UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Contribution à l étude qualitative et quantitative du zooplancton de la zone pélagique du lac Tanganyika : Période de février-Mars 2001

Sibomana, Claver; Sous la direction de : Prof. Dr. Gaspard Ntakimazi

2003
UB, FS
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/1599

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

CONTRIBUTION A L'ETUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DU ZOOPLANCTON DE LA ZONE PELAGIQUE DU LAC TANGANYIKA : *PERIODE DE FEVRIER-MARS 2001*

Par **Claver SIBOMANA**

SOUS LA DIRECTION DE :

Prof. Dr. Gaspard NTAKIMAZI

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du grade de licencié en Sciences Biologiques.

Bujumbura, Juillet 2003

DEDICACE

A mes chers Papa et Maman,

A mes chers frères et sœurs,

A tous ceux qui me sont chers,

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit d'efforts concertés par plusieurs personnes que nous avons le devoir agréable de remercier.

Nous devons une gratitude et un respect particuliers au Professeur Gaspard NTAKIMAZI, promoteur et directeur de ce mémoire. Ses pertinents conseils, sa rigueur scientifique et sa disponibilité malgré ses multiples responsabilités nous ont été d'une grande utilité.

Notre reconnaissance s'adresse également aux professeurs de la faculté des sciences particulièrement ceux du département de Biologie qui par leur éducation, n'ont ménagé aucun effort pour notre épanouissement tant scientifique que moral.

Que tous les enseignants qui nous ont dressé à l'école primaire et à l'école secondaire trouvent en chaque ligne de cette besogne le couronnement de leurs efforts.

Nous devons aussi exprimer nos sentiments de reconnaissance à tous les membres de notre famille qui nous ont soutenu. Nous pensons particulièrement à la famille Innocent NTIRUHUNGWA qui a été à nos côtés tout au long de nos études. Il y a d'autres personnes trop modestes pour vouloir être mentionnées qui nous ont garanti un soutien non moins important.

Nous voudrions remercier le personnel du département des eaux, pêche et pisciculture, particulièrement son directeur, Monsieur Roger KANYARU, qui nous a permis d'utiliser les échantillons de laboratoire et la bibliothèque du projet Programme de Suivi des Pêches au Lac Tanganyika, Mesdames Léonie NZEYIMANA et Chantal CIMPAYE respectivement chargé de bureau et bibliothécaire audit projet qui nous ont réservé un accueil convivial.

Enfin, que tous les amis qui nous ont soutenu et encouragé soient assurés de notre sincère gratitude.

Claver SIBOMANA.

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....i

REMERCIEMENTS.....ii

TABLE DES MATIERES.....iii

INTRODUCTION GENERALE.....1

I[ère] PARTIE :GENERALITES SUR LE LAC TANGANYIKA.....3

Chap I : DESCRIPTION DU MILIEU.....3
I.1. Situation géographique, dimensions et histoire du lac.....3
I.2. Apports et pertes d'eau.....4
I.2.1. Les affluents 4
I.2.2. L'exutoire et l'évaporation 4
I.3. Quelques paramètres physico-chimiques.....6
I.3.1. Température.....6
I.3.2.Transparence et turbidité.....6
I.3.3. Oxygène dissous.....6
I.3.4. Conductivité électrique 7
I.3.5. pH.....7
I.4. Les biotopes du lac.....7
I.5. L'écosystème pélagique.....8
I.6. Stratification thermique.....8

Chap II : LE ZOOPLANCTON DU LAC TANGANYIKA.....10
II.1. Définition.....10
II.2. Caractéristiques.....10
II.3. Migration verticale.....11
II.4. Importance du zooplancton.....11
II.5. Problèmes posés au zooplancton dans le lac Tanganyika.....11

II[ème] PARTIE :ETUDE DU ZOOPLANCTON ECHANTILLONNE.....14

Chap I : MATERIEL ET METHODES.....14
I.1. Matériel.....14
I.1.1. Matériel d'échantillonnage.....14
I.1.2. Matériel utilisé au laboratoire.....14
I.2. Méthodes.....14
I.2.1. Lieu d'échantillonnage.....14
I.2.2. Mesures des paramètres physico-chimiques.....15
I.2.2.1. L'oxygène dissous.....15
I.2.2.2. La température 15
I.2.2.3. La transparence 15
I.2.2.4. Le pH.....15
I.2.2.5. La conductivité électrique 15
I.2.3. Procédures d'échantillonnage du zooplancton au lac Tanganyika.....16
I.2.4. Conservation des échantillons.....16

I.2.5. Comptage du zooplancton.....16
I.2.5.1. Le sous-échantillonnage.....17
I.2.5.2. Le comptage.....17

Chap II : IDENTIFICATION ET PRESENTATION DES RESULTATS.....18
II.1. Identification 18
II.1.1. Outils utilisés.....18
II.1.2. Observation.....18
II.2. Présentation des résultats.....18
II.2.1. Paramètres limnologiques.....18
II.2.1.1. Oxygène dissous.....18
II.2.1.2. Température.....19
II.2.1.3. Transparence.....19
II.2.1.4. pH.....19
II.2.1.5. Conductivité électrique.....19
II.2.2. Comptage du zooplancton 25

Chap III : ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS 30
III.1. Analyse.....30
III.1.1. Abondance des différents groupes.....30
III.1.2. Comparaison des densités des deux mois.....34
III.1.3. Evolution relative entre les deux mois 36
III.1.3.1. Microzooplancton et mésozooplancton.....36
III.1.3.2. Macrozooplancton.....36
III.2. Discussions 38

Chap IV: CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....40

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....41

ANNEXES.....45

INTRODUCTION GENERALE

Le présent travail porte sur le lac Tanganyika, un lac qui a déjà fait l'objet de nombreux travaux de recherche mais qui contient encore beaucoup de mystères. Il représente une importance économique énorme pour toute la région orientale de l'Afrique centrale car il constitue une source de revenus, de protéines animales, d'eau de consommation et un moyen de transport pour environ 10 millions d'habitants (Lindqvist et al, 1999). De surcroît, l'aspect pittoresque et l'importance évolutive de sa faune et de sa flore poussent de nombreux chercheurs à entreprendre des investigations pour comprendre la vie dans cette immense cuvette lacustre.

Des études doivent donc être régulièrement faites pour connaître les paramètres qui influencent les réserves piscicoles, principale source protéinique et économique mais aussi pour une bonne gestion de ces stocks.

Dans l'écosystème pélagique (la zone qui fournit la plus grande production piscicole), le zooplancton qui est le consommateur du phytoplancton et la nourriture des poissons constitue le maillon de transition entre la production primaire et la production piscicole (Hyvönen, 1997).

Des projets de recherche sur le zooplancton ont déjà été entamés et doivent être complétés et poursuivis pour comprendre les bases biologiques de la pêche dans le lac, une pêche basée essentiellement sur les espèces de clupéidés consommatrices de ces organismes de la zone pélagique.
Ainsi, notre travail s'inscrit dans cette même logique et entend apporter sa contribution pour la compréhension des facteurs biotiques qui sont à la base des fluctuations des réserves de poissons dont regorgent le lac Tanganyika et en particulier la région pélagique.

Le présent mémoire intitulé : « **Contribution à l'étude qualitative et quantitative du zooplancton de la zone pélagique du lac Tanganyika : période de février-mars 2001.** » s'articule sur deux parties :

- La **première partie** sur les généralités comporte deux chapitres qui traitent du lac Tanganyika et de sa faune planctonique.

- La **deuxième partie** se rapporte à l'étude des échantillons du zooplancton pélagique et contient quatre chapitres :

-Le 1er chapitre comprend le matériel et les méthodes utilisés pour avoir les résultats qui devraient être analysés.

-Le 2ème chapitre comporte l'identification et la présentation des résultats trouvés.

-Le 3ème chapitre contient l'analyse et la discussion de ces résultats.

-Le 4ème chapitre dresse les conclusions générales tirées de cette étude et quelques recommandations pour préserver le zooplancton et l'équilibre qu'il contribue à maintenir dans l'écosystème pélagique du lac Tanganyika.

I^{ère} PARTIE : GENERALITES SUR LE LAC TANGANYIKA

CHAP. I : DESCRIPTION DU MILIEU

I.1. Situation géographique, dimensions et histoire du lac

Le lac Tanganyika est le plus long des lacs du rift africain, sa profondeur le place en 2ème position mondiale après le lac Baïkal. C'est un lac méromictique dont la couche de l'hypolimnion constitue la majeure partie de son volume.
Ce grand lac est situé dans la branche occidentale du système du rift entre 3°30' et 8°50' de latitude Sud et 29°05' et 31°15' de longitude Est (figure n°1). Sa longueur est d'environ 650 km et sa largeur est variable, environ 30 km au Nord et 80 km au Sud.

Le volume de l'eau est de 18880 km^3 et son niveau s'élève jusqu'à 773 m d'altitude alors que son point le plus profond va jusqu'à 1310 m dans la partie Nord et à 1470 m dans la partie Sud. La surface de l'eau est de 32900 km^2 et quatre pays se partagent les eaux : Burundi, Tanzanie, République Démocratique du Congo et Zambie.

Le lac Tanganyika est probablement le plus ancien des lacs africains et peut-être le plus important du point de vue de l'évolution. Il aurait connu la plus longue histoire évolutive parce que, grâce à sa grande profondeur, c'est l'un des lacs qui n'a probablement pas connu de dessiccation.

Coulter (1994) propose trois étapes dans l'histoire de l'évolution de ce lac :

i. il y a environ 20 millions d'années (Miocène inférieur), un paléolac qui aurait consisté en une dépression peu profonde avec un système hydrographique qui aurait tendance à être drainé vers le bassin du Congo à l'Ouest.

ii. la formation ultérieure d'une faille et l'inclinaison du bloc aurait entraîné la formation d'une série de petits lacs situés plus ou moins sur l'axe Nord-Sud.

iii. la formation active de la faille et l'effondrement du graben principal aurait formé un lac unique et profond qui, cependant aurait par la suite été divisé plusieurs fois par les fluctuations du niveau des eaux.

L'isolation du ou des lacs dans le bassin du Tanganyika daterait d'il y a 14 millions d'années et aurait été accentuée par l'affaissement augmentant du graben il y a environ 6 millions d'années. Ainsi, l'évolution de la faune a été influencée par l'âge considérable et l'isolation mais aussi par la fragmentation du lac.

Les éruptions volcaniques au lac Kivu au Pliocène supérieur ont dirigé l'exutoire de ce lac vers le Sud dans le lac Tanganyika, cet événement changea significativement à la fois l'équilibre hydrologique et la chimie du lac.

I.2. Apports et pertes d'eau

I.2.1. Les affluents

Le lac Tanganyika draine un bassin assez vaste de 231.000 km^2 (lac Kivu exclu) (Coulter et Spigel, 1991) comprenant beaucoup de cours d'eau permanents ou périodiques dont deux présentent une importance hydrologique remarquable, la Rusizi et la Malagarazi.

I.2.2. L'exutoire et l'évaporation

Le surplus des eaux du lac s'écoule par son unique exutoire : la Lukuga, nécessaire pour éviter une montée incessante des eaux qui serait fatale pour les riverains malgré l'importance de l'évaporation qui a été estimée à 1696mm par an (Bultot, 1965). Environ 95 % des eaux perdues par le lac annuellement le seraient grâce à l'évaporation (Coulter, 1963).

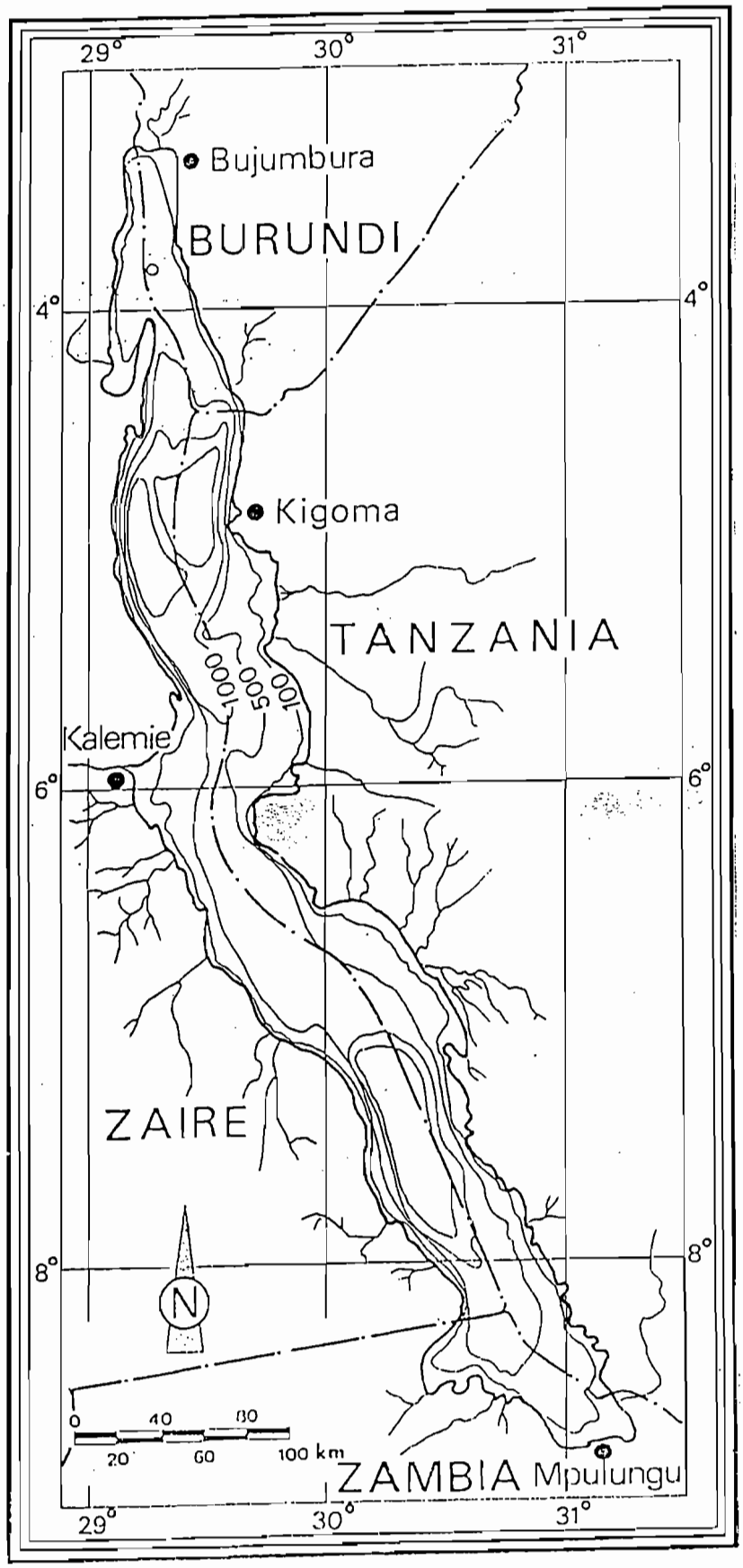


Figure n°1 : Le lac Tanganyika: situation géographique et ses principales villes riveraines. (Schéma d'après Coulter (1994)).

I.3. Quelques paramètres physico-chimiques de l'eau

Plisnier et al (1999) ont fait des mesures de ces paramètres à trois stations différentes : Bujumbura / Uvira, Kigoma et Mpulungu.

I.3.1 Température

La température moyenne annuelle dans la colonne d'eau de 0 à 100m de profondeur est d'environ 25,8°c à Bujumbura / Uvira et elle est proche de celle mesurée à Kigoma, 25,7°c mais plus élevée que celle de Mpulungu qui est de 24,5°c. Cependant, la variation annuelle est plus élevée à Mpulungu pendant la saison pluvieuse; la profondeur moyenne de la thermocline a été estimée à 49,7, 53,4 et 41,0m respectivement à Bujumbura / Uvira, à Kigoma et à Mpulungu. Pendant la saison sèche, la thermocline est plus profonde à Bujumbura /Uvira et Kigoma avec 65,0m et 75,6m respectivement mais absente à l'extrémité sud suite à la remontée des eaux et au mélange par convection.

I.3.2. Transparence et turbidité

La transparence moyenne est plus faible à Bujumbura / Uvira où elle est de 8,7m qu'à Kigoma et à Mpulungu où elle est respectivement de 12,8m et de 11,9m. A ces trois stations, la transparence varie respectivement dans la gamme de 5,0 – 15,4m, 8,1- 23,5m et 7,0 – 20,5m.

La turbidité moyenne de 0 à 100m de profondeur à Bujumbura / Uvira qui est de 0,32 NTU est proche de celle de Mpulungu, 0,33 NTU. A Kigoma, elle est moins importante, 0,25 NTU.

La turbidité diminue avec la profondeur à chaque station. Cependant, pendant certains mois, elle augmente dans les eaux profondes près de la thermocline

I.3.3. Oxygène dissous

Ce gaz indispensable à la vie est présent jusqu'à 80m à Bujumbura / Uvira et jusqu'à 200m à Mpulungu.

Quelques mesures de concentration de l'oxygène dissous jusqu'à 300m de profondeur ont été faites à chaque station. Par exemple, à Mpulungu cette concentration était de 2,1mg /l à midi et 1,4mg /l à 18 heures.

I.3.4. Conductivité électrique

La conductivité moyenne de la colonne d'eau de 0 à 100m de profondeur est d'à peu près 659µs/cm à Bujumbura / Uvira, de 654µs/cm à Kigoma et de 662µs/cm à Mpulungu.

On a constaté que la conductivité augmente avec la profondeur à chaque station.

I.3.5. pH

La valeur moyenne de pH entre 0 et 100m de profondeur est à peu près la même à toutes les stations, 8,9. Le pH est souvent compris entre 9,0 à la surface et 8,7 à 300m.

I.4. Les biotopes du lac

Coulter (1991) détermine un certain nombre d'habitats majeurs ou de zones basées sur des critères physiques et biologiques. On distingue les biotopes en contact avec le fond et les biotopes des eaux libres (Patterson et Makin, 1998).

- **Biotope en contact avec le fond**

-La zone littorale :

Elle s'étend depuis le rivage jusqu'au niveau où la profondeur atteint 10m. C'est une zone le plus souvent rocheuse bien que cela puisse alterner avec des plages de galets ou de sable (Coulter, 1991 in Patterson et Makin, 1998).

-La zone sub-littorale :

Elle constitue une transition entre la région littorale rocheuse et le fond plus plat ou la plate forme de sable et de coquilles de mollusques quand le fond n'est pas escarpé. Cette zone se situe en moyenne entre 10 et 40m de profondeur

-La zone benthique :

Elle s'étend au-delà de 40m et se caractérise par du sable et de galets jusqu'à 100m, après quoi des sédiments boueux peuvent apparaître.

- **Biotopes des eaux libres**

-La zone pélagique :

Elle est située entre 0 et 40m de profondeur et c'est une zone relativement homogène. Les organismes qui habitent cette zone doivent être adaptés à la nage et à la flottaison pour ne pas couler vers le fond ou être emportés vers la zone littorale par les mouvements de l'eau.

-La zone bathypélagique :

Elle est essentiellement constituée par le niveau le plus bas de la région pélagique. La lumière y est faible ou absente, les conditions relativement stables.

En-dessous de toutes ces zones habitables par les organismes vivants se trouve une importante masse d'eau (75% de la masse totale) dépourvue d'oxygène et par conséquent n'hébergeant que les microorganismes anaérobies. Cette zone s'étendrait de 250m de profondeur jusqu'au fond (Brichard, 1989).

I.5. L'écosystème pélagique

La zone pélagique comprend la plus grande partie de la production de la matière organique dans le lac Tanganyika et si la pêche pélagique était entièrement exploitée, elle offrirait la plus grande production piscicole.

Le grand volume du lac et son climat relativement sec limitent les effets directs des rivières affluentes sur cette zone (Hecky, 1991). On y trouve une communauté de zooplancton taxonomiquement et morphologiquement diversifiée, quelques espèces de protozoaires, de crustacés, de cnidaires et des larves de poissons.

Par ailleurs, Hecky(1991) indique que la communauté pélagique du zooplancton du lac Tanganyika se caractérise par l'importance des protozoaires, la présence de *Limnocnida tanganyicae* et d'atyidae endémiques, la dominance des copépodes et l'absence des cladocères (Crul, 1999).

Le groupe de poissons y joue aussi un rôle important notamment les six espèces endémiques regroupées en deux familles (Coulter, 1991).

-les clupéidés : -*Stolothrissa tanganyicae* (Regan)
- *Limnothrissa miodon* (Boulenger)

-les centropomidés : -*Lates mariae* (Steindachner)
-*Lates angustifrons* (Boulenger)
-*Lates microlepis* (Boulenger)
-*Lates stapersii* (Boulenger)

I.6. Stratification thermique

Comme tous les lacs, le lac Tanganyika se réchauffe sous l'action du soleil. Les vagues, les courants et les phénomènes de turbulence provoquent le mélange des couches d'eau sur une certaine profondeur. Il en résulte une stratification thermique caractérisée par une thermocline permanente (Ferro et Coulter, 1974).

D'après Ntakimazi (1995), on distingue :

-une couche superficielle ou **épilimnion** à circulation libre qui peut avoir une épaisseur de 50 à 80 m selon les saisons. Les températures varient de 25° à 27°c.

-une couche intermédiaire ou **métalimnion** qui connaît un gradient thermique élevé car la température passe rapidement de 26°c à 23,5°c.

-une couche profonde et aussi de loin la plus épaisse ou **hypolimnion** avec des températures stables de 23,5°c à 23,7°c.

CHAP. II :LE ZOOPLANCTON DU LAC TANGANYIKA

II.1. Définition

Horne et Goldman (1994) classent les organismes d'un lac en se basant sur leurs habitats communs.
Le **plancton** comprend les organismes qui vivent en suspension dans l'eau ou nageant faiblement à la merci des vagues et des courants. Les animaux de ce groupe sont appelés **zooplancton** et les algues, **phytoplancton.** Les bactéries, les champignons et les virus planctoniques sont habituellement associés aux particules en suspension.
Les animaux pélagiques qui comme les poissons nagent librement et sont maîtres de leur position constituent le **necton.**
A la surface de l'eau, les organismes constituent le **neuston.** Une partie du neuston, le **pleuston** regroupe des espèces aériennes telles que les plantes aquatiques supérieures à feuilles flottantes. Ex : Pistia dans le lac Tanganyika.

II.2. Caractéristiques

Kurki (1993) propose la subdivision des organismes du zooplancton en trois groupes selon la taille de leur corps :

a) **microzooplancton** : les stades naupliens des copépodes et les protozoaires, la longueur du corps étant de 10-15 µm le long de l'axe principal.

b) **mésozooplancton** : les stades copépoditiques et adultes des copépodes, la mesure du corps variant entre 0,5-5 mm, et

c) **macrozooplancton** : les méduses et les crevettes, la mesure du corps étant de 1-2cm.

Dans le lac Tanganyika, les animaux planctoniques sont dominés par trois groupes à savoir, les rotifères et deux sous-classes de crustacés, c'est à dire les cladocères et les copépodes. Seuls les copépodes sont réellement pélagiques.
Dans ce deuxième lac le plus profond du monde, la composition du zooplancton pélagique est très simple ; la seule espèce qui représente les Calanoïdes copépoditiques est le *Tropodiaptomus simplex* (Sars) et pour les Cyclopoïdes copépoditiques, l'espèce dominante est *Mesocyclops aequatorialis aequatorialis* (Kiefer). *Microcyclops cunningtoni* (Sars), *Tropocyclops tenellus* (Sars) et *Thermocyclops oblongatus* (Sars) sont rares mais peuvent être aussi trouvés dans la zone pélagique (Coulter, 1991 in Kurki, 1993).

La méduse *Limnocnida tanganyicae* (Günther) et l'atyidé Limnocaridina (une crevette de la famille des Caridae) peuvent être occasionnellement trouvés dans les eaux pélagiques, et également les protozoaires du genre Vorticella.

II.3. Migration verticale

Dans les lacs profonds et stratifiés, le macrozooplancton et le mésozooplancton se répartissent à différentes profondeurs selon qu'il fait nuit ou jour (Horne et Goldman, 1994).
Van Meel (1954) a observé de fortes concentrations de zooplancton près de la surface pendant la nuit et ceci lui inspira la question de savoir comment le lac Tanganyika pourrait être considéré comme étant oligotrophe.
A une station près de Kigoma dans le bassin Nord, un échantillonnage effectué dans l'après-midi a révélé une distribution verticale marquée entre 100m et 175m de profondeur où la concentration en oxygène était de 0,2 mg/l (Hecky, 1991). Ce regroupement indiquerait que le zooplancton migrant verticalement se sert de la production bactérienne se trouvant près de l'interface oxique-anoxique. La migration verticale jusqu'à de telles profondeurs provoquerait une insuffisance respiratoire et l'alimentation continue serait nécessaire pour satisfaire aux exigences métaboliques du zooplancton.
La migration verticale journalière du zooplancton vers les eaux à faible concentration d'oxygène permettrait à ces petits organismes d'échapper à la prédation des clupéidés car les poissons ne semblent pas se hasarder dans les profondeurs où la concentration est inférieure à 2mg/l (Hecky, 1991).

II.4. Importance du zooplancton

Dans le lac Tanganyika, la biomasse algale est basse (Hecky et Kling, 1981 in Kurki et Vuorinen, 1995) mais le taux de croissance algale et les niveaux de la production primaire sont extrêmement élevés (Hecky et Fee, 1981 in Kurki et Vuorinen, 1995). L'efficacité de transfert des producteurs primaires au zooplancton est davantage nette, approximativement 17% (Hecky est Fee, 1981 ; Burgis, 1984 in Kurki et Vuorinen, 1995).

Ainsi, le zooplancton pélagique joue un rôle central dans l'écosystème du lac en transférant l'énergie des producteurs primaires aux clupéidés pélagiques et les juvéniles de *Lates stappersii* (Boulenger) (Figure n°2).

II.5. Problèmes posés au zooplancton dans le lac Tanganyika

L'érosion sédimentaire des terres et son transport vers le bassin hydrographique du lac ont été identifiés comme une forme de pollution affectant la biodiversité du lac Tanganyika en particulier le zooplancton.

Les effets de l'augmentation de la charge sédimentaire dans le lac peuvent être directs ou indirects :

Effets directs :

L'effet direct principal est que les solides en suspension interfèrent avec l'alimentation du zooplancton ou leur taux d'assimilation (Aruda et al, 1983 ; Kirk, 1991 ; Koenings et al, 1990 ; Mc Cabe et O'Brien, 1983 in Patterson et Makin, 1998) et causent une famine ou des réductions des taux de croissance et de fécondité (Hart, 1988 ; Kirk et Gilbert, 1990 ; Kirk, 1992 in Patterson et Makin, 1998).

Effets indirects :

Ils peuvent avoir autant si ce n'est plus d'importance. La turbidité altère le climat lumineux sous-lacustre, augmente la perte de la lumière et peut restreindre la production du phytoplancton par la limitation de la lumière (Knowlton et Jones, 1995 ; Lind et al, 1992 in Patterson et Makin, 1998).
Une augmentation de la turbidité peut également restreindre la visibilité pour les poissons zooplanctonophages, entraîner une sélection des prédateurs par la taille (Gardinier, 1981 ; Mc Cabe et O'Brien, 1983 ; Vinyard et O'Brien, 1976 in Patterson et Makin, 1998) et amener des changements dans la survie du zooplancton.

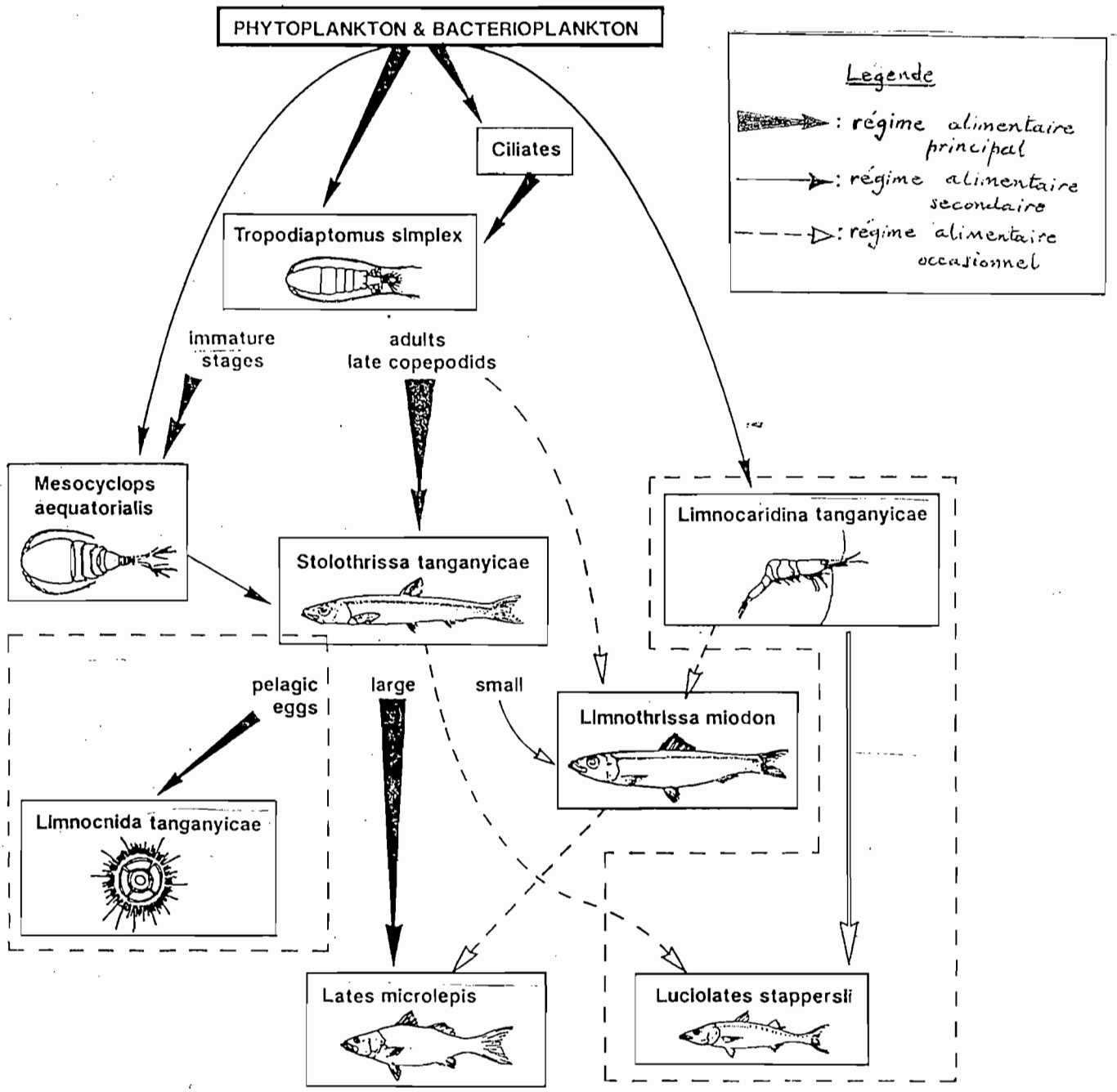


Figure n°2 : Rôle trophique du zooplancton dans l'écosystème pélagique du lac Tanganyika. (Schéma d'après Dumont (1994)).

II^{ème} PARTIE : ETUDE DU ZOOPLANCTON ECHANTILLONNE

CHAP. I : MATERIEL ET METHODES

I.1. Matériel

I.1.1. Matériel d'échantillonnage

* Pour mesurer les paramètres physico-chimiques, on a utilisé :

- un oxymètre pour relever l'oxygène dissous et la température
- un disque de Secchi pour déterminer la transparence
- un conductivitimètre pour mesurer la conductivité électrique
- un pHmètre pour mesurer le pH
- un échantillonneur d'eau à partir des profondeurs voulues
- un bêcher devant contenir l'eau pendant la mesure des paramètres physico-chimiques.

* Pour l'échantillonnage du zooplancton, on a utilisé :

- un filet de 100 µm de maille, 25cm de diamètre
- une corde dépassant 100m de longueur et graduée en m
- des bouteilles en plastique de 250ml avec l'étiquette pour conserver les échantillons de zooplancton
- du formol 40%
- un seau

I.1.2. Matériel utilisé au laboratoire

Au laboratoire, nous avons utilisé le matériel suivant pour l'analyse des échantillons :

- une loupe binoculaire
- des boîtes de pétri
- un tube en plastique de 10ml pour le sous-échantillonnage
- un compte - gouttes
- une aiguille montée

I.2. Méthodes

I.2.1. Lieu d'échantillonnage

Le site d'échantillonnage a été choisi au large de Nyamugari, à un endroit où la profondeur dépasse 100m à 03°28'00'' de latitude Sud et 29°17'00'' de

longitude Est. La position géographique a été déterminée grâce au système GPS[1] et la profondeur à l'aide d'un échosondeur.

I.2.2. Mesures des paramètres physico-chimiques

Les données limnologiques peuvent expliquer la distribution des organismes dans la colonne d'eau, d'où la nécessité de leur relevé.
A part celle de la transparence, les autres mesures ont été réalisées à partir de l'eau qui a été échantillonnée de 0 à 100m avec un décalage de 10m avec la bouteille d'échantillonnage.

I.2.2.1. L'oxygène dissous

L'oxygène dissous aux différents niveaux de profondeur de la colonne d'eau a été mesuré à l'aide d'un oxymètre de marque YSI. Il a été exprimé en mg/l.

I.2.2.2. La température

Les températures des différentes profondeurs ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre incorporé dans l'oxymètre et exprimées en °c.

I.2.2.3. La transparence

Elle a été obtenue en laissant couler le disque de Secchi attaché à une corde graduée en décimètre jusqu'à une profondeur maximale à laquelle il est encore visible.
La transparence admise est la moyenne de 3 mesures effectuées par trois personnes car le lac est souvent en agitation et il faut aussi mettre en considération le facteur vision. Elle est exprimée en m.

I.2.2.4. Le pH

On l'a mesuré à l'aide d'un pHmètre de marque HANNA en plongeant les électrodes dans l'eau échantillonnée aux différentes profondeurs.

I.2.2.5. La conductivité électrique

Un conductivitimètre TDS HACH a été utilisé pour mesurer la conductivité électrique qui s'exprime en µs/cm.

[1] Global Positioning System

I.2.3. Procédures d'échantillonnage du zooplancton au lac

Après s'être positionné sur le site d'échantillonnage et avoir jeté l'encre pour stabiliser le bateau, les manœuvres suivantes ont été opérées :

-Nettoyer le filet avant son utilisation pour le débarrasser de toute poussière et toute saleté susceptible de l'obstruer et ainsi déranger l'échantillonnage et le filtrage.
Il faut s'assurer que le tuyau de vidange du fond du filet est bien fermé.

-Après avoir attaché la corde au filet, relâcher la corde jusqu'à 100m de profondeur et prendre le soin d'avoir le filet et la corde dans une position verticale. Ceci est obtenu avec un poids attaché au tuyau de vidange du filet ; remonter le filet à une vitesse de 0,5m/s jusqu'à la surface.

-Ouvrir le tuyau de vidange et laisser couler le contenu dans la bouteille pour l'échantillon. Rincer quatre fois le filet dans un seau rempli d'eau. Tremper le filet dans l'eau du seau, le soulever et vider le récipient dans la bouteille pour l'échantillon. Prendre le soin de garder le bord supérieur du filet au-dessus de la surface de l'eau pour ne pas attraper du zooplancton qui ne proviendrait pas de la colonne d'eau échantillonnée.

I.2.4. Conservation des échantillons

Les échantillons étaient conservés au laboratoire du projet Programme de suivi des pêches au lac Tanganyika du département des eaux, pêche et pisciculture du ministère de l'agriculture et de l'élevage.

I.2.5. Comptage du zooplancton

Avant le comptage, il a fallu distinguer les différentes formes de zooplancton selon la taille du corps :

-**Microzooplancton** : il englobe les stades naupliens des copépodes dont la longueur du corps est comprise entre 10 et 15 µm le long de l'axe principal.

-**Mésozooplancton** : il comprend les stades copépoditiques et adultes dont la mesure du corps se situe entre 0,5 et 5 mm.

-**Macrozooplancton** : il s'agit des crevettes, des méduses et des larves de poissons avec une longueur du corps variant entre 1 et 2 cm.

I.2.5.1. Le sous-échantillonnage

Il consiste à la réduction du nombre d'individus à compter sans toutefois perdre la fiabilité des résultats. Comme règle générale, 100 individus comptés dans un échantillon sont suffisants (Kurki, 1993).

-Le microzooplancton et le mésozooplancton

Le sous-échantillonnage s'effectue en prélevant une partie de l'échantillon avec un compte-gouttes pour remplir le tube de 10 ml. Il faut avoir préalablement tourner plusieurs fois la bouteille de haut en bas pour mélanger l'échantillon. Le comptage se fait à la loupe en analysant le contenu des gouttes qu'on verse successivement sur une boîte de pétri jusqu'à épuiser tout le sous-échantillon.

-Le macrozooplancton

Kurki (1993) indique s'il y a moins de 300 spécimens dans tout l'échantillon, il faut les compter tous. C'est cette règle que nous avons admise pour le comptage du macrozooplancton et des copépodes femelles à sacs ovigères. Ils ont été donc comptés dans tout l'échantillon de 250 ml.

I.2.5.2. Le comptage

- Pour le comptage du microzooplancton et mésozooplancton, il fallait un agrandissement de W10x/20 4x pour discerner les différentes formes.

- Pour le macrozooplancton, un agrandissement de W10x/20 2x était suffisant pour déceler les plus grandes formes mais de quantité moins importante parmi un grand nombre de spécimens.

CHAP.II : IDENTIFICATION ET PRESENTATION DES RESULTATS

II.1. Identification

II.1.1. Outils utilisés

L'identification des différentes formes du zooplancton présentes dans les échantillons nous a été facilitée par un certain nombre d'outils.
La connaissance préalable de la composition du zooplancton de la zone pélagique du lac Tanganyika nous a été fort utile, de même que les caractéristiques mentionnées (1ère partie II.2) et une clé de Kurki (1993) pour la détermination des copépodes (Annexes) et différentes illustrations des copépodes et du macrozooplancton (figure n°3 et annexes).

II.1.2. Observation

Nos observations ont permis de noter la présence des groupes suivants :

-les crustacés copépodes qui constituent le groupe de loin le plus important avec ses deux familles Diaptomidae et Cyclopidae au sein desquelles nous avons distingué les mâles, les femelles, les femelles à sacs ovigères, les copépodites et les nauplii.
-les méduses
-les crevettes
-les larves de poissons

II.2. Présentation des résultats

II.2.1. Paramètres limnologiques

Le relevé des paramètres physico-chimiques s'est fait sur un formulaire qui a été complété au moment même de l'échantillonnage (Annexes).

II.2.1.1. Oxygène dissous

C'est un facteur indispensable à la vie des organismes car la distribution de l'oxygène dissous détermine leur répartition. En effet, Vuorinen et al (1999) affirment que la barrière inférieure infranchissable pour les copépodes était évidemment déterminée par la concentration en oxygène. C'est pourquoi le zooplancton est généralement trouvé à des profondeurs plus basses dans la partie Sud du lac.
La concentration de l'oxygène demeure proche de la saturation jusqu'à 40m (si on considère que le niveau d'oxygène de la surface est saturé), ce qui confirme les affirmations de Brichard (1989).

La concentration en oxygène dissous diminue progressivement de la surface vers le fond même si au mois de février, elle a connu les plus grandes valeurs entre 50 et 60m de profondeur(figure n°4).

II.2.1.2. Température

Le lac Tanganyika est l'un des rares lacs tropicaux profonds dans lesquels l'eau n'est pas stratifiée en couches thermiques très distinctes. Ainsi, en descendant jusqu'à 1300m de profondeur, la température varie seulement de 3,2°c (Brichard, 1989).
Les variations de la température sont moins nettes que celles de l'oxygène dissous de la surface vers les profondeurs (figure n°5).

II.2.1.3. Transparence

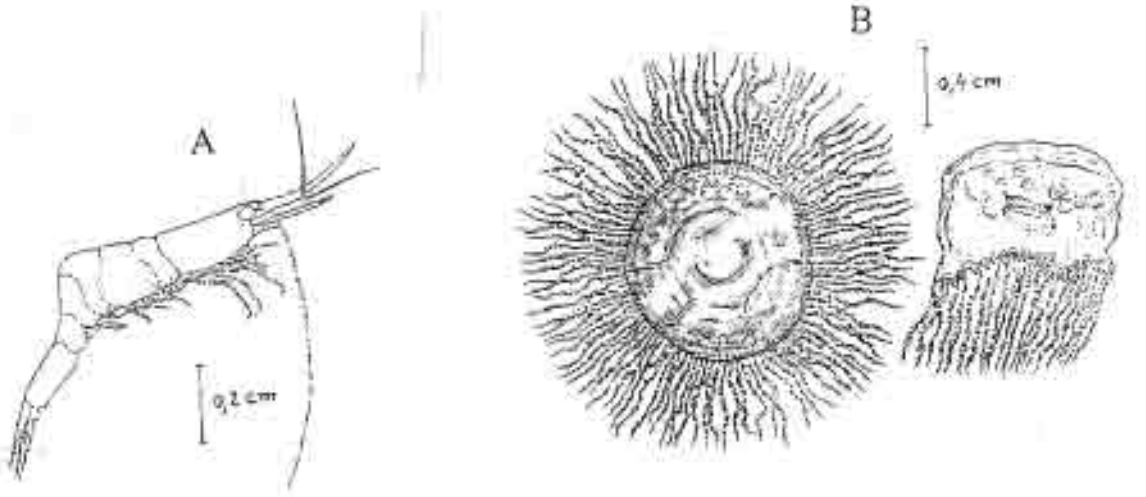
Dans un écosystème aquatique, la transparence est indispensable pour les organismes végétaux et indirectement pour les animaux tributaires de ces êtres photosynthétiques.
La transparence est la plus basse dans la baie Nord du lac et elle a été remarquablement plus basse en mars qu'en février (figure n°6).

II.2.1.4. pH

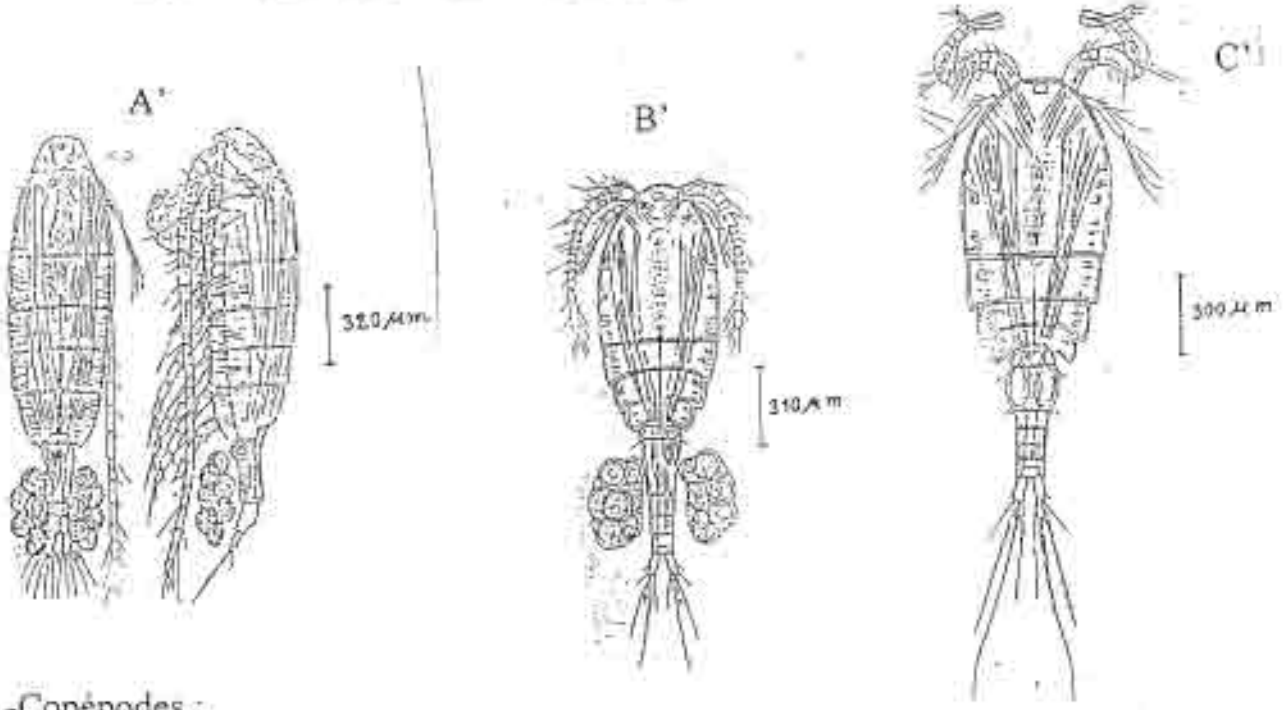
Les valeurs de pH varient très peu avec la profondeur (figure n°7), ce qui laisse penser que ce facteur n'influencerait guère la distribution verticale des organismes.

II.2.1.5. Conductivité électrique

Les eaux du lac Tanganyika sont fortement minéralisées. Parmi les principaux lacs de la vallée du rift, on lui reconnaît la plus grande concentration de sels minéraux, double de celle du lac Malawi et triple de celle du lac Victoria(Brichard, 1989).
La conductivité augmente avec la profondeur (figure n°8).

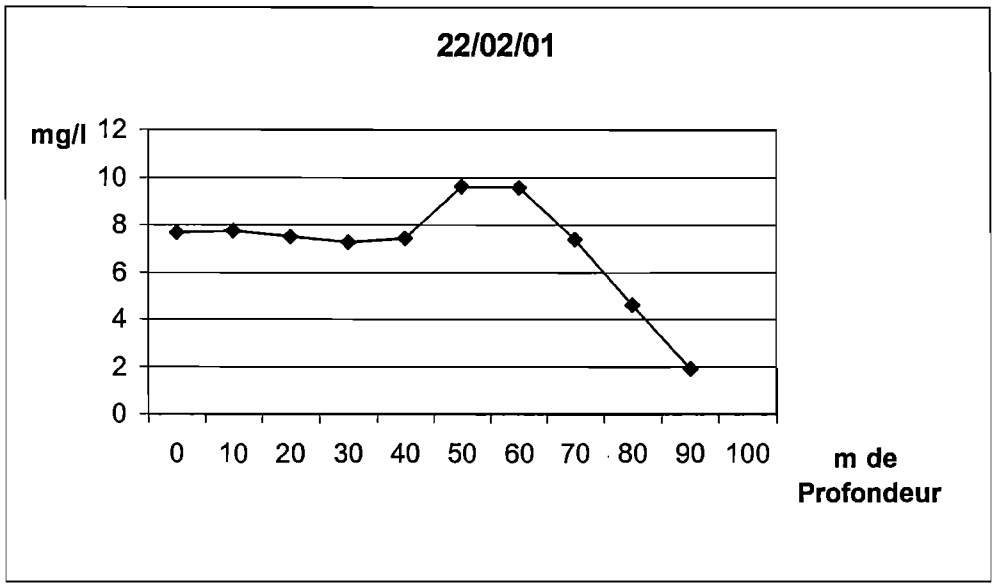


-Macrozooplancton: A:crevette B:méduse



-Copépodes :
A':calanoïde femelle ovigère B':cyclopoïde femelle ovigère C':cyclopoïde mâle

Figure n°3 : Les composants du macrozooplancton et des copépodes



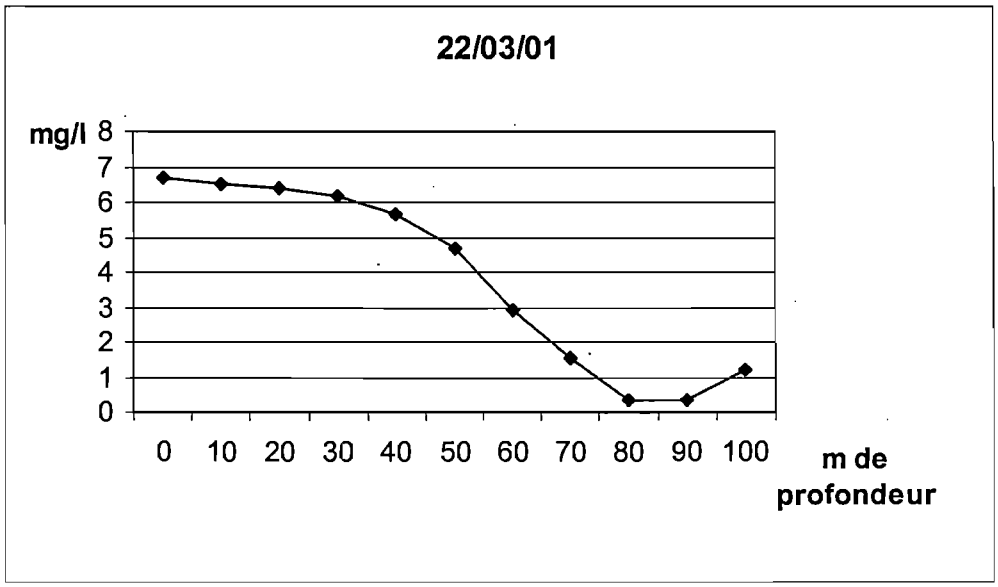
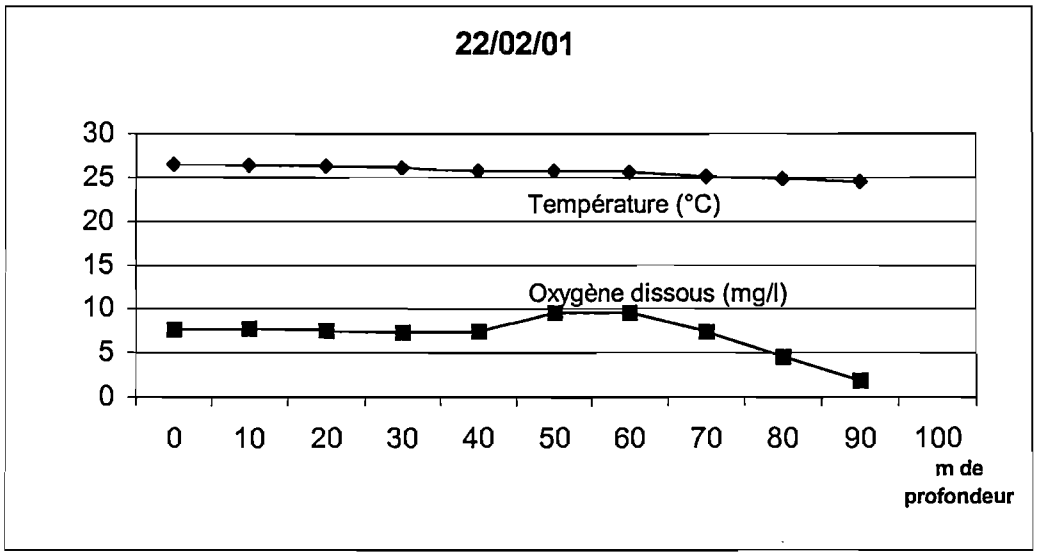


Figure n°4 : Evolution de l'Oxygène dissous



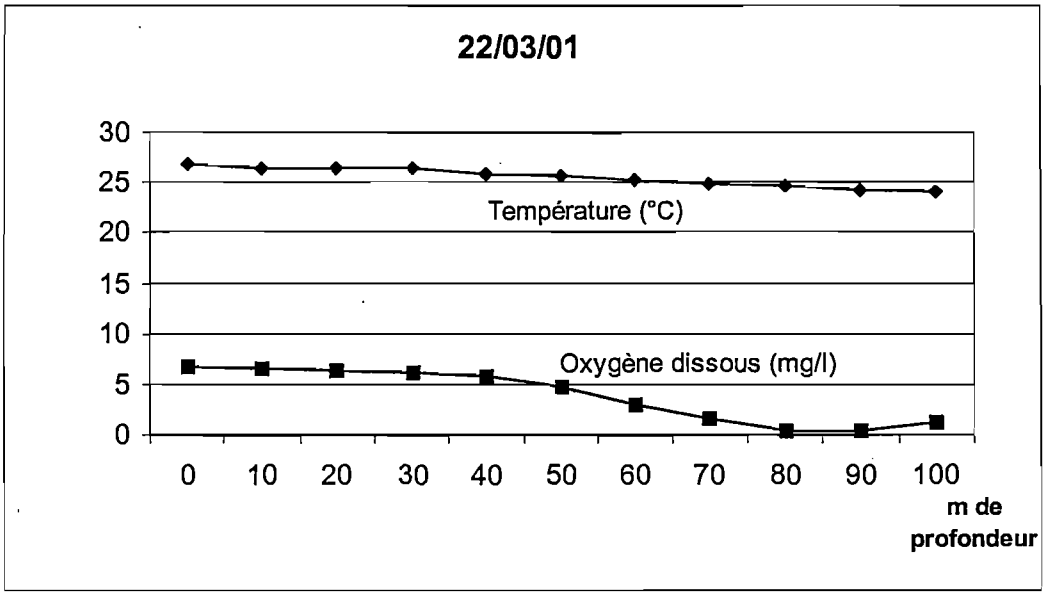


Figure n°5 : Evolution de la température et de l'oxygène dissous

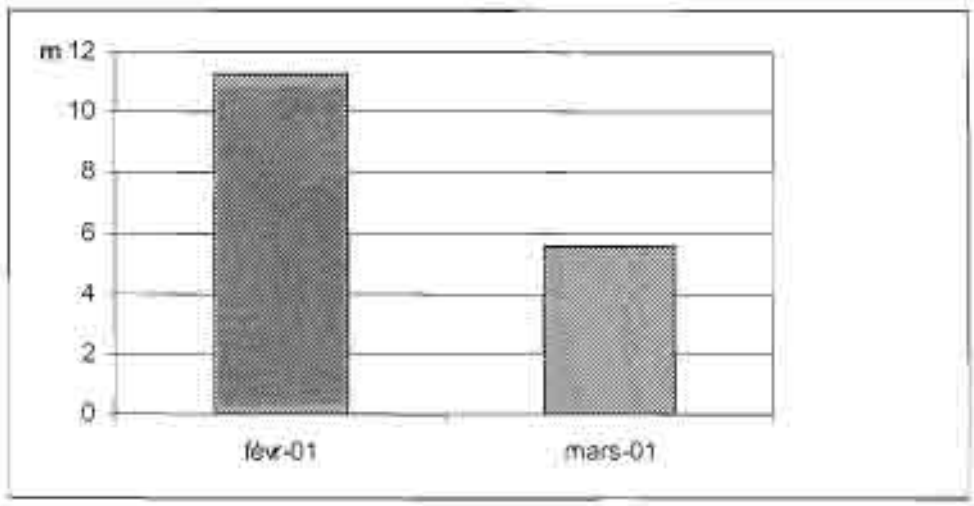


Figure n°6 : Transparence de l'eau (au disque de Secchi)

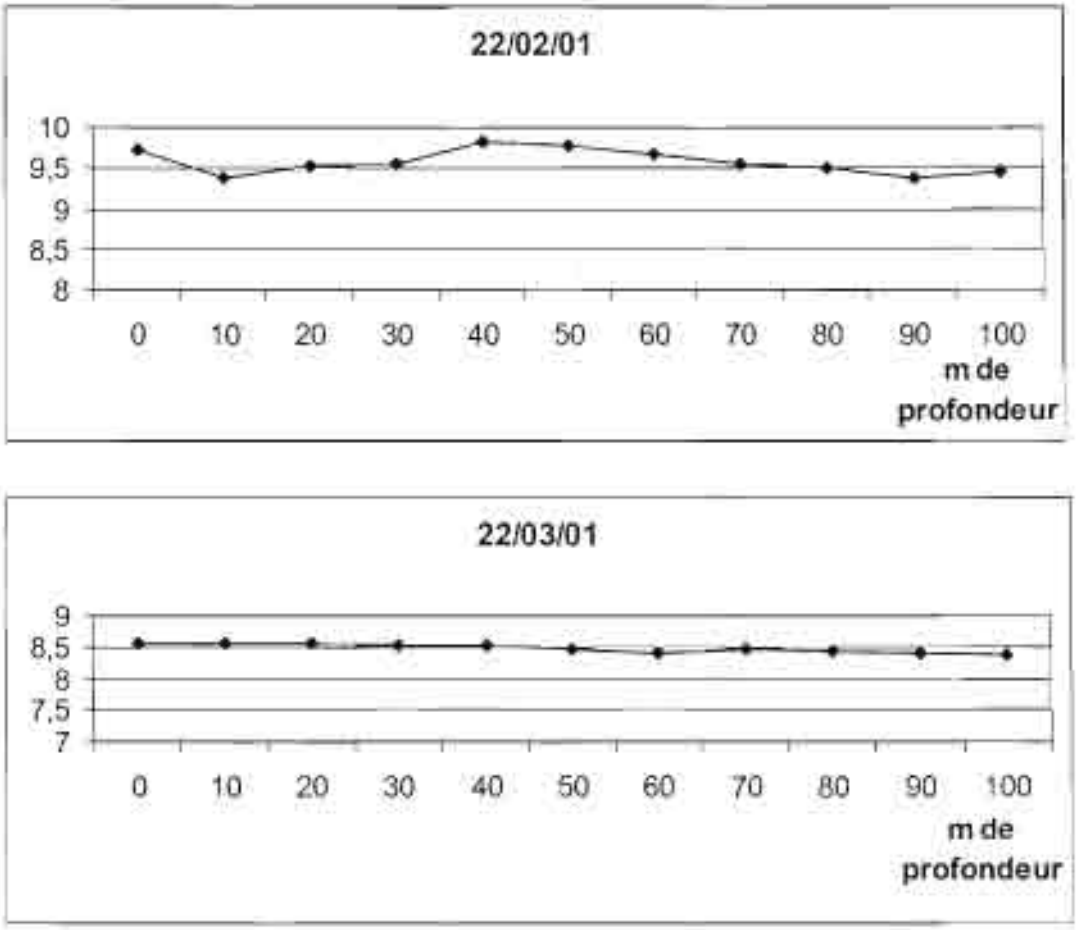


Figure n°7 : Evolution du pH de 0 à 100 m de profondeur

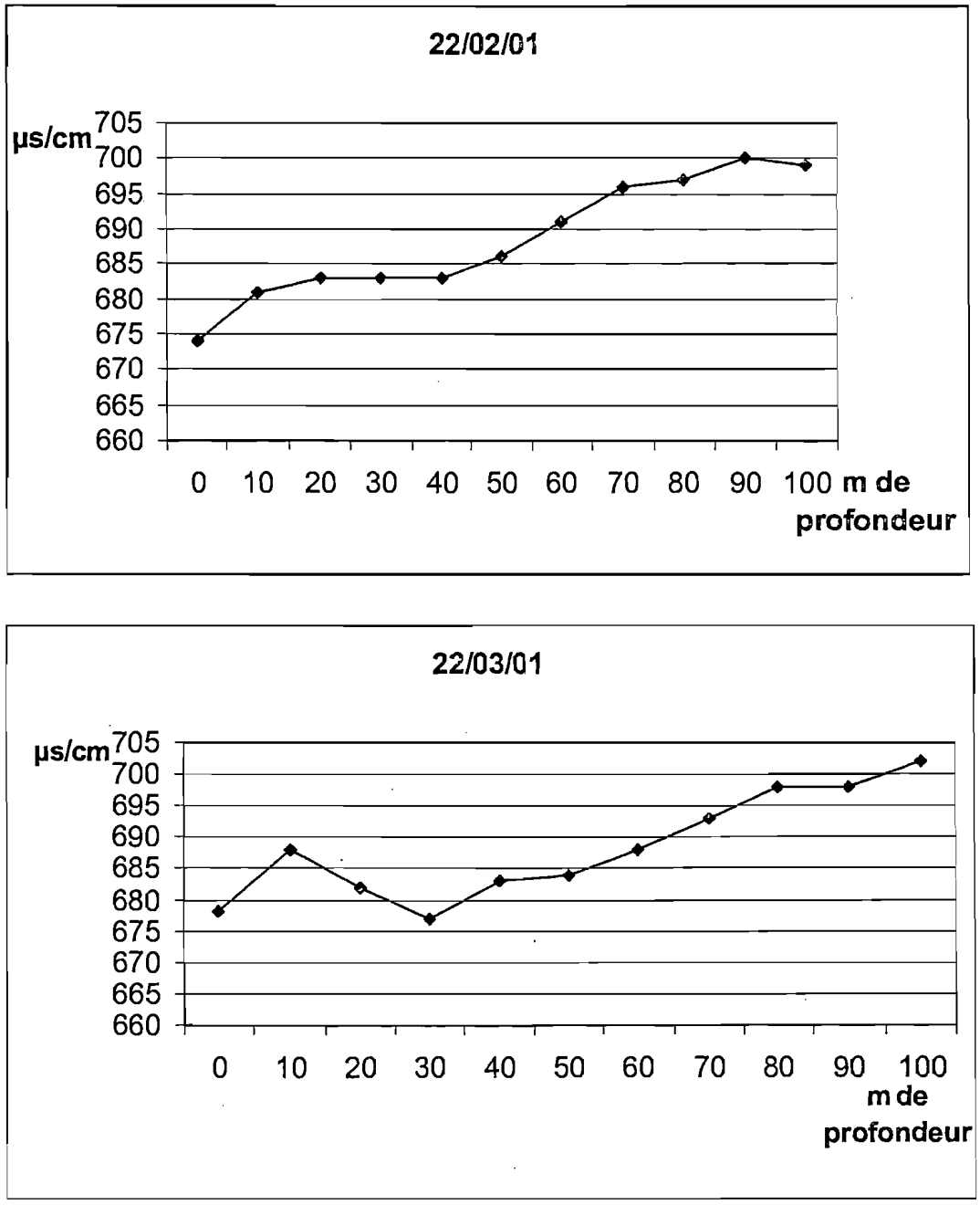


Figure n°8 : Evolution de la conductivité électrique de 0 à 100 m de profondeur

II.2. Comptage du zooplancton

Le relevé de la composition spécifique des échantillons examinés au laboratoire a été fait sur un formulaire comportant les différents groupes (Annexes).

Le tableau n°1 donne les résultats de comptage avec le nombre d'individus comptés dans les échantillons de 250 ml et les sous-échantillons de 10 ml. Il indique aussi les moyennes et les écarts-types associés à ces résultats.

Au tableau n°2, nous avons les densités des différents groupes de zooplancton évaluées pour une colonne d'eau de 1 m^2 de surface jusqu'à 100 m de profondeur, les moyennes et les écarts-types.

Le tableau n°3 résume le précédent et contient les moyennes de densités et les écarts-types.

Pour l'obtention de ces densités, nous avons considéré :

-D : diamètre de la bouche du filet =25cm
-VE : volume de l'échantillon de 250 ml
-VS : volume du sous-échantillon de 10 ml
-SF : surface de la bouche du filet

$SF=R^2\ \Pi=(D/2)^2\ \Pi=(25cm/2)^2 x\ 3,14= 490,6\ cm^2= 0,049\ m^2$
$\sim 0,05\ m^2$

La profondeur étant restée la même, le coefficient de proportionnalité est :

-Pour les individus comptés dans l'échantillon entier de 250 ml :
$1\ m^2/0,05\ m^2=20$
-Pour les individus comptés dans le sous-échantillon de 10 ml :
$1m^2x25/0,05\ m^2= 500$

Une multiplication de 20 et de 500 a été opérée pour obtenir les densités dans une colonne d'eau de 1 m^2 de surface et 100 m de profondeur respectivement pour les individus comptés dans 250 ml et ceux comptés dans 10ml d'échantillon.

La figure n°9 nous montre la composition du zooplancton pélagique dans les échantillons.

Tabl. N°1 Résultats du comptage du zooplancton pélagique dans les échantillons de février et mars 2001

(1) : Sous-échantillon de 10ml sur un échantillon de 250 ml;
(2) : Tout l'échantillon de 250 ml
Moy : Moyenne; ET: Ecart Type

	Dates	22/02/01	22/02/01	22/02/01			22/03/01	22/03/01	22/03/01		
	N° Ech	1	2	3	**Moy**	**ET**	1	2	3	**Moy**	**ET**
Diaptomidae	Mâles (1)	12	21	20	**18**	5	14	27	20	**20**	7
	Femelles (1)	22	34	40	**32**	9	37	35	40	**37**	3
	Femelles ovigères(2)	23	67	44	**45**	22	50	116	148	**105**	50
	Copépodites (1)	8	7	13	**9**	3	13	22	19	**18**	5
	Nauplii (1)	16	34	53	**34**	19	49	65	67	**60**	10
Cyclopidae	Mâles (1)	5	24	29	**19**	13	21	46	35	**34**	13
	Femelles (1)	16	36	86	**46**	36	84	103	127	**105**	22
	Femelles ovigères(2)	4	16	9	**10**	6	11	14	35	**20**	13
	Copépodites (1)	51	44	196	**97**	86	254	235	295	**261**	31
	Nauplii (1)	27	60	141	**76**	59	105	132	115	**117**	14
Autres	Limnocnida (2)	19	32	16	**22**	9	12	15	15	**14**	2
	Crevettes (2)	3	3	3	**3**	0	27	17	30	**25**	7
	Larves de poissons(2)	0	0	0	**0**	0	2	1	0	**1**	1
	Œufs libres (1)	32	32	30	**31**	1	45	39	38	**41**	4

Tabl. N°2 Résultats du comptage du zooplancton pélagique dans les échantillons de Février et Mars 2001

(nombre d'individus dans une colonne d'eau de 1m^2 de surface jusqu'à 100 m de profondeur)

	Dates	22/02/01	22/02/01	22/02/01			22/03/01	22/03/01	22/03/01		
	N° Ech	1	2	3	**Moy**	**Ec. Ty**	1	2	3	**Moy**	**Ec. Ty**
Diaptomidae	Mâles	6000	10500	10000	**8 833**	2466	7000	13500	10000	**10 167**	3253
	Femelles	11000	17000	20000	**16 000**	4583	18500	17500	20000	**18 667**	1258
	Femelles ovigères	460	1340	880	**893**	440	1000	2320	2960	**2 093**	999
	Copépodites	4000	3500	6500	**4 667**	1607	6500	11000	9500	**9 000**	2291
	Nauplii	8000	17000	26500	**17 167**	9251	24500	32500	33500	**30 167**	4933
Cyclopidae	Mâles	2500	12000	14500	**9 667**	6331	10500	23000	17500	**17 000**	6265
	Femelles	8000	18000	43000	**23 000**	18028	42000	51500	63500	**52 333**	10774
	Femelles ovigères	80	320	180	**193**	121	220	280	700	**400**	262
	Copépodites	25500	22000	98000	**48 500**	42904	127000	117500	147500	**130 667**	15332
	Nauplii	13500	30000	70500	**38 000**	29330	52500	66000	57500	**58 667**	6825
Autres	Limnocnida	380	640	320	**447**	170	240	300	300	**280**	35
	Crevettes	60	60	60	**60**	0	540	340	600	**493**	136
	Larves de poissons	0	0	0	**0**	0	40	20	0	**20**	20
	Œufs libres	16000	16000	15000	**15 667**	577	22500	19500	19000	**20 333**	1893

Tabl. N°3 Composition du zooplancton pélagique dans les échantillons de Février et Mars 2001

(nombre d'individus dans une colonne d'eau de 1 m² de 0 à 100 m de profondeur): Moyennes et Ecarts types

		Diaptomidae					Cyclopidae					Autres			
Dates		FO	Fe	M	Co	Nau	FO	Fe	M	Co	Nau	Limno	Crev	Lar P	Œufs
22/02/01	Moyenne	893	16000	8833	4667	17167	193	23000	9667	48500	38000	447	60	0	15667
	Ecart type	440	4583	2466	1607	9251	121	18028	6331	42904	29330	170	0	0	577
22/03/01	Moyenne	2093	18667	10167	9000	30167	400	52333	17000	130667	58667	280	493	20	20333
	Ecart type	999	1258	3253	2291	4933	262	10774	6265	15332	6825	35	136	20	1893

Légende:

FO: Femelles ovigères — Cop: Copépodes — Limno: Limnocnida (Méduse)

Fe: Femelles — Nau: Nauplii — Crev: Crevettes

M: Mâles — Lar P: Larves de poissons

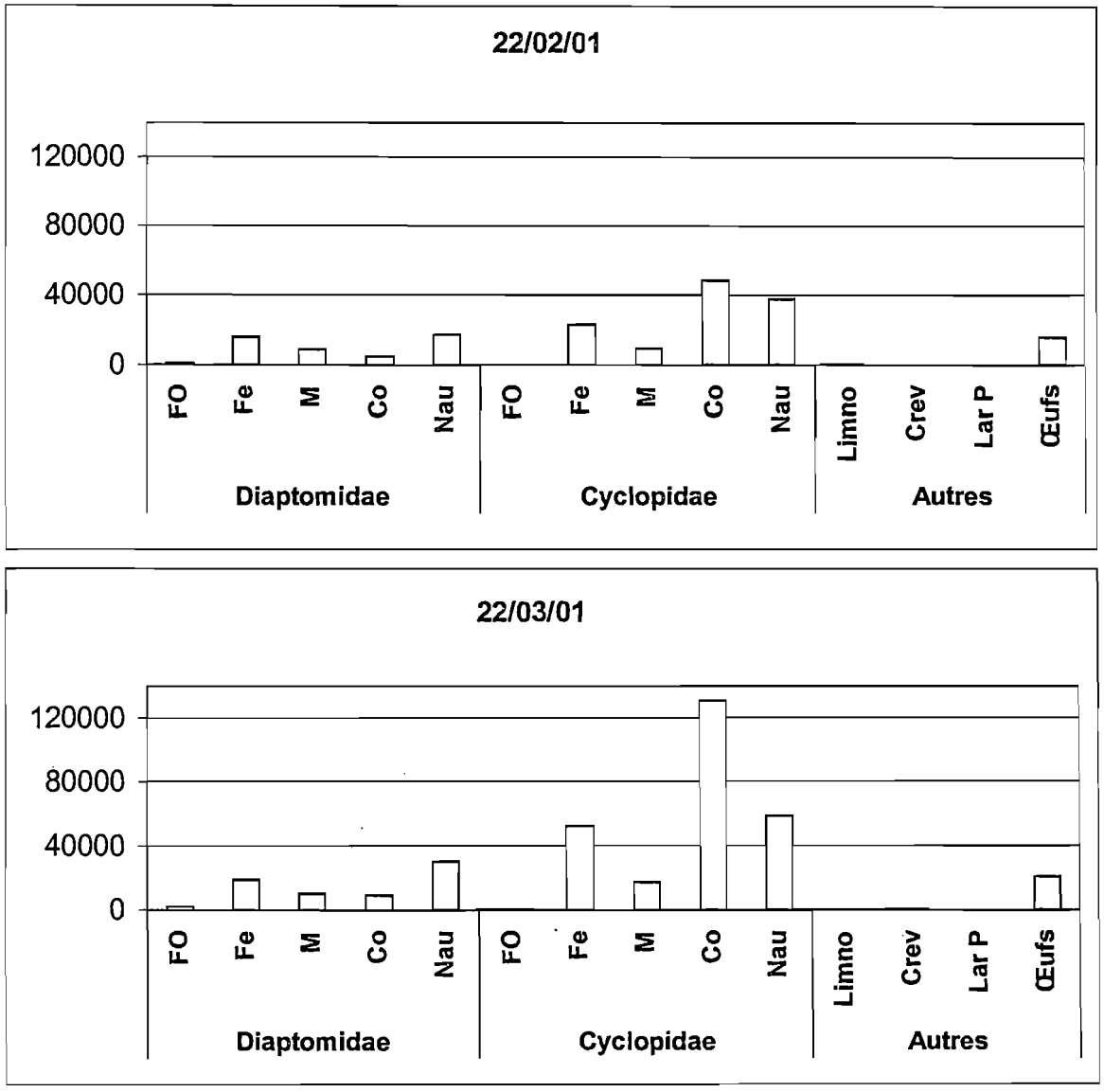


Figure n°9 : Composition du zooplancton pélagique dans les échantillons de février et mars 2001(nombre d'individus dans la colonne d'eau de 1m² de 0 à 100m de profondeur) : moyennes.

Légende : Voir tableau n°3

CHAP.III : ANALYSE ET DISCUSSION DES RESULTATS

III.1. Analyse

Du point de vue taxonomique, le zooplancton de la zone pélagique du lac Tanganyika est pauvre. Au niveau du site échantillonné, il est dominé par deux familles de la sous-classe des Copépodes appartenant à la classe des Crustacés :les Cyclopidae et les Diaptomidae représentée par une seule espèce :*Tropodiaptomus simplex*.
D'autres composants de moindre importance ont été identifiés : la méduse du lac, endémique, *Limnocnida tanganyicae*, des crevettes du genre Limnocaridina et des larves de poissons.

III.1.1. Abondance des différents groupes

La communauté pélagique du zooplancton de la partie Nord du lac Tanganyika est dominée par les copépodes cyclopoïdes (Kurki et al, 1999).
Au niveau du site échantillonné, les copépodes occupent une part largement importante dans l'ensemble des animaux planctoniques (environ 93%) (figure n°10).
Dans le groupe des copépodes, les cyclopoïdes constituent 76%, avec 19% de nauplii et 57% pour les adultes et copépodites ; les calanoïdes totalisent 24% de ces crustacés de la zone pélagique avec 9,5% pour les nauplii et 14,5% pour les adultes et copépodites (figure n°11 et figure n°12).

Remarquons également que dans le groupe des spécimens adultes, les femelles étaient toujours plus nombreuses que les mâles et avec un écart plus accentué que les femelles ovigères aussi bien chez les calanoïdes que chez les cyclopoïdes (figure n°13).

Au niveau du groupe de macrozooplancton, les méduses et les crevettes ont été trouvées avec des densités très faibles. Les larves de poissons quant à elles ont fait une incursion occasionnelle dans la colonne d'eau échantillonnée au cours du mois de mars (figure n°14-C).

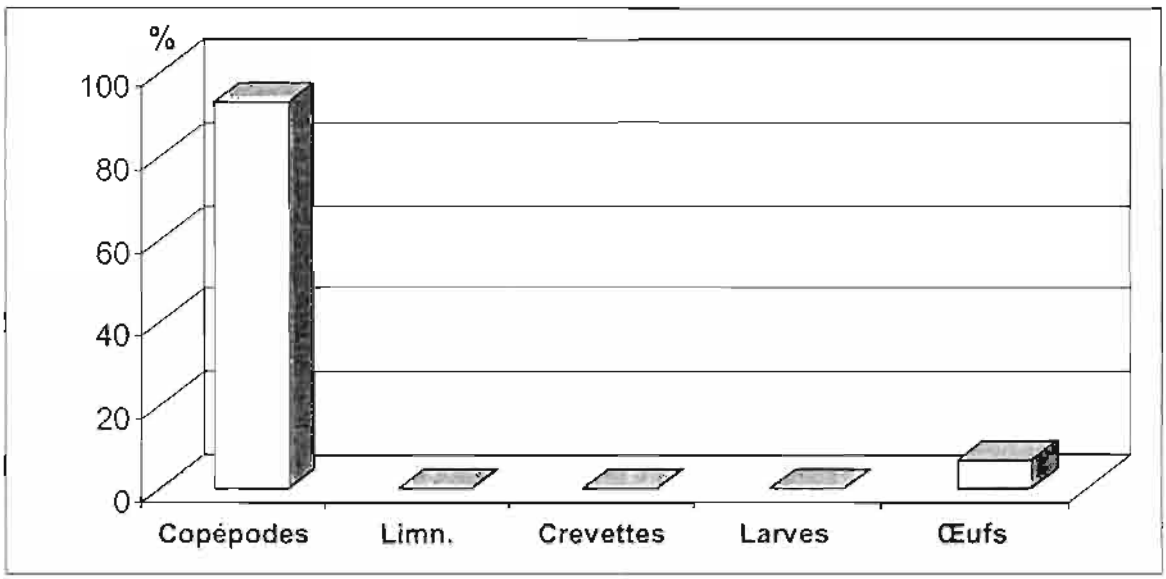


Figure n° 10 : Abondance relative des différentes catégories du zooplancton
(calculé à partir des abondances moyennes en février et mars 2001)

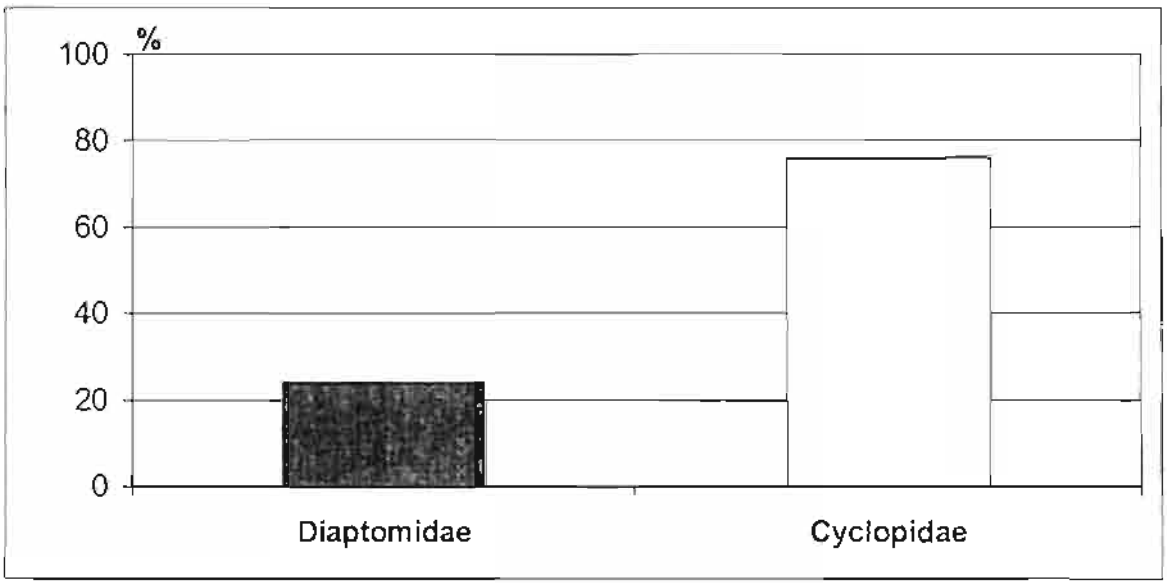


Figure n°11 : Abondance relative des deux groupes de copépodes planctoniques
(calculé à partir des abondances moyennes en février et mars 2001)

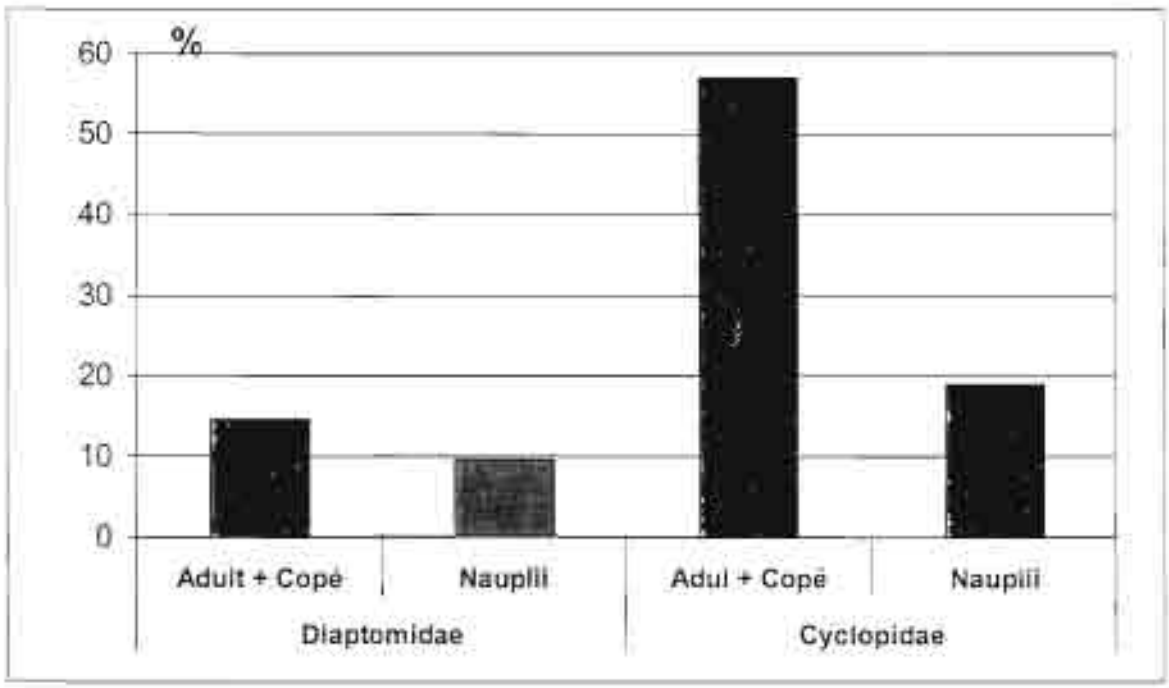


Figure n°12 : Abondance relative des stades des deux groupes de copépodes

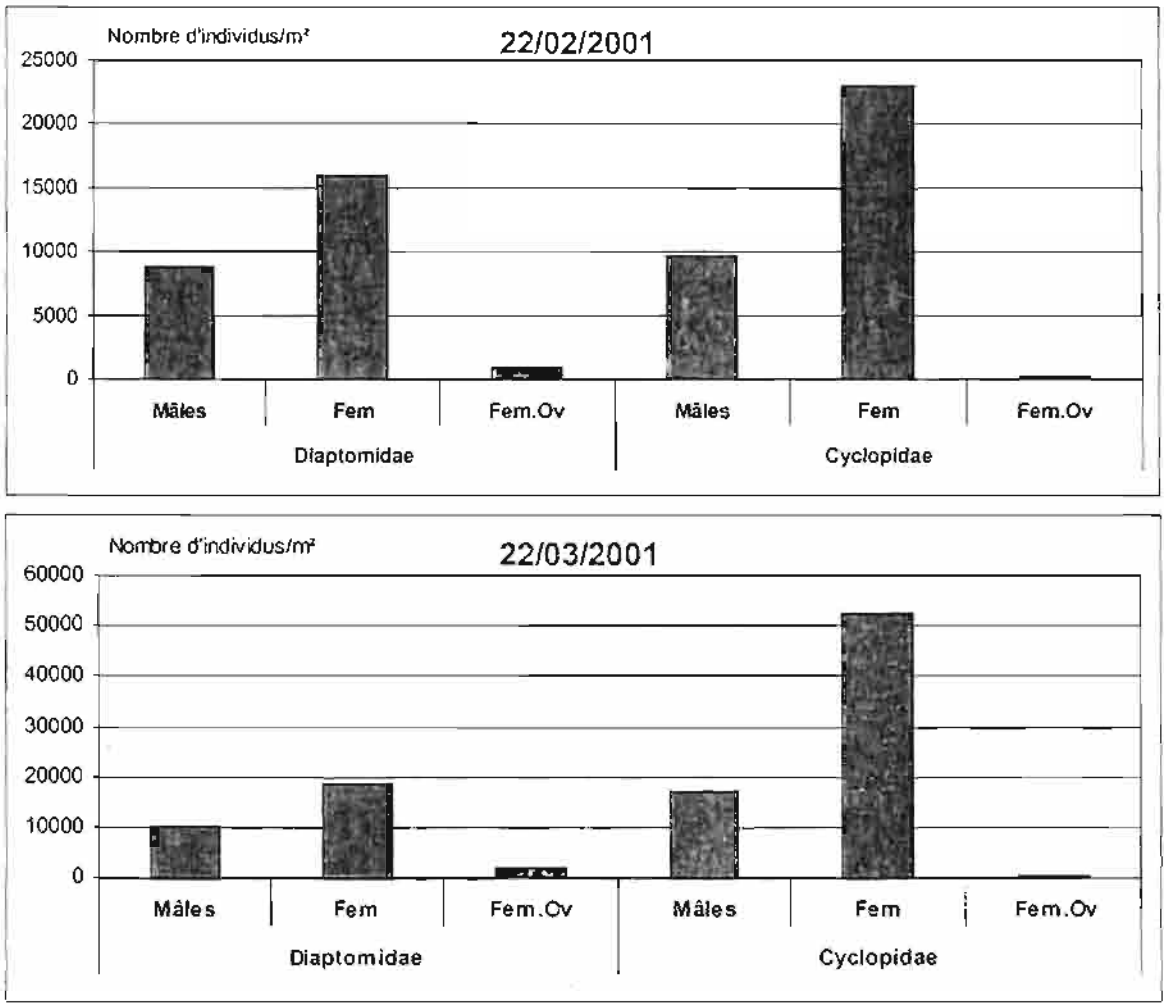


Figure n°13 : Abondance des différents groupes du stade adulte

III.1.2. Comparaison des densités des deux mois

Les mois de février et de mars présentent des différences substantielles dans l'abondance des différents groupes de zooplancton et même du zooplancton globalement. Le plancton animal au site qui a fait l'objet d'échantillonnage était plus abondant en mars qu'en février. Les méduses du lac font une exception en montrant une légère régression.
Les larves de poissons ont surgi avec quelques individus au cours du mois de mars alors qu'ils étaient absents dans les échantillons de février (figure n°14).

Badende (2001) signale néanmoins que les densités de Diaptomidae et Cyclopidae sont relativement faibles au cours des deux mois.

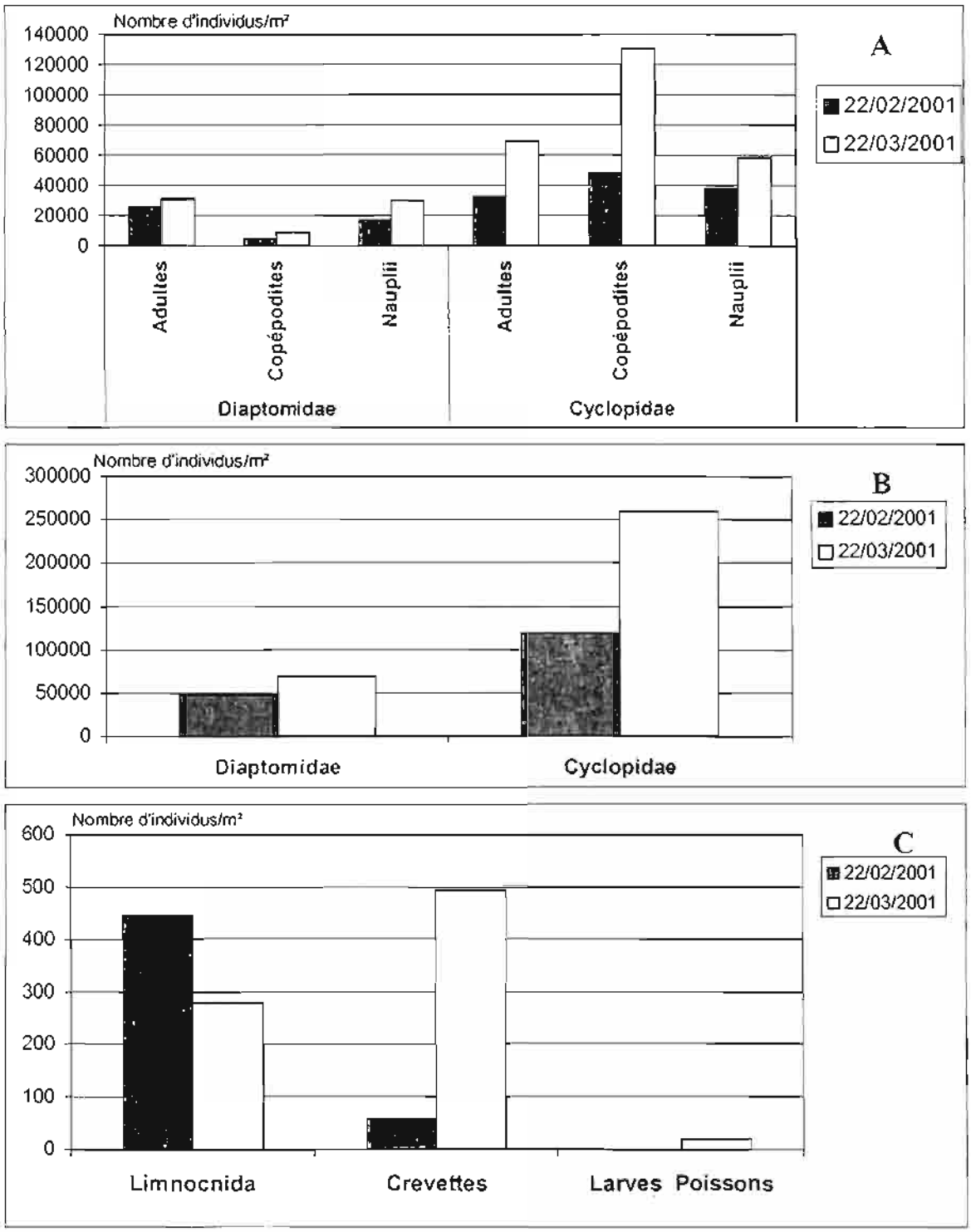


Figure n°14 : Fluctuations d'un mois à l'autre (février et mars 2001) des différents éléments du zooplancton **A** :Les différents stades au sein des Copépodes
B :Les deux groupes de Copépodes
C :Les éléments du macrozooplancton

III.1.3. Evolution relative entre les deux mois

Même si nous avons constaté que le mois de mars a connu des densités plus fortes pour tous les groupes (à l'exception des méduses), il y a des variations si on considère les sous-groupes et les stades de développement.

III.1.3.1. Microzooplancton et mésozooplancton

-Copépodes

Dans ce groupe, on remarque que les Diaptomidae ont connu une abondance relative moins forte en mars qu'en février alors que les Cyclopidae ont connu une augmentation en abondance par rapport à *Tropodiaptomus simplex* (figure n°15-A).

-Diaptomidae

Au sein des calanoïdes, le stade adulte a connu une régression en nombre d'individus par rapport aux autres stades. Le stade copépoditique a enregistré une augmentation durant le mois de mars tandis que le stade nauplien a fait une progression notable (fig. n°15-B).

-Cyclopidae

Dans ce groupe dominant, le nombre de spécimens adultes a connu une régression dérisoire qui peut laisser croire qu'au cours de cette période mensuelle, l'abondance relative des cyclopoïdes adultes serait restée la même. Au même moment, les stades juvéniles ont enregistré une évolution pour les copépodites et une régression pour les nauplii d'ampleur similaire (fig. n°15-B).

III.13.2. Macrozooplancton

Les composants de moindre importance numérique ont aussi fait l'objet de fluctuations à l'exception des œufs libres qui ont gardé la même abondance relative. Les méduses ont régressé en même temps que les crevettes ont connu une évolution significative. Qui plus est, les larves de poissons qui n'avaient été observé dans les échantillons de février ont fait leur apparition au mois suivant même si elles l'ont fait dans une moindre mesure (fig. n°15-C).

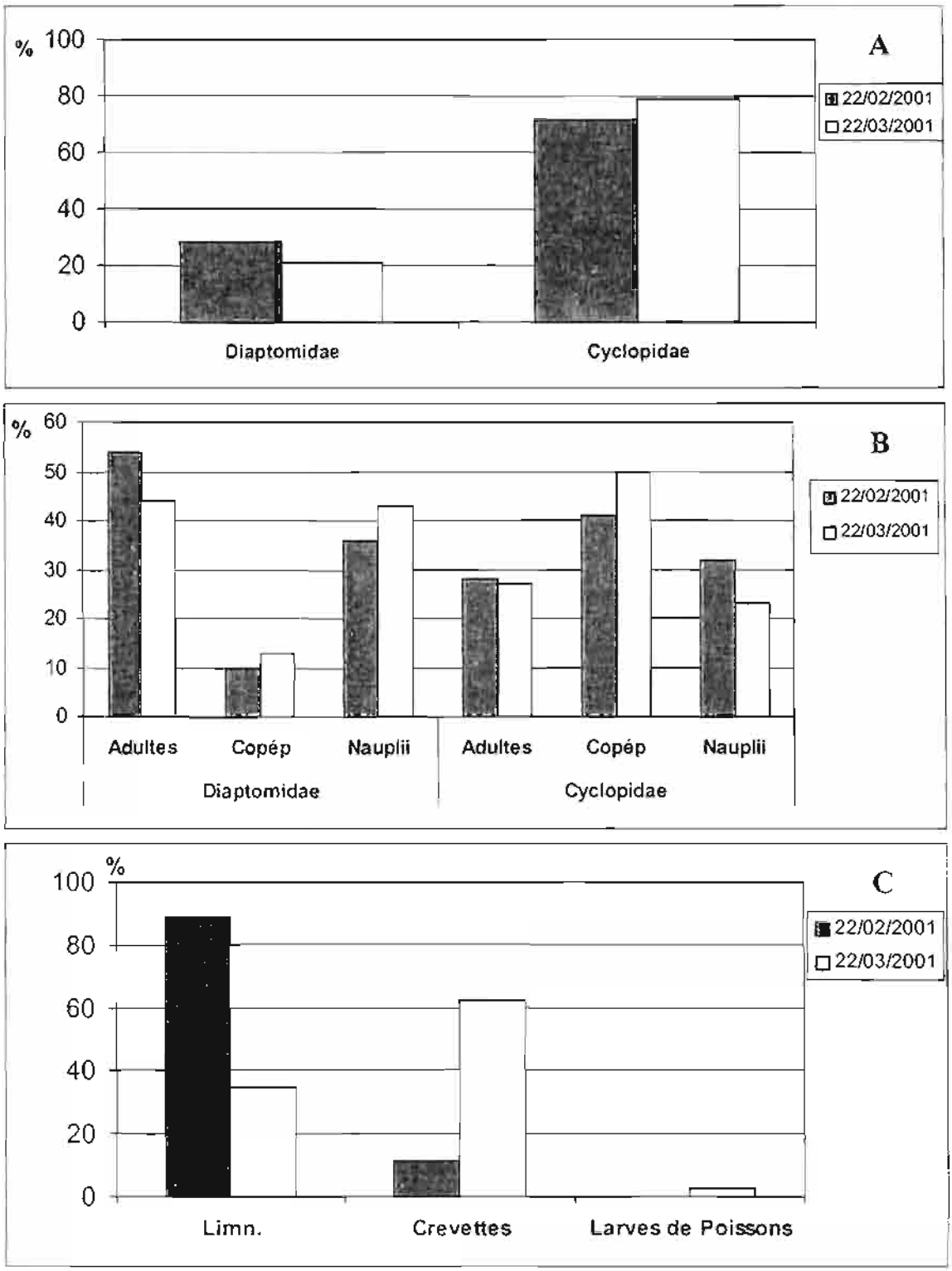


Figure n°15 :Fluctuations relatives de février en mars 2001 des différents éléments du zooplancton

A :Les deux groupes de Copépodes

B :Les différents stades au sein des Copépodes

C :Les éléments du macrozooplancton

III.2. Discussions

Le zooplancton pélagique de la partie nord du lac Tanganyika est quantitativement riche et qualitativement pauvre. En effet, il est composé essentiellement de quelques espèces de cyclopoïdes. La pluralité des espèces de ce groupe étant remarquable par les tailles variées des individus d'un même stade de développement car selon Kurki (1997), il existe trois principales espèces qui diffèrent dans leurs dimensions. Il comprend aussi une espèce de calanoïde, une espèce de méduse du lac et quelques espèces de crevettes (Coulter (1991) indique que trois espèces jouent un rôle important dans le milieu pélagique).
Les vorticelles feraient également partie des organismes habituellement rencontrés dans le zooplancton mais nous ne les avons pas observés dans nos échantillons.

Dans le lac Tanganyika, la productivité des clupéidés pélagiques est grande. Les deux espèces planctonophages dépendent du zooplancton à 78-95% pour leur alimentation (Thompson, 1999). D'où la remarquable importance écologique et économique de ce zooplancton.

L'abondance du zooplancton dans le lac Tanganyika est caractérisée par une large dominance des crustacés copépodes. Dans la partie Nord, les cyclopoïdes dominent les copépodes et ainsi la communauté pélagique du zooplancton (Kurki et al 1999). Les présents résultats concordent avec cet état de fait. En effet, les copépodes totaliseraient 93% du zooplancton et comprendraient 76% de cyclopoïdes et 24% de calanoïdes.

La profondeur de disparition du disque de Secchi était plus basse au mois de mars. La transparence de l'eau aurait été affectée par les matières en suspension amenées par les cours d'eau suite à une forte pluviosité et /ou par de fortes concentrations du phytoplancton car comme le trouvent Hecky et Fee (1981), une forte abondance du plancton peut réduire la transparence de l'eau. Plisnier (1997) affirme que de fortes densités de zooplancton peuvent être liées à la réduction de la transparence.
Le zooplancton aurait connu une abondance grâce à une très grande disponibilité de sa nourriture qui est le phytoplancton.

Suite à sa taille relativement grande, *Tropodiaptomus simplex* fait l'objet d'une plus forte prédation que les cyclopoïdes de la part des clupéidés, un calanoïde nauplien étant comparable au jeune âge de cyclopoïde copépodite dans la biomasse (Kurki, 1997). Cette pression particulière de la prédation sur cette unique espèce de calanoïde du lac qui du coup a enregistré une régression par rapport aux cyclopoïdes au mois de mars, aurait été accentuée par

l'augmentation de la turbidité qui aurait affaibli la visibilité du zooplancton pour les poissons qui s'en nourrissent.

Les différents stades des deux groupes de copépodes ont connu des fluctuations relatives. Chez les calanoïdes, les adultes ont diminué et les copépodites augmenté en mars. La durée de développement du stade copépodite au stade adulte est d'environ 30 jours (26 à 31jours pour les mâles et 29 à 35 jours pour les femelles) et les nauplii mettent 5 à 10 jours pour atteindre le stade copépoditique. Les œufs eux éclosent après une journée (24,1 heures) (Hyvönen, 1997).

Il serait difficile d'expliquer le changement en abondance relative des copépodites et des nauplii car le temps qu'il faut pour atteindre ces stades est largement inférieur à la période d'un mois écoulée entre les deux récoltes d'échantillons.
Chez les cyclopoïdes, Hyvönen (1997) a pu déterminer expérimentalement la durée de développement des œufs en nauplii qui est de 29 heures, ces derniers n'ont pas vécu assez longtemps pour atteindre le stade copépoditique.

La régression des spécimens adultes dans les deux groupes s'expliquerait par la prédation plus sélective par la taille avec la baisse de la transparence.
Ce qui semblerait paradoxal est l'abondance relative des crevettes au sein du macrozooplancton qui a augmenté en mars alors que les méduses ont connu une dégringolade.

L'apparition des larves de poissons pourrait être considérée comme étant fortuite ; la densité étant toujours très faible.

CHAP. IV : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Notre étude se termine avec des conclusions concordantes avec celles des autres auteurs :

- le zooplancton pélagique du lac Tanganyika comprend principalement les copépodes cyclopoïdes et les calanoïdes, les méduses du lac et les crevettes atyidae (Hecky, 1991 ; Kurki, 1993).

- le zooplancton de la partie Nord du lac Tanganyika est dominé par les crustacés copépodes de l'ordre des cyclopoïdes (Kurki et al, 1999 ; Kurki,1994 ; Nahimana, 1995).

Les fluctuations dans l'abondance et l'abondance relative entre février et mars seraient essentiellement dues aux conditions climatiques, limnologiques et trophiques. C'est une preuve que l'écosystème pélagique du lac Tanganyika n'a pas encore changé à ce point de vue.

Beaucoup d'investigations ont été faites dans ce domaine mais ne suffisent toujours pas pour comprendre toutes les facettes de la vie du zooplancton dans le lac Tanganyika.

Il faudrait étudier les relations et les interactions existant entre le zooplancton et les composants des maillons les plus proches de la chaîne trophique c'est à dire le phytoplancton d'une part et leurs prédateurs d'autre part pour comprendre tous les paramètres trophiques qui influencent la survie du zooplancton.

Pour une meilleure gestion des populations zooplanctonophages, la pêche devrait suivre une réglementation pour qu'elle soit une pêche responsable et qui exploite tous les secteurs pêchés du lac alternativement et d'une façon rationnelle.

Une meilleure connaissance de l'évolution du zooplancton au cours de l'année peut être une indication de la disponibilité de la nourriture pour les poissons. Ce qui permettrait de prédire les densités de ceux-ci.

Dans le souci de protéger le lac contre d'excessives charges sédimentaires, une campagne de boisement des collines drainées par les rivières affluentes du lac permettrait d'avoir une turbidité qui ne soit guère préjudiciable à la vie des organismes en général et du zooplancton en particulier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **BADENDE S., 2001** :*Rapport d'activités de Septembre 2000 à Avril 2001 (Version finale).* Lake Tanganyika fisheries monitoring programme, Station de Bujumbura (Burundi).
   Projet GCP/RAF/271/FIN NEX- TD/3 (Fr).

2. **BRICHARD P.,1989** : *Pierre Brichard' Book of cichlids and all the other fishes of Lake Tanganyika.* T.F.H. Publications, Inc., Neptune city, N.J., USA: 544p

3. **BULTOT F.,1965**: *A propos de l'évaporation du lac Tanganyika.* Bull. Sci. 1965-4, Bruxelles. Acad. Roy. Sci. d'Outre-Mer: 1226-41

4. **COULTER G. W., 1963** : *Hydrological changes in relation to biological production in southern lake Tanganyika.* Limnology and oceanography, 8(4): 463-477

5. **COULTER G. W., 1991** : *Lake Tanganyika and its life.* Natural History Museum Publications and Oxford University Press, London, Oxford and New York

6. **COULTER G. W., 1994**: *Lake Tanganyika (With 1 figure and 2 tables in the text).* In MARTENS K., GODDEERIS B. and COULTER G.W.: Advances in Limnology; Speciation in ancient Lakes.
   E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, 1994:13-18

7. **COULTER G. W. and SPIGEL R. H., 1991**: *Hydrodynamics.* In COULTER G. W.: Lake Tanganyika and its life. Natural History Museum Publications and Oxford University Press, London, Oxford and New York: 49-75

8. **CRUL R. C. M., 1994**: *Limnology and Hydrology of Lake Tanganyika.* UNESCO/IHP-IV Projet M-5.1: Comprehensive and comparative study of great lakes- Monographs of the African Great Lakes.
   Paris: UNESCO

9. **DUMONT H. J., 1994**: *Ancient lakes have simplified pelagic food webs (With 1 figure and 2 tables in the text).* In MARTENS K., GODDEERIS B. and COULTER G. W.: Advances in Limnology; Speciation in ancient Lakes.
E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller). Stuttgart, 1994: 223-234

10. **FERRO W. and COULTER G.W., 1974:** *Limnology data from the North of Lake Tanganyika.* FAO report F1: DP/BDI/73/020/10
Rome: FAO

11. **HECKY R. E., 1991**: *The pelagic ecosystem.* In COULTER G. W.: Lake Tanganyika and its life. Natural History Museum Publications and Oxford University Press, London, Oxford and New York: 90-110

12. **HORNE J. A. and GOLDMAN R. C., 1994**: *Limnology.* 2nd edition.
Mc Graw-Hill, Inc. New York, USA. 576p

13. **HYVÖNEN K., 1997**: *Study on zooplancton development time at Lake Tanganyika.* FAO/FINNIDA Research for the Management of the fisheries of Lake Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD/78 (En):12p

14. **KURKI H., 1993** : *Notes de terrain sur le zooplancton.* FAO/FINNIDA Recherche pour l'aménagement des pêches au lac Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-FM/09 (Fr) : 27p

15. **KURKI H., 1997** : *Résultats d'échantillonnage de zooplancton sur 3 localités du lac Tanganyika : Juillet 1993-Décembre 1995.* FAO/FINNIDA Recherche pour l'aménagement des pêches au lac Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD/51 (Fr) : 52p

16. **KURKI H. et VUORINEN I., 1995** : *L'écologie du zooplancton au lac Tanganyika : rapport sur les résultats du programme scientifique d'échantillonnage, Juillet 1993-Juillet 1994.* FAO/FINNIDA Recherche pour l'aménagement des pêches au lac Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD/34 (Fr) : 32p

17. **KURKI H., VUORINEN I., BOSMA E. And BWEBWA D., 1999**: *Spatial and Temporal changes in copepod zooplancton communities of Lake Tanganyika.* In LINDQVIST O.V., MÖLSÄ H., SALONEN K. and SARVALA J., 1999: From Limnology to Fisheries: Lake Tanganyika and Other Large Lakes. Hydrobiologia, vol 407(1999). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

18. **LINDQVIST O.V., MÖLSÄ H., SALONEN K. and SARVALA J., 1999**: *From Limnology to Fisheries: Lake Tanganyika and Other Large Lakes.* Hydrobiologia, vol 407(1999). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 218p

19. **MEEL L. VAN, 1954**: *Le phytoplancton.* Résultats scientifiques de l'exploration hydrobiologique du lac Tanganyika (1946-1947). Bruxelles : Inst. R. Sci. Nat. Belg. ;4(1) : 1-681

20. **NAHIMANA P., 1995**: *Contribution à l'étude de la distribution spatiale des principales espèces du zooplancton pélagique et leur densité dans la partie Nord du lac Tanganyika.* Mémoire, Université du Burundi. Bujumbura, 44p

21. **NTAKIMAZI G., 1995** : *Le rôle des écotones terre/eau dans la diversité biologique et les ressources du lac Tanganyika.* (projet UNESCO/MAB/DANIDA 510/BDI/40, 1991-1994) Rapport final. Bujumbura, 84p

22. **PATTERSON G. and MAKIN J. (eds), 1998**: *The State of Biodiversity in Lake Tanganyika* – A litterature Review. Chatham, UK: Natural Ressources Institute. University of Greenwich. 143p

23. **PLISNIER P.D., 1997**: *Climate, limnology and fisheries changes of Lake Tanganyika.* FAO/FINNIDA Research for the Management of the fisheries of Lake Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-TD/72 (En):39p

24. **PLISNIER P.-D., CHITAMWEBWA D., MWAPE L., TSHIBANGU K., LANGENBERG V. and COENEN E., 1999** : *Limnological annual cycle inferred from physical-chemical fluctuations at three stations of Lake Tanganyika.* In LINDQVIST O.V., MÖLSÄ H., SALONEN K. and SARVALA J., 1999: From Limnology to Fisheries: Lake Tanganyika and Other Large Lakes. Hydrobiologia, vol 407(1999). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht. 45-58

25. **THOMPSON A. B., 1999**: *Simulation of reproductive rate, prey selection and the survival of pelagic fish of the African Great Lakes.* In LINDQVIST O.V., MÖLSÄ H., SALONEN K. and SARVALA J., 1999: From Limnology to Fisheries: Lake Tanganyika and Other Large Lakes. Hydrobiologia, vol 407(1999). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

26. **VUORINEN I., 1993** :*Sampling and counting zooplancton of Lake Tanganyika.* FAO/FINNIDA Research for the Management of the fisheries of Lake Tanganyika. GCP/RAF/271/FIN-FM/06 (En):19p

27. **VUORINEN I., KURKI H., BOSMA E., KALANGALI A., MÖLSÄ H. and LINDQVIST O.V., 1999**: *Vertical distribution and migration of pelagic Copepoda in Lake Tanganyika.* In LINDQVIST O.V., MÖLSÄ H., SALONEN K. and SARVALA J., 1999: From Limnology to Fisheries: Lake Tanganyika and Other Large Lakes. Hydrobiologia, vol 407(1999). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.

ANNEXES

Tableau n° 1' : Dominance des copépodes au sein du zooplancton

	22/02/01	22/03/01	Moyenne	%
Copépodes	166920	329160	248040	93
Limn.	447	280	363	0,1
Crevettes	60	493	277	0,1
Larves de Poissons	0	20	10	0
Œufs libres	15667	20333	18000	6,7
Total	183093	350286	266690	100

Tableau n° 2': Comparaison des deux groupes de copépodes

	22/02/01	22/03/01	Moyenne	%
Diapt.	47560	70093	58827	24
Cycl.	119360	259067	189213	76
Copép.	166920	329160	248040	100

Tableau n°3' : Abondance et abondance relative des stades des principaux groupes des copépodes

		22/02/01	22/03/01	Moyenne	%
	Adult + Copé	30393	39927	35160	14,5
Diaptomidae	Nauplii	17167	30167	23667	9,5
	Total	47560	70093	58827	2,4
Cyclopidae	Adul + Copé	81360	200400	140880	57
	Nauplii	38000	58667	48333	19
	Total	119360	259067	189213	76
Copépodes	Total	166920	329160	248040	100

Tableau n°4' : Comparaison d'abondance des différents groupes entre Février et Mars

	Diaptomidae					Cyclopidae				
	Mâles	**Fem**	**Fem.Ov**	**Cop**	**Naup**	**Mâles**	**Fem**	**Fem.Ov**	**Cop**	**Naup**
22/02/01	8833	16000	893	4667	17167	9667	23000	193	48500	38000
22/03/01	10167	18667	2093	9000	30167	17000	52333	400	130667	58667

	Autres			
	Limn	**Crev**	**Larv. Poiss.**	**Oeufs Libr.**
22/02/01	447	60	0	15667
22/03/01	280	493	20	20333

Tableau n°5' : Evolution relative des deux groupes de copépodes

	22/02/01		22/03/01	
	Moyenne	%	Moyenne	%
Diaptomidae	47560	28,5	70093	21
Cyclopidae	119360	71,5	259067	79
Copépodes	166920	100	329160	100

Tableau n° 6' : Evolution relative des stades de Diaptomidae et de cyclopidae

		22/02/01		22/03/01	
		Moyenne	%	Moyenne	%
Diaptomidae	Adultes	25726	54	30927	44
	Copépodites	4667	10	9000	13
	Nauplii	17167	36	30167	43
	Total		100		100
Cyclopidae	Adultes	32860	28	69733	27
	Copépodites	48500	41	130667	50
	Nauplii	38000	32	58667	23
	Total		100		100

Tableau n° 7' : Evolution relative des composants du macrozooplancton

	22/02/01		22/03/01	
	Moyenne	%	Moyenne	%
Limnocnida	447	3	280	1,3
Crevettes	60	0,4	493	2,3
Larves de Poissons	0	0	20	0,1
Œufs libres	15667	96,6	20333	96,2
Total	16174	100	21126	100

	22/02/01		22/03/01	
	Moyenne	%	Moyenne	%
Limnocnida	447	89	280	35
Crevettes	60	11	493	62,2
Larves de Poissons	0	0	20	2,5
Total	507	100	793	100

Lake Tanganyika Monitoring Programme
Limnological Data collection Form

Station: Bujumbura Sampling site: Lat: S 03° 28'00'' Hour Start: 10h 45'
Lon: E 29° 17'00'' Hour end:

Date: 22/02/01

Depth(m)	T°c	DO(mg/l)	pH	Cond(µs/cm)
0	26,5	7,69	9,72	674
10	26,4	7,76	9,39	681
20	26,3	7,51	9,54	683
30	26,1	7,28	9,56	683
40	25,8	7,44	9,82	683
50	25,7	9,61	9,77	686
60	25,6	9,58	9,68	691
70	25,1	7,39	9,55	696
80	24,9	4,60	9,50	697
90	24,6	1,89	9,38	700
100			9,45	699

Secchi Disk
1st reading: 10
2nd reading: 12
3rd reading: 12

Average: 11,3

Lake condition: Vent léger (vague 30cm)

Lake Tanganyika Monitoring Programme
Limnological Data collection Form

Station: Bujumbura Sampling site: Lat: S 03° 28'00'' Hour Start:9h40'
Lon: E 29° 17'00'' Hour end:11h40'

Date: 22/03/01

Depth(m)	T°c	DO(mg/l)	pH	Cond(µs/cm)
0	26,8	6,67	8,57	678
10	26,5	6,49	8,54	688
20	26,5	6,40	8,54	682
30	26,4	6,17	8,52	677
40	25,9	5,67	8,51	683
50	25,7	4,69	8,47	684
60	25,3	2,93	8,40	688
70	24,9	1,53	8,46	693
80	24,6	0,36	8,42	698
90	24,3	0,33	8,39	698
100	24,1	1,18	8,36	702

Secchi Disk
1st reading: 6
2nd reading: 5
3rd reading: 5,8

Average: 5,6

Lake condition: Calme

Résultats du comptage du zooplancton pélagique dans les échantillons de février et mars 2001

(1) : Sous-échantillon de 10ml sur un échantillon de 250 ml;

(2) : Tout l'échantillon de 250 ml

	Dates	22/02/01	22/02/01	22/02/01		22/03/01	22/03/01	22/03/01
	N° Ech	1	2	3		1	2	3
Diaptomidae	Mâles (1)							
	Femelles (1)							
	Femelles ovigères(2)							
	Copépodites (1)							
	Nauplii (1)							
Cyclopidae	Mâles (1)							
	Femelles (1)							
	Femelles ovigères(2)							
	Copépodites (1)							
	Nauplii (1)							
Autres	Limnocnida (2)							
	Crevettes (2)							
	Larves de poissons(2)							
	Œufs libres (1)							

6. LES CLES D'IDENTIFICATION POUR LES CALANOIDES ET LES CYCLOPOIDES

6.1 CALANOIDES

stades larvaires naupliens (N1-N6)

- la forme du corps est allongée;
- entre les premières antennes (A1) se trouve un nez distinct;
- la première antenne (A1) est plus longue que la deuxième (A2) et toutes les deux antennes possèdent deux branches;
- l'extrémité de la première antenne A1 est large et aplatie;
- les poils de la caudale sont forts et pointent directement en arrière.

stades copépoditiques (C1-C5)

- ressemblent aux spécimens adultes;
- le 'metasome' est large et plus long que deux fois la longueur de l'abdomen;
- les premières antennes (A1) sont très longues (plus longues que le 'metasome')
- le nombre de segments augmente après chaque mue: stade C1: 6 segments - stades C4, C5 (femelles): 9 segments et stade mâle C5: 10 segments
- Les appendices natatoires sont en paires: C1:2 - C3-C5:4
- P5 (la cinquième appendice natatoire) dans les stades C4 et C5 est forte et se développe;
- les appendices P5 sont semblables chez les femelles mais différentes l'une de l'autre chez les mâles.

adulte, mâle

- le 'metasome' est large et plus long que deux fois la longueur de l'abdomen étroit;
- les premières antennes (A1) sont plus longues (plus longues que le 'metasome');
- l'antenne droite A1 est jointe;
- le corps a 11 segments;
- les appendices natatoires (en paires) sont au nombre de 4;
- P5 (la cinquième patte natatoire) est solide et les pattes P sont différentes l'une de l'autre.

adulte, femelle

- le 'metasome' est large et plus long que deux fois la longueur de l'abdomen étroit;

- les premières antennes (**A1**) sont très longues, plus longues que le 'metasome' et identiques;
- le corps a **9** segments;
- le premier segment de l'abdomen est le segment génital enflé;
- les appendices natatoires (en paires) sont au nombre de **4**;
- **P5** (la cinquième patte natatoire) est solide (paire similaire);
- la femelle mûre a un seul sac d'oeufs;

6.2 CYCLOPOIDES

<u>les stades larvaires naupliens(N1-N6)</u>

- la forme du corps est ronde-ovale, et pas aplatie;
- la première antenne (**A1** en une ramification) est plus courte que la deuxième antenne (**A2** en deux ramifications);
- l'extrémité de la première antenne est étroite;
- les poils caudaux sont faibles et courts et pointent légèrement vers l'extérieur.

<u>les stades copépoditiques</u>

- ressemblent aux spécimens adultes;
- le 'metasome' est large et il est plus que 1,3 fois plus long que l'abdomen étroit;
- les premières antennes (**A1**) sont longues mais plus courtes que le 'metasome';
- le nombre de segments augmente après chaque mue: stade C1: **5** segments - stade C5: **9** segments;
- le dernier segment (**4.**) de l'abdomen précédant le furca est long;
- les appendices natatoires sont en paires similaires C1:2-C3-C5:**4**;
- dans les stades C4 et C5, **P5** se développe mais rabougri et se en paires similaires.

<u>adulte, mâle</u>

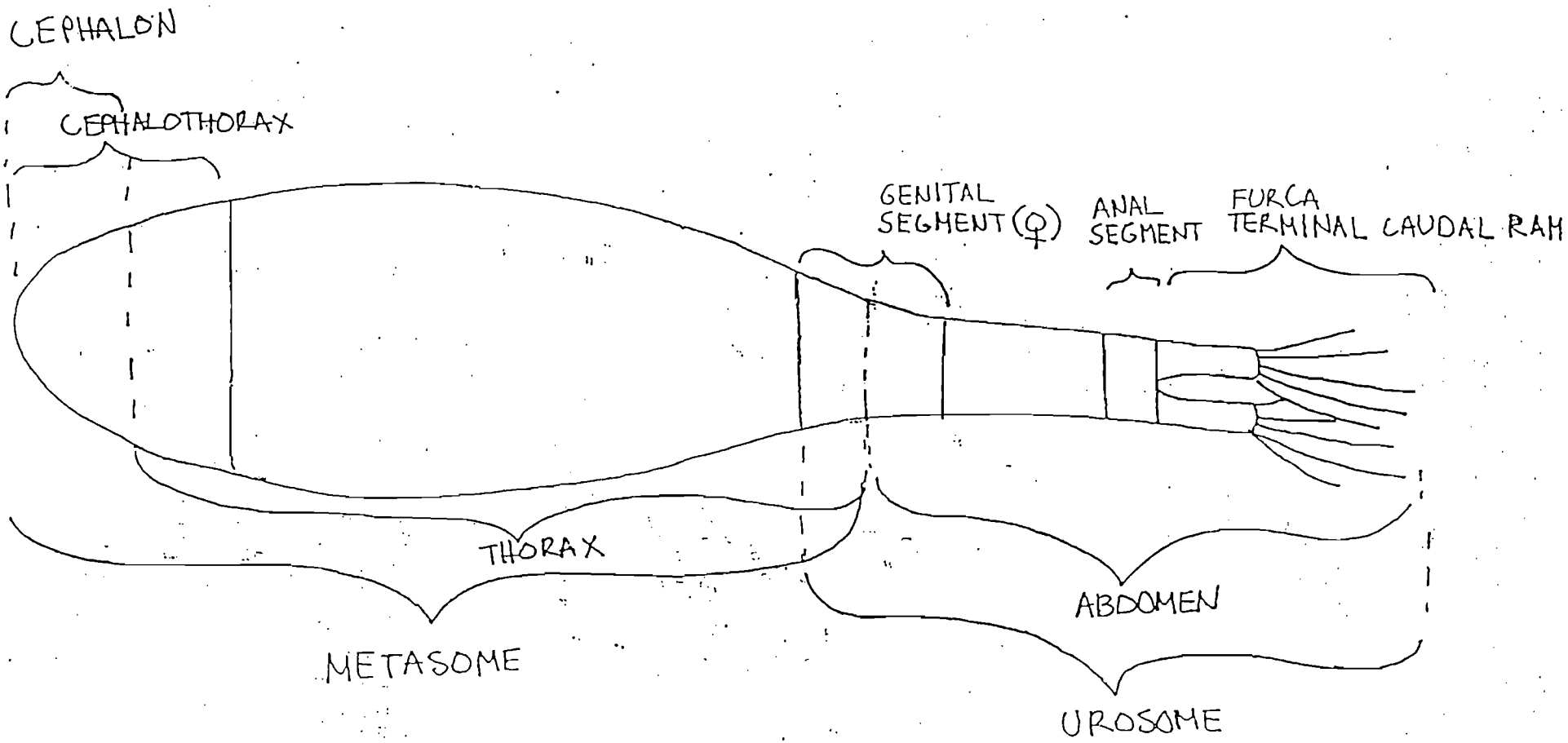
- le 'metasome' est large et il est plus que 1,3 fois plus long que l'abdomen étroit;
- les premières antennes (**A1**) sont longues mais plus courtes que le 'metasome';
- les premières antennes sont jointes pour la copulation;
- le corps a **10** segments;
- le dernier segment (**5.**) de l'abdomen précédant le furca est court;

- les appendices natatoires (en paires similaires) sont au nombre de 4;
- P5 est rabougri et se présente en paires similaires.

adulte, femelle

- le 'metasome' est large et il est plus que 1.3 fois plus long que l'abdomen étroit;
- les premières antennes (A1) sont longues et en paires similaires mais plus courtes que le 'metasome';
- le corps a 9 segments;
- le premier segment de l'abdomen est le segment génital enflé;
- le segment 4. de l'abdomen est court;
- les appendices natatoires (en paires similaires) sont à 4;
- P5 est rabougri et se présente en paires similaires;
- la femelle mûre a deux sacs d'oeufs.

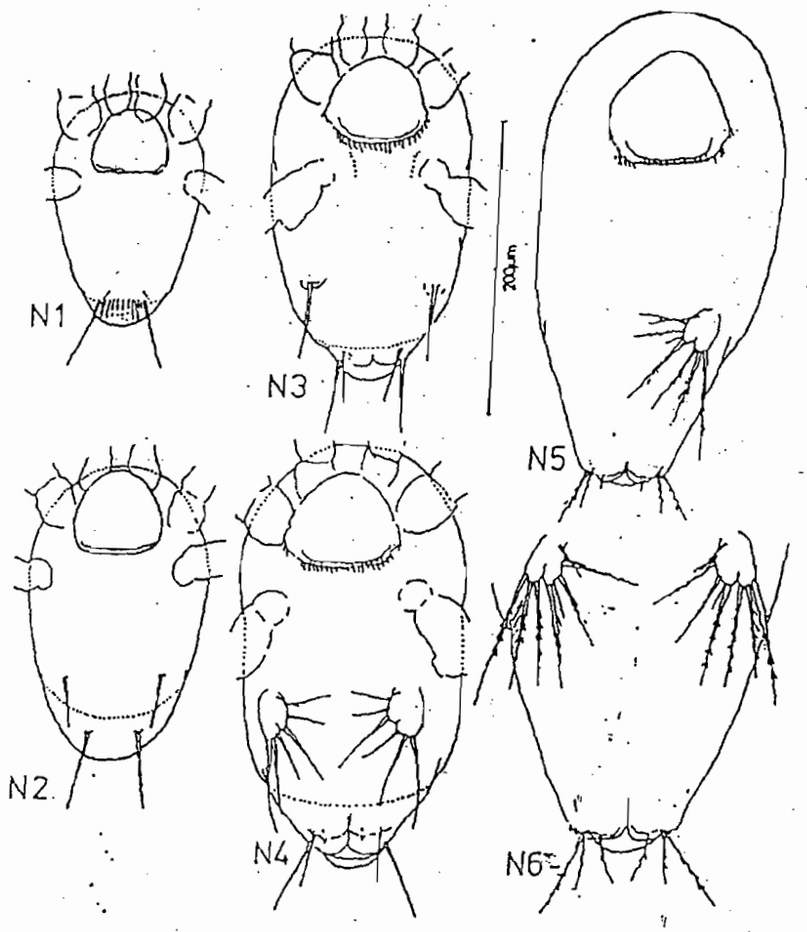
COPEPODA
PARTS OF THE BODY



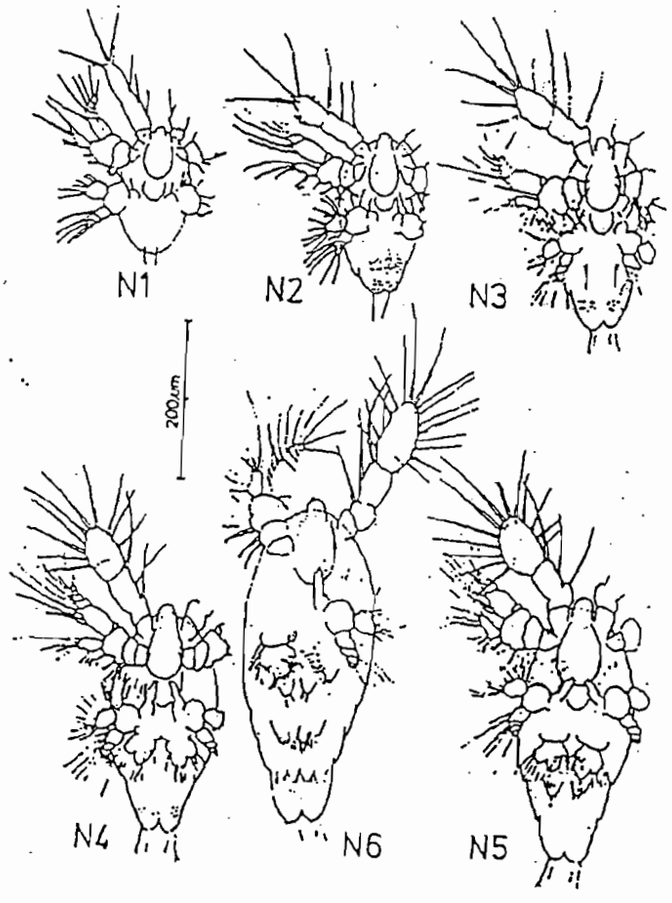
EPHALON THORAX ABDOMEN

Les parties du corps d'un copépode

Les stades naupliens des cyclopoïdes et des calanoïdes

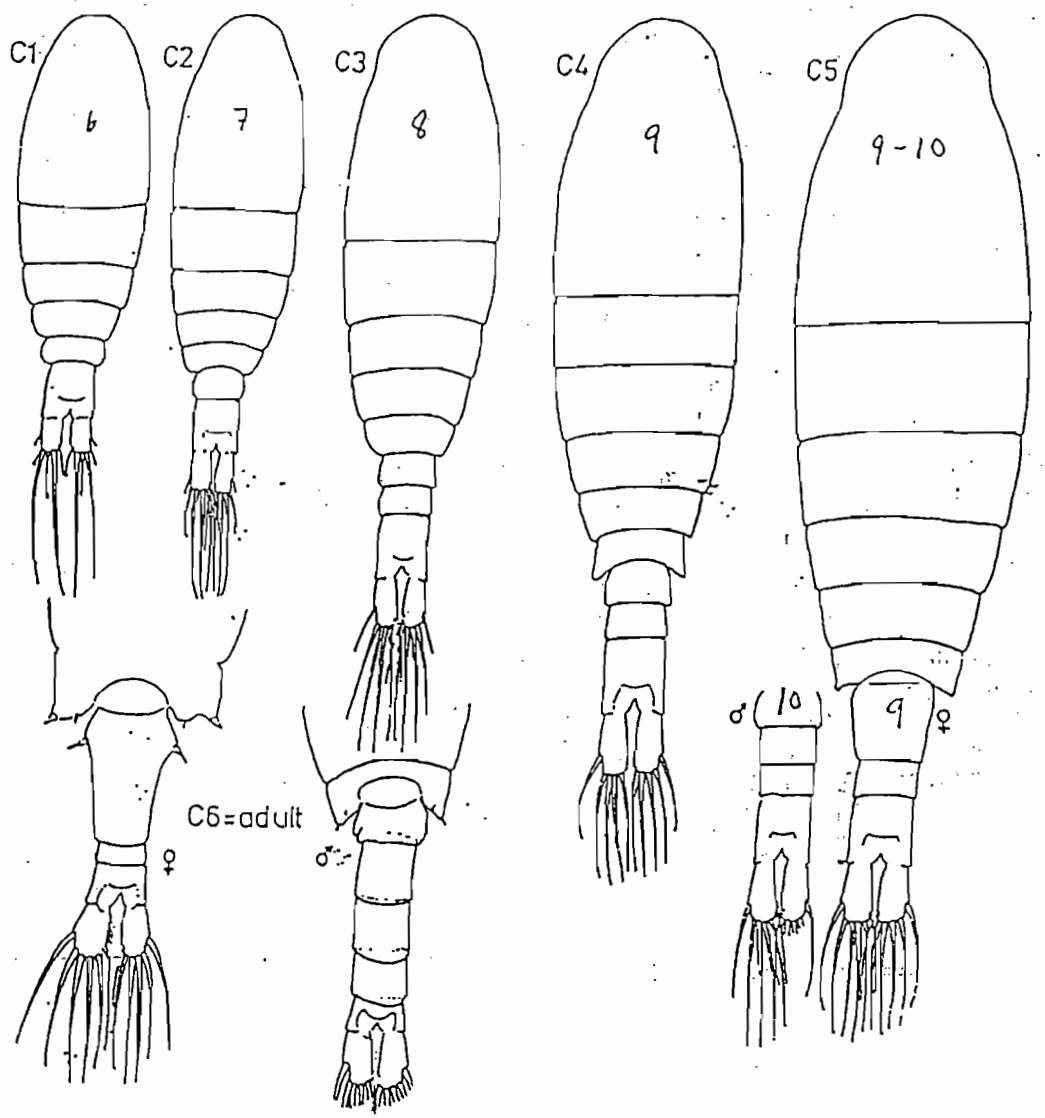
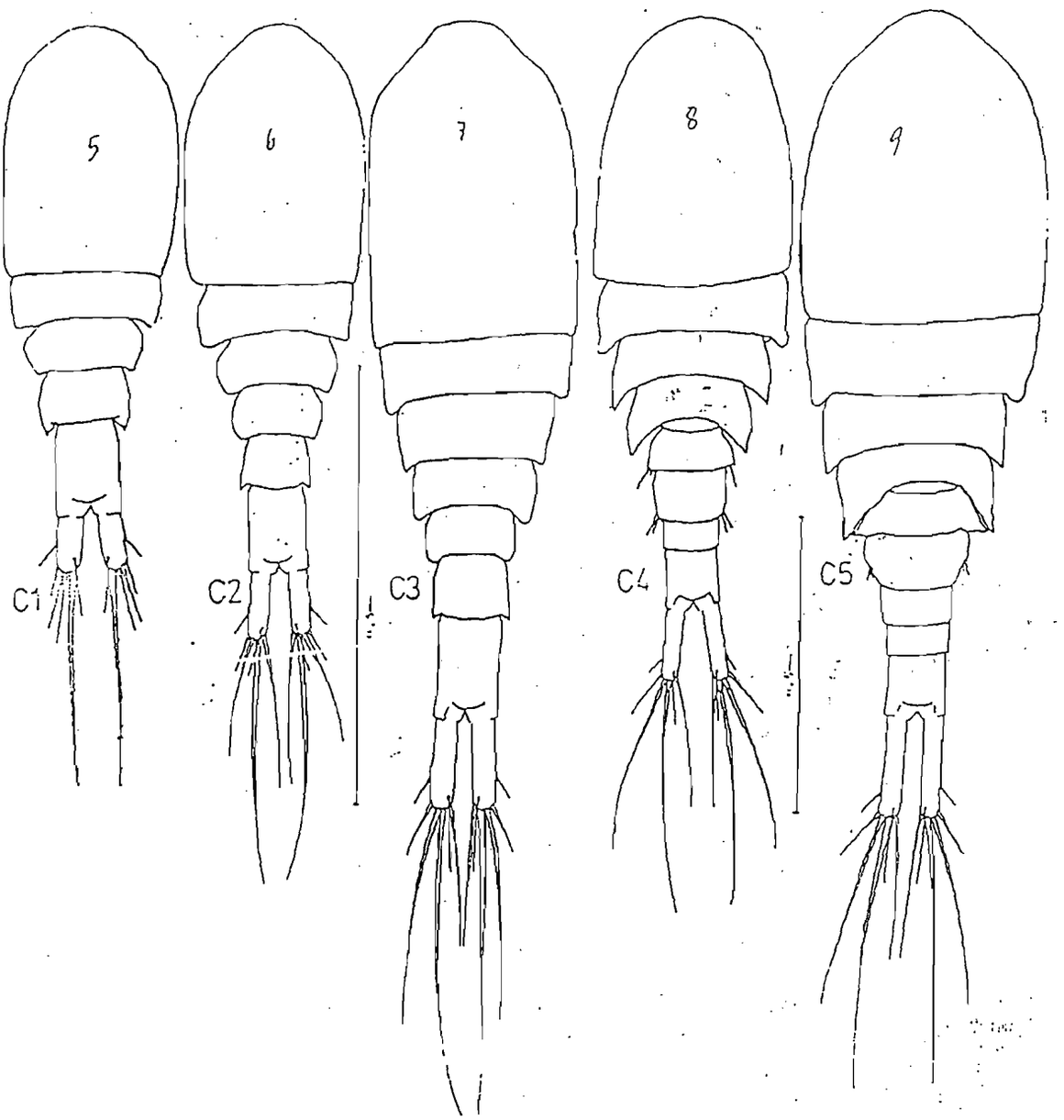


Cyclopoida



Calanoida

Les stades copépoditiques des calanoïdes



Les stades copépoditiques des cyclopoïdes