

C.I.P.S.

MODELE MATHEMATIQUE DE LA
POLLUTION EN MER DU NORD.

Dr. ir. E. JASPERS

TECHNICAL REPORT
1973/BIOL.05

/This paper not to be cited without prior reference to the author/

ESSAI DE BILAN ANNUEL DU

TRANSFERT DE L'AZOTE DANS

LE BASSIN DE CHASSE D'OSTENDE

II. Le rôle du zooplancton dans le cycle de l'azote.

par JO PODAMO

Laboratorium voor Ekologie en Systematiek

Vrije Universiteit Brussel

Introduction.

Pour aborder l'étude du transfert de la matière au niveau du zooplancton dans le milieu naturel il faut satisfaire à plusieurs conditions essentielles: il faut connaître la composition qualitative de la communauté zooplanctonique de telle manière que l'on puisse déterminer à quel niveau trophique chaque groupe d'animaux appartient, il faut connaître la composition ^{va}quantitative et cela suppose que la distribution spatiale des animaux doit être connue et suivie, il faut déterminer la biomasse et son évolution au cours du temps et cela suppose qu'il faut connaître les cycles vitaux et les courbes de croissance ainsi que la mortalité de chacune des espèces et enfin, il faut connaître l'activité spécifique et totale, c'est à dire essentiellement la nutrition et l'excrétion.

Le Bassin de Chasse se prête particulièrement bien à une telle étude: sa faible superficie et sa faible profondeur permettent de suivre avec une bonne approximation la même population zooplanctonique dans l'espace et dans le temps.

Méthodes.

Des échantillons de 50 l de zooplancton ont été prélevés chaque semaine au point central du Bassin de Chasse et filtrés sur filet de 48μ de mailles de telle manière à récolter jusqu'aux plus petits exemplaires d'animaux.

Chaque échantillon a été compté, les organismes déterminés jusqu'à l'espèce et tous les stades de développement triés et comptés.

La pesée des animaux a été faite sur des organismes formolés à raison de 3 à 5 pesées de quelques centaines d'individus. La méthode est expliquée de manière plus détaillée dans une publication en préparation.

D'autre part nous avons pu montrer que l'échantillon pris au point central du Bassin de Chasse était représentatif de l'ensemble du biotope.

En effet l'écart type par rapport à la moyenne de 10 échantillons n'est pas significativement différent de l'écart type par rapport à la moyenne de 6 échantillons pris à 6 points du Bassin ($\sigma = 30$ à 50% de m)

Nous avons repris ce test une dizaine de fois avec chaque fois les mêmes résultats.

Résultats.

La biomasse zooplanctonique.

Nous avons établi le poids de 4 espèces planctoniques importantes, à savoir 2 Copépodes Calanoidea: Eurytemora affinis, Acartia bifilosa et 2 larves méroplanctoniques Crepidula fornicata et Polydora ciliata:

Espèce	stade	poids en μ g frais/ind.	erreur
Eurytemora affinis	adulte	92	13
" "	copepodite	10,8	2,4
" "	nauplius	2,64	0,4
" "	femelle+oeufs	126,2	10,8
Acartia bifilosa	adulte	29	
" "	copepodite	2,9	
" "	nauplius	0,7	
Crepidula fornicata	300 μ	5,6	
" "	350 μ	10,3	1,0
" "	400 μ	14,2	1,1
" "	450 μ	22,2	2,4
" "	500 μ	32,5	2,8
" "	550 μ	42	2,0
" "	600 μ	56	2,0
Polydora ciliata	3-5 segm.	6,0	
" "	6-8	8,6	
" "	9-11	11,3	
" "	12-14	24,3	
" "	15-17	30,6	3,8

Les biomasses des autres espèces herbivores zooplanctoniques rencontrées en nombres nettement plus faibles que les 4 précitées ont été évaluées

Pour les larves de Cirripedia à 6 μ g/indiv.

" " " Lamellibranchia à 1 μ g/indiv.

" " " Polychaeta errantes à 16 μ g/indiv.

" " " Harpacticides planctoniques à 20 μ g/indiv.

Nous avons négligé la biomasse d'exemplaires présents à moins de 5 exemplaires/50 l.

Grâce à ces données, nous avons pu calculer la biomasse zooplanctonique à partir de la numération par espèces faite à la loupe binoculaire sur l'échantillon de 50 l. La fig. (1) représente la biomasse zooplanctonique en 1971.

La biomasse zooplanctonique présente un pic printanier qui atteint 390 mg/50 l, dont la composition est surtout due aux Copepodes *Eurytemora affinis* et aux larves de *Polydora ciliata* et *Crepidula fornicata*.

Les mois de juin et juillet se caractérisent par les biomasses variant entre 20 et 40 mg poids frais/50 l.

La contribution du méroplancton autre que *Polydora* et *Crepidula* est particulièrement faible (1 à 2 mg de biomasse)

La fig. (2) représente la biomasse zooplanctonique en 1972.

Le pic printanier de 300 mg/50 l est surtout composé de copépodes, en juin les copépodes forment encore l'essentiel de la biomasse.

En juillet et août les copépodes ont une biomasse de 10 à 20 mg, tandis que *Polydora* forme une biomasse de 100 mg.

Ainsi la biomasse zooplanctonique est composée pour 90 à 95% de 4 espèces: *Eurytemora*, *Polydora*, *Crepidula*, *Acartia*, les 2 premières espèces contribuant au printemps à former 250 à 300 mg/50 l de biomasse. *Acartia* et *Crepidula* formant la biomasse d'été environ 50 mg/50 l les autres espèces ne représentent que quelques pourcents de la biomasse et c'est pourquoi nous les négligerons dans la suite des calculs.

Les cycles vitaux et les courbes de croissance.

Pour établir les cycles vitaux des différentes espèces nous avons suivi les différentes espèces stades de développement dans chacune de nos numérations de zooplancton, en définissant les classes de tailles comme il est montré dans le tableau des biomasses. Nous montrerons un exemple de notre raisonnement:

Les fig. (3) et (4) montrent l'évolution des différentes stades de Copépodes en 1971 et 1972.

Fig. (3) 1971.

A la fin du mois d'avril nous observons un pic d'adultes (1200 ind/50 l) parmi lesquels les femelles portant des oeufs. Il s'agit d'*Eurytemora affinis*.

Le 6 mai nous observons un pic de 1800 nauplii.

Le 13 mai, un pic de copépodites.

Le 21 mai un pic de 1500 adultes.

Ceux-ci donnent naissance à une seconde génération et meurent après s'être reproduits.

A la deuxième génération d'*Eurytemora affinis* nous trouvons un pic de 19000 nauplii le 27 mai, de 600 copépodites le 5 juin et de 430 adultes le 12 juin.

Tous ces adultes meurent car par la suite on ne retrouve plus d'*Eurytemora affinis* dans le plancton avant la fin du mois d'août, début septembre.

Seules quelques femelles portant des spermatophores sont présentes de fin juin à fin août.

Le 24 juin nous observons un pic de 2800 nauplii, il s'agit essentiellement d'*Acartia bifilosa*. Le 1 juillet nous trouvons 560 Copépodites et 500 adultes le 8 et le 16 juillet. Ces adultes donnent naissance à une seconde génération: nous observons clairement un pic de 3.000 nauplii entre le 16 et le 24 juillet et un pic de 600 adultes le 4 août.

Fig.(4) 1972.

Le 4 mai nous observons un pic de 12.000 nauplii d'*Eurytemora* et le 24 mai 2.800 adultes qui donnent une seconde génération de 30.000 nauplii le 6 juin et de 2.200 adultes le 20 juin.

Le 12 juillet nous assistons à l'apparition de 8.000 nauplii d'*Acartia bifilosa*, le 19 juillet on observe 1.300 Copépodites et le 26 juillet 400 adultes; la seconde génération *Acartia bifilosa* apparaît le 2 août avec 6.800 nauplii, 446 adulte copépodites le 8 août et 100 adultes le 20 août.

En résumé de ces observations nous définirons les cycles vitaux des Copépodes de la manière suivante:

<i>Eurytemora affinis</i> : nauplius à copépodite	1 semaine.
copépodite à adulte	1 semaine.

au cours des 2 générations successives.

<i>Acartia bifilosa</i> nauplius à copépodite	1 semaine
copépodite à adulte	1 semaine

pour la 1° génération, et

nauplius à copépodite	1 semaine
copépodite à adulte	2 semaines

au cours de la 2° génération.

Le même type de raisonnement a été suivi pour la définition des durées de vie planctonique de deux espèces méroplanktoniques et nous obtenons les résultats suivants:

Crepidula fornicata:

Taille de la larve (diam.) en μ	Temps de vie en jours
300 μ	3
350 μ	3
400 μ	1,5
450 μ	1,5
500 μ	1,5
550 μ	1,5
600 μ	

Polydora ciliata:

Age de la larve en segm.sétigères	Temps de vie en jours
3-5	3
6-8	3
9-11	4
12-14	4
15-17	

Connaissant d'une part le poids de chacune des classes de tailles et d'autre part le temp de vie de chacun de ces stades nous pouvons construire les courbes de croissance individuelle (fig. 5a, 6a, 7a, 8a)

La production des populations.

Nous avons utilisé la méthode de Winberg (1921) pour établir la production des populations. Connaissant la densité de quelques stades de développement nous pouvons tracer la courbe qui passe par ces différents points et ainsi connaître toutes les densités intermédiaires. De même, grâce à la courbe de croissance tracée à partir de quelques poids nous pouvons calculer tous les poids intermédiaires.

Ainsi en faisant la somme : $\sum d \Delta p$

d = densité Δp = augmentation de poids

nous obtenons la courbe de la production de toute la population (fig. 5b, 6, 7, 8)

Nous avons porté en graphique la production totale hebdomadaire du zooplancton en sommant les productions des 4 populations importantes étudiées (fig. 9)

Nous remarquons ainsi que l'essentiel de la production se passe en fait au cours de deux mois c.a.d. mai et juin.

La mortalité.

Elle se calcule de manière analogue à la production en faisant la somme de $\sum p \Delta d$

p = poids Δd = différences de densités

Le Bilan en azote.

Les résultats présentés jusqu'à présent étaient exprimés en poids frais parce que ce sont ces mesures là que nous avons effectuées.

Pour exprimer nos résultats en azote, il nous suffit d'utiliser des facteurs de conversion, sachant que le poids sec du zooplancton représente 20% du poids frais (Omori 1969) et que le poids en azote représente environ 10% du poids sec en été et au printemps (Harris et Riley, 1956)

De cette manière nous avons pu convertir tous nos résultats de production et de mortalité.

Le rôle du zooplancton par son activité excrétrice n'a pas été mesuré mais calculée en nous basant sur les nombreux travaux de Butler (1970), de Conway et Corner (1964 ^{Corner & Marshall} 1968) ~~et de~~ ^{Corner & Newell} (1967)

D'une manière générale, on peut estimer qu'au cours du printemps et de l'été, le zooplancton excrète journalièrement 8 à 10 pourcent de son propre poids azoté.

Connaissant les biomasses azotées, nous avons pu en déduire l'excrétion.

D'autre part, les 4 espèces étudiées, ainsi que la plupart des autres espèces présentes au Bassin de Chasse étant herbivores, nous pouvons connaître le flux de matière provenant du zooplancton à savoir qu'il est la somme de la matière fixée dans la biomasse totale produite et de la matière excrétée.

En bilan nous obtenons donc:

en 1972

Production totale: $308,3 \text{ mg N/m}^3/6\text{mois}$

dont 240 mg N entre le 29/ mars et le 5 juillet.

Mortalité totale $206,3 \text{ mg N/m}^3/6\text{mois}$

Excretion totale $403,2 \text{ mg N/m}^3/6 \text{ mois}$

On en déduit donc:

Grazing total $308,3 + 403,2 = 711,5 \text{ mg N/m}^3/6 \text{ mois.}$

Ces différents chiffres sont présentés à la fig. (10).

SUMMARY

The zooplankton of the sluice-dock at Ostend is essentially composed ~~with~~ ^{of} Calanoid Copepods and larvae of benthic animals.

The greatest part of the biomass (95 %) is composed ~~with~~ ^{of} 4 species : Eurytemora affinis, Acartia bifilosa and larvae of Polydora ciliata and Crepidula fornicata.

All these species are herbivorous and the secondary production was measured only on these four species.

All measurements were expressed as wet weights; the expression of the biomasses, production and excretion, in term of Nitrogen, was calculated by means of correction factors found in the literature.

REFERENCES

- Butler, EI, Corner EDS & Marshall, SM 1970. On the nutrition and metabolism of zooplankton. VII Seasonal survey of nitrogen and phosphorus excretion by Calanus in the Clyde sea-area.
J. mar. biol. Ass. U.K., 50, 525-560
- Corner, EDS & Cowey, C.B., 1964. Some nitrogenous constituents of the plankton. in H. Bornes (ed.), oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev., Vol. 2, 147-167
- Corner, EDS & Cowey, C.B., 1968. Biochemical studies on the production of marine zooplankton.
Biol. Rev. 43, 393-426
- Corner EDS & Newell, B.S., 1967. On the nutrition and metabolism of zooplankton. IV. The forms of nitrogen excreted by Calanus.
J. mar. biol. Ass. U.K. 47, 113-120

- Harris E & Rilly G.A., 1956. Oceanography of Long Island Sound,
8 Chemical composition of the plankton.
Bull. Bingham oceanogr. Coll. 15, 315-323
- Omori M, 1969. Weight and chemical composition of some im-
portant oceanic zooplankton in the North Pacific
ocean.
Marine Biology, 3, 4-10
- Winberg G.G., 1971. Methods for the estimation of Production
of aquatic animals.
Academic Press London.

LEGENDES DES FIGURES

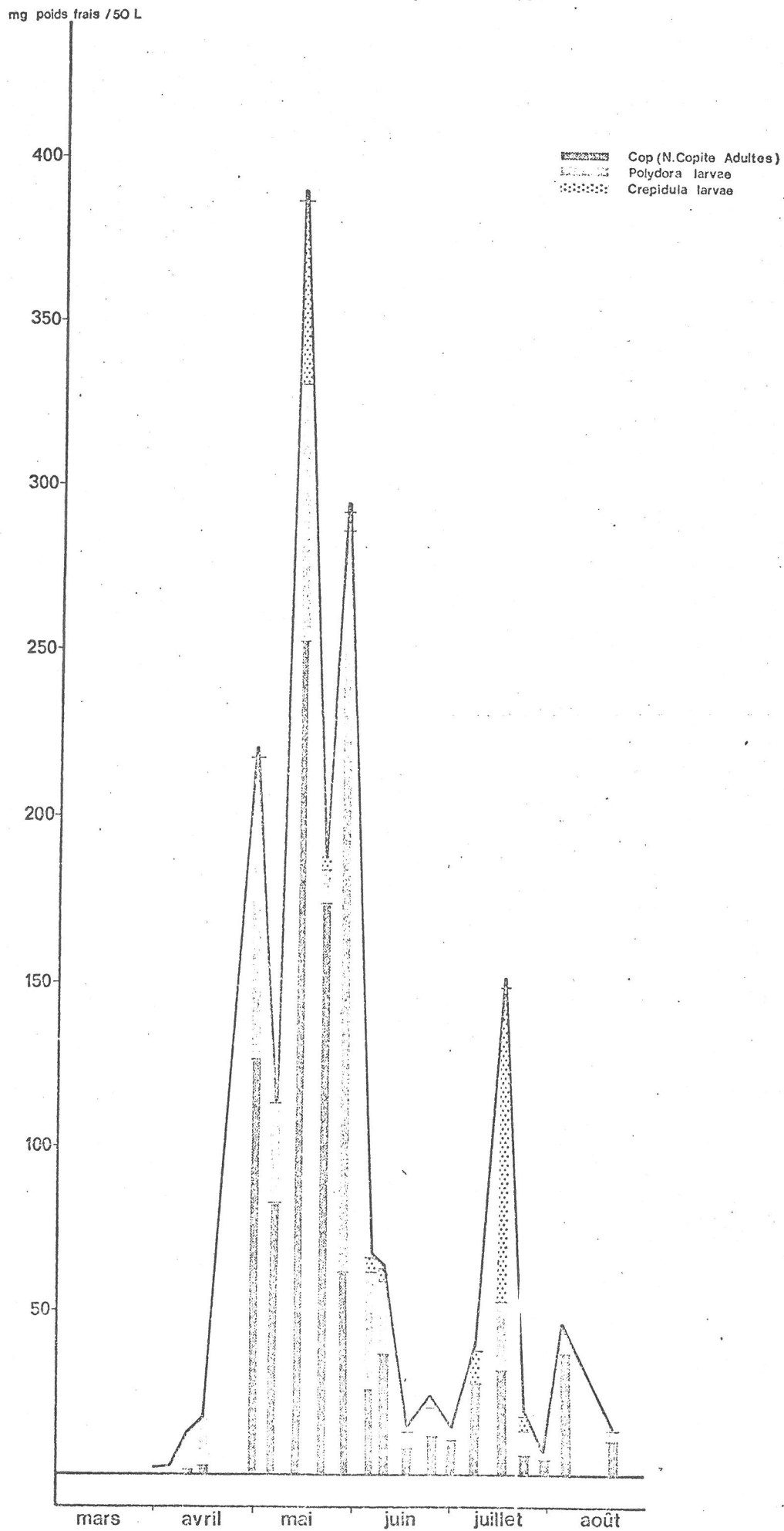
- FIG. 1. Biomasse totale du zooplancton en 1971.
Les espaces blancs représentent la biomasse des espèces autres que celles reprises dans les légendes.
- FIG. 2. Biomasse totale du zooplancton en 1972.
Les espaces blancs représentent la biomasse des espèces autres que celles reprises dans les légendes.
- FIG. 3. Evolution saisonnière des différents stades de Copépodes en 1971 (nauplii, copépodites et adultes).
- FIG. 4. Evolution saisonnière des différents stades de Copépodes en 1972 (nauplii, copépodites et adultes).
- FIG. 5. Eurytemora affinis
- a) Croissance individuelle.
 - b) Sur le même graphique on a porté le taux de croissance individuel journalier et la densité au cours des 2 générations.
 - c) Taux de croissance journalier de la population au cours des 2 générations.
 - d) Production de la population au cours des 2 générations.
- FIG. 6. Acartia bifilosa
- a) idem qu'Eurytemora
 - b) idem qu'Eurytemora
 - c) idem qu'Eurytemora
 - d) idem qu'Eurytemora
- FIG. 7. Larves de Crepidula fornicata
- a) idem qu'Eurytemora
 - b) idem qu'Eurytemora
 - c) idem qu'Eurytemora
 - d) idem qu'Eurytemora
- FIG. 8. Larves de Polydora ciliata
- a) idem qu'Eurytemora
 - b) idem qu'Eurytemora sauf 3 générations
 - c) idem qu'Eurytemora sauf 3 générations
 - d) idem qu'Eurytemora sauf 3 générations

./...

FIG. 9. Chaque point représente la production hebdomadaire totale observée en ne tenant compte que des 4 espèces étudiées. Cela peut représenter avec une bonne approximation la production de tout le zooplancton.

FIG. 10. Le rôle du zooplancton dans le cycle de l'azote en bilan de 6 mois.

Biomasse Zooplancton 1971



Biomasse Zooplancton 1972

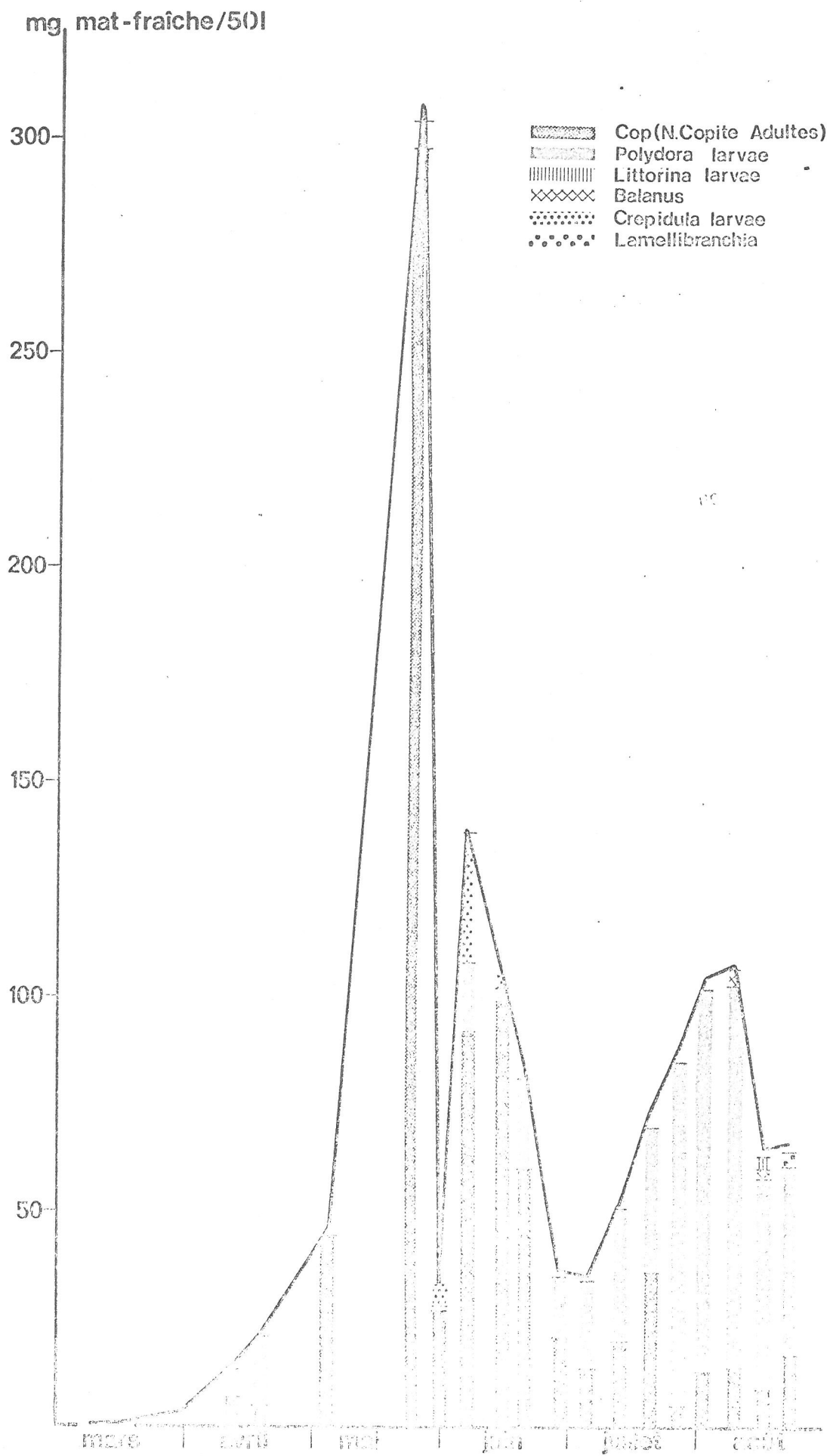
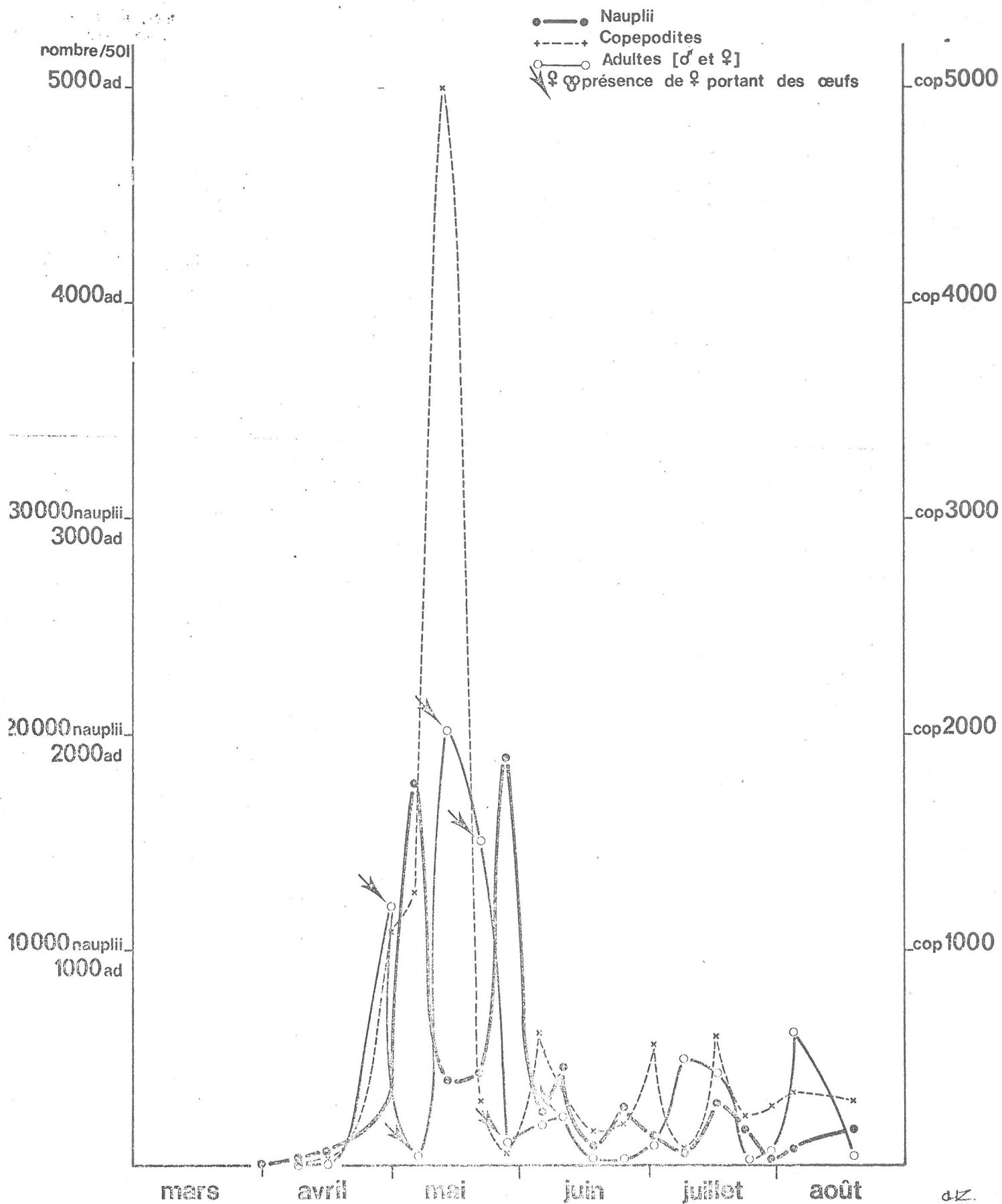


FIG 3

Succession des différents stades de developpement des Copépodes en 1971



Succession des différents stades de développement des Copépodes en 1972

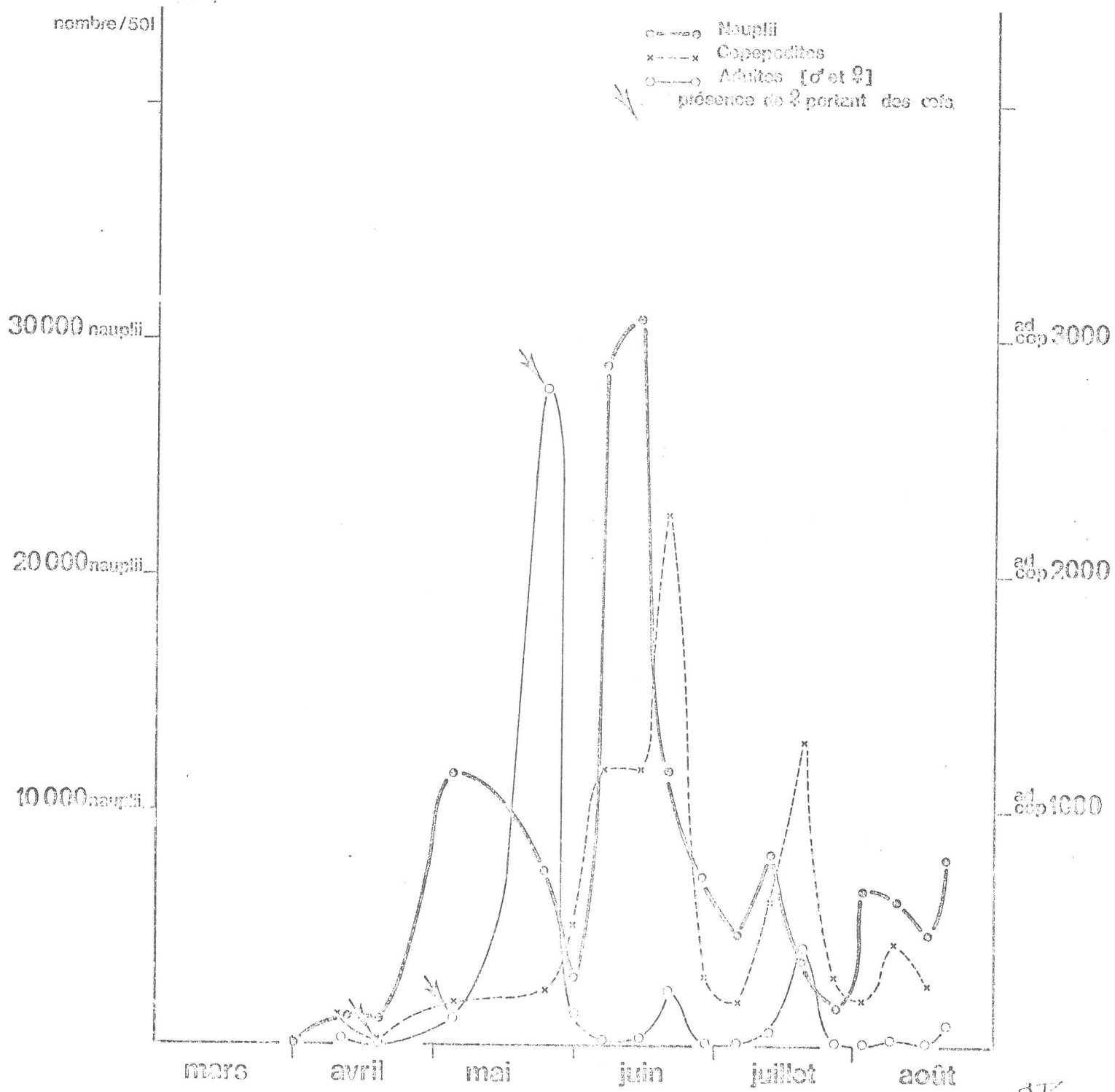


FIG 4

Eurytemora affinis

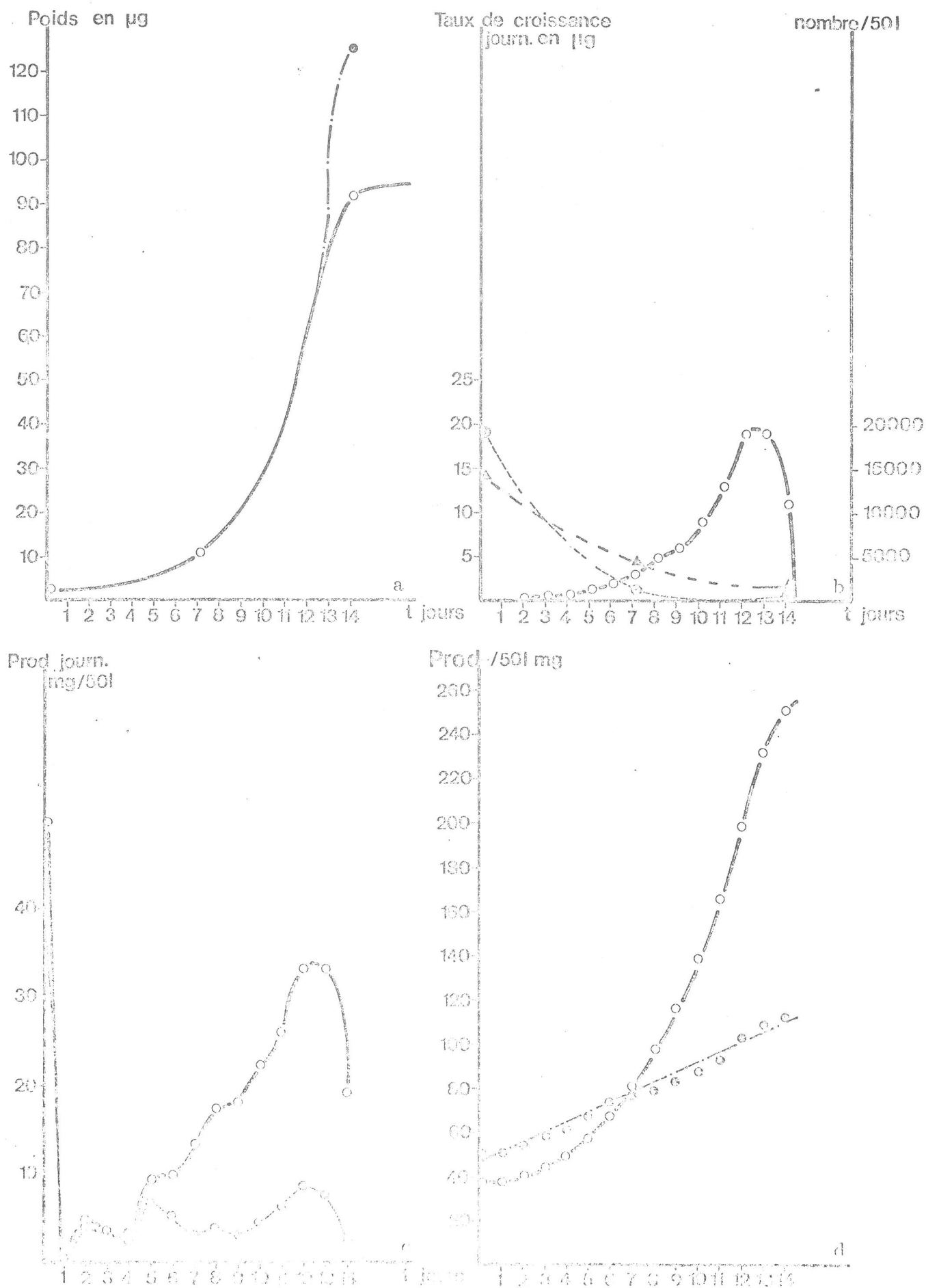
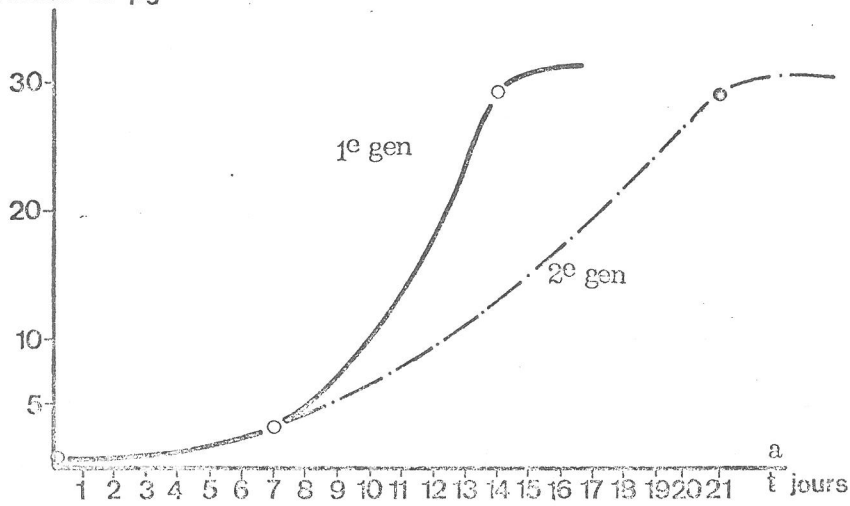


FIG. 5

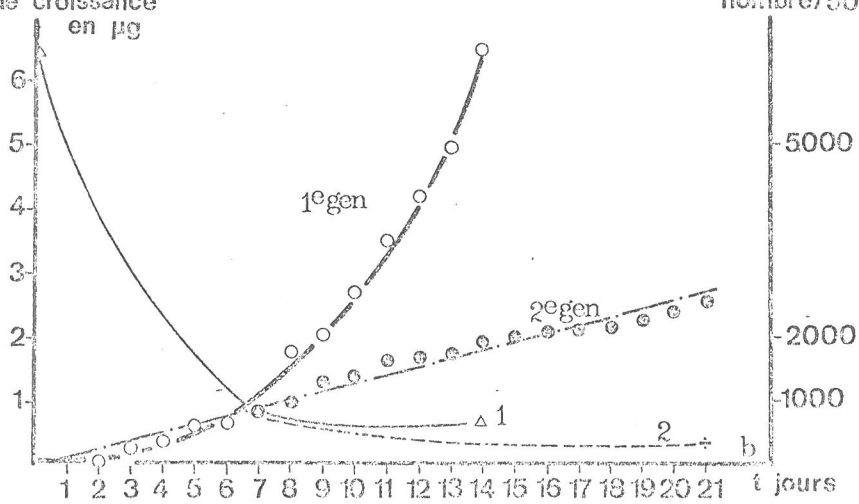
Acartia bititosa

Croissance en μg

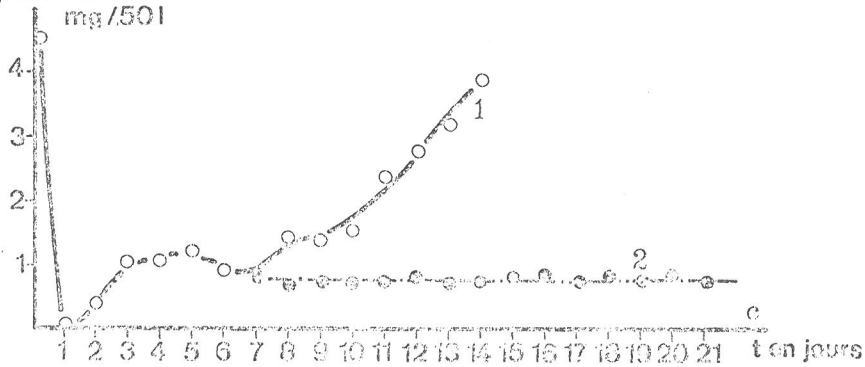


taux de croissance en μg

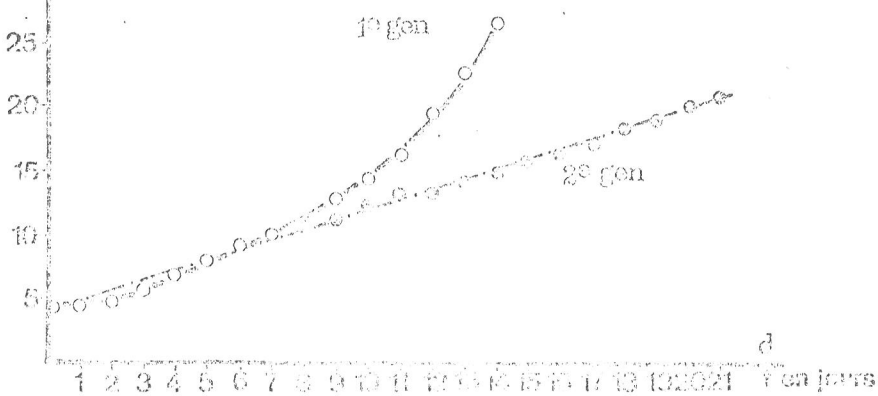
nombre/50l



Prod journ en mg/50l

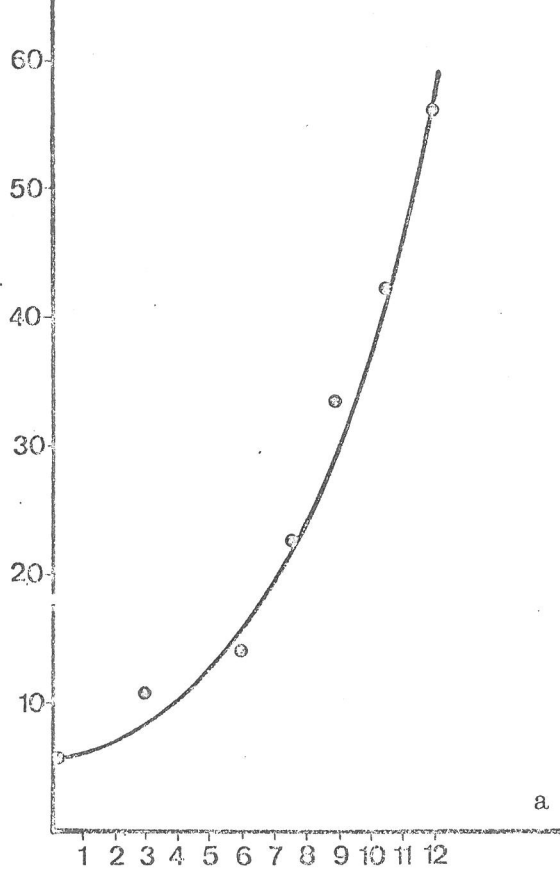


Prod/50l en mg

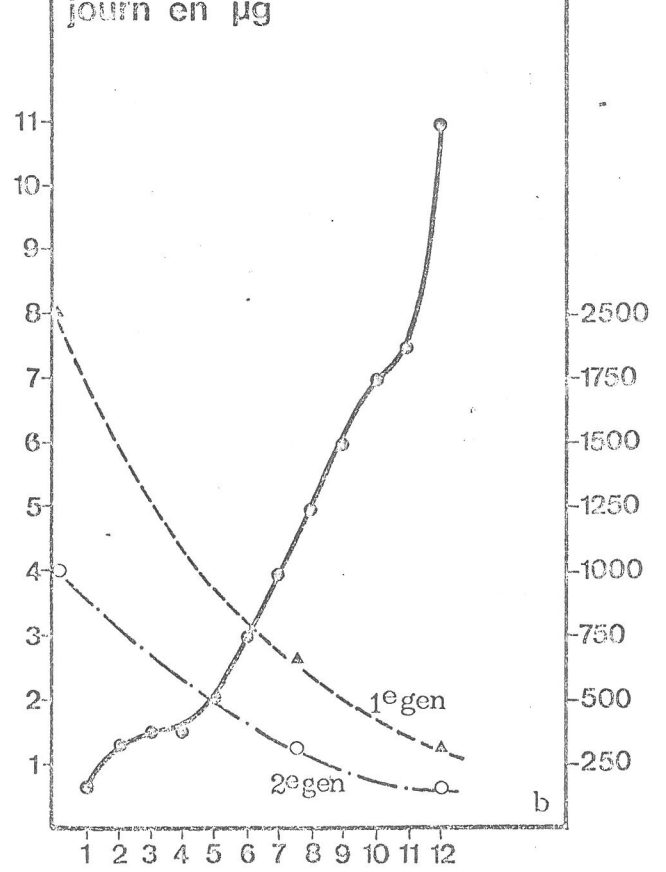


Larves de *Crepidula fornicata*

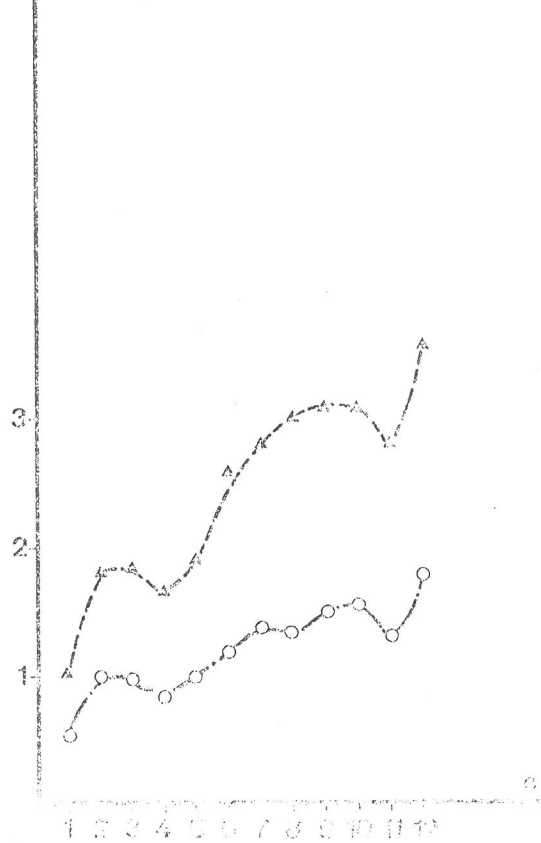
Poids en μg



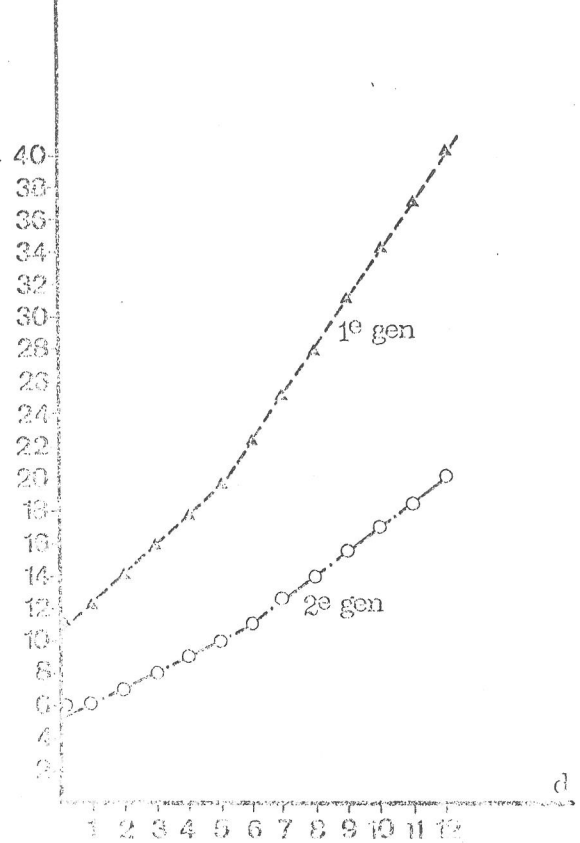
Taux de croiss
journ en μg



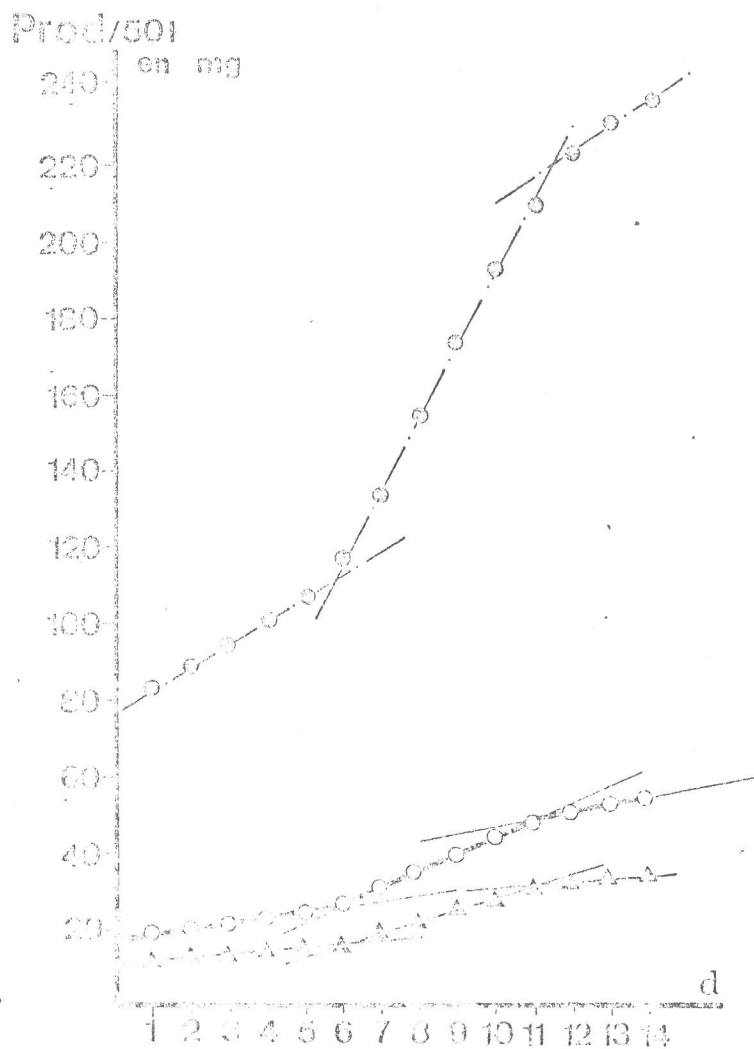
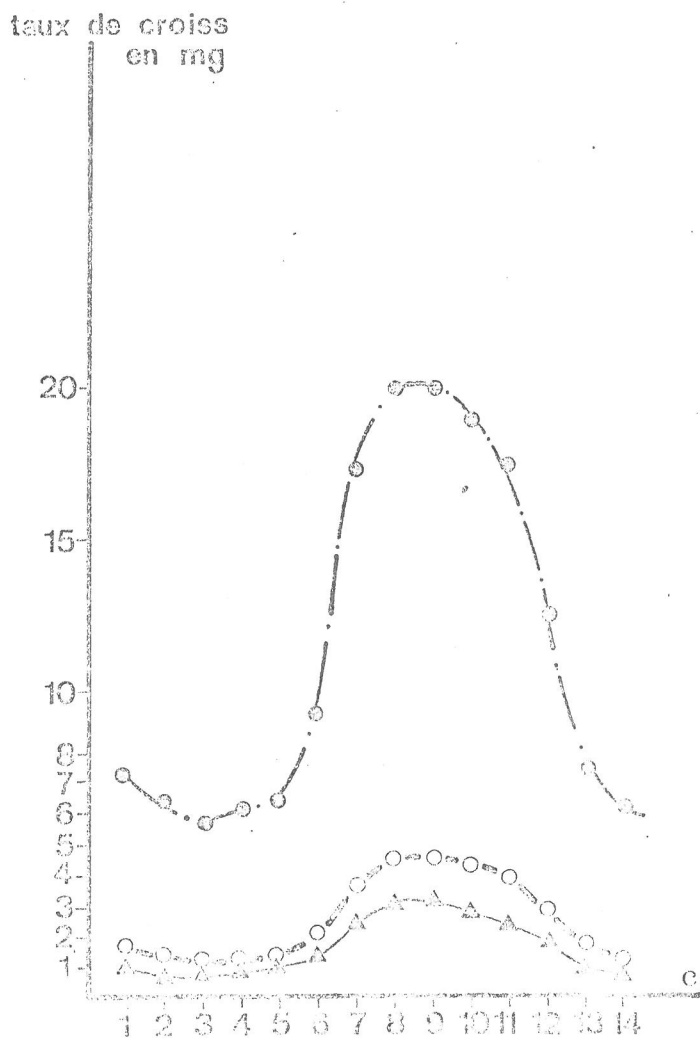
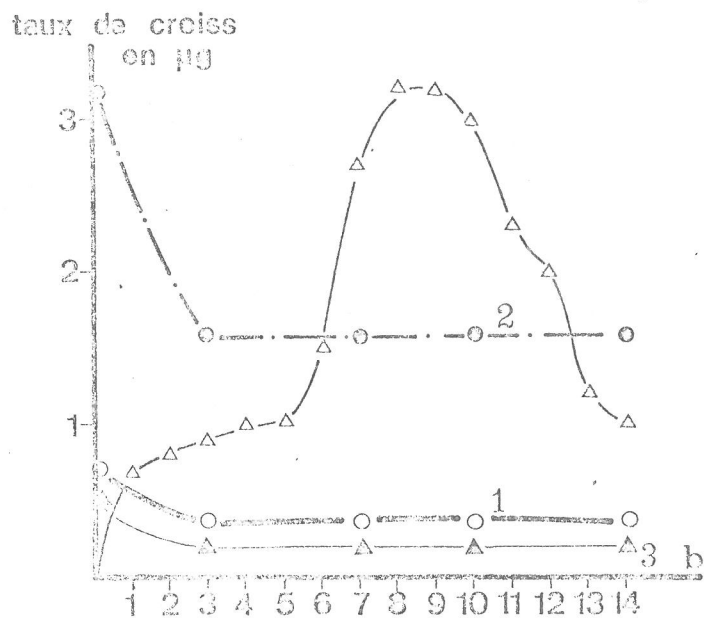
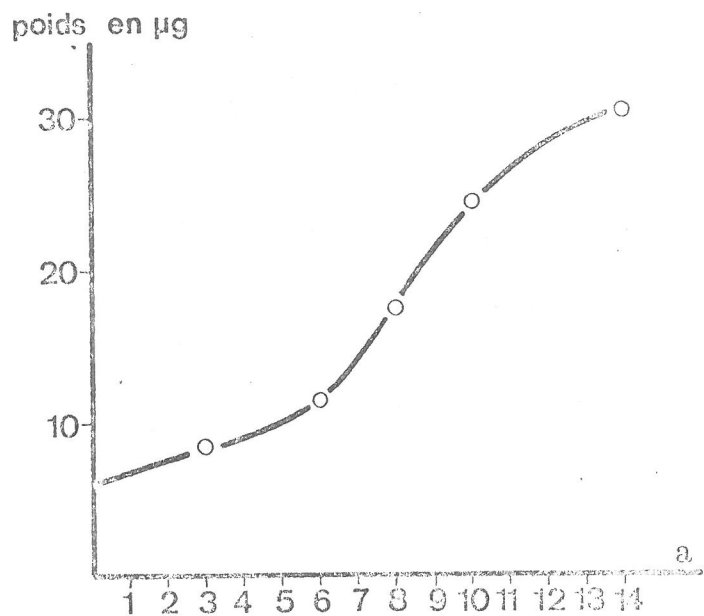
Taux de croiss
en $\text{mg}/50\text{l}$



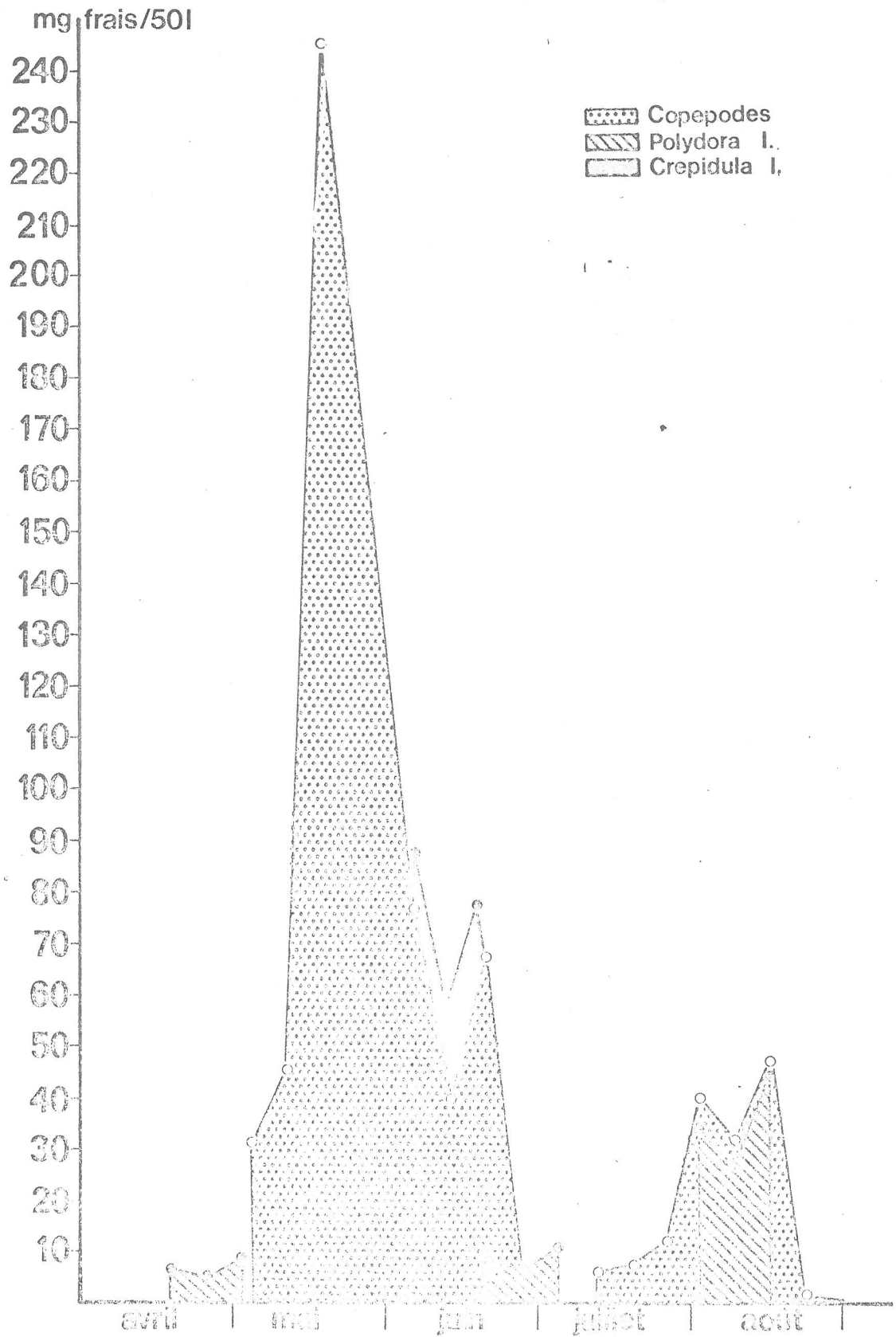
Prod en
 $\text{mg}/50\text{l}$



Larves *Polydora ciliata*



Schema de la Production du Zooplancton 1972



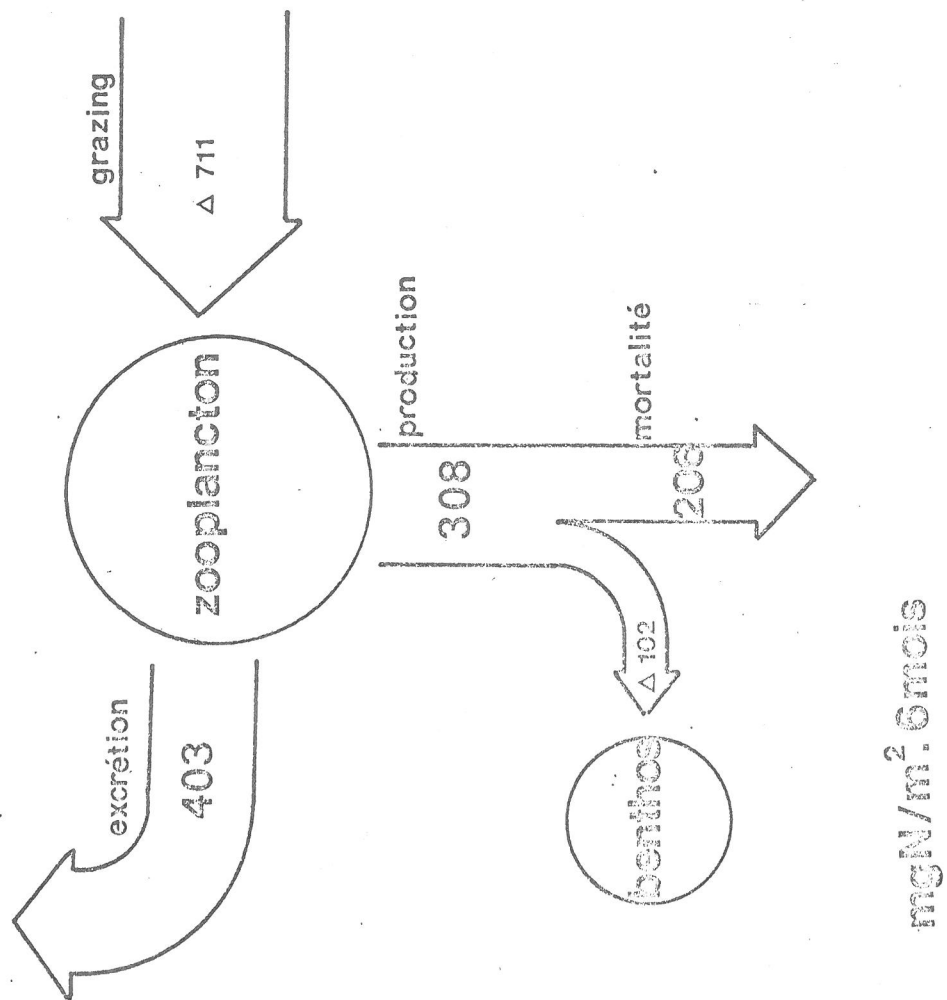


FIG 10