

# Copépodes 12

BERNARD H. DUSSART

Malgré leur petite taille, variant suivant les espèces entre 0,3 et 8 mm, les Copépodes n'en sont pas moins des crustacés à l'allure de petites crevettes.

Leur corps est fusiforme et constitué de trois parties plus ou moins distinctes :

1. Une partie antérieure constituée de 6 segments soudés qui constituent un Céphalosome. Les appendices de cet ensemble sont transformés en organes natatoires préhensiles ou masticateurs.

On y distingue, outre un rostre antérieur (R) et un labre (La) corné, une paire de mandibules (Md) le plus souvent munies de palpes terminées par des soies fonctionnelles ; une paire de maxillules (Mxl) et de maxilles (Mx) et une paire de maxillipèdes (Mxp), dont le rôle est de diriger la nourriture vers l'ouverture buccale. En avant du labre sont insérées les antennules (A1) et les antennes (A2), celles-ci plus petites (fig. 1) et entre les antennules se situe l'œil nauplien caractéristique des Copépodes (d'où le nom de *Cyclops* de certains d'entre eux) et visible dorsalement.

2. Une partie médiane ou thorax, fondamentalement constituée de 5 segments tous porteurs d'une paire d'appendices natatoires ou préhensiles. Le premier de ces segments est souvent soudé au Céphalosome ; on appelle alors celui-ci céphalothorax (Cyclopoïdes, par exemple).

Chaque appendice est formé à sa base de deux articles : le coxa et le basis. Celui-ci porte deux épipodites : un exopodite (Exp) et un endopodite (Enp). Chez beaucoup d'espèces, ces épipodites ont trois articles. Le cinquième segment thoracique est souvent relativement réduit (Cyclopoïdes) et soudé au quatrième (Calanoïdes). La cinquième paire de pattes est elle-même très réduite voire atrophiée ou partiellement soudée au segment qui la porte. Les deux pattes d'une même paire sont reliées entre elles par une lame ou précoxa, souvent ornementée.

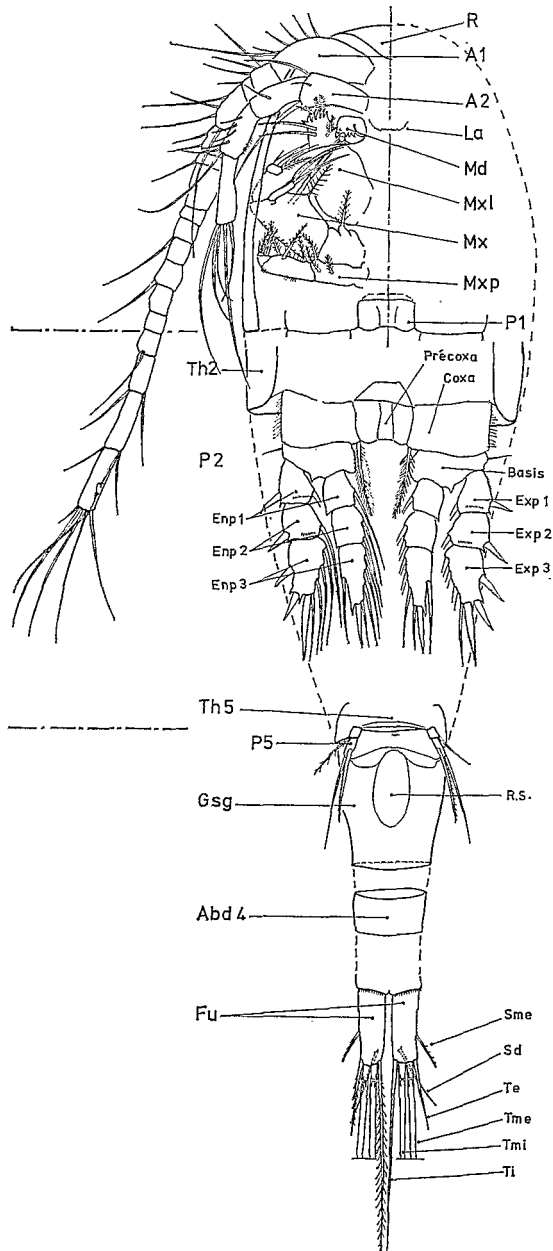


Fig. 1. — Schéma général d'un copépode. A1 : antennule; A2 : antenne; Abd4 : segment abdominal 4; Enp : endopodite; Exp : exopodite; Fu : Furca; Gsg : segment génital; La : labre; Md : mandibule; Mx : maxille; Mxl : maxillule; Mxp : maxillipède; P1 à P5 : première à cinquième patte thoracique; R : rostre; R.S. : réceptacle séminal; Sd : soie dorsale; Sme : soie marginale externe de

la furca; Te : soie terminale externe de la furca; Th : thorax; Th1 à Th5 : premier à cinquième segment thoracique; Ti : soie terminale interne de la furca; Tme : soie terminale médiane externe de la furca; Tmi : soie terminale médiane interne de la furca.

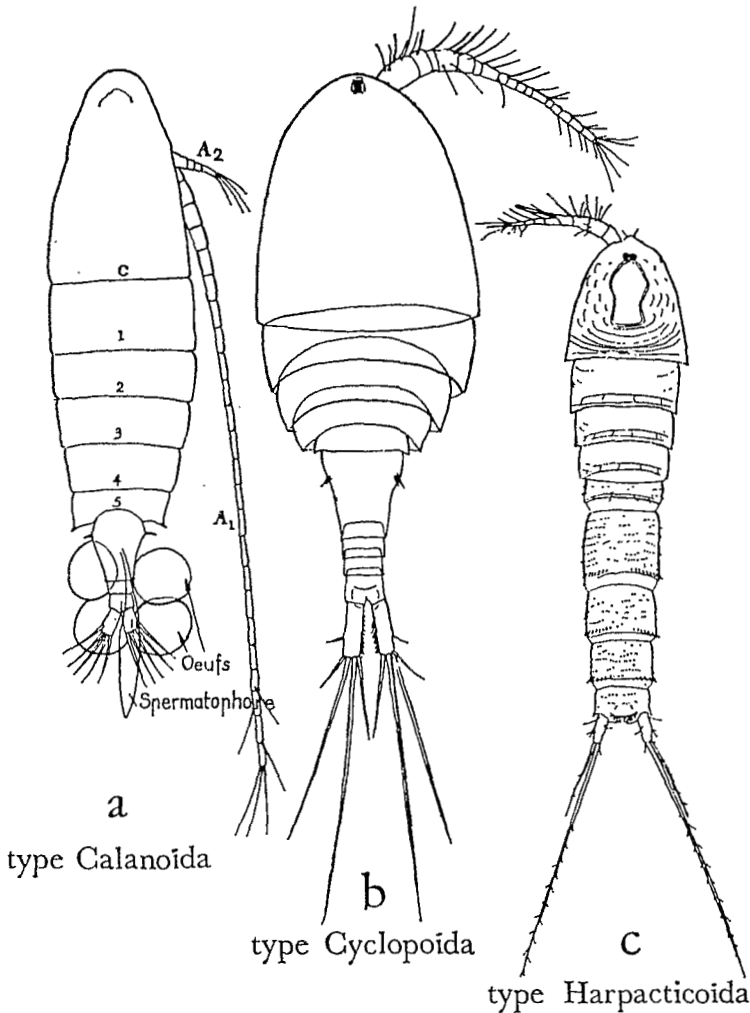


Fig. 2. — Les trois types de Copépodes d'eaux continentales (d'après DUSSART, 1967).

3. Une partie postérieure ou abdomen, composée de deux segments le plus souvent soudés en un segment génital, de deux autres segments dépourvus d'appendices et un segment anal sur lequel est inséré postérieurement les deux branches du telson constituant une furca (Fu) agrémentée de soies caractéristiques. Le premier segment abdominal est parfois orné de soies plus ou moins spiniformes latérales représentant le vestige d'appendices réduits. Le segment génital contient un réceptacle séminal (R.S.) visible ventralement et souvent de forme caractéristique (fig. 1).

Suivant la forme du corps, et les particularités des segments et des appendices, trois types de Copépodes sont reconnaissables dans la faune aquatique libre d'eau douce (fig. 2) :

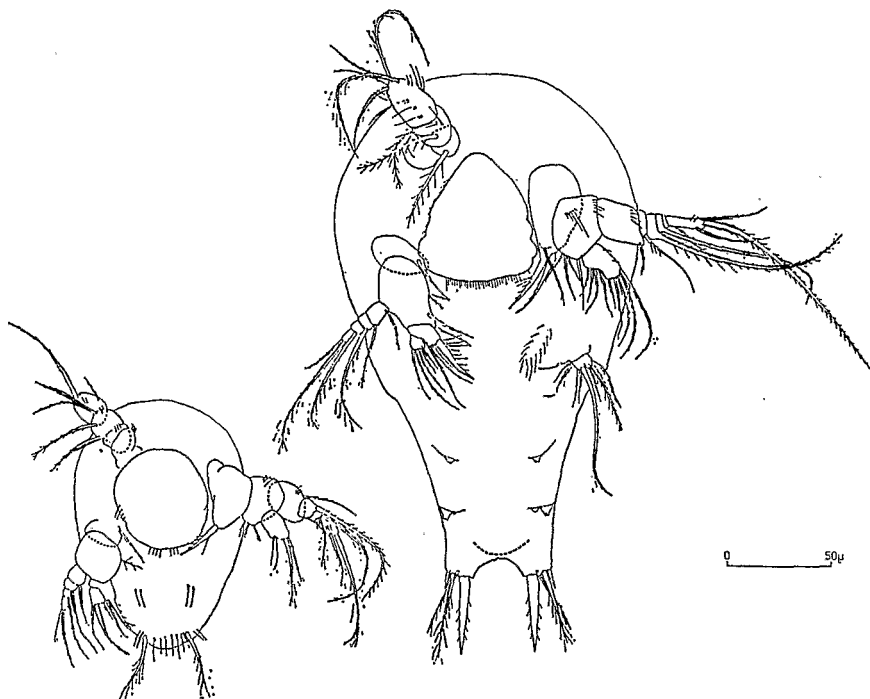


Fig. 3. — *Eucyclops serrulatus* : nauplius 1 et nauplius 6 en vues ventrales à la même échelle (d'après LESCHER-MOUTQUE, 1974).

- le type *calanoïda*, correspondant à des êtres le plus souvent planctoniques ;
- le type *cyclopoïda*, correspondant à des animaux soit planctoniques soit benthiques ;
- le type *harpacticoïda*, benthique et colonisant la plupart des milieux humides voire les litières, terreaux, etc.

Une des difficultés de la détermination des Copépodes est leur dimorphisme sexuel et la variation importante de leur morphologie au cours de leur croissance.

Chez les *Calanoïda*, les mâles adultes se reconnaissent à leur antennule droite « géniculée », entre le 18<sup>e</sup> et le 19<sup>e</sup> article. Les femelles adultes portent souvent au niveau de leur abdomen un sac d'œufs.

Chez les *Cyclopoïda*, les mâles ont leurs deux antennules géniculées et les femelles portent deux sacs d'œufs.

Chez les *Harpacticoïda* enfin, les antennules sont également transformées chez les mâles tandis que les femelles ne portent qu'un sac dans lequel d'ailleurs le nombre d'œufs est souvent réduit, à moins qu'elles pondent directement leurs œufs un à un dans le milieu.

Dans une récolte de microfaune, ce qui frappe souvent l'observateur c'est la présence de Copépodes ou d'organismes leur ressemblant et non déterminables : ce sont des stades jeunes. Des œufs pondus éclosent en effet des nauplies (fig. 3) qui, par métamorphoses successives (5), donnent naissance à des larves copépoditiques ressemblant aux adultes mais comprenant moins de segments. Il y a également 5 métamorphoses avant d'atteindre le stade adulte si bien que, souvent, la récolte est riche en individus non déterminables. Seuls peuvent être déterminés les mâles et les femelles adultes (voir ci-dessus).

Parmi les critères de détermination, outre la forme générale, taille, longueurs relatives des segments et des soies furcales, la forme et l'armature des pattes thoraciques sont importantes. Une dissection sommaire est le plus souvent utile pour observer celles-ci.

La cinquième paire de pattes, chez les Calanoïda et chez les Cyclopoïda, est particulièrement importante. Elle est asymétrique chez les mâles des premiers et symétrique dans les autres groupes.

### *Méthodes de récolte et d'étude*

La récolte s'effectue classiquement au filet à plancton.

Pour déterminer les Copépodes, il est très utile de les tuer et de les conserver dans de l'eau formolée à 5 %. Avant leur étude, il suffit de les laisser quelques jours dans l'alcool à 70° puis, au moment de l'observation, de les transférer à la pince fine (type brucelle Dumont d'horloger) dans un verre de montre contenant de l'alcool glycérolé à 10 %. L'alcool s'évapore (en une nuit environ) ; les animaux sont alors dans la glycérine et peuvent y rester tout le temps de leur étude. La dissection s'en trouve facilitée et les préparations, lutées au baume liquide, se conservent indéfiniment. Il suffit alors de les étiqueter correctement et les conserver à plat.

#### NOTE IMPORTANTE

Avant toute dissection de Copépode, il convient de procéder aux observations et mensurations suivantes, sur animaux non comprimés :

##### *1 — pour les Calanoïda :*

- Longueur de l'animal ;
- Longueur relative de l'antennule par rapport au céphalothorax ou à l'abdomen ;
- Le nombre d'œufs par sac ovigère ;
- L'ornementation latérale des segments de l'abdomen et en particulier du segment génital.

##### *2 — pour les Cyclopoïda :* et particulièrement pour le genre *Cyclops* :

- Longueur de l'animal, du céphalothorax et de l'abdomen ;
- Longueur totale du céphalothorax ;
- Longueur de l'antennule et longueur relative de cette antennule par rapport aux premier et deuxième segments du céphalothorax ;

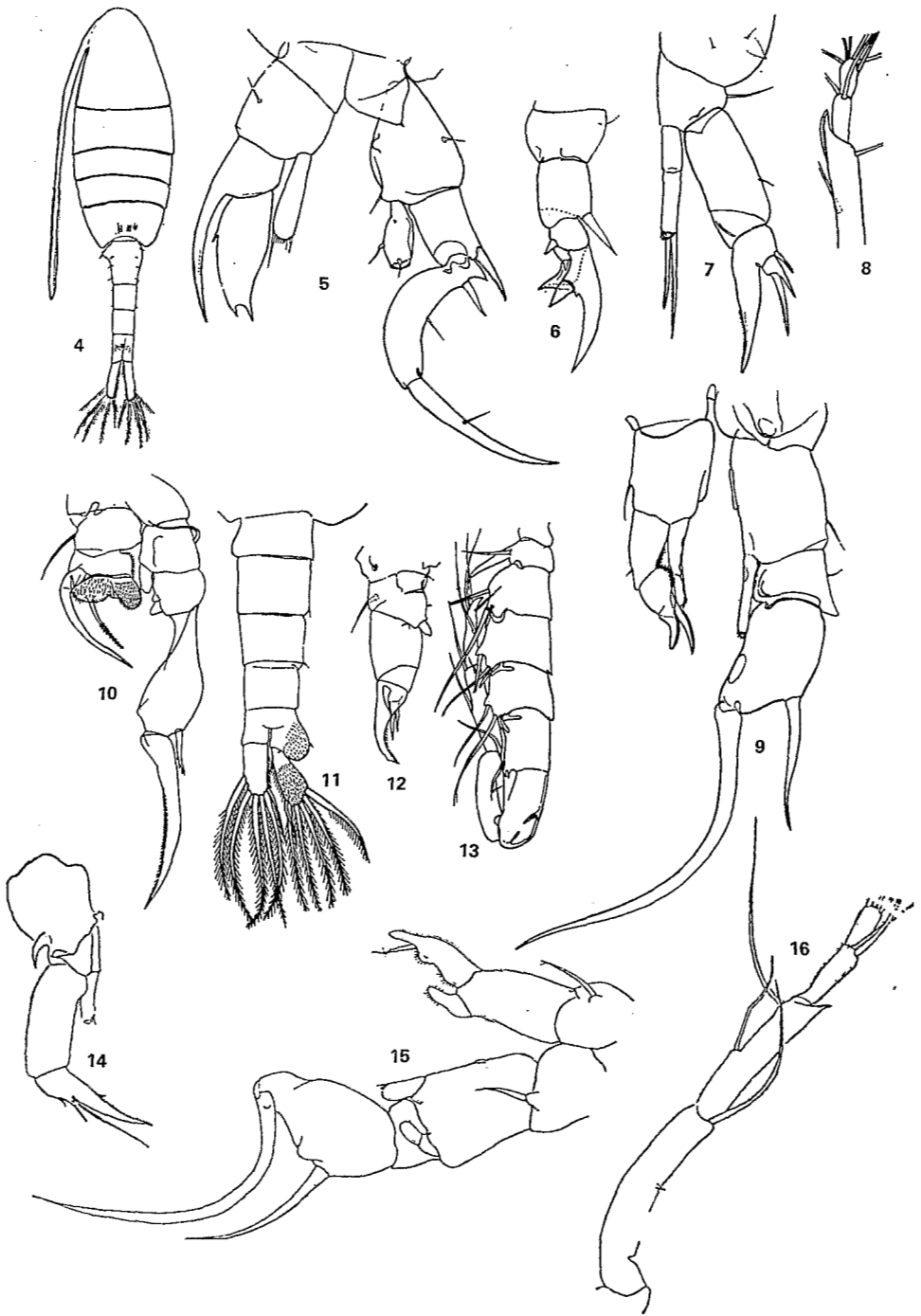


PLANCHE I. — Calanoida. 4 à 6 : *Calanipeda aqua-dulcis*, 4 : ♀, 5 : P5 ♂, 6 : P5 ♀ (d'après DUSSART, 1967) ; 7 à 9 : *Diaptomus cyaneus*, 7 : P5 ♀, 8 : extrémité de l'A1 ♂, 9 : P5 ♂ (d'après DUSSART, 1967) ; 10 à 13 : *Neolovenula alluaudi*, 10 : P5 ♂, 11 : Abd ♂, 12 : P5 ♀, 13 : A1 ♂ (d'après DUSSART, 1967) ; 14 à 16 : *Thermodiaptomus galebi*, 14 : P5 ♀, 15 : P5 ♂, 16 : extrémité de l'A1 ♂ (d'après GRAS et DUSSART, 1966).

— Longueur et largeur des premier, deuxième, troisième, quatrième et cinquième segments thoraciques, ainsi que leur forme, surtout latéralement ;

— Noter le position des sacs ovigères et le nombre d'œufs par sac.

### 3 — pour les *Harpacticoida* :

— Longueur de l'animal ;

— Forme du rostre ;

— Présence ou non de disques (organe nuchal) sur le céphalothorax, dorsalement ou latéralement ;

— Ornementation des bords postérieurs des segments thoraciques ;

— Nombre d'œufs par sac ovigère et position du sac (ou des sacs).

## PRÉPARATION

Pour exécuter des préparations, une méthode extrêmement simple (KIEFER, 1960), consiste à procéder à dissection dans la glycérine. On sépare tous les appendices et on les range dans l'ordre et circulairement dans une goutte de glycérine ni trop grande ni trop petite ; on isole l'abdomen dans une deuxième goutte mise sur la même lame ou sur une autre, afin de le monter à part et on recouvre d'une lamelle chacune des deux gouttes en prenant soin de disposer des cales aux quatre coins en utilisant pour cela de la pâte à modeler scolaire : il suffit de gratter une noisette de pâte à modeler ramolie à la chaleur de la main successivement avec les quatre coins de la lamelle. Par pression régulière des quatre cales, on écrase délicatement la préparation, assez fortement pour les appendices, mais en ayant soin de protéger la forme normale de l'abdomen dans l'autre cas. On lutera alors les préparations avec du baume de Canada légèrement dilué dans du xylène pour le rendre plus fluide quoiqu'encore sirupeux, en utilisant pour cela un petit pinceau. La diffusion du produit entre lame et lamelle est rapide et avec un peu d'habitude il est possible d'éviter toute inclusion d'air.

Après quelques jours, le lut est sec superficiellement et la préparation peut être rangée, à plat de préférence (surtout au début). Ce procédé est extrêmement rapide (quelques minutes pour une préparation définitive) et donne entière satisfaction ; les préparations restent identiques à elles-mêmes pendant des années.

## SYSTÉMATIQUE

Les trois types de copépodes décrits ci-dessus correspondent aux trois ordres largement représentés dans les eaux du monde entier et notamment en Afrique soudanienne.

### — *Calanoïda* (planches I et II)

Deux familles sont bien représentées dans la région considérée : celle des *Pseudodiaptomidae* qui comporte les genres *Calanipeda* et *Pseudodiaptomus*, surtout abondantes en Afrique du Sud ; et celle des *Diaptomidae*

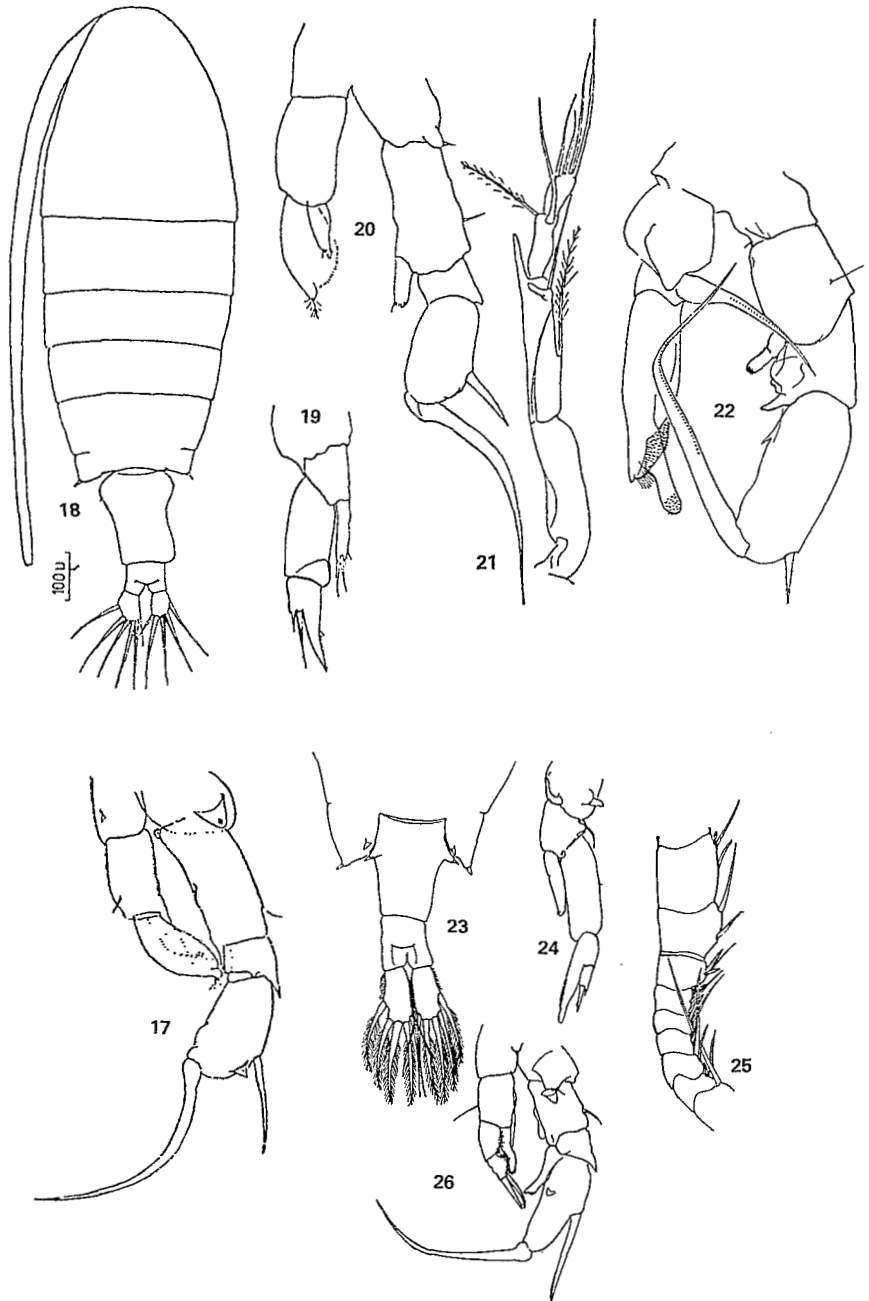


PLANCHE II. — Calanoïda. 17 : *Tropodiptomus lateralis*, P5 ♂ (d'après KIEFER, 1933); 18 à 21 : *Tropodiptomus incognitus*, 18 : ♀, 19 : P5 ♀, 20 : P5 ♂, 21 : extrémité de l'A1 ♂ (d'après GRAS et DUSSART, 1966); 22 : *Metadiptomus mauretanicus*, P5 ♂ (d'après DUSSART, 1968); 23 à 26 : *Arctodiptomus brevisrostris*, 23 : Abd ♀, 24 : P5 ♀, 25 : 1 ♂, 26 : P5 ♂ (d'après DUSSART, 1974).



dont les deux sous-familles : Paradiaptominae et Diaptominae ont d'assez nombreux représentants en zone tropicale. La première sous-famille comprend trois genres ayant tous des espèces africaines : *Lovenula*, *Paradiaptomus* et *Metadiaptomus* tandis que la seconde est surtout constituée dans la zone soudanienne des genres *Tropodiaptomus* et *Thermodiaptomus*, bien que les genres *Arctodiaptomus*, *Diaptomus* et *Mixodiaptomus* y figurent également en bordure.

L'ensemble de ces genres représente 26 espèces dont les trois plus largement répandues ici sont : *Metadiaptomus mauretanicus*, *Thermodiaptomus galebi* et *Tropodiaptomus processifer*.

— *Cyclopoïda* (planches III, IV, V, VI, VII)

C'est le groupe le plus diversifié en eaux tropicales. On y compte, en zone soudanienne, 17 genres et 70 espèces ou sous-espèces dont 19 largement réparties dans toute cette zone.

Certaines de ces espèces sont cosmopolites ou très largement distribuées dans le monde, telles *Eucyclops serrulatus*, *Macrocylops albidus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Microcylops varicans*, *Thermocyclops crassus*, *Tropocyclops prasinus* ; d'autres sont propres à l'Afrique tropicale : *Afrocylops gibsoni*, *Thermocyclops neglectus*.

— *Harpacticoida* (planches VIII et IX)

Très mal connus dans la zone considérée, la seule espèce largement répartie est *Elaphoidella grandidieri*.

Les Harpacticoides, par leur taille et leur écologie assez particulière, réclament une certaine attention de la part des récolteurs. Tout un champ d'investigation reste ouvert aux faunisticiens dans la connaissance de ce groupe systématiquement très intéressant. On ne connaît à l'heure actuelle que 12 genres et 26 espèces et sous-espèces en zone soudanienne et des territoires entiers n'ont jamais été prospectés ou trop peu pour que les quelques trouvailles épisodiques aient une signification. Les trois genres *Echinocamptus*, *Parastenocaris* et *Elaphoidelle* sont les seuls à réunir plus de deux espèces connues en Afrique intertropicale.

Les principaux genres de ces trois groupes sont caractérisés dans les clés qui suivent.

CLÉ DES GENRES DE CALANOÏDA

FAMILLE DES DIAPTOMIDAE

- 1. Article terminal de l'exopodite de P1 avec deux épines externes ; partie terminale de l'antennule géniculée mâle comprenant trois articles..... Paradiaptominae 2
- Article terminal de l'exopodite de P1 avec une seule épine externe ; partie terminale de l'antennule géniculée mâle comprenant 4 articles..... Diaptominae 4
- 2. Exopodite de la P5 gauche du mâle muni d'un croc terminal plus ou moins recourbé ; P5 femelle caractéristique..... genre *Lovenula* (fig. 10 à 13)
- Exopodite de la P5 gauche du mâle sans croc terminal recourbé..... 3

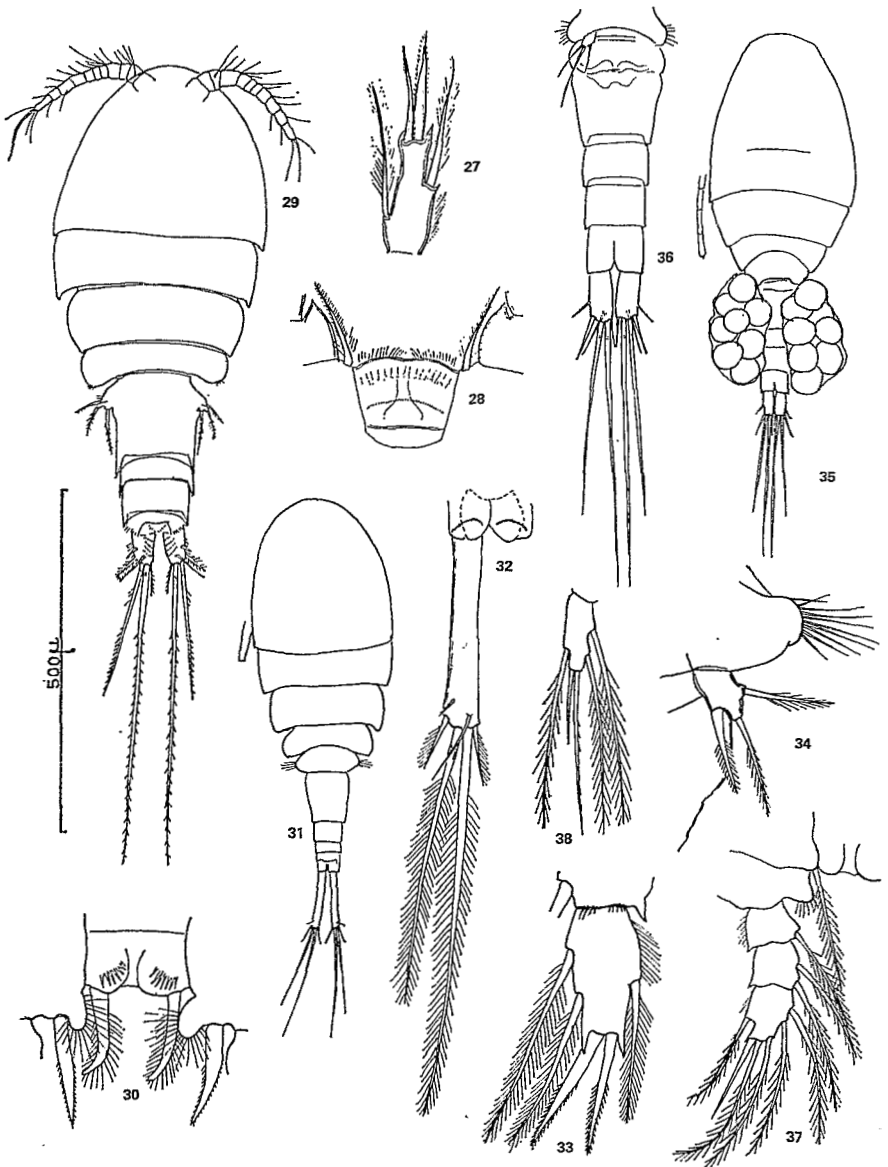


PLANCHE III. — Cyclopoïda. — 27 et 28 : *Macrocylops albidus oligolasius*, 27 : Endopodite 3 de P4, 28 : lame précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1934) ; 29 et 30 : *Ectocylops phaleratus rubescens*, 29 : ♀, 30 : lame précoxale de P1 (d'après DUSSART, 1974) ; 31 à 34 : *Afrocylops gibsoni*, 31 : ♀, 32 : furca ♀, 33 : Endopodite 3 de P4, 34 : P5 ♀ (lac Tchad) ; 35 à 38 : *Tropicocylops confinis*, 35 : ♀, 36 : Abd ♀, 37 : P1, 38 : Endopodite 3 de P4 (d'après DUSSART, 1974).

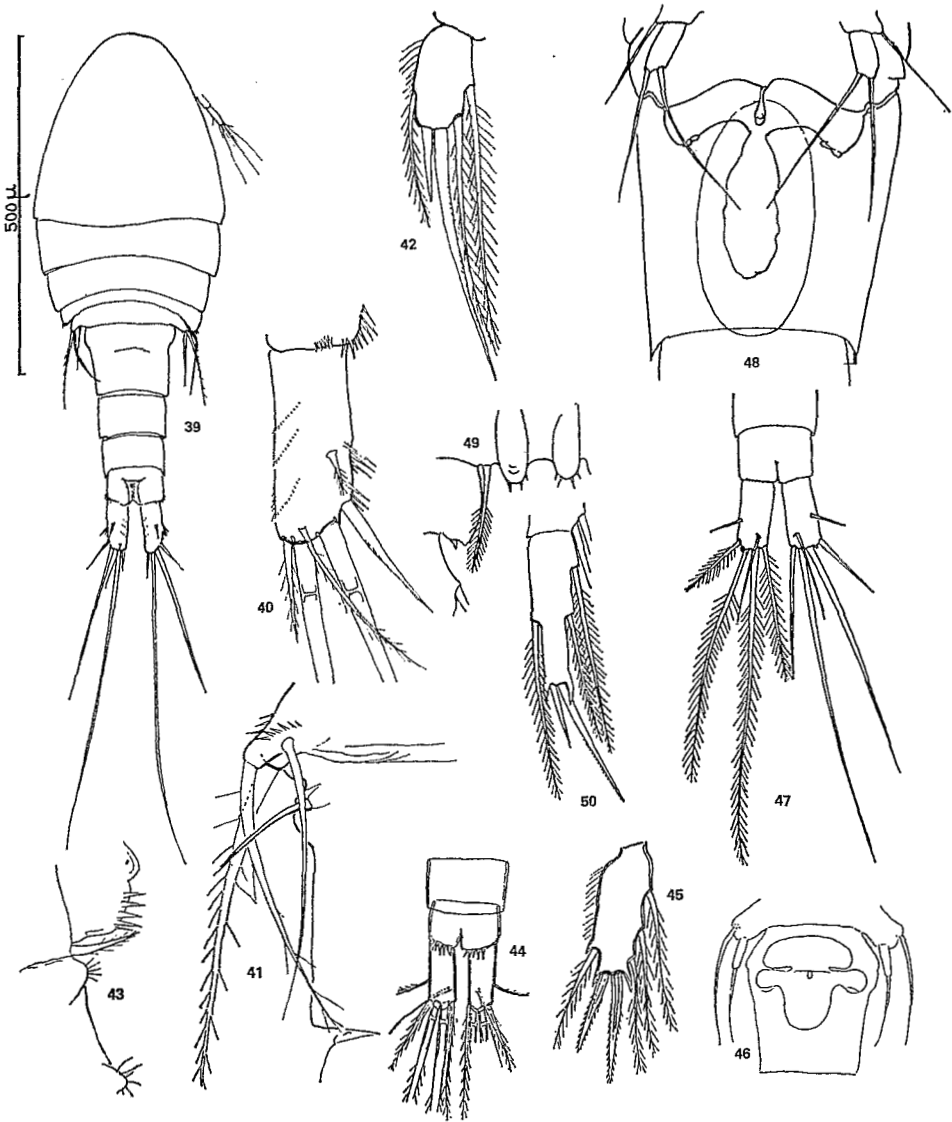


PLANCHE IV. — Cyclopoida. 39 à 43 : *Ectocyclops hirsutus*, 39 : ♀, 40 : furca ♀, 41 : P5 ♀ vue dorsale, 42 : Endopodite 3 de P4, 43 : coxa de P4 (d'après DUSSART, 1974) ; 44 à 46 : *Microcyclops davidi*, 44 : furca ♀, 45 : endopodite 2 de P4, 46 : P5 et segment génital (d'après KIEFER, 1928) ; 47 à 50 : *Thermocyclops neglectus*, 47 : furca ♀, 48 : P5 et segment génital, 49 : coxa et lame précoxale de P4, 50 : endopodite 3 de P4 (lac Volta, orig.).

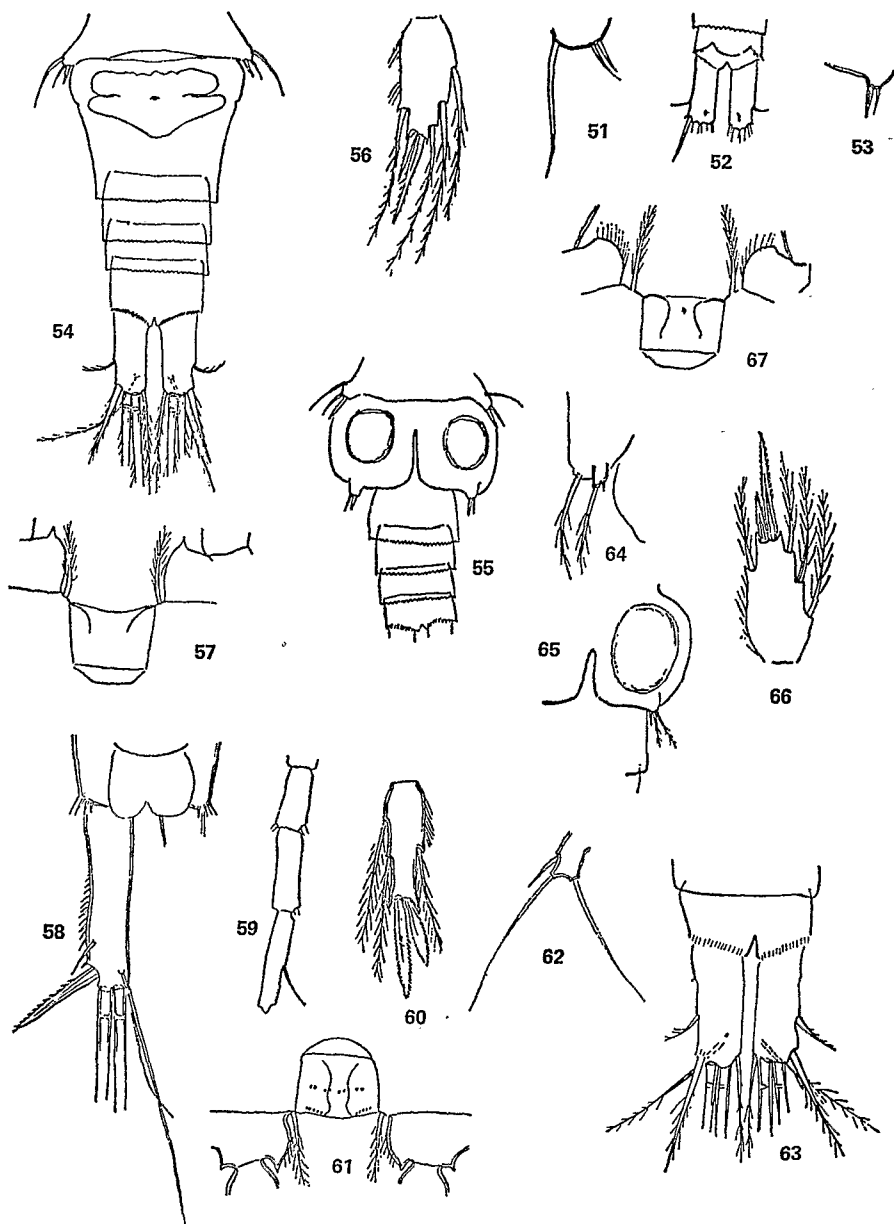


PLANCHE V. — Cyclopoidea. 51 à 57 : *Allocyclops chappuisi*, 51 : P5 ♀, 52 : furca en vue dorsale, 53 : P6 ♂, 54 : Abd ♀, 55 : Abd ♂, 56 : endopodite 2 de P4, 57 : coxa et lame précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1933); 58 à 62 : *Eucyclops euacanthus*, 58 : furca, 59 : extrémité de l'A1, 60 : endopodite 3 de P4, 61 : coxa et lamelle précoxale de P4, 62 : P5 ♀ (d'après KIEFER, 1928); 63 à 67 : *Metacyclops tropicus*, 63 : furca ♀, 64 P5 ♀, 65 : P6 ♂, 66 : endopodite 2 de P4, 67 : coxa et lamelle précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1933).

- 3. Basis de la P5 droite du mâle non bombé intérieurement ; exopodite de la P5 gauche caractéristique..... genre *Paradiaptomus*
- Basis de la P5 droite du mâle fortement bombé intérieurement ; exopodite de la P5 gauche caractéristique..... genre *Meladiaptomus* (fig. 22)
- 4. Endopodite des P5 femelles avec à l'extrémité deux soies plus ou moins longues... 5
- Endopodite des P5 femelles avec seulement quelques poils ou spinules à l'extrémité..... 6
- 5. Exopodite de la P5 gauche du mâle avec le bord interne muni de quelques fines soies et spinules terminales et latéralement armé en dents de scie..... genre *Tropodiaptomus* (fig. 17 à 21)
- Exopodite de la P5 gauche du mâle avec le bord interne composé d'un coussinet poilu et à l'extrémité en prolongement denticuliforme plus ou moins allongé et une soie spiniforme de même type..... genre *Diaptomus* (fig. 7 à 9)
- 6. Exopodite de la P5 gauche du mâle terminé par un prolongement et une soie spiniformes très allongés ; endopodite de la P5 femelle long et pointu à l'extrémité..... genre *Arcloidiaptomus* (fig. 23 à 26)
- Exopodite de la P5 gauche du mâle différent..... 7
- 7. Cet exopodite avec une soie spiniforme courte et frangée intérieurement et un prolongement globuleux..... genre *Mixodiaptomus*
- Cet exopodite avec une soie longue et droite insérée pratiquement sur le prolongement digitiforme de l'article..... genre *Thermodiaptomus* (fig. 14 à 16)

### CLÉ DES GENRES DE CYCLOPOÏDA

#### FAMILLE DES CYCLOPIDAE

- 1. P5 à article terminal portant quatre soies ou épines..... 2
- P5 munie de trois soies ou épines à son article terminal..... 3  
..... (sous-famille des Eucyclopinæ)
- P5 munie de une ou deux soies ou épines..... 7  
..... (sous-famille des Cyclopinæ)
- 2. P5 biarticulée..... genre *Halicyclops* (fig. 79, 80)
- P5 triarticulée..... genre *Neocyclops* (fig. 81 à 86)
- 3. P5 à 2 articles, le dernier avec deux épines et une soie..... genre *Macrocylops* (fig. 27, 28)
- P5 à un seul article..... 4
- 4. A1 de douze articles ; P5 avec une épine large, lancéolée et deux soies inégales... 5
- P5 en forme de petite plaque munie de deux soies apicales similaires et d'une épine lancéolée ; Fu avec une courte série de spinules plus ou moins transversales... genre *Paracyclops*
- P5 atrophiée, les trois soies spiniformes inégales directement insérées sur le segment ; Fu avec plusieurs séries de spinules..... genre *Ectocylops* (fig. 29, 30 et 39 à 43)
- 5. Réceptacle séminal sans corne ; Fu quatre à huit fois plus longue que large..... 6
- Réceptacle séminal avec deux prolongements latéro-antérieurs en forme de

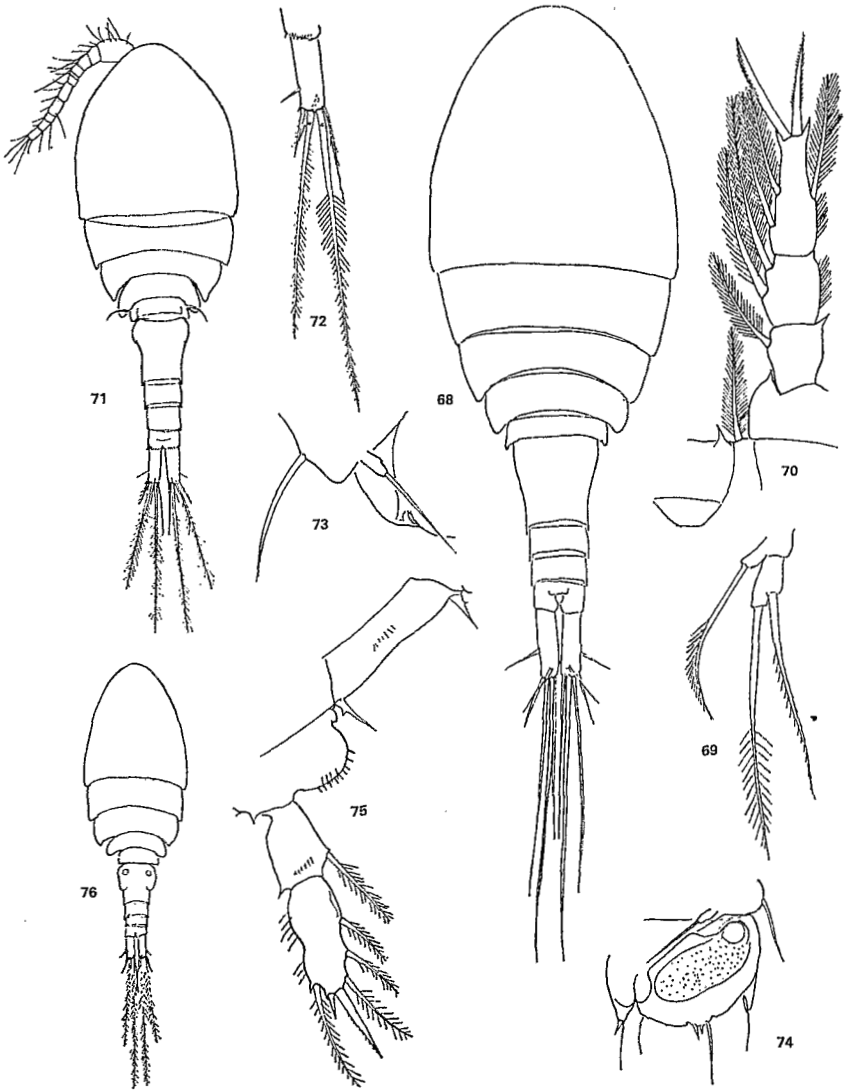


PLANCHE VI. — Cyclopoïda. 68 à 70 : *Mesocyclops leuckarti aequatorialis*, 68 : ♀, 69 ' P5, 70 : endopodite de P4 (Ethiopie, orig.) ; 71 à 76 : *Cryptocyclops linjaniticus*, 71 : ♀, 72 : furca ♀, 73 : P5 ♀, 74 : P5 et P6 ♂, 75 : P4, 76 : ♂ (Zululand, orig.).

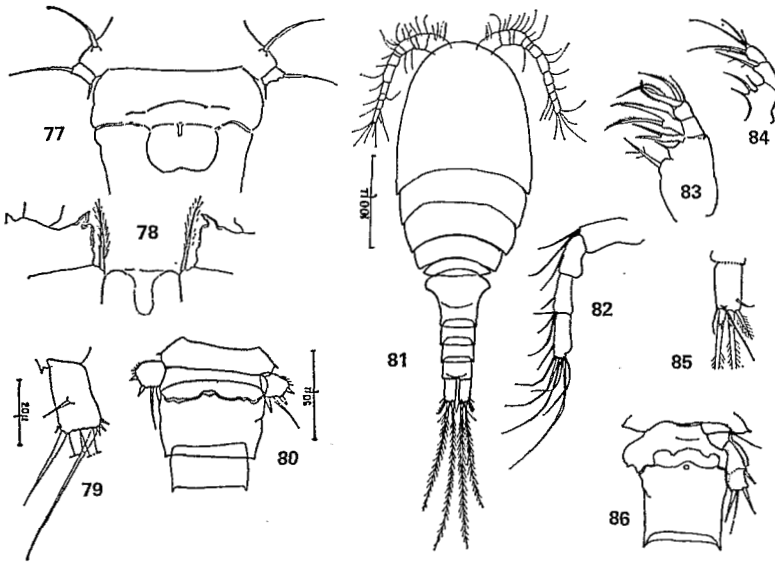


PLANCHE VII. — Cyclopoida. 77 et 78 : *Apocyclops dengizicus*, 77 : P5 et segment génital ♀, 78 : furca ♀, 80 : P5 et segment génital ♀ (d'après PLESA, 1961) ; 79 et 80 : *Halicyclops gauldi*, 79 : furca ♀, 80 : P5 et segment génital ♀ (d'après PLESA, 1961) ; 81 à 86 : *Neocyclops affinis*, 81 : ♀, 82 : A2, 83 : Maxille, 84 : maxillipède, 85 : furca, 86 : P5 et segment génital (d'après DUSSART, 1974).

- cornes ; Fu deux à trois fois plus longue que large..... genre *Tropocyclops* (fig. 35 à 38)
- 6. Fu allongée, sans ornementation ; A1 relativement courte ; bord interne du basis de P4 arrondi..... genre *Afrocyclops* (fig. 31 à 34)
- Fu variable, généralement ornementée d'une série de spinules latérales (serra) ; A1 relativement longue ; bord interne du basis de P4 pointu latéro-antérieurement..... genre *Eucyclops* (fig. 58 à 62)
- 7. P5 à deux articles bien distincts..... 8
- P5 avec un article unique portant au moins une soie apicale..... 10
- P5 réduite à son ornementation directement insérée sur le 5<sup>e</sup> segment thoracique.. 13
- 8. Deuxième article de P5 portant deux soies longues de longueur comparable..... 9
- Deuxième article de P5 portant une soie et une épine de longueurs variables..... genre *Diacyclops*
- 9. Les deux soies de la P5 insérées distalement ou sub-distalement. genre *Thermocyclops* (fig. 47 à 50)
- Une des deux soies de la P5 insérée vers le milieu du bord interne.. genre *Mesocyclops* (fig. 68 à 70)
- 10. P5 à article court avec une soie apicale et à sa base une petite épine grêle..... 12
- P5 à article long portant seulement une soie apicale et parfois quelques cils..... 11

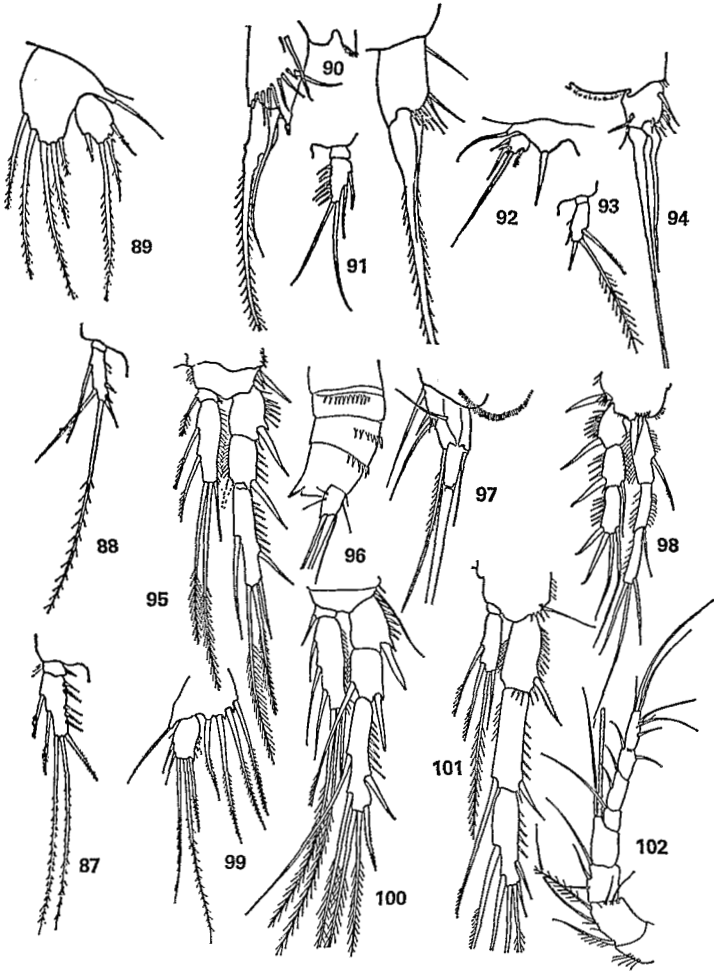


PLANCHE VIII. — Harpacticoida. 87 à 94 : *Echinocamptus africanus*, 87 : endopodite de P2 ♀, 88 : endopodite de P4 ♀, 89 : P5 ♀, 90 : furca ♀ en vues latérale et ventrale, 91 : endopodite de P2 ♂, 92 : P5 ♂, 93 : endopodite de P4 ♂ 93 : furca ♂ en vue dorsale (d'après CHAPPUIS, 1933) 95 à 102 : *Elaphoidella grandidieri*, 95 : P2 ♀, 96 : Abd ♀ en vue latérale, 97 : furca ♀ en vue dorsale, 98 : P1 ♀, 99 : P5 ♀, 100 : P3 ♀, 101 : P4 ♀, 102 : A1 ♀ (d'après DUSSART, 1974).



- 11. P4 à dernier article de l'endopodite avec deux épines apicales bien développées ;  
réceptacle séminal à partie postérieure allongée vers l'arrière.... genre *Microcyclops*  
(fig. 44 à 46)
- P4 à dernier article de l'endopodite muni de deux épines apicales très inégales ;  
réceptacle séminal à partie postérieure peu développée..... genre *Cryptocyclop*  
(fig. 71 à 76s)
- 12. Épines de l'article unique de la P5 insérées très loin l'une de l'autre. genre *Apocyclops*  
(fig. 77, 78)
- Épines de la P5 insérées non loin l'une de l'autre..... genre *Metacyclops*  
(fig. 63 à 67)
- 13. Coxa des P4 sans soie au bord interne..... 14
- Coxa des P4 avec une soie au bord interne..... genre *Allocyclops*  
(fig. 51 à 57)
- 14. Segment génital en forme de tonneau au moins aussi large que haut.....
- ..... genre *Haplocyclops*
- Segment génital différent, bien qu'élargi (épaissi) dans sa moitié antérieure....
- ..... genre *Bryocyclops*

### CLÉ DES GENRES D'HARPACTICOÏDA

Dans la zone considérée, huit familles d'harpacticoïdes sont représentées souvent par un seul genre, parfois même par une seule espèce à large répartition.

- 1. Exopodite de l'antenne à six articles au moins  
FAMILLE DES CANUELLIDAE ; un seul genre ici : *Canuella*.
- Exopodite de l'antenne à quatre articles au plus..... 2
- 2. Thorax à cinq segments libres (en plus de la tête - céphalosome).  
FAMILLE DES PHYLLOGNATHOPODIDAE ; un seul genre : *Phyllognathopus*.
- Thorax à quatre segments libres, le premier étant plus ou moins soudé à la tête... 3
- 3. Premier segment thoracique seulement partiellement soudé à la tête ; antenne  
à exopodite réduit à deux soies.  
FAMILLE DES ARCYTHOMPSONIDAE ; un seul genre ici : *Horsiella*.
- Premier segment thoracique totalement soudé à la tête..... 4
- 4. P1 à exopodite uni ou triarticulé plus court que l'endopodite, ce dernier bi-articulé,  
sans soie marginale interne au premier article.  
FAMILLE DES LAOPHONTIDAE (deux genres)..... 8
- P1 à exopodite et endopodite à articles de longueurs analogues ; endopodite  
le plus souvent terminé par plusieurs soies..... 5
- 5. P1 sans épine marginale externe au deuxième article de l'exopodite..... 6
- P1 avec une telle épine..... 7
- 6. P2, P3 et P4 à endopodite biarticulé chez la femelle ; P1 à exopodite muni au  
deuxième article d'une soie marginale interne.  
FAMILLE DES AMEIRIDAE (deux genres très voisins)..... 9
- P2, P3 et P4 à endopodite uniarticulé chez la femelle ; P3 à exopodite modifié  
en organe copulateur chez le mâle.  
FAMILLE DES PARASTENOCARIDAE ; un seul genre : *Parastenocaris* (fig. 111 à 115).
- 7. P4 à endopodite au plus biarticulé ; antenne à exopodite au plus biarticulé ;  
maxillipède présensile ; P5 généralement formée d'une plaque unique échancrée  
portant un exopodite distinct.  
FAMILLE DES CANTHOGAMPTIDAE (3 genres)..... 10

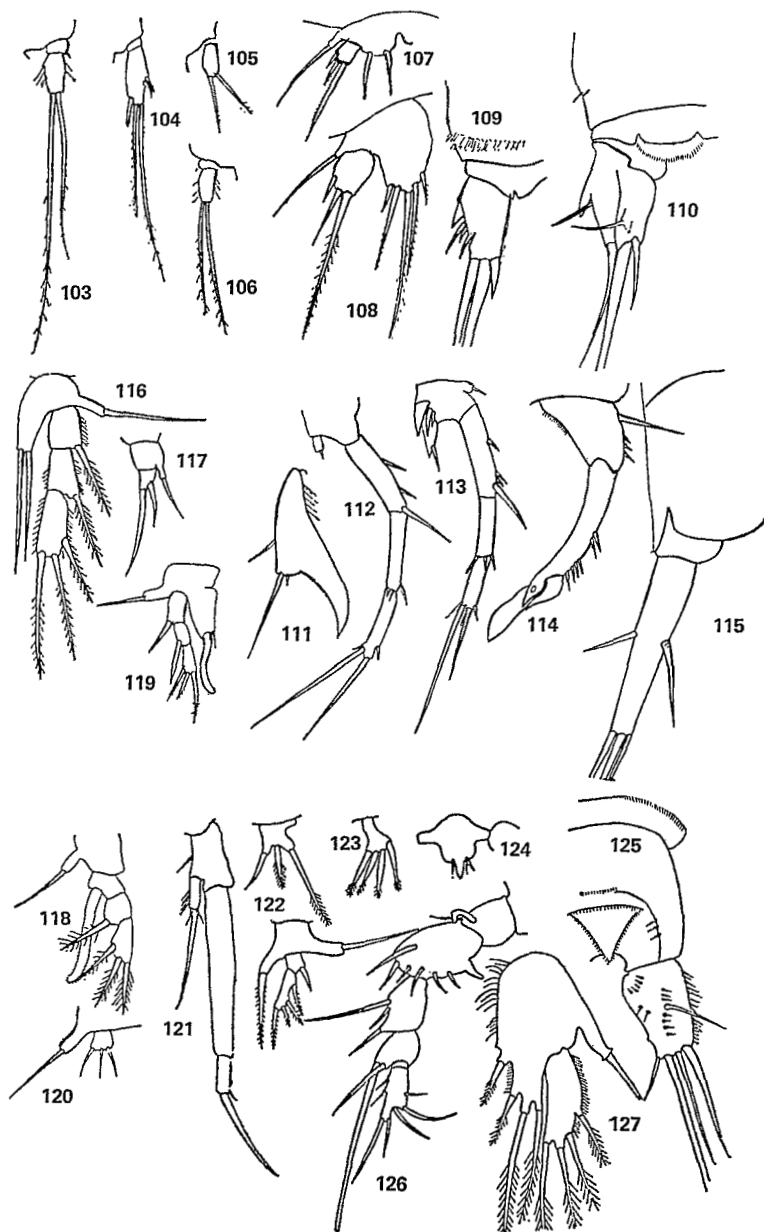


PLANCHE IX. — Harpacticoida. **103 à 110** : *Afrocampus uncinatus*, **103** : endopodite de P2 ♀, **104** : endopodite de P3 ♀, **105** : endopodite de P4 ♀, **106** : endopodite de P4 ♂, **107** : P5 ♂ (anormale, il n'y a en général qu'une soie spiniforme au basoendopodite), **108** : P5 ♀, **109** : furca ♂ en vue ventrale, **110** : furca ♀ en vue dorsale (d'après CHAPPUIS, 1933) ; **111 à 115** : *Parastenocaris monodi*, **111** : P5 ♂, **112** : P2 ♂, **113** : P4 ♂, **114** : P3 ♂, **115** : furca ♂ (d'après CHAPPUIS, 1959) ; **116 à 127** : *Afrolaophonte monodi*, **116** : P4 ♀, **117** : P2 ♂, **118** : P4 ♂, **119** : P3 ♂, **120** : P5 ♂, **121** : P1 ♀, **122** : P2 ♀, **123** : exopodite de l'antenne, **124** : rostre, **125** : segment anal et furca ♀ en vue dorsale, **126** : antennule ♀, **127** : P5 ♀ (d'après CHAPPUIS, 1960).

- P4 à endopodite triarticulé ; P1 à endopodite non préhensile.  
 FAMILLE DES CLETODIDAE ; un seul genre ici : *Cletocamptus*.
8. P5 avec exopodite portant trois soies ; P1 à exopodite biarticulé. genre *Onychocamptus*
- P5 avec exopodite portant quatre soies ; P1 à exopodite uniarticulé ; P2 à P4 à endopodite réduit ou même disparu..... genre *Afroloaophonte* (fig. 116 à 127)
9. P2 et P3 à exopodite ayant au troisième article deux épines marginales externes. . . . . genre *Nitocrella*
- P2 et P3 avec trois épines marginales externes..... genre *Nitocera*
10. P5 femelle avec quatre soies ou moins au basoendopodite et trois à six soies à l'exopodite..... genre *Elaphoidella* (fig. 95 à 102)
- P5 femelle avec cinq soies au basoendopodite et trois à quatre soies à l'exopodite. . . 11
11. P5 femelle avec trois soies à l'exopodite ; dernier article de l'exopodite des P2 à P4 court et muni de 5 (à P2) ou 6 (à P3 et P4) soies ou épines. . . genre *Afrocamptus* (fig. 103 à 110)
- P5 femelle avec quatre soies à l'exopodite ; dernier article de l'exopodite des P2 à P4 long et muni de 6 (à P2) ou 7 (à P3 et P4) soies ou épines. . . genre *Echinocamptus* (fig. 87 à 94)

## Biogéographie

La répartition des copépodes, en Afrique comme ailleurs, est fonction de plusieurs caractéristiques des organismes eux-mêmes. La première est leur aptitude à accepter des conditions de milieu très variables. La seconde est leur résistance aux fluctuations plus ou moins rapides des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques de ce milieu. La troisième est leur exigence vis-à-vis du biotope, certaines espèces étant inféodées au milieu souterrain, aux eaux interstitielles des sables submergés, aux milieux muscicoles, aux grandes masses d'eau, etc. Enfin, la possibilité de survivre à l'état de stades de repos permet à certaines espèces d'être transportées d'un milieu à un autre et ainsi d'avoir une plus large aire de répartition. Si l'animal peut se reproduire parthénogénétiquement, cas de certains harpacticides, il en est de même.

Dans la zone soudanienne, il semble qu'il n'y ait pas d'espèces endémiques vraies (1). Par contre, nombreuses sont celles dont l'aire est très large, formes cosmopolites comme *Eucyclops serrulatus* ou *Thermocyclops crassus*, ou formes communes aux empires holarctique et éthiopien ou éthiopien et oriental. Les *Tropodiaptomus* font partie par exemple de cette dernière catégorie, malgré quelques différenciations locales.

Sur les 80 espèces ou sous-espèces de cyclopidés déterminés en zone soudanienne, 29 n'ont été observées que dans une région limitée. Cela ne

(1) On ne connaît en Afrique, de vrais endémiques que dans le Tanganika (surtout des Cyclopidés).

veut pas dire pour autant qu'elles soient restreintes à cette région. Le nombre de stations prospectées est en effet très faible par rapport à la surface et à la variété du domaine concerné (environ une station pour 31 000 km<sup>2</sup>).

Au niveau générique on peut classer les genres présents dans la zone soudanienne en :

— genres à très grande répartition en dehors de l'Afrique en zone paléarctique : *Arctodiaptomus*, *Diaptomus*, *Mixodiaptomus*, *Neolovenula* ; Les *Diacyclops* et *Apoeyclops* sont fréquents aussi bien en Europe qu'en Asie et Amérique du Nord ainsi que des *Cryptocyclops*, *Ectocyclops*, *Eucyclops*, *Halicyclops*, *Macrocyclus*, *Mesocyclops*, *Metacyclops*, *Microcyclops*, *Paracyclops*, *Neocyclops*, *Thermocyclops* et *Tropocyclops*. Quant aux *Bryocyclops*, ils ne sont courants qu'à Madagascar, aux Indes et en Indonésie en dehors de l'Afrique.

— Les *Tropodiaptomus* sont communs au sud-est asiatique et à l'Afrique.

— Par contre les *Thermodiaptomus*, *Paradiaptomus* et *Metadiaptomus* sont essentiellement africains ou tropicaux tout comme *Alloeyclops* bien que ПЕТКОВСКИ ait trouvé *Alloeyclops chappuisi* en Yougoslavie (!). Il n'y a d'*Afroeyclops* qu'en Afrique et d'*Haploeyclops* que dans l'ensemble Afrique-Madagascar.

En ce qui concerne les harpacticides, il en est de même : il y a des *Canuella*, des *Phyllognathopus*, des *Nitocra*, des *Elaphoidella* et des *Parastenocaris* dans le monde entier ou presque ; des *Cletocamptus* et *Onychocamptus* dans tout l'hémisphère nord ; les *Horsiella* sont paléarctiques tandis qu'il n'y a guère d'*Echinocamptus* qu'en Afrique et en Europe méridionale ; les *Paradiaptomus* et *Metadiaptomus*, genres d'origine sud-africaine ne remontent guère au-delà de l'équateur. Quant aux *Afrocamptus* et *Afrolaophonte* on ne les a jusqu'à présent observés que dans la zone soudanienne.

Ainsi, du point de vue biogéographique, les copépodes fréquentant cette partie de l'Afrique ne permettent pas de lui donner une individualité. Carrefour entre empire holarctique et éthiopien, des espèces dominantes en région méditerranéenne s'y retrouvent tandis qu'apparaissent des formes plus communes en Afrique tropicale humide voire équatoriale.

Bien des régions et surtout des milieux isolés géographiquement restent à prospecter. Plus qu'indicateurs des grandes voies de migration, les copépodes sont des révélateurs de conditions écologiques. Certains groupes comme les *Tropodiaptomus*, les *Thermocyclops* et les *Parastenocaris* (sensu lato) sont en pleine évolution. Ce n'est qu'en multipliant les échantillonnages (et les spécialistes!) qu'il sera possible de tirer de ce groupe une information que les conditions d'étude n'ont jusqu'à présent pas permis d'extraire.

## Biologie

Les Copépodes sont des animaux à reproduction sexuée et à développement par métamorphoses. L'œuf donne naissance à une larve nauplienne qui ne se nourrit pas et se métamorphose rapidement (le lendemain) en une, puis plusieurs larves naupliennes successives, chaque fois plus grande et de morphologie plus compliquée (apparition des appendices buccaux).

Après la cinquième mue (le sixième stade donc), la métamorphose est plus complète et, d'elle, naît une larve copépoditique segmentée, comprenant initialement cinq segments et qui, après cinq métamorphoses au cours desquelles un segment s'ajoute chaque fois se transforme en adulte avec ses quatre ou cinq segments thoraciques libres et ses cinq segments abdominaux dont les deux premiers sont souvent soudés en un segment génital. C'est au stade Copépodite V que se différencient extérieurement les sexes. Si les œufs sont généralement pondus par les femelles dans un ou deux sacs ovigères, les spermatozoïdes sont collectés par le mâle dans un spermatophore qu'il fixe près de l'ouverture génitale de la femelle au moment de la copulation. Les spermatozoïdes sont stockés par cette dernière dans un réceptacle séminal, si bien que les ovocytes sont fécondés au passage au fur et à mesure de leur expulsion du tractus génital. Chez les Cyclopidae au moins, une femelle peut ainsi être fécondée pour plusieurs pontes par un seul mâle. Il semble qu'il n'en soit pas de même chez les Calanoïda.

La durée de développement des stades naupliens et copépoditiques dépend de la température et de la durée de l'éclairement. Dans la zone soudanienne, celle-ci est peu variable et ne joue qu'un rôle secondaire. Par contre les fluctuations de la température sont importantes. *Tropodiaptomus incognitus* se développe ainsi deux fois plus vite à 30 °C qu'à 24° (GRAS et SAINT-JEAN, 1969). Cette espèce met 36 jours à cette dernière température pour passer de l'éclosion de l'œuf au stade adulte. Les Cyclopidés ont une durée de développement sensiblement analogue.

Adultes, les copépodes peuvent vivre plusieurs mois. Ils se reproduisent pendant une partie de cette période. Leur sensibilité aux conditions du milieu ne se limite pas à la température. Certaines espèces préfèrent les eaux très peu minéralisées, d'autres ne se rencontrent qu'en milieu saumâtre, voire salé (fig. 128).

Il ne faut pas oublier non plus que les exigences alimentaires des copépodes varient avec le groupe et le stade ou plutôt l'écophase. Nous avons vu déjà que les nauplies I (larve orthonauplius) ne se nourrissaient pas.

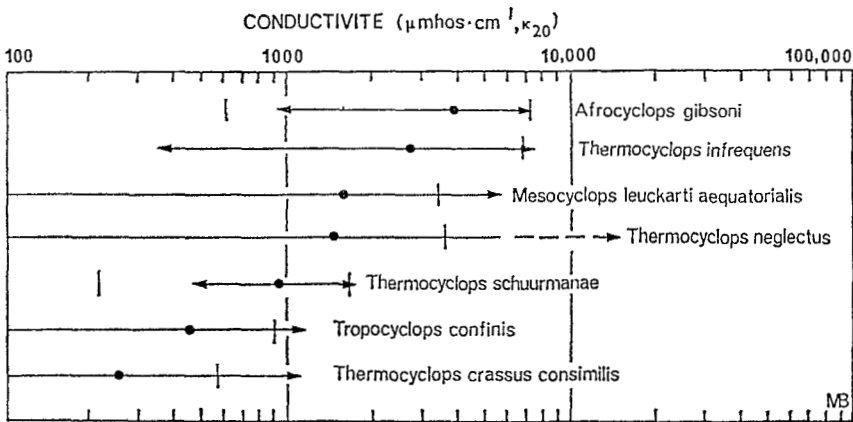


Fig. 128. — Distribution de quelques Copépodes en fonction de la conductivité (salinité) (d'après LaBARBERA et KILHAM, 1974).

Les autres stades naupliens sont très généralement microphages (bactéries, flagellés, protozoaires suivant les cas). Les stades copépoditiques ont deux sortes d'alimentation : les trois à quatre premiers sont souvent microphages et plus ou moins végétariens, surtout chez les calanoïdes. Les cyclopoïdes sont parfois omnivores, parfois végétariens et parfois carnivores. Les plus primitifs d'entre eux semblent être de ce dernier type (genre *Macrocylops*) (FRYER, 1957) tandis que les plus évolués (*Eucyclops*, *Afrocylops*) sont végétariens. La nature de l'alimentation est souvent modifiée dès le stade Copépodite IV et les Copépodites V ont pratiquement toujours le même régime que les adultes. Les harpacticoïdes sont détritivores ou brouteurs à tous les stades.

Nous connaissons mieux le régime alimentaire et l'éthologie des adultes. *Mesocylops leuckarti* est végétarien, tout comme *Eucyclops serrulatus*. Les grandes espèces carnivores peuvent s'attaquer à de grosses proies (pour elles) et il n'est pas rare d'observer des *Macrocylops* attaquant larves d'Insectes, Vers, Rotifères, Cladocères, et même alevins de poissons. Un *Macrocylops* est capable d'ingérer chaque jour le poids de son propre corps en nourriture (MONAKOV, 1963).

L'alimentation diffère de toute manière avec le type de milieu habité, au moins pour les espèces relativement ubiquistes. L'absence d'étude éthologique des copépodes strictement soudaniens (et même tropicaux) ne nous permet pas de dégager l'idée d'une originalité particulière des espèces pourtant adaptées au milieu aquatique particulier ici considéré. Cette approche biologique reste à promouvoir. (Pour avoir plus de détails sur l'alimentation des copépodes, voir BERTHON, 1975.)

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*Nota.* Cette bibliographie d'orientation ne peut que signaler quelques ouvrages généraux intéressants soit pour aborder le groupe du point de vue taxonomique soit pour discerner quelques problèmes écologiques, biogéographiques ou systématiques relatifs à ce groupe en Afrique.

- BERTHON (J.-L.), 1975. — Répartition spatiotemporelle, nutrition, composition chimique du zooplancton pélagique du lac Pavin. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Sci. Nat., Clermont-Ferrand, 68 p.
- CHAPPUIS (P. A.), 1933. — Copepoda Harpacticoïda. In : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française. *Arch. Hydrobiol.*, 26 : 1-49.
- CHAPPUIS (P. A.), 1959. — Biogéographie du genre *Parastenocaris*. *Vie et Milieu*, 9, 4, 1958 : 444-453.
- CHAPPUIS (P. A.), 1960. — Harpacticoïdes psammiques d'une plage près de Dakar. *Bull. I.F.A.N.*, 22, 1 : 193-197.
- DUSSART (B.), 1967. — Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome I : Calanoïdes et Harpacticoïdes. *Ed. N. Boubée et Cie*, Paris, 500 p.
- DUSSART (B.), 1968. — Contribution à l'étude des eaux douces de l'Ennedi. I. Copépodes. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 30, 1 : 127-134.

- DUSSART (B.), 1969. — Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II : Cyclopoïdes et Biologie. *Ed. N. Boubée et Cie*, Paris, 292 p.
- DUSSART (B.), 1974. — Contribution à l'étude des Copépodes des eaux douces d'Éthiopie. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 36, 1 : 92-116.
- DUSSART (B.), GRAS (R.), 1966. — Faune planctonique du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Océanogr.*, 4, 3 : 77-91.
- EINSLE (U.), 1970. — Études morphologiques sur des espèces de *Thermocyclops* (Crust. Cop.) d'Afrique et d'Europe. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, 4, 2 : 13-38.
- FRYER (G.), 1955. — A critical review of the genus *Ectocyclops* (Crustacea-Copepoda). *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8, 12 : 938-950.
- FRYER (G.), 1957. — The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *J. Anim. Ecol.*, 26 : 263-286.
- GRAS (R.), 1970. — Poids individuel, durée de développement et production des différents stades de *Tropodiatomus incognitus* (Crustacés Copépodes). *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, 4, 1 : 63-70.
- GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1969. — Biologie des crustacés du lac Tchad. I. Durées de développement embryonnaire et post-embryonnaire : premiers résultats. *Cah. O.R.S.T.O.M.*, sér. *Hydrobiol.*, 3, 3/4 : 43-60.
- GREEN (J.), 1962. — Zooplankton of the river Sokoto. The crustacea. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 138 : 415-453.
- HUMES (A. G.), 1960. — On two species of *Tropodiatomus* from Upper Volta and the Ivory Coast. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 22, 1 : 152-163.
- JAKOBI (H.), 1972. — Trends (Enp. P4 ♂) innerhalb der Parastenocarididen (Copepoda Harpacticoidea). *Crustaceana*, 22, 2 : 127-146.
- KIEFER (F.), 1929. — Crustacea Copepoda. II. Cyclopoida Gnathostoma. *Das Tierreich*, 53, 102 p.
- KIEFER (F.), 1932. — Neue Diaptomiden und Cyclopiden aus Französisch-Westafrika. In : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française. *Bull. Soc. Stiinte, Cluj*, 6 : 523-528.
- KIEFER (F.), 1933. — Freilebende Binnengewässercopépoden Diaptomiden und Cyclopiden. In : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française. *Arch. Hydrobiol.*, 26 : 121-142.
- KIEFER (F.), 1949. — Freilebende Ruderfusskrebse (Crustacea Copepoda). In : The Armstrong College zoological Expedition to Siwa Oasis (libyan Desert) 1935. *Proc. Egypt. Acad. Sci.*, 4 : 62-112.
- KIEFER (F.), 1952. — Copepoda Calanoida und Cyclopoida. *Exploration Parc National Albert. Mission H. Damas (1935-1936)*, 21, 136 p.
- La BARBERA (M. C.), KILHAM (P.), 1974. — The chemical ecology of copepod distribution in the lakes of East and Central Africa. *Limnol. Oceanogr.*, 5, 19, 3 : 459-464.
- LANG (K.), 1948. — Monographie der Harpacticiden. *A. B. Nordiska-Bokhandeln*, Stockholm, 1682 p.
- LESCHER-MOUTOUÉ (F.), 1974. — Sur le nombre de stades naupliens chez *Eucyclops serrulatus*. *Annls Limnol.*, 10, 3 : 263-274.
- LINDBERG (K.), 1951. — Cyclopides (Crustacés Copépodes). *Rev. Sci. Explor. Hydrobiol. lac Tanganyika (1946-1947)*, 3, 2 : 45-91.

- LINDBERG (K.), 1957. — Cyclopides (Crustacés Copépodes) de la Côte d'Ivoire. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 19, 1 : 134-179.
- MONAKOV (A. V.), 1963. — Feeding of *Macrocylops* CLAUS. *Trudy Inst. Biol. Vnutr. Bod.*, 6, 9 : 115-122.
- ONABAMIRO (S. D.), 1952. — On the diurnal migration and seasonal fluctuation in the numbers of *Thermocyclops nigerianus* KIEFER in a nigerian pond. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 46, 1 : 38-47.
- ONABAMIRO (S. D.), 1952. — Four new species of *Cyclops* sensu lato (Crustacea, Copepoda). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 122, 1 : 253-266.
- ONABAMIRO (S. D.), 1957. — Some new species of *Cyclops* sensu lato (Crustacea, Copepoda) from Nigeria. *J. Linn. Soc. Zool.*, 43 : 123-133.
- PLESA (C.), 1961. — New Cyclopoids (Crustacea, Copepoda) of the interstitial fauna from the beaches of Ghana. *J. West Afr. Sci. Ass.*, 7, 1 : 1-13.
- PROSZYNSKA (M.), 1967. — Bibliography of Cladocera and Copepoda of african inland Waters. *Ghana J. Sci.*, 7, 1-2 : 37-49.
-