durée d'un stade juvénile en unités De s'exprime par le rapport D/De entre la valeur D en jours observée pour une température donnée, et la durée (en jours) du développement embryonnaire correspondant à la même température, calculée d'après la relation ci-dessus.

TABLEAU I

Taux de croissance relatifs aux stades copépodites 4 et 5, et productions d'œufs, obtenus dans les différentes stations étudiées. Dans la rubrique « observations de type 1 » (voir texte p. 236), il s'agit des valeurs moyennes, et les 2 chiffres entre parenthèses dans la colonne g représentent le nombre des valeurs de Dc4 et de Dc5 obtenues lors de chaque observation. Dans la rubrique « Type 2 », il s'agit des valeurs moyennes et des valeurs extrêmes (indiquées entre parenthèses). (a) : taux de croissance relatif aux stades copépodites 3 et 4. ND : non déterminé

Station	Date	OBSERVATIONS DE TYPE 1			TYPE 2	
		g µg µg <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>	g DE µg µg <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>	Production d'œufs nbre F <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>	Production d'œufs µg µg <sup>-1</sup> j <sup>-1</sup>	Production d'œufs en $\frac{\text{nbre } F^{-1} j^{-1}}{\mu g \mu g^{-1} j^{-1}}$
BIETRI	10/80	0,63(26-35)	0,26	39,8	0,25	
-	-	0,48 <sup>(a)</sup> (18-12)	0,20	ND	ND	
-	12/81	0,89(15-14)	0,33	82,4	0,43	49,6(12 à 69,9)
-	02/83	0,74(12-18)	0,27	120,5	0,55	0,24(0,06 à 0,33)
-	05/83	0,68(17-21)	0,26	59,4	0,37	
-	06/83	0,69(18-23)	0,30	79,6	0,43	
BOULAY	05/81	0,40(16-6)	0,17	2,8	0,017	1,9(0,3 à 5,4)
-	06/83	0,53(17-24)	0,20	5,5	0,026	0,009(0,002 à 0,026)
BINGERVILLE <sup>(a)</sup>	03/83	0,65(14-20)	0,23	18,9	0,09	
-	05/83	0,70(20-18)	0,26	32,7	0,20	24,7(3,6 à 82,9)
-	06/83	0,50(17-18)	0,20	40,4	0,32	0,15(0,02 à 0,48)
MOPOYEM	02/81	0,48(18-18)	0,17	5,6	0,06	8,3(5,2 à 16,6)
-	08/81	0,26(8-20)	0,12	8,6	0,11	0,11(0,06 à 0,22)
TIEGBA	05/81	0,35(3-10)	0,13	7,7	0,11	11,6(4,5 à 19,9)
-	12/81	0,38(7-5)	0,14	13,7	0,19	0,14(0,04 à 0,25)

On supposera, puisque De dépend essentiellement de la température, que la variabilité liée à ce facteur est éliminée pour les grandeurs ainsi exprimées (gDe ; D/De). Une telle supposition, avancée de façon plus ou moins explicite par quelques auteurs (GRAS et SAINT-JEAN, 1969, 1978 ; UYE *et al.*, 1983), voire partiellement vérifiée dans les travaux de CORKETT et MC LAREN (1970), demande confirmation et analyse.

Les poids des stades copépodites et des femelles ont été calculés connaissant leur longueur céphalothoracique (L, en mm), à partir d'une relation entre cette longueur et le poids sec (W, en µg) établie pour du matériel formolé :  $W = 7,61 L^{2,951}$  (PAGANO et SAINT-JEAN, 1983). Les longueurs sont déterminées sur les individus vivants aussitôt après la mue pour les stades copépodites, et sur des échantillons plus grands récoltés au moment des observations pour les femelles. Le poids des femelles est en outre multiplié par un coefficient préétabli égal à 1,488, pour le corriger des pertes liées à la formolisation.

Le poids des œufs a été évalué d'après leur diamètre en utilisant le facteur de conversion proposé par MILLER *et al.* (1977), pour convertir le volume des nauplii en poids sec chez *A. tonsa*. Ce facteur est  $1,676 \times 10^2 \mu g$  par  $mm^3$ , et donne un poids moyen arrondi égal à 0,04 µg.

## 2. RÉSULTATS

Les taux de croissance journaliers observés se situent entre 0,26 et 0,89 µg.µg<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup>, avec, de façon générale, des valeurs plus faibles à Mopoyem et à Tiegba (0,26 à 0,46) (tabl. I). Les variations de la production d'œufs sont plus importantes, avec des valeurs généralement élevées à Biétri (jusqu'à 120,5 œufs par femelle par jour), moyennes dans l'ouest (de 4,5 à 19,9) et à Bingerville, et très faibles à Boulay (de 0,3 à 5,5) (tabl. I). Le trop petit nombre de valeurs obtenues et l'irrégularité de leur répartition dans le temps, ne permettent pas de définir de façon plus précise ou probante des différences régionales ou des variations saisonnières, en parti-

culier de la croissance. Par contre, en regroupant ces données, il devient possible d'analyser l'influence des facteurs contrôlés : température, salinité et concentration en particules.

### 2.1. Influence des facteurs température, salinité, et concentration en particules sur le taux de croissance journalier

Nous avons fait porter l'analyse respectivement sur le taux de croissance par stade et sur la durée moyenne des stades copépodites 4 et 5, dont le rapport donne le taux de croissance journalier ou par unité de temps  $De$ .

#### TAUX DE CROISSANCE PAR STADE

Le calcul des coefficients de corrélation entre les facteurs et  $gs$ , révèle une liaison significative à 99 % avec la salinité ( $r = 0,627$ ;  $n = 49$ ) et l'absence de liaison avec la température et la concentration en particules exprimée en pigments ( $r = 0,103$  et  $0,255$ ) — des résultats comparables sont observés en ce qui concerne les liaisons entre la longueur céphalothoracique et ces trois facteurs. Il semble en fait (fig. 2), et cela se manifeste avec plus de netteté

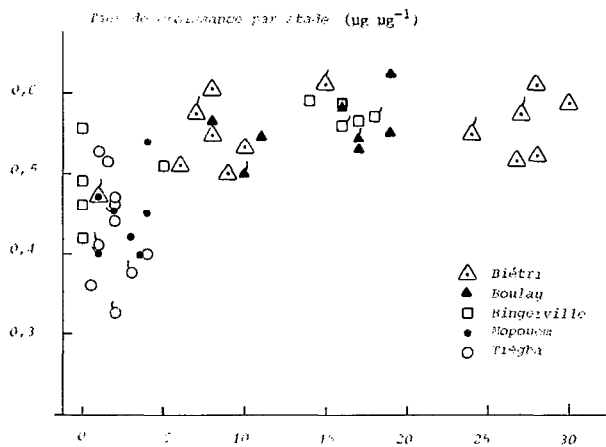


FIG. 2. — Variation du taux de croissance par stade ( $gs$ ) en fonction de la salinité dans les stations étudiées

lorsqu'on considère la taille des adultes et des copépodites 4 et 5 (fig. 3), que l'on ait deux groupes de points, l'un correspondant aux salinités inférieures à environ 5 ‰, et l'autre aux salinités supérieures à ce seuil. Au-dessus de 5 ‰, longueurs et taux sont significativement plus élevés (test  $t$ ),  $gs$  ayant pour valeur moyenne  $0,560 \mu g \cdot \mu g^{-1} \cdot \text{stade}^{-1}$  ( $0,452$  en

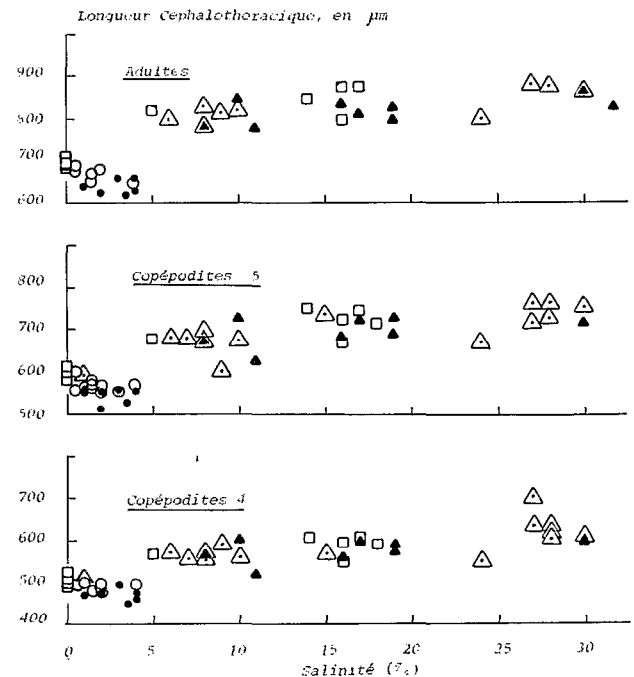


FIG. 3. — Variation de la longueur céphalothoracique ( $L$ ) en fonction de la salinité, chez les adultes et les stades copépodites 4 et 5 d'*Acartia clausi*

dessous de 5 ‰). L'examen de la figure 3 suggère en outre, bien que les tests ne soient pas ici significatifs, que les populations de Mopoum et de Tiegba sont de plus petite taille que les populations trouvées en zone estuarienne (à Bingerville et Biétri) durant les périodes de basses salinités. Il en serait de même en ce qui concerne le taux de croissance par stade, avec respectivement des valeurs moyennes de  $0,441$  et  $0,484$  pour ces deux groupes de populations. La différence, à confirmer, s'expliquerait par le fait que les populations de l'ouest sont soumises aux faibles salinités de façon permanente, alors que celles de la zone estuarienne ne le sont que de façon épisodique.

#### DURÉE MOYENNE DES STADES COPÉPODITES 4 ET 5 ( $D$ )

Un examen de la distribution des points représentant les valeurs  $1/D$  obtenues en fonction de chacun des trois facteurs considérés (fig. 4), montre que les points de Biétri se séparent assez nettement des autres dans les cas des facteurs température ( $T$ ) et concentration en pigments ( $Pi$ ). Ils se situent au-dessus dans le premier cas ( $4c$ ) et ils marquent

un infléchissement du nuage de points au-delà de 30-35  $\mu\text{g.l}^{-1}$  dans le second cas (4b). Cet infléchissement est également très net lorsque les durées des stades sont exprimés en unités *De*, ce qui, rappelons-le, a pour conséquence d'éliminer la variabilité liée à la température (fig. 5).

Les coefficients de corrélation calculés pour chacune des deux familles de points ainsi différenciées (concentrations inférieures à 35  $\mu\text{g.l}^{-1}$  et Biétri), et pour l'ensemble des valeurs, sont reportés dans le tableau II. L'influence de la température sur *D* exprimé en jours, se manifeste seulement en dessous du seuil de 35  $\mu\text{g}$  ( $r = 0,676$  pour  $n = 12$ ). L'influence de la concentration en pigments sur *D* exprimé en jours, n'est significative que lorsqu'on prend en compte la totalité des valeurs ( $r = 0,641$  pour  $n = 17$ ); lorsque la durée est exprimée en unités *De*, tous les coefficients sont significatifs. Dans les différents cas la salinité n'explique qu'un très faible pourcentage de variance.

Bien qu'imparfaits, ces résultats nous autorisent à conclure provisoirement que la salinité n'exerce pas d'influence notable sur la vitesse de développement. Celle-ci n'est influencée que par la température et la concentration en particules.

TABLEAU II

Coefficients de corrélation entre les valeurs *1/D* et *De/D* observées et les facteurs *Pi* (concentration en particules, ici exprimée en chl. *a*+phaeopigments), *T* (température) et *S* (salinité).  $n$  = nombre de couples; *ns* = non significatif à une probabilité de 95 %; \* significatif à 95 %; \*\* significatif à 98 %; \*\*\* significatif à 99 %

Liaison entre	Pour $P_i < 35 \mu\text{g.l}^{-1}$ ( $n = 12$ )	Biétri ( $n = 6$ )	Ensemble ( $n = 17$ )
<i>1/D</i> et $P_i$	0,516 ns	0,576 ns	0,641***
<i>T</i>	0,676**	0,232 ns	0,438 ns
<i>S</i>	0,196 ns	0,330 ns	0,432 ns
<i>De/D</i> et $P_i$	0,698**	0,835*	0,800***
<i>T</i>	0,411 ns	0,341 ns	0,143 ns
<i>S</i>	0,114 ns	0,140 ns	0,361 ns

Pour *D* exprimé en jours, la prise en considération des facteurs *T* et *Pi* dans un modèle de régression multilinéaire, entraîne un gain de variance hautement significatif ( $F = 20,1$  pour 9 *ddl*) en dessous du seuil, et donne l'expression :

$$(1) 1/D = 0,0182 P_i + 0,121 T - 2,855.$$

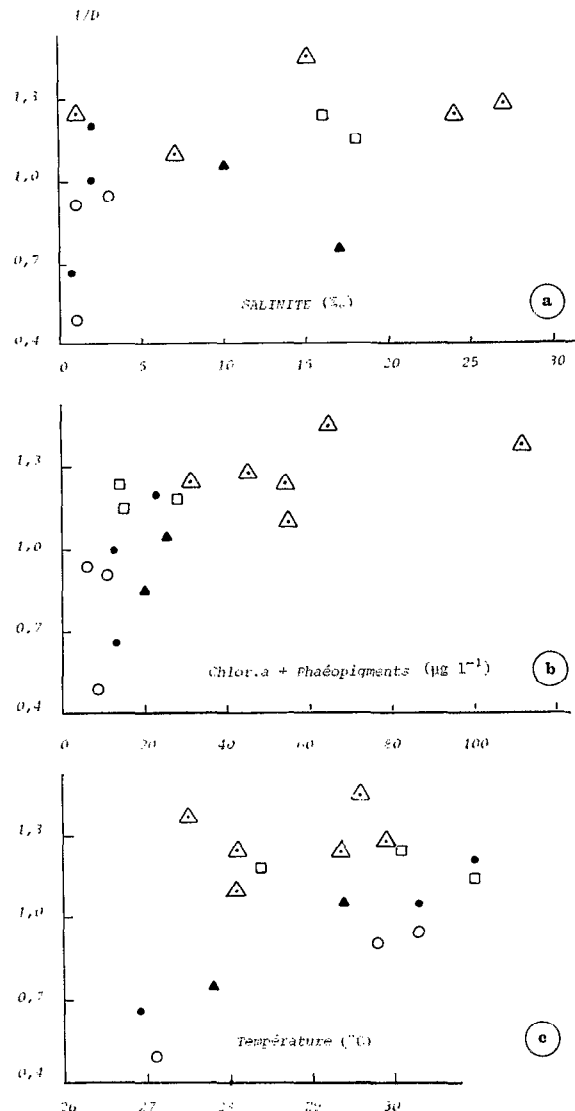


FIG. 4. — Distribution des valeurs *1/D* observées en fonction de la salinité (a), de la concentration en particules (b) et de la température (c). Mêmes symboles que dans la figure 2

Au-dessus du seuil, l'équation obtenue est :

$$(2) 1/D = 0,0041 P_i + 0,091 T - 1,594,$$

mais le gain de variance n'est pas significatif ( $F = 3,99$  pour 3 *ddl*).

Dans l'échelle de temps *De*, où *Pi* explique de loin le pourcentage le plus élevé de variance en dessous et au-dessus du seuil, la distribution des points suggère une relation curviligne (fig. 5). Nous avons adopté le modèle de Michaelis Menten couramment utilisé dans les processus biologiques comportant des phénomènes de seuil. L'équation, obtenue par itération, est :

$$(3) De/D = \frac{0,6 Pi}{9 + Pi}$$

et donne un ajustement satisfaisant.

#### ESSAI DE MODÉLISATION DU TAUX DE CROISSANCE JOURNALIER

Partant des valeurs théoriques de  $g_s$  retenues pour les différentes salinités et stations, et des équations ci-dessus, nous proposerons les deux modèles suivants pour exprimer les variations du taux de croissance journalier en fonction des facteurs contrôlés. Le premier est :

$$(4) g = g_s \times \frac{1}{D}$$

$1/D$  étant exprimé par l'équation (1) en dessous de  $35 \mu\text{g.l}^{-1}$  et par l'équation (2) au-dessus. Cette dernière équation a été employée bien que n'étant pas significative (voir plus haut).

Le second modèle est :

$$(5) g = g_s \times \frac{0,6 Pi}{9 + Pi} \times \frac{1}{De}$$

où  $1/De = 0,1493 T - 1,770$ .

Les valeurs de  $g_s$  applicables dans les deux cas sont : 0,560 pour les salinités supérieures à 5 ‰ ; 0,484 pour  $S < 5 \text{ ‰}$  à Biétri et Bingerville ; 0,441 à Mopoyem et Tiegba.

Les valeurs de  $g$  ont été calculées d'après ces deux modèles pour les salinités, les concentrations, et les températures relatives aux différentes observations. Le test  $t$  portant sur la comparaison à une valeur 1 des pentes des droites d'ajustement aux couples ( $g$  observé ;  $g$  théorique) est hautement significatif dans les deux cas (fig. 6).

#### 2.2. Influence des facteurs température, salinité, et concentration en particules sur la production d'œufs

Le calcul des coefficients de corrélation relatifs aux trois facteurs considérés (tabl. III) fait apparaître deux éléments essentiels : d'une part l'absence de liaison avec la température, et d'autre part la prépondérance du facteur concentration en particules, qui est le seul à être corrélé avec la production d'œufs exprimée en poids (PF). Les liaisons avec la salinité et la longueur céphalothoracique des femelles ne sont significatives que pour la production en nombre. Il est par ailleurs probable que la salinité n'exerce pas d'influence directe sur la ponte. Cette influence s'exercerait par le biais de la relation salinité-longueur déjà signalée (fig. 3).

En ce qui concerne l'influence de la concentration en particules, la meilleure relation est obtenue avec

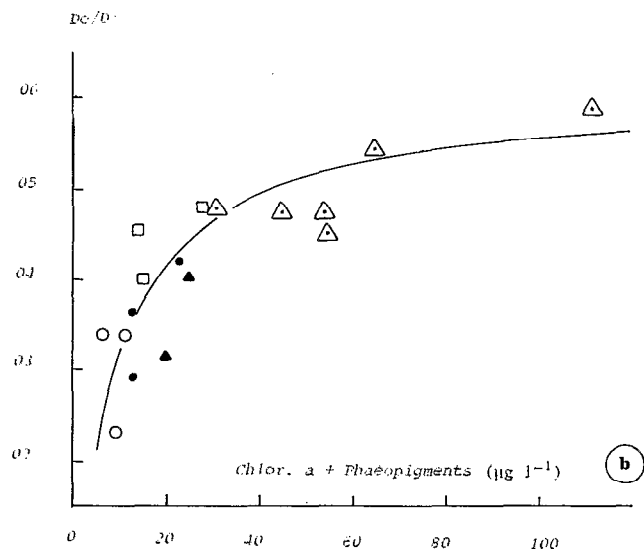


FIG. 5. — Distribution des valeurs  $De/D$  observées en fonction de la concentration en pigments. Mêmes symboles que dans la figure 2. En trait plein, la courbe de Michaelis Menten ajustée à l'œil

le phosphore qui, pour cette raison, a été retenu à titre d'illustration (fig. 7). La distribution des points (Pp ; PF) suggère l'existence d'une concentration « seuil » au-delà de laquelle la liaison avec ce facteur tend à disparaître. Cela est particulièrement visible après transformation logarithmique des taux, le plateau qu'on observe alors ne pouvant être attribué, tant il est net, à la seule transformation (fig. 7b). Celle-ci permet de situer les seuils vers  $35 \mu\text{g.l}^{-1}$  pour les pigments, comme dans la relation  $De/D = f(Pi)$  de la figure 5, et vers  $30-40 \mu\text{g.l}^{-1}$  pour le phosphore. Les seuils en  $C_p$  et  $N_p$  sont mentionnés dans le tableau IV.

#### 3. DISCUSSION, CONCLUSIONS

Il est intéressant de comparer le taux de croissance ( $g$ ) et la production d'œufs exprimée en poids (PF), qui représentent respectivement le taux de production individuel de jeunes et d'adultes d'une même espèce. Les premiers sont systématiquement supérieurs aux seconds (tabl. I, fig. 8), les rapports  $g/PF$  étant très élevés à Boulay et voisins de 2 dans de nombreux cas.  $g$  et PF sont corrélés au seuil de risque de 1 % ( $r = 0,691$  pour  $n = 14$ ), et la droite d'ajustement (axe majeur réduit) a pour équation :  $g = 1,048 PF + 0,325$ .

Selon cette expression, le rapport  $g/PF$  tendrait vers la valeur limite 1,048 lorsque PF augmente. Cette limite est approchée pour des valeurs de PF (et de  $g$ ) très élevées, supérieures à  $1 \mu\text{g} \cdot \mu\text{g}^{-1} \cdot \text{j}^{-1}$ , de sorte que l'égalité  $g = PF$  est hautement improbable.

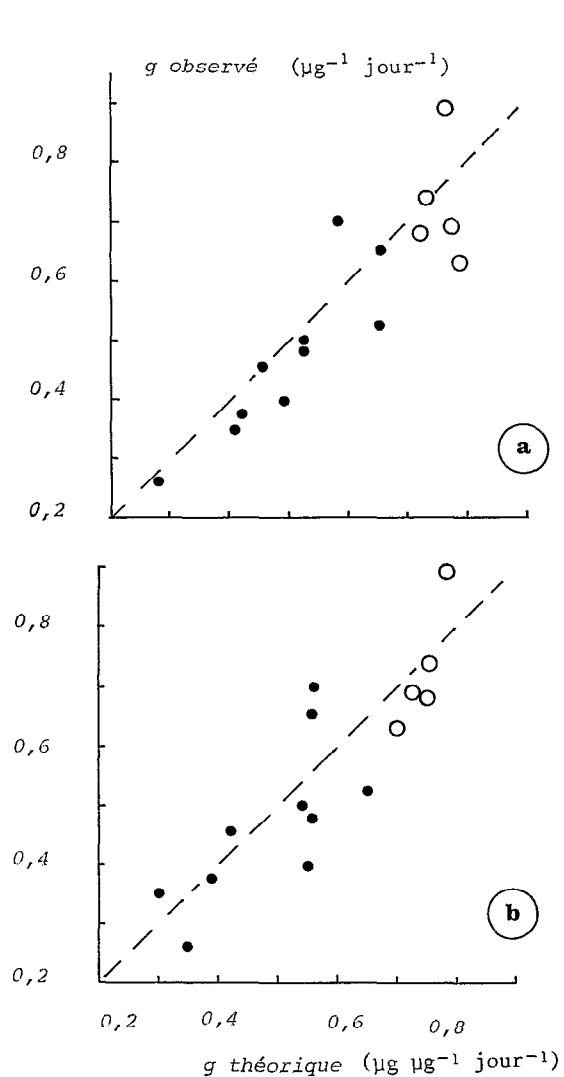


FIG. 6. — Distribution des points ( $g$  théorique;  $g$  observé) pour les deux modèles adoptés (voir texte). Les droites en tirets représentent le cas d'égalité entre  $g$  observé et  $g$  théorique. (a) modèle utilisant la régression multilinéaire :  $1/D = f(P_i, T)$ ; (b) modèle utilisant la courbe de Michaelis Menten :  $De/D = f(P_i)$

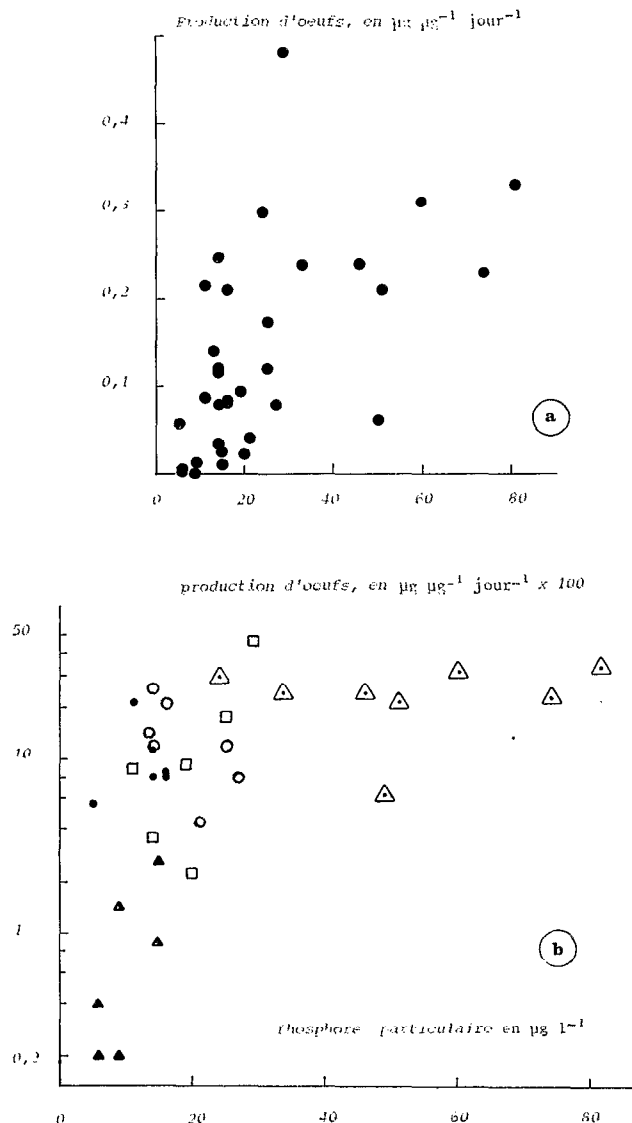


FIG. 7. — Variation de la production d'œufs des femelles exprimée en poids (PF) en fonction de la concentration en phosphore particulaire, avant (a) et après (b) transformation logarithmique des valeurs de production

TABEAU III

Coefficients de corrélation entre la production d'œufs et différents facteurs. Pp : concentration en particules exprimée en phosphore ; L : longueur céphalothoracique des femelles. Pour les autres symboles, voir le tableau II

	Pi	Pp	T	S	L
Nombre d'œufs par F par jour	0,573*** (n = 33)	0,660*** -	0,150ns -	0,478*** -	0,507 *** -
Poids d'œufs (en µg) par µg par jour	0,504*** (n = 33)	0,575*** -	0,190ns -	0,184 ns -	0,190ns -

TABLEAU IV

Exemples de concentrations seuils au-delà desquelles la liaison entre la concentration de nourriture et  $g$  ou  $PF$  tend à disparaître. (a) : d'après la figure 18 ; il ne s'agit pas d'une valeur seuil, mais de la valeur maximale dans la relation linéaire observée par l'auteur entre la concentration et la production d'œufs

Référence	Espèce	Concentrations seuil approximatives pour : $g$ ou $PF$	Milieu et source de nourriture	
Présent travail	<i>A. clausi</i>	$35 \mu\text{g chl.} + \text{phaeop. l}^{-1}$	$g$ et $PF$	
		$3000 \mu\text{g C l}^{-1}$		
		$350 \mu\text{g N l}^{-1}$ $35 \mu\text{g P l}^{-1}$	$PF$	
LANDRY (1978)	<i>A. clausi</i>	$25 \mu\text{g chl. a l}^{-1(a)}$	$PF$	eau et nourriture naturelle.
CHECKLEY (1980)	<i>Paracalanus</i>	$7,4 \mu\text{g N l}^{-1}$	$PF$	<i>Thalassiosira</i>
VIDAL (1980)	<i>Calanus pacificus</i>	$100-200 \mu\text{g C l}^{-1}$	$g$	"
	<i>Pseudocalanus sp</i>	$50-200 \mu\text{g C l}^{-1}$	$g$	
UYE (1981)	<i>A. clausi</i>	$1 \mu\text{g chl. a l}^{-1}$	$PF$	<i>Thalassiosira</i>
	<i>A. steueri</i>	$1,5 \mu\text{g chl. a l}^{-1}$		+ <i>Dunaliella</i>

Sur ce point nos résultats sont donc en contradiction avec ceux de LANDRY (1978), qui observe des productions d'œufs égales ou supérieures aux taux de croissance, ainsi qu'avec les conclusions de SEKIGUCHI *et al.* (1980) qui admettent l'égalité des deux.

Des différences notables semblent exister entre croissance en poids et ponte, en ce qui concerne le degré d'influence des différents facteurs. C'est ainsi que l'on peut constater que l'amplitude des variations de la production d'œufs est beaucoup plus forte : de 1 à 25, contre 1 à 4 pour la croissance. D'autre part, en première analyse, la croissance semble être plus ou moins soumise à l'influence des trois facteurs considérés, et en particulier de la température, alors que la ponte ne semble dépendre que du facteur nourriture, qui cependant n'explique qu'un pourcentage de variance relativement modeste (33 %). Outre les incertitudes d'ordre expérimental, ce pourcentage pourrait être lié à la description trop imprécise du facteur nourriture, le spectre de taille des particules considéré (0,3 à 60  $\mu\text{m}$ ) dépassant largement les tailles optimales de sélection définies par NIVAL et NIVAL (1976) pour *A. clausi* (4 et 12  $\mu\text{m}$ , selon les stades, pour les plus petites). Par ailleurs la production d'œufs dépendrait en partie des conditions de nutrition du (ou des) jour précédent, ce que suggèrent des études antérieures sur les rythmes de ponte et de nutrition (SAINT-JEAN et PAGANO, 1983 ;

PAGANO et SAINT-JEAN, *sous presse*). Quoi qu'il en soit, le fait que la production d'œufs soit essentiellement fonction du facteur nourriture, renforce l'idée émise notamment par PARRISH et WILSON (1978), selon laquelle la fécondité est un bon indicateur de la qualité nutritive d'un milieu.

La relation entre la concentration de nourriture et la durée de développement ou la production d'œufs correspond à la forme curviligne habituellement observée ou admise, avec notamment une concentration « seuil » au-delà de laquelle la liaison tend à disparaître (CHECKLEY, 1980 ; VIDAL, 1980 ; UYE, 1981). Une relation similaire a également été obtenue à partir de cultures d'algues (*Tetraselmis*) en ce qui concerne la production d'œufs (données non publiées).

Dans le cas présent, la concentration seuil est très élevée ( $35 \mu\text{g.l}^{-1}$  de chlor. *a* et de phaeopigments, et  $40 \mu\text{g.l}^{-1}$  dans le travail cité ci-dessus), supérieure à la plupart des valeurs signalées dans la littérature pour des Copépodes marins (tabl. IV). Corrélativement, les concentrations pour lesquelles la liaison est forte, c'est-à-dire en dessous de ce seuil, sont elles-mêmes particulièrement élevées, et seules les valeurs mentionnées par LANDRY à propos d'une forme lagunaire d'*A. clausi* s'en rapprochent (voir tabl. IV). Il y a ainsi une sorte de décalage vers les fortes concentrations, de la relation sous sa forme habituelle.

Bien que la prise en compte de particules qui dépassent sans doute largement les dimensions du



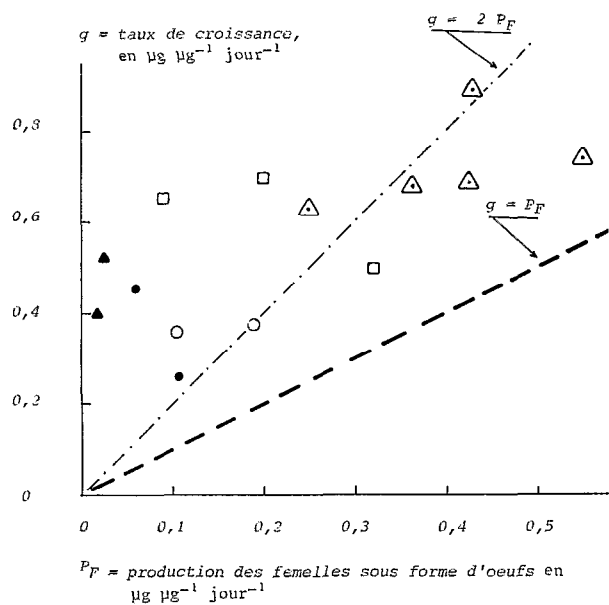


FIG. 8. — Couples de points (taux de croissance; production d'œufs) obtenus dans les 5 stations étudiées (données du tableau I)

matériel consommable par *Acartia* surévalue l'abondance de ce matériel, il est probable que ce phénomène de décalage est réel et témoigne d'une adaptation de l'espèce aux concentrations élevées qui caractérisent son milieu.

L'influence de la salinité s'exerce principalement sur la taille et sur  $g_s$ , qui tous deux diminuent très sensiblement au-dessous d'un seuil de 5 ‰. A notre connaissance, aucun exemple comparable n'existe dans la littérature, sinon une évolution inverse (augmentation de la taille lorsque la salinité diminue)

observée chez le Copépode d'eau saumâtre *Sulcanus conflictus* (RIPPINGALE et HODGKIN, 1977). S'il est possible d'admettre un isolement génétique pour les populations de petite taille de l'ouest, ce phénomène est à rejeter dans la zone estuarienne, soumise à un fréquent renouvellement. Dans cette zone, la baisse de salinité consécutive aux pluies et aux crues qui débutent en mai-juin, entraînerait directement une diminution du taux de croissance par stade et par suite de la taille. Des études complémentaires sur la distribution de fréquence des tailles et sur la respiration, devraient permettre de préciser cette question.

Quoi qu'il en soit, à en juger d'après ces premières données, la baisse de la salinité entraînerait une évolution dégressive des potentialités de l'espèce. Les populations des zones dessalées de l'ouest semblent en effet présenter des caractéristiques assez stables, avec les poids individuels, les taux de croissance, et les productions d'œufs les plus faibles, exception faite de Boulay en ce qui concerne la production d'œufs.

Sur un plan général, les présents résultats confirment la valeur de la méthodologie appliquée, à savoir la réalisation d'observations sur des individus, un milieu, et une nourriture naturels. Des résultats plus significatifs devraient pouvoir être obtenus en multipliant les observations de ce type à la condition d'améliorer le contrôle des facteurs, et notamment de la nourriture: prise en considération d'une gamme de taille de particules davantage en rapport avec le matériel ingéré, identification de ces particules, estimation des concentrations avant et pendant les observations.

*Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'ORSTOM le 6 septembre 1984*

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHECKLEY (D. M. J.), 1980. — The egg production of a marine planktonic copepod in relation to its food supply : laboratory studies. *Limnol. Oceanogr.*, 25 : 430-446.
- CORKETT (C. J.), Mc LAREN (I. A.), 1970. — Relationships between development rates of eggs and older stages of copepods. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 50 : 161-168.
- GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1969. — Biologie des crustacés du lac Tchad. I. Durées de développement embryonnaire et post-embryonnaire : premiers résultats. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrobiol.*, 3 : 43-60.
- GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1978. — Taux de natalité et relations entre les paramètres d'accroissement et d'abondance dans une population à structure d'âge stable : cas d'une population de Cladocères à reproduction par parthénogenèse. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrobiol.*, 12 : 19-63.
- HOLM-HANSEN (O.), LORENZEN (C. T.), HOLMES (R. W.), STRICKLAND (J. D. H.), 1965. — Fluorimetric determination of chlorophyll. *J. Cons. perm. int. Explor. Mer*, 30 : 3-15.
- LANDRY (M. R.), 1978. — Population dynamics and production of a planktonic marine Copepod, *Acartia clausi*, in a small temperate lagoon on San Juan Island, Washington. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 63 : 77-119.
- MENZEL (D. W.), CORWIN (J.), 1965. — The measurement of total phosphorus in seawater based on the liberation of organically bound fractions by persulfate oxidation. *Limnol. Oceanogr.*, 10 : 280-282.
- MILLER (C. B.), JOHNSON (J. K.), HEINLE (D. R.), 1977. — Growth rules in the marine genus *Acartia*. *Limnol. Oceanogr.*, 22 : 326-335.
- NIVAL (P.), NIVAL (S.), 1976. — Particle retention efficiencies of an herbivorous Copepod, *Acartia clausi* (adult and copepodite stages) : effects on grazing. *Limnol. Oceanogr.*, 21 : 24-38.
- PAGANO (M.), SAINT-JEAN (L.), 1983. — Croissance en poids d'*Acartia clausi* en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 16 : 151-163.
- PAGANO (M.), SAINT-JEAN (L.). — Premières données sur la nutrition d'*Acartia clausi* en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire), obtenues par des mesures de la fluorescence de broyats d'animaux. *Hydrobiologia, sous presse*.
- PARRISH (K. K.), WILSON (D. F.), 1978. — Fecundity studies on *Acartia tonsa* (Copepoda : Calanoida) in standardized culture. *Mar. Biol.*, 46 : 65-81.
- RIPPINGALE (R. J.), HODGKIN (E. P.), 1977. — Food availability and salinity tolerance in a Brackish water copepod. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 28 : 1-7.
- SAINTE-JEAN (L.), PAGANO (M.), 1983. — Rythme journalier de ponte chez *Acartia clausi* en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. trop.*, 16 : 145-150.
- SEKIGUCHI (H.), Mc LAREN (I. A.), CORKETT (C. J.), 1980. — Relationship between growth rate and egg production in the Copepod *Acartia clausi hudsonica*. *Mar. Biol.*, 58 : 133-138.
- UYE (S. I.), 1981. — Fecundity studies of neritic calanoid Copepods *Acartia clausi* Giesbrecht and *A. steueri* Smirnov : a simple empirical model of daily egg production. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, 50 : 255-271.
- UYE (S. I.), IWAI (Y.), KASAHARA (S.), 1983. — Growth and production in the inshore marine Copepod *Pseudodiaptomus marinus* in the Central part of the Inland Sea of Japan. *Mar. Biol.*, 73 : 91-98.
- VIDAL (J.), 1980. — Physioecology of zooplankton. I. Effects of phytoplankton concentration, temperature, and body size on the growth rate of *Calanus pacificus* and *Pseudocalanus* sp.. *Mar. Biol.*, 56 : 111-134.