

Rythme journalier de ponte chez *Acartia clausi* en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire)

Lucien SAINT-JEAN et Marc PAGANO (1)

RÉSUMÉ

Un rythme journalier de ponte est mis en évidence chez *Acartia clausi*. Les productions d'œufs sont maximales entre 22 et 8 heures (63 à 78 % de la production journalière) et minimales entre 14 et 20 heures (2 à 8 %). L'incidence d'un tel rythme sur les modalités d'échantillonnage pour l'étude de la structure et de la production des populations naturelles, est brièvement discutée.

MOTS-CLÉS : Zooplancton — *Acartia clausi* — Rythme de ponte — Afrique — Côte d'Ivoire.

SUMMARY

DAILY RATE OF EGGS PRODUCTION FOR *Acartia clausi* IN THE EBRIE LAGOON (IVORY COAST)

A daily variation of eggs production is observed for *Acartia clausi*. Productions are high between 22 and 8 hours (63 to 78 % of the daily production) and low between 14 and 20 hours (2 to 8 %). Such a rhythm has consequences on sampling program for structure and production studies. They are briefly discussed.

KEY WORDS : Zooplankton — *Acartia clausi* — Egg production — Africa — Ivory coast.

L'intérêt principal des études de fécondité chez les Copépodes réside dans le fait que la production d'œufs est à la base du recrutement des populations en même temps qu'elle constitue l'essentiel de la production des adultes. Par ailleurs la fécondité peut être considérée comme un bon indicateur de la qualité de l'environnement. C'est ainsi que les influences de la température et de la nourriture sont bien établies chez ces organismes (GAUDY, 1971 ; DAGG, 1977 et 1978 ; LANDRY, 1978 ; PARRISH et WILSON, 1978 ; GOPHEN, 1978 ; CHECKLEY, 1980 ; SEKIGUCHI *et al.*, 1980 ; UYE, 1981...).

Bien que l'existence possible d'un rythme journalier de ponte chez les organismes planctoniques

ait déjà été soulignée (EDMONDSON, 1968), le cas le plus fréquemment rencontré chez les Copépodes semble être celui de pontes continues et régulièrement réparties. Cela apparaît indirectement à travers un certain nombre d'études sur le développement embryonnaire (TAUBE et NAUWERCK, 1967 ; BURGIS, 1970 ; MUNRO, 1974 ; GREEN, 1976 ; GRAS et SAINT-JEAN, 1976), et a été observé chez *Acartia* par DAGG (1977), PARRISH et WILSON (1978), et UYE (1981). A notre connaissance le seul exemple de rythme journalier de ponte signalé jusqu'ici est celui de *Mesocyclops leuckarti* dans le lac Kinneret (GOPHEN, 1978).

L'existence d'un tel rythme a été mise en évidence

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

chez *Acartia clausi*, dans le cadre d'une étude plus générale sur la production et le métabolisme du zooplancton en lagune Ébrié.

1. MÉTHODES

L'étude porte sur les populations de 5 stations (fig. 1). Deux de ces stations, Tiegba et Mopoyem,

se situent dans la partie ouest de la lagune, où les salinités sont comprises entre 1 et 5 ‰. Les trois autres Biétri, Boulay et Bingerville, se répartissent dans la partie centre-est, où l'on trouve des salinités très variables dans l'espace et dans le temps ($0 < S < 35 ‰$). Le zooplancton est récolté avec un filet WP2 (200 μm de vide de maille) traîné horizontalement à mi-profondeur.

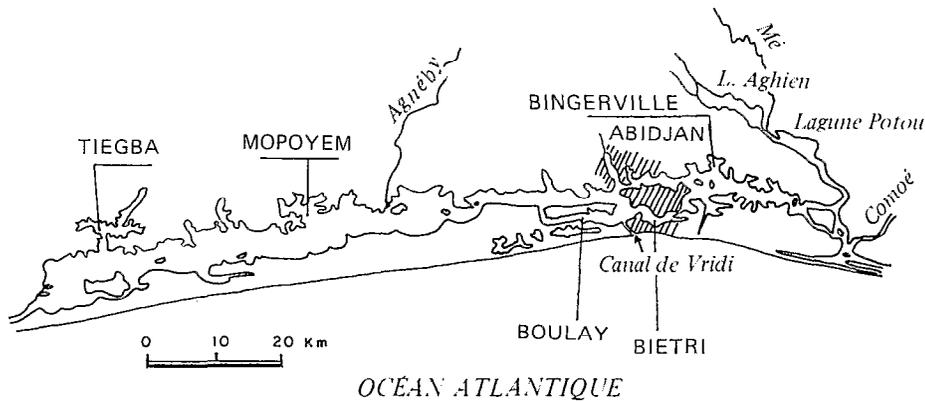


FIG. 1. -- Lagune Ébrié et stations étudiées. Superficie : 560 km² ; profondeur moyenne : 4,8 m
The Ébrié Lagoon and the stations studied. 560 km² area ; 4.8 m mean depth

Acartia clausi émettant des œufs libres, la production journalière est évaluée par comptage sur des femelles mises en élevage aussitôt après leur collecte. Les femelles sont groupées par lots de 6-8 dans des petits cristallisoirs contenant environ 30 ml de milieu d'élevage. Il s'agit d'eau de lagune tamisée sur tissus filtrant de 60 μm de vide de maille. Deux types d'évaluations ont été faites, les unes en laboratoire et les autres *in situ*. Au laboratoire les cristallisoirs sont placés dans une enceinte thermostatée à la température du milieu. Les œufs sont récoltés approximativement toutes les deux heures. *In situ*, les récipients sont fermés, fixés dans une cage, et immergés à 1 m de profondeur. Les œufs sont récoltés à des heures variables 3 à 4 fois par jour. Dans tous les cas les femelles ne sont pas conservées plus de 24 heures dans ces conditions.

Le milieu d'élevage est prélevé et changé deux fois par jour dans les observations au laboratoire, et à l'occasion de chaque contrôle dans les obser-

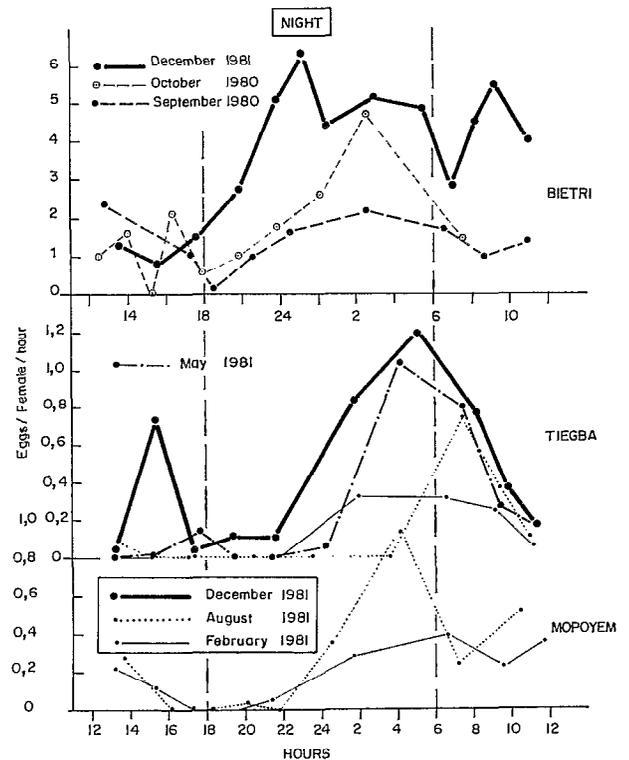


FIG. 2. — Productions horaires d'œufs au cours de différentes séries d'observations réalisées en laboratoire à Biétri, Mopoyem et Tiegba

Hourly eggs production in distinct laboratory observations leads at Biétri, Mopoyem and Tiegba

vations *in situ*. Les organismes sont maintenus à l'obscurité, sauf pendant les contrôles, dans les observations au laboratoire; ils sont soumis au rythme nyctéméral d'éclairement dans les observations *in situ*.

2. RÉSULTATS

Les résultats obtenus en laboratoire sont illustrés

dans la figure 2 et ceux des observations *in situ* sont résumés dans le tableau 1.

Observations en laboratoire

Malgré l'existence de variations d'origines diverses (représentativité des lots de femelles, variabilité spatiotemporelle), il apparaît que les pontes se distribuent selon une courbe unimodale, au cours d'un cycle de 24 heures (fig. 2). De façon très générale,

TABLEAU I

Production journalière d'œufs et répartition des pontes dans 5 stations de la lagune Ébrié. Les 4 intervalles d'heures considérés sont approximatifs; les intervalles réels sont mentionnés entre parenthèses lorsqu'ils en diffèrent trop

Daily egg production and distribution in time of the eggs laid for 5 stations of the Ebric Lagoon. The 4 time intervals considered are approximative; the true intervals are mentioned in parentheses when differing too much from the preceding ones

Stations	Period	Number of females	Eggs/female/day	% of the daily egg production			
				17-22h.	22-6h.	6-13h.	12-17h.
BOULAY	06/81	20	0.3	20 (15-18)	60 (20-6)	20 (6-15)	
	07/	16	0.4	17 (13-22)	83	0 (6-13)	
	10/	21	1.7	0	70	30	0
	11/	14	5.4	24	56	19	1
	01/82	10	0.8	13	63	25	0
	05/	20	2.4	2	54	32	12
BIETRI	03/81	23	69.5	19 (16-21)	54 (21-8)	27 (8-16)	
	06/	15	40.2	28	42	17	13
	07/	10	59.5	14	54	16	13
	10/	18	39.8	11	69	17	2
	11/	14	12.0	9	48	21	21
	01/82	18	47.4	31	40	16	13
	03/	16	69.9	25	38	9	27
05/	18	58.6	26	48	18	8	
BINGERVILLE	06/81	20	9.5	4 (19-22)	80	16 (7-18)	
	07/	12	3.6	11 (13-22)	61	27 (6-13)	
	11/	21	9.0	2 (15-22)	69	29 (6-15)	
	01/82	22	5.1	10	53	14	23
	03/	23	38.2	24	59	8	8
	05/	25	82.9	17 (13-22)	53	17 (6-10)	13 (10-14)
MOPOYEM	06/81	21	8.3	1	45	52	2
	07/	10	6.1	0	75	18	7
	10/	13	6.6	1	74	24	0
	01/82	25	6.9	3	58	39	1
	03/	20	5.2	0	34	60	6
	05/	22	16.6	2	56	31	9
TIEGRA	03/81	23	12.8	2 (18-21)	73 (21-9)	25 (9-18)	
	06/	18	13.8	13	64	20	4
	07/	11	12.1		45 (20-6)	53 (6-13)	2 (13-20)
	10/	21	4.5	5	65	29	1
	01/82	21	11.4	3	62	30	4
	03/	13	6.7	0	38	58	4
05/	23	19.9	8	55	23	16	

la plupart des œufs (75 à 90 %) sont pondus entre 20 heures et 10 heures. Les maximums sont observés entre 22 heures et 8 heures (63 à 78 % des œufs pondus pendant 42 % du cycle journalier), et les minimums entre 14 et 20 heures (2 à 8 % des pontes ; 25 % du temps). Il ne semble pas y avoir de véritable arrêt des pontes à un moment quelconque du cycle ; il est donc préférable de parler de ralentissement de l'activité.

Des différences semblent se manifester entre stations : rythme plus marqué dans les deux stations de l'ouest (Mopoyem et Tiegba), avec ralentissement prolongé et reprise plus tardive des pontes. Ces différences sont mieux illustrées dans les histogrammes de la figure 3. Ceux-ci correspondent à la moyenne des productions horaires des différentes séries d'observations dans chaque station. Celles-ci sont calculées pour des intervalles de temps de deux heures et exprimées en pourcentage de la production journalière.

Observations in situ

Les intervalles de temps délimités par les contrôles effectués *in situ* ne s'harmonisent pas toujours très bien avec le rythme de ponte, tel qu'il se dégage des données ci-dessus. Les intervalles mentionnés dans le tableau 1 sont approximatifs, mais ils correspondent en gros à la majeure partie des contrôles réellement effectués. Les 2 contrôles les plus importants en égard au rythme de ponte, ceux de 22 heures et de 6 heures, ont été faits régulièrement.

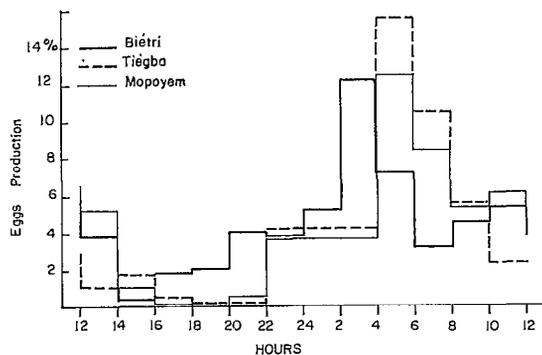


FIG. 3. — Productions horaires moyennes d'œufs exprimées en pourcent de la production journalière et calculées pour des intervalles de 2 heures, dans les 3 stations de la figure 2. Voir texte

Mean hourly eggs productions expressed as percent of the daily production, calculated for two hours intervals in the three stations considered in figure 2. See text for full explanation

Ces nouvelles données permettent de confirmer les constatations précédentes. Le rythme est mieux

marqué dans les 2 stations de l'ouest qu'à Biétri, où seulement 49 % des pontes en moyenne s'effectuent entre 22 et 6 heures (33 % du temps). Un rythme très net, similaire à celui des autres stations, se manifeste à Boulay. Il en est de même pour la station de Bingerville. L'originalité des deux stations de l'ouest (reprise plus tardive des pontes et maximums retardés), qui apparaissait sur la figure 3, se confirme. En effet, à peine 1 et 4 % environ des pontes s'effectuent entre 17 et 22 heures à Mopoyem et Tiegba, contre 10, 20 et 17 % à Boulay, Biétri et Bingerville (tabl. 1) ; 46 et 34 % des œufs sont émis entre 6 heures et 12 heures dans les 2 premières stations, contre 20, 16 et 13 % dans les 3 dernières.

3. DISCUSSION

Les observations précédentes montrent donc que l'activité de ponte d'*Acartia clausi* varie au cours de la journée. Si l'on néglige les différences observées entre stations, on peut admettre que la variation se caractérise par des taux de ponte maximums autour de 5 heures et par des minimums centrés sur 17 heures. On notera qu'un rythme à peu près comparable (pontes entre 19 et 4 heures) a été observé chez les poissons de 2 baies de la région d'Abidjan (REPELIN, sous presse).

L'unique exemple de variation journalière des pontes dont nous ayons connaissance chez les Copépodes est celui de *Mesocyclops leuckarti* dans le lac Kinneret (GOPHEN, 1978). Chez cette espèce une variation de l'effectif des œufs est observée *in situ*, avec des maximums entre 13 et 24 heures. Selon GOPHEN, la variation résulterait de la conjugaison de deux phénomènes. D'une part une influence de la lumière et de la température sur les processus de ponte et de développement embryonnaire, et d'autre part l'existence de migrations verticales. Cet auteur observe expérimentalement une augmentation des pontes avec la température entre 16 et 27 °C. Il constate aussi un accroissement de la production journalière d'œufs chez les femelles maintenues en permanence à l'obscurité, par rapport aux femelles soumises à une alternance de périodes d'obscurité et d'éclairement (12 h-12 h).

Il est possible que la diminution des radiations joue un rôle dans l'augmentation nocturne de l'activité de ponte chez *Acartia clausi*, bien que cette activité reste importante entre 6 et 12 heures, notamment dans l'ouest. Toutefois, l'explication la plus probable est que le rythme de ponte est la conséquence d'une variation de l'ingestion au cours de la journée (étude en cours) (fig. 4). L'influence de la nourriture sur la fécondité est en effet bien établie chez les Copépodes (GAUDY, 1971 ; LANDRY,

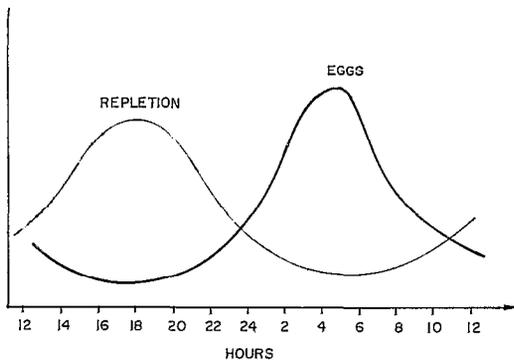


FIG. 4. — Allure des variations journalières de la production d'œufs et de la réplétion chez *Acartia clausi*. La réplétion est déterminée chez les adultes par dosage de la chlorophylle *a* et des phaeopigments contenus dans le tube digestif

*Trends in the daily variations of the eggs production and of the repletion in Acartia clausi. Repletion is obtained for the adults from measurement of chlorophyll *a* and phaeopigments in the gut*

1978 ; PARRISH et WILSON, 1978 ; CHECKLEY, 1980 ; SEKIGUCHI *et al.*, 1980 ; UYE, 1981). Il apparaît dans le cas présent que le maximum de ponte suit de 12 heures environ le maximum de réplétion (fig. 4). Par ailleurs, DAGG (1977) a montré que de courtes interruptions (plus de 3 heures) de l'alimentation, étaient suffisantes pour entraîner une diminution significative de la production journalière d'œufs chez *Acartia tonsa*. Bien qu'il n'y ait pas à proprement parler d'interruption de l'alimentation chez *A. clausi* (voir fig. 4), on peut estimer que l'importante variation de réplétion observée (de 1 à 6) est de nature à entraîner une variation de la production d'œufs.

L'existence d'un rythme journalier de ponte pose le problème, évoqué notamment par GOPHEN (1978), de la planification de l'échantillonnage des populations naturelles objet d'études de dynamique ou de production. L'échantillonnage à un moment quelconque de la journée ne peut donner qu'une représentation biaisée de la structure démographique. L'évaluation du biais est complexe, en particulier chez les formes, telles *Acartia*, qui émettent des œufs libres. Dans ce cas, peuvent intervenir en effet une mortalité des œufs par prédation différente de celles des mères, et un phénomène de décantation susceptible d'amener ces œufs dans des zones peu propices à leur éclosion ou à la survie des nauplii.

Les problèmes posés dans le cas d'*Acartia* en lagune Ébrié sont illustrés dans la figure 5. Cette figure schématise les variations des productions d'œufs et de recrues ainsi que de l'effectif des nauplii. Ces productions et cet effectif sont supposés constants d'un jour sur l'autre. Le maximum de production

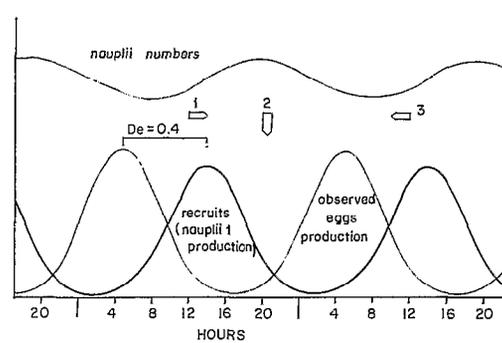


FIG. 5. — Variations journalières théoriques de la production d'œufs, de nouveaux-nés (nauplii 1), et de l'effectif des nauplii, dans une station type, et localisation dans le temps de la récolte de quelques-uns des paramètres déterminés dans cette station. 1. Arrivée et mise en élevage des femelles pour l'évaluation de la production d'œufs ; 2. échantillonnage du zooplancton ; 3. fin des élevages et départ de la station ; D_e = Durée du stade embryonnaire en jours. Voir texte

Theoretical daily variations of the eggs and new borns (nauplii 1) productions and of total nauplii numbers, in a given station, and localisation in time of different parameters recorded at this station. 1. Arrival and start of the experiments for the evaluation of the eggs production ; 2. zooplankton sampling ; 3. end of the experiments and departure from the station ; See text for full explanation. D_e = Egg development time in days

d'œufs se situe vers 5 heures (cf. fig. 3) et le maximum du recrutement horaire de nauplii vers 14 heures, la durée du stade embryonnaire étant de l'ordre de 9 heures (PAGANO et SAINT-JEAN, 1983). L'amplitude de variation des productions d'œufs et de nauplii 1 est similaire, le taux de mortalité des œufs étant supposé constant au cours de la journée. Cette variation se propage, imprimant des variations aux effectifs des autres stades de développement. Les maximums d'abondance des nauplii se situent vers 20 heures lorsque le recrutement journalier est pratiquement terminé.

Comme il est indiqué sur la figure, les mises en élevage destinées à évaluer la production d'œufs se font dès l'arrivée à la station (12 heures dans notre exemple). L'échantillonnage de la population est fait la nuit, vers 20-22 heures, de façon à améliorer l'efficacité de collecte, en minimisant les phénomènes d'évitement du filet et grâce à un positionnement plus favorable du zooplancton dans la couche d'eau. En effet, d'après le schéma classique, celui-ci est supposé migrer du fond vers la pleine eau au cours de la nuit.

D'après ce programme de récolte de données, la production d'œufs observée est donc rapportée à un effectif de nauplii maximum, qui englobe le recrutement correspondant aux pontes du jour précédent. Un biais est ainsi introduit, qui sera

d'autant plus important que les variations d'un jour sur l'autre des pontes et leur abondance seront grandes. La production d'œufs détermine en effet le recrutement journalier potentiel de la population, et l'amplitude des variations de l'effectif des nauplii va dépendre de la proportion que représente ce recrutement par rapport à cet effectif.

D'après la figure, il semblerait que deux échantillonnages, vers 8 heures et 20 heures soient susceptibles de fournir une estimation plus représentative de l'effectif des nauplii. De manière plus générale une multiplication de prélèvements sur 24 heures devrait améliorer la représentativité des effectifs des différents stades, donc de la structure démographique. Dans ce cas toutefois, un nouveau biais est introduit du fait que les prélèvements diurnes sous-estiment fortement l'abondance en raison d'une accentuation des phénomènes d'évitement du filet (données non publiées).

Il apparaît ainsi que la solution des problèmes posés ne réside pas exclusivement dans une modification du plan d'échantillonnage.

Sur un autre plan, les présents résultats montrent que l'évaluation de la production des femelles sous forme d'œufs, ne peut se faire que par l'observation directe sur des périodes d'au moins 24 heures. Des évaluations moins précises sont néanmoins envisageables à partir de périodes plus courtes, mais à la condition que le rythme de ponte soit régulier et connu. C'est ainsi que l'intervalle 22-6 heures fournit dans notre cas un pourcentage élevé de la production journalière, de l'ordre de 65 % à Biétri et de 93-94 % à Tiegba et à Mopoyem.

Manuscrit reçu au Service des Éditions de l'O.R.S.T.O.M.
le 13 janvier 1983

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BURGIS (M.), 1970. — The effect of temperature on the development time of eggs of *Thermocyclops* sp, a tropical cyclopoid copepod from Lake George, Uganda. *Limnol. Oceanogr.*, 15 (5) : 742-747.
- CHECKLEY (D. M.), 1980. — Food limitation of egg production by a marine, planktonic copepod in the sea off southern California. *Limnol. Oceanogr.*, 25 (6) : 991-998.
- DAGG (M.), 1977. — Some effects of patchy food environments on Copepods. *Limnol. Oceanogr.*, 22 (1) : 99-107.
- DAGG (M.), 1978. — Estimated, in situ, rates of egg production for the Copepod *Centropages typicus* (Krøyer) in the New York Bight. *J. Exp. mar. Biol. Ecol.*, 34 : 183-196.
- EDMONDSON (W. T.), 1968. — A graphical model for evaluating the use of the egg ratio for measuring birth and death rates. *Oecologia*, 1 : 1-37.
- GAUDY (R.), 1971. — Étude expérimentale de la ponte chez trois espèces de copépodes pélagiques (*Centropages typicus*, *Acartia clausi* et *Temora stylifera*). *Mar. Biol.*, 9 (1) : 65-70.
- GOPHEN (M.), 1978. — Errors in the estimation of recruitment of early stages of *Mesocyclops leuckarti* (CLAUS) caused by diurnal periodicity of egg-production. *Hydrobiologia*, 57 (1) : 59-64.
- GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1976. — Durée du développement embryonnaire chez quelques espèces de Cladocères et de Copépodes du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. X, n° 3 : 201-229.
- GREEN (J. D.), 1976. — Population dynamics and production of the calanoid Copepod *Calamoecia lucasi* in a northern New Zealand Lake. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 50 (4) : 313-400.
- 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 (1) : 77-119.
- MUNRO (I. G.), 1974. — The effect of temperature on the development of egg, naupliar and copepodite stages of two species of copepods *Cyclops vicinus* ULJANIN and *Eudiaptomus gracilis* SARS. *Oecologia*, 16 : 355-367.
- PAGANO (M.), SAINT-JEAN (L.), 1983. — Croissance en poids d'*Acartia clausi* en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Rev. Hydrobiol. trop.* 16 (2) : 151-163.
- PARRISH (K. K.), WILSON (D. F.), 1978. — Fecundity studies on *Acartia clausi* (Copepoda : Calanoida) in standardized cultures. *Mar. Biol.*, 46 : 65-81.
- REPÉLIN (R.), sous presse. — Le zooplancton dans le système lagunaire ivoirien. Variations saisonnières et cycles nyctéméraux en lagune Ébrié. *Doc. Sci. C.R.O. Abidjan*.
- 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.
- TAUBE (I.), NAUWERCK (A.), 1967. — Zur populations dynamik von *Cyclops scutifer* SARS, I. Die temperaturabhängigkeit der Embryonalentwicklung von *Cyclops scutifer* SARS in vergleich zu *Mesocyclops leuckarti* (CLAUS). *Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm*, 47 : 76-86.
- 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.