

Variations de la structure trophique du lac-réservoir oligotrophe Bin El Ouidane (Maroc)

Trophic variations in the Bin El Ouidane oligotrophic reservoir (Morocco)

O. CHERIFI *, M. LOUDI KI

SUMMARY

The study of the flood transport, plankton and the stomach contents of Cladoceran species and some planktivorous and omnivorous fish of the reservoir-lake Bin El Ouidane has allowed to extract the following conclusions:

- flood transport of dissolved and suspended matters during the period 1995-1997 has a net influence on the seasonal dynamics of the zooplankton via changes in the dynamics of the phytoplanktonic populations;
- during the same period, the peak of zooplanktonic biomass appeared generally just after spring and summer phytoplanktonic peaks showing the importance of the herbivorous zooplankton in the food chain;
- the study of algal stomach contents of Cladocerans *Daphnia longispina*, *Daphnia lumholtzi*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia dubia*, *Ceriodaphnia reticulata* and *Bosmina longirostris* showed that all species are herbivorous filter-feeders that adopt a variable diet behavior linked to the availability of the phytoplankton in the lake, to their age and biotic and abiotic characteristics of the ecosystem;
- the preliminary study of the stomach contents of three omnivorous and herbivorous fish *Tinca tinca*, *Eupomotis gibbosus* and *Cyprinus carpio* species showed also that their food spectre was clearly dominated by the plankton. The animal fraction in their digestive tube was represented by large Cladoceran species and Chironomes showing the importance of these fish, essentially planktivorous, in the regulation of planktonic populations in the reservoir-lake Bin El Ouidane.

Key-words: *reservoir-lake, phytoplankton, zooplankton, fish, diet.*

Laboratoire d'algologie, Département de biologie, Faculté des sciences Semlalia, BP 2390, 40000 Marrakech, Maroc.

* Correspondance. E-mail : cherifi@ucam.ac.ma

Les commentaires seront reçus jusqu'au 31 mars 2003.

RÉSUMÉ

L'étude combinée des apports par les crues, du plancton, des contenus algaux du tractus digestif des Cladocères et du régime alimentaire de quelques espèces de poissons dans le lac de barrage oligotrophe Bin El Ouidane a permis de dégager les conclusions suivantes :

- les apports particuliers et dissous par les crues durant la période d'étude 1995-1997 ont une influence marquée sur la dynamique saisonnière du zooplancton *via* les changements dans la dynamique du peuplement phytoplanctonique ;
- durant les trois années d'étude, le maximum de biomasse zooplanctonique se situe généralement juste après les pics printanier et estival du phytoplancton mettant ainsi en évidence l'importance du zooplancton herbivore dans la chaîne alimentaire pélagique du lac ;
- l'étude des contenus algaux du tractus digestif des Cladocères *Daphnia longispina*, *Daphnia lumholtzi*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia dubia*, *Ceriodaphnia reticulata* et *Bosmina longirostris* a montré que l'essentiel des espèces sont des filtreuses herbivores qui adoptent un comportement nutritionnel variable en fonction du temps lié à la disponibilité en phytoplancton, à leur âge et aux caractéristiques biotiques et abiotiques de l'écosystème lacustre ;
- l'étude préliminaire du régime alimentaire de trois espèces de poissons *Tinca tinca*, *Eupomotis gibbosus* et *Cyprinus carpio* montre que leur spectre alimentaire est nettement dominé par le plancton. La fraction faunistique au niveau de leur tube digestif est représentée essentiellement par les Cladocères de grande taille et les Chironomes. Ceci met en évidence l'importance de ces poissons, à régime essentiellement planctonophage, dans la régulation des peuplements planctoniques de la retenue Bin El Ouidane.

Mots clés : lac-réservoir, phytoplancton, zooplancton, poissons, régime alimentaire.

1 - INTRODUCTION

La comparaison des lacs tempérés et des lacs-réservoirs de climat chaud tel que les retenues de barrage du Maroc à dominante climatique semi-aride, montre que ces derniers se distinguent par des caractéristiques hydrologiques, physicochimiques et biologiques particulières (LOUDIKI, 1990 ; LOUDIKI *et al.*, 1994). Parmi les facteurs déterminants, l'imprévisibilité du climat (crues brutales, épisodes de sécheresse et d'étiage très variables) et l'irrégularité des apports en eau et en matières allochtones occupent une place prépondérante.

Bin El Ouidane, lac de barrage oligotrophe (moyennes annuelles de chlorophylle a inférieures à $2\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) et stratifié du Haut-Atlas calcaire, fait partie de la catégorie des lacs profonds dominés par les apports allochtones du bassin versant surtout en période de crues (CHERIFI et LOUDIKI, 1999).

Dans le but de déterminer l'influence des apports en nutriments biodisponibles (orthophosphates, nitrates, silice) et en particules en suspension sur la structure biologique du système lacustre et sur le fonctionnement du réseau trophique, un suivi comparatif de l'évolution saisonnière des biomasses phyto-

planctonique et zooplanctonique ainsi que l'analyse des contenus algaux des tractus digestifs des Cladocères et du régime alimentaire de trois espèces de poissons ont été effectués. Ceci devrait permettre de mieux comprendre les interactions phytoplancton-zooplancton-poissons et leur variabilité saisonnière et annuelle dans le lac durant la période 1995-1997 qui a été caractérisée par des fluctuations climatiques fortement marquées. L'année 1995 a été caractérisée par une sécheresse exceptionnelle, l'année 1996 a été très humide (60 % des crues survenues durant la période d'étude) avec des apports très importants et l'année 1997 correspond à une pluviométrie moyenne.

2 - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le lac réservoir Bin El Ouidane se situe à 810 m d'altitude sur l'oued El Abid, principal affluent de l'Oum-Er-Rbia (*figure 1*). Il se caractérise par une profondeur maximale de 133 m et une capacité actuelle de 1,3 milliard de m³. Le bassin versant du lac, d'une superficie de 6 400 km², est établi sur le Haut-Atlas calcaire soumis à un climat méditerranéen à dominance semi-aride.

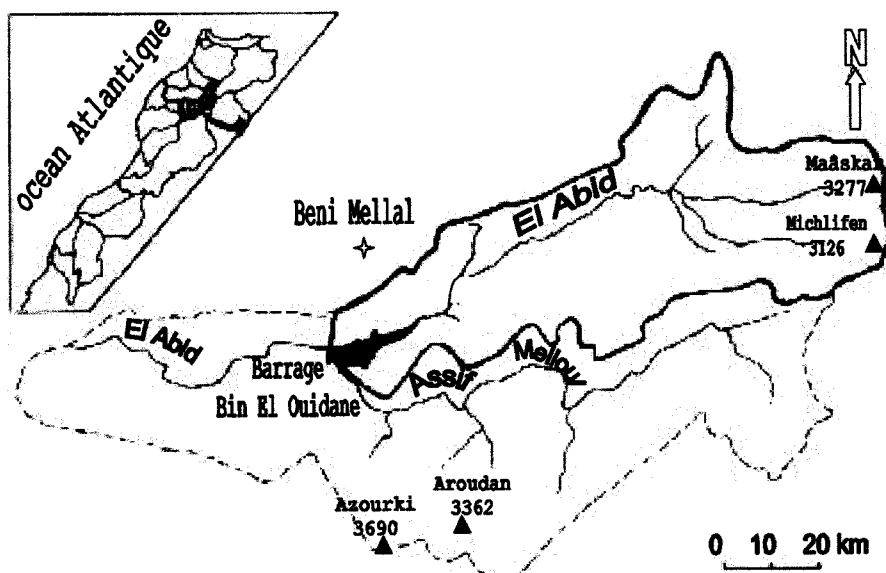


Figure 1 Localisation de la retenue Bin El Ouidane.
Bin El Ouidane geographic location.

Durant trois années consécutives (1995, 1996 et 1997) à caractéristiques climatologiques et hydrologiques totalement différentes, des prélèvements mensuels d'eau destinés aux analyses physicochimiques et au suivi du plancton végétal et animal dans la retenue ont été effectués au niveau de la station « Lac » située à environ 2 km de la digue.

La méthodologie et le matériel utilisés sont présentés sous forme résumée dans le *tableau 1*.

Tableau 1 Matériel et méthodes.

Table 1 *Material and methods.*

Prélèvements d'eau	Bouteille type Van Dorn de 3 litres de capacité
Profondeurs échantillonnées	Surface, - 2,5 m, - 5 m, - 7,5 m, - 10 m, - 15 m, - 20 m, - 40 m et fond
Dates des prélèvements du zooplancton pour l'analyse des contenus stomacaux	Mars, mai, juin, juillet et août 1995 - mars, avril, mai, juin, juillet, août et octobre 1996 - mars et mai 1997
Température (°C)	Thermomètre à alcool
Oxygène (mg·L ⁻¹)	Méthode Winkler
Transparence	Disque de Secchi
Matières en suspension (MES) (mg·L ⁻¹)	Filtration sur filtre 0,45 µm ou centrifugation à 6 000 trs·mn ⁻¹ en fonction de la concentration de l'échantillon puis séchage à l'étuve à 105 °C (jusqu'à masse constante)
P-PO ₄ ³⁻ , N-NO ₃ ⁻ (µg·L ⁻¹)	Normes Afnor (1994)
Silice (SiO ₂) (mg·L ⁻¹)	Colorimétrie au silicomolybdate
Dénombrement du phytoplancton (cell·L ⁻¹)	Microscope inversé (type Zeiss) au Gx400 (technique d'Utermöhl)
Biomasse du phytoplancton (poids frais) (µg·L ⁻¹)	Calcul du biovolume à partir des échantillons récoltés
Classe de taille des cladocères	Établies d'après les données de la littérature : JORGENSEN (1979), BENZEKRI (1992) et TIFNOUTI (1993)
Biomasse du zooplancton (µg de poids sec·m ⁻³)	Estimation à partir des données de la littérature BOTRELL <i>et al.</i> (1976), JORGENSEN (1979), BENZEKRI (1992), VINCENTE et MIRACLE (1992) et TIFNOUTI (1993)

Pour l'analyse des contenus algaux du tractus digestif des classes de taille des espèces de Cladocères (*tableau 2*), plusieurs traits verticaux sur une colonne d'eau 0-20 m ont été effectués à l'aide d'un filet à plancton (37 µm de vide de maille) en périodes de biomasse zooplanctonique maximale (*tableau 1*). La taille des mailles du filet utilisé influence peu l'échantillonnage du zooplancton, notamment parce que le phytoplancton est peu abondant dans le lac. Les échantillons concentrés de plancton ont été immédiatement fixés à l'aide du formol neutre. Un minimum de trente individus de la même classe de taille ont été disséqués et les contenus de leur tube digestif examinés au microscope optique entre lame et lamelle (G × 400). Le dénombrement des algues est répété deux fois pour chaque classe de taille afin de s'assurer de la fiabilité du comptage. Les résultats des dénombrements sont exprimés en poids frais algal par unité de poids sec de cladocère.

Tableau 2 Limite des classes de taille des espèces de Cladocères étudiées.**Table 2** Interval class size of Cladoceran species.

<p><i>Daphnia longispina</i> (O.F. MÜLLER, 1785) C1 : [0,2-0,96] C2 : [0,96-1,3] C3 : [1,3-1,8] C4 : [1,8-2,4]</p>	<p><i>Daphnia lumholtzi</i> (SARS, 1886) C1 : [0,5-0,92] C2 : [0,92-1,28] C3 : [1,28-1,66] C4 : [1,66-2,04]</p>	<p><i>Diaphanosoma brachyurum</i> (LIEVIN, 1848) C1 : [0,36-0,67] C2 : [0,67-0,97] C3 : [0,97-1,3]</p>
<p><i>Ceriodaphnia dubia</i> (RICHARD, 1894) C1 : [0,3-0,54] C2 : [0,54-0,84] C3 : [0,84-1,13]</p>	<p><i>Ceriodaphnia reticulata</i> (JURINE, 1820) C1 : [0,15-0,3] C2 : [0,3-0,5] C3 : [0,5-0,9]</p>	<p><i>Bosmina longirostris</i> (MÜLLER, 1785) C1 : [0,2-0,42] C2 : [0,42-0,63]</p>

C : classe (class)

Les espèces de poissons pêchées ayant pu faire l'objet de cette analyse sont *Eupomotis gibbosus* (Perche soleil) pêchée en automne 1995 et 1996, *Tinca tinca* (Tanche) pêchée en automne 1995 et *Cyprinus carpio* (Carpe commune) pêchée en automne 1996.

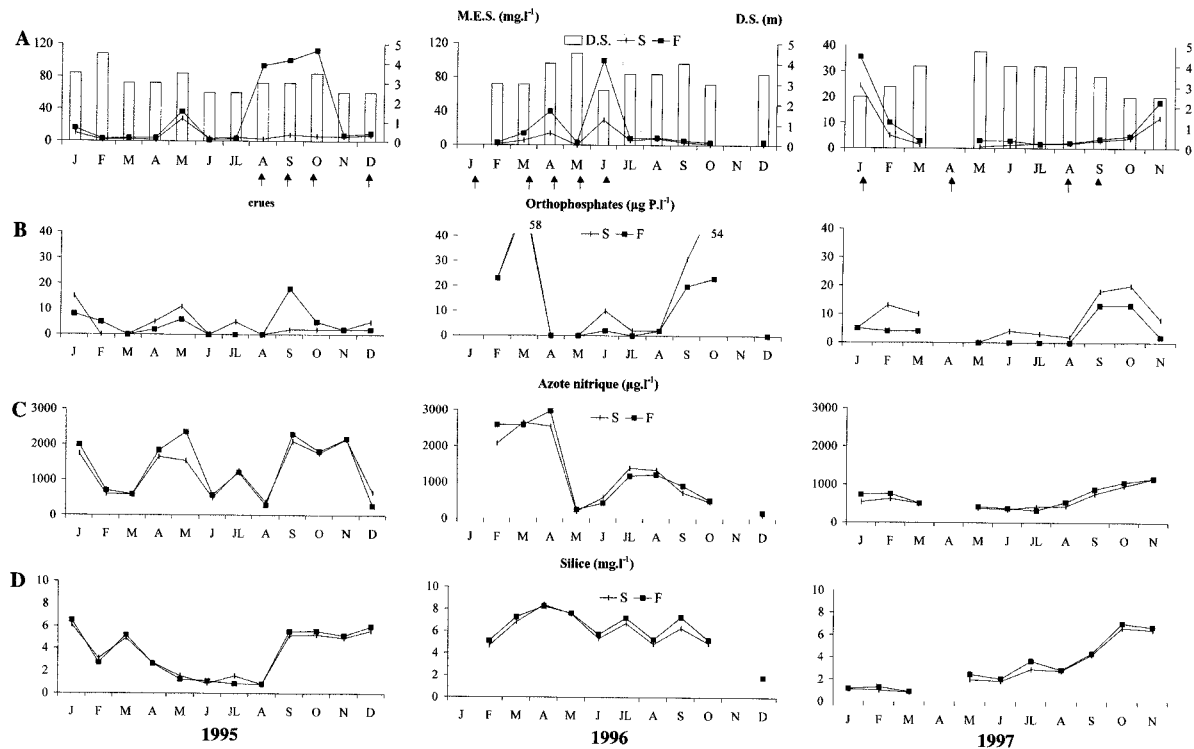
La détermination qualitative des différents éléments du bol alimentaire de 384 poissons adultes a été effectuée sous microscope optique et sous loupe binoculaire. Quant à l'analyse quantitative, elle a été réalisée sous microscope inversé pour le comptage des algues et en cuve de « Dolfuss » pour le comptage du zooplancton et des autres composantes faunistiques.

3 – RÉSULTATS

3.1 Évolution de la transparence, des matières en suspension et des nutriments

La profondeur de disparition du disque de Secchi varie entre 2,5 m et 4,5 m (figure 2A). En 1996 et 1997, années plus humides, la transparence moyenne est relativement plus élevée qu'en 1995 alors que le niveau du lac était exceptionnellement bas. La baisse sensible des matières en suspension (MES) durant les années 1996 et 1997 (figure 2A) s'explique par l'effet de dilution suite aux apports liquides importants des crues (CHERIFI et LOUDIKI, 1999).

L'évolution des orthophosphates durant la période d'étude montre, d'une façon générale, des concentrations élevées pendant la période des crues hiverno-automnales des années 1996 et 1997. Ces concentrations atteignent $58 \mu\text{g}\cdot\text{P}\cdot\text{L}^{-1}$ durant l'hiver 1996 qui a été particulièrement pluvieux (figure 2B). En périodes printanière et estivale, les teneurs sont très faibles, voire nulles.

**Figure 2**

Évolution interannuelle de la transparence (DS), des concentrations en MES (A), des concentrations en orthophosphates ($P-PO_4^{3-}$) (B), en azote nitrique ($N-NO_3^-$) (C) et en silice (SiO_2) (D) (S = Surface, F = Fond).

Interannual evolution of transparency, suspended matter (A), orthophosphates ($P-PO_4^{3-}$) (B), nitrates ($N-NO_3^-$) (C) and silica (SiO_2) (D) (S = Surface, F = Bottom).

Les teneurs en $N-NO_3^-$ sont également élevées en période pluvieuse et faibles en été. Les valeurs maximales ont été mesurées en hiver 1996 (figure 2C).

L'évolution de la silice présente des teneurs généralement élevées pendant les saisons automnale et hivernale. Elles deviennent plus faibles au printemps et en été (figure 2D). Cependant, en 1996, année pluvieuse, la silice atteint des teneurs maximales qui se maintiennent à un niveau élevé presque toute l'année.

3.2 Évolution globale du plancton

Durant les trois années d'étude, le peuplement phytoplanctonique présente régulièrement un maximum de biomasse en été (figure 3A). Malgré des variations quantitatives importantes d'une année à l'autre, trois phases de croissance du phytoplancton peuvent être distinguées :

- la phase printanière marquée par la prolifération des Diatomées, représentées essentiellement par *Cyclotella ocellata* dont la densité est nettement plus élevée durant l'année sèche 1995 ;
- la phase estivale se caractérise par le développement des Chlorophycées représentées principalement par *Scenedesmus ecornis*, *Oocystis crassa* et *Cosmarium laeve* ;
- la phase automnale se caractérise généralement par la dominance de la Cyanobactérie *Merismopedia convoluta*.

L'évolution interannuelle du zooplancton au niveau de la retenue se caractérise par la dominance des Cladocères particulièrement en 1995 et 1997. Les Cladocères présentent généralement des densités maximales au printemps et en été (figure 3B), périodes pour lesquelles la biomasse des algues nanoplanctoniques est la plus élevée (figure 3C). À l'inverse en 1996, le zooplancton est dominé par les Copépodes qui présentent un développement maximal au printemps. Quant aux Rotifères, les densités maximales se situent généralement en automne et en hiver.

3.3 Contenus algaux du tractus digestif des Cladocères

L'analyse des contenus stomacaux des différentes classes de taille des six espèces de Cladocères montre que, hormis les espèces *Daphnia lumholtzi* et *Ceriodaphnia reticulata*, les stades jeunes consomment généralement plus que les autres classes par unité de poids avec une nette préférence pour les Chlorophycées et Diatomées nanoplanctoniques qui sont les plus ingérées (figure 4A, B, C). Les adultes semblent consommer également les algues de grande taille. L'analyse du contenu des tubes digestifs montre l'existence de trois catégories :

- le premier groupe constitué par la Diatomée *Cyclotella ocellata* et les Chlorophycées *Cosmarium laeve*, *Cosmarium subprotumidum*, *Oocystis crassa*, *Scenedesmus ecornis* ainsi que *Tetraedron minimum* dont le diamètre est inférieur à 35 μm . Ces algues nanoplanctoniques sont filtrées par la plupart des Cladocères et surtout les stades jeunes ;
- le deuxième groupe est composé d'algues dont la taille est comprise entre 35 et 70 μm , à savoir *Pandorina morum*, *Sphaerocystis schroeteri*, *Euglena oxyuris* et *Peridiniopsis elpatiewskyi*. Elles constituent la nourri-

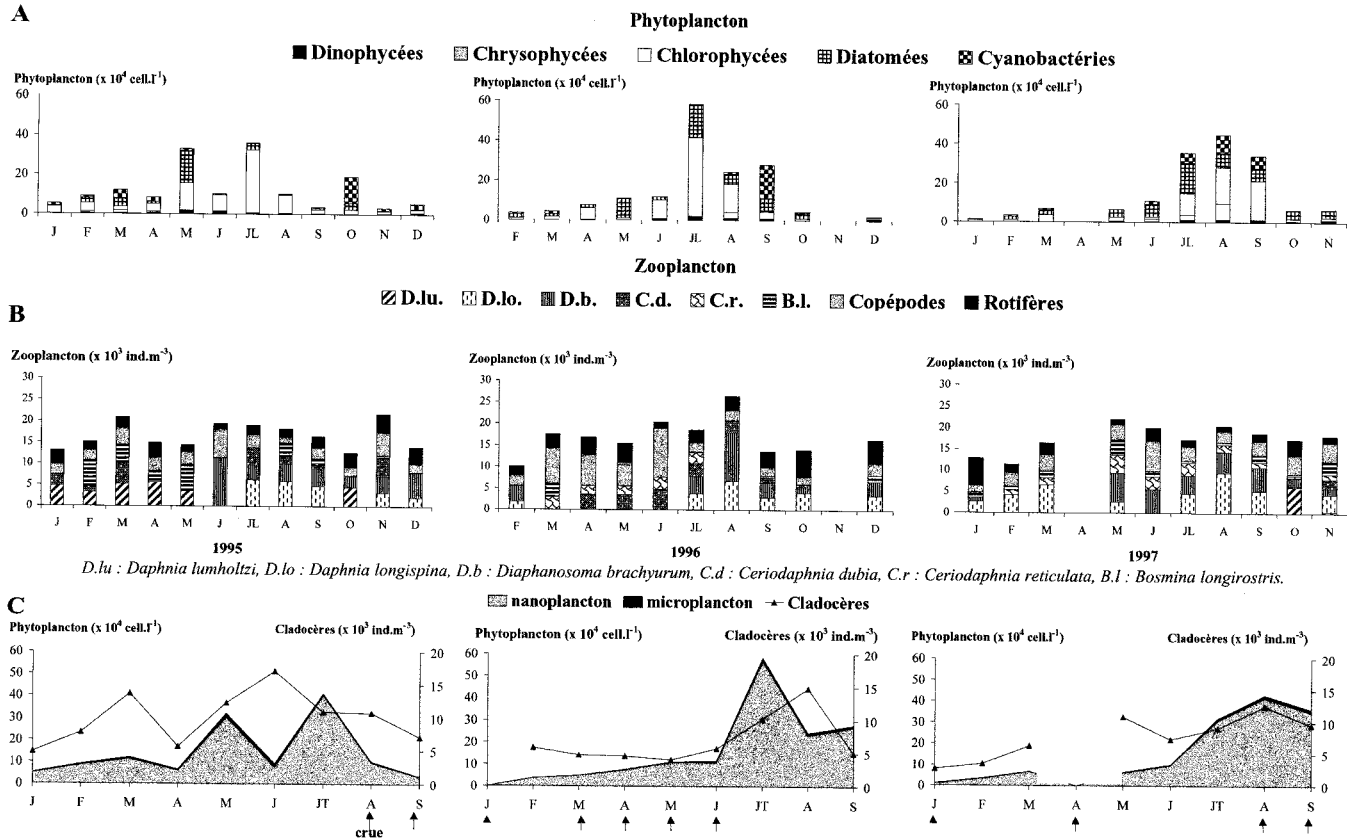


Figure 3

Évolution interannuelle du phytoplancton et des cladocères (A) et du zooplancton global (B) (les flèches indiquent les périodes de crues).

Phytoplankton and cladoceran densities (A) and zooplankton evolution (B) (rows indicate period of floods).

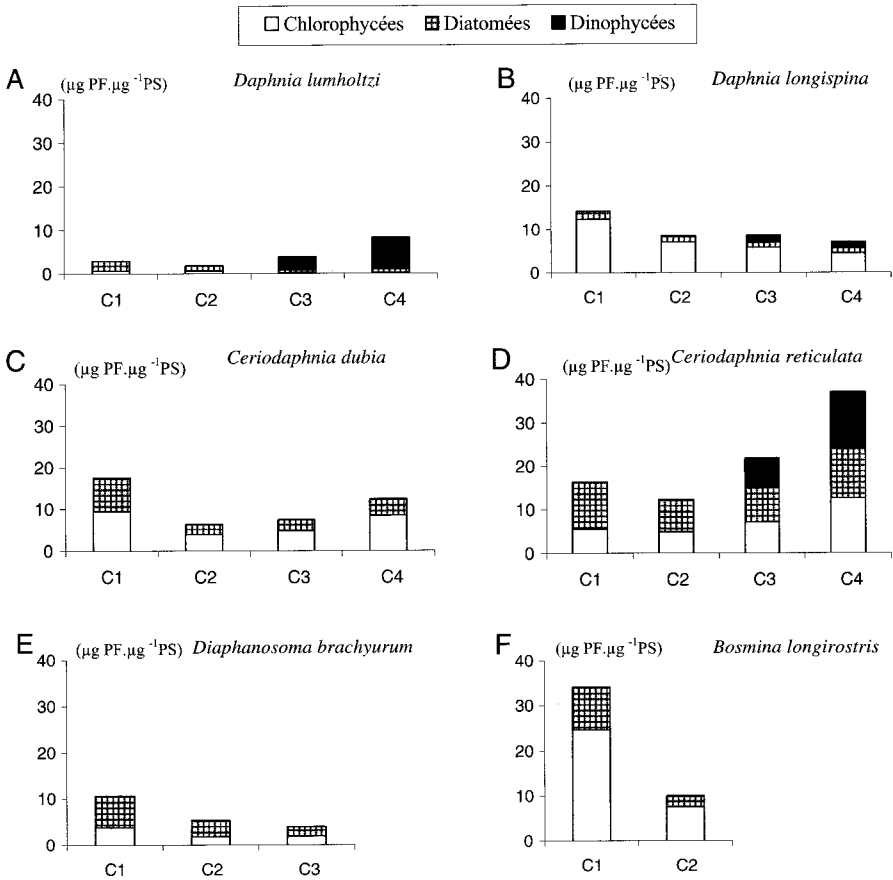


Figure 4 Biomasse phytoplanctonique moyenne (µg PF) ingérée par unité de biomasse zooplanctonique (µg PS) au niveau du tube digestif des différentes classes de taille de Cladocères.

Mean stomach contents of phytoplankton biomass expressed as µg FW·µg⁻¹ DW in stomach of different cladoceran species size classes.

ture de base des Daphnies de grande taille ainsi que celle des classes adultes de *Ceriodaphnia dubia* et *Ceriodaphnia reticulata*. Ces algues, bien que peu représentées dans le milieu, sont recherchées activement par ces Cladocères. Le même constat a été observé au niveau de la retenue Lalla Takerkoust (TIFNOUTI, 1993) et au niveau de la retenue Al Masira (FAHDE, 1994) ;

- le troisième groupe est composé d'algues filamenteuses *Mougeotia* et *Oscillatoria formosa* d'importance secondaire dans l'alimentation des Cladocères (cas de *Daphnia lumholtzi* et *Bosmina longirostris*).

3.4 Composition du contenu stomacal des poissons

3.4.1 Analyse qualitative

Les premiers résultats obtenus montrent que la diversité des proies est plus élevée chez la Carpe commune que chez la Perche soleil et la Tanche.

Chez la Perche soleil, le bol alimentaire moyen est composé principalement d'espèces phytoplanctoniques microscopiques représentées par les Diatomées, les Chlorophycées et les Cyanobactéries. La fraction animale est composée principalement de Cladocères, de Copépodes et de Chironomidés.

Chez la Tanche, l'inventaire floristique et faunistique du bol alimentaire est moins diversifié que chez les autres espèces étudiées. Il est constitué principalement de Chlorophycées, de Cyanobactéries et de Cladocères.

Chez la Carpe commune, la fraction végétale est composée principalement de Diatomées, de Chlorophycées et de Cyanobactéries. Certaines graines de végétaux supérieurs ont aussi été répertoriées. La fraction animale est composée essentiellement de larves de Chironomidés et de Cladocères. Les Hyménoptères et les Coléoptères font aussi partie de la fraction faunistique.

3.4.2 Principales composantes planctoniques

L'analyse du spectre alimentaire de la Perche soleil montre qu'en terme de biomasse planctonique ingérée, les Cladocères sont les plus consommés (près de 80 %), viennent ensuite les Copépodes (près de 20 %) tandis que la biomasse algale ingérée est négligeable. Les espèces les plus consommées sont généralement les Cladocères de grande taille (*Daphnia longispina*, *Daphnia lumholtzi* et *Diaphanosoma brachyurum*) et le Copépode *Macrocyclus albidus* (figure 5A).

Pour la Tanche, en ramenant le contenu stomacal en biomasse, on remarque que, comme la perche, cette espèce se nourrit principalement de Cladocères (plus de 99 % du total), *D. brachyurum*, *B. longirostris* et *D. longispina* étant les proies privilégiées (figure 5B).

Quant à la Carpe commune, la consommation est représentée essentiellement par des Copépodes (67 %) dont *M. albidus* est la proie dominante, suivi des Cladocères (33 %), *D. longispina* étant la proie la plus consommée (figure 5C).

4 – DISCUSSION

Plusieurs facteurs abiotiques et biotiques influencent la structure des réseaux trophiques de la retenue Bin El Ouidane.

4.1 Influence des apports allochtones par les crues

Une attention particulière a été accordée à l'effet des apports allochtones par les crues sur la succession saisonnière du plancton. Ces apports agissent

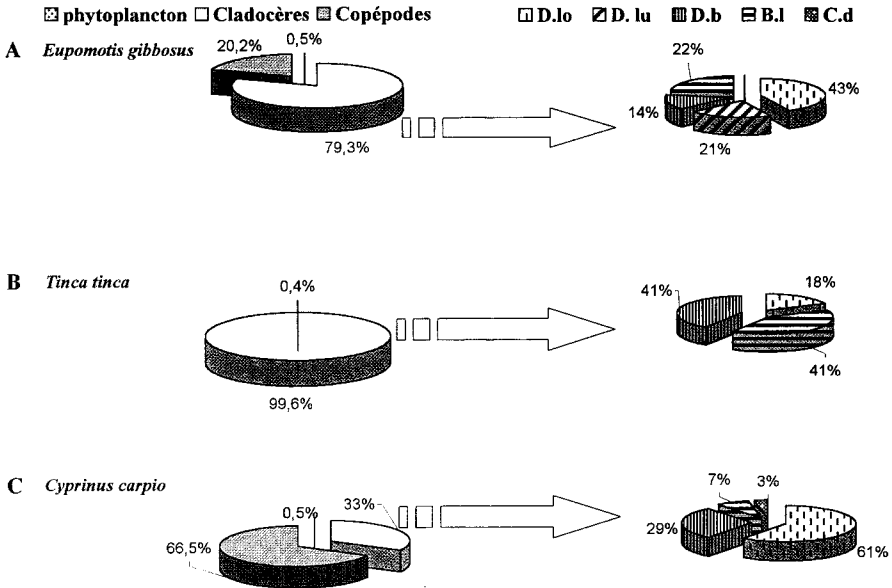


Figure 5 Importance relative de la biomasse du plancton animal et végétal (en %) consommée par la perche soleil (A), la tanche (B) et la carpe commune (C) et importance relative des différentes espèces de cladocères consommées.

Biomass of phytoplankton and zooplankton (en %) ingested by Eupomotis gibbosus (A), Tinca tinca (B) and Cyprinus carpio (C) and the respectif percentage of different cladoceran species ingested.

à la fois comme facteurs physique, par leur action sur la transparence de l'eau (matières particulaires), et chimique par leurs apports en matières dissoutes, spécialement en éléments nutritifs. La fraction biodisponible influence indirectement la dynamique saisonnière du zooplancton *via* les changements dans la croissance et la succession du phytoplancton.

La *figure 3C* montre l'effet des apports par les crues sur le plancton tant sur la quantité que sur la qualité des peuplements. La réduction de la densité phytoplanctonique en période de crues est accompagnée généralement de celle du zooplancton (essentiellement les Cladocères). Les apports liquides importants ont entraîné une augmentation de la turbidité des eaux et une grande instabilité hydrologique limitant ainsi le développement planctonique. La phase des eaux claires, qui s'observe théoriquement après la poussée phytoplanctonique printanière, n'est réellement visible dans le lac qu'en mai 1997 lorsque les concentrations élevées en MES et la biomasse phytoplanctonique sont très faibles (*figures 2A* et *3C*).

En période de crues, ce sont généralement les classes jeunes et vulnérables du zooplancton qui disparaissent, laissant la place aux classes adultes plus résistantes (*figure 6*). Ces dernières peuvent se contenter de peu de nourriture par rapport aux classes jeunes, ce qui favorise encore une fois leur survie en période de crues lorsque la nourriture est peu disponible dans la retenue. D'autre part, l'effet des crues se répercute surtout sur les populations de Cla-

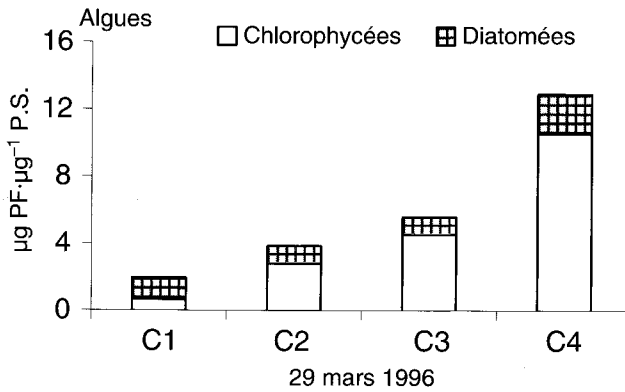


Figure 6 Contenus algaux du tractus digestif de *Ceriodaphnia reticulata* ($\mu\text{g PF}\cdot\mu\text{g}^{-1}\text{ P.S.}$) en période de crue.

Stomachal contents of phytoplankton in stomach of Ceriodaphnia reticulata size classes ($\mu\text{g FW}\cdot\mu\text{g DW}^{-1}$) during the flood period.

docères. En effet, durant l'année 1996 marquée par des crues fréquentes, la biomasse des Cladocères a subi une nette réduction (*figure 3C*). Plusieurs travaux ont montré l'influence négative des MES sur le taux de filtration des Cladocères. FRETWELL (1987) et MART (1992) précisent que l'effet des MES sur la croissance, la maturité et la fécondité des Daphnies est plus négatif que celui sur la nourriture (phytoplancton). D'autres auteurs (ARRUDA *et al.*, 1983 ; KIRK, 1991) rajoutent que la turbidité au niveau des lacs-réservoirs est l'un des facteurs affectant la croissance ainsi que la composition de la communauté zooplanctonique. En revanche, les Copépodes à régime alimentaire très variable (souvent de type omnivore) dont la consommation de nourriture est favorisée généralement par les courants d'eau (ARNAUD *et al.*, 1980), résistent mieux aux conditions imposées par les crues.

4.2 Interactions zooplancton-phytoplancton

L'analyse des résultats des contenus stomacaux montre que les algues planctoniques dont la taille est inférieure à $50\ \mu\text{m}$ constituent une nourriture de choix pour la plupart des espèces de Cladocères étudiées. La baisse de la densité du nanoplancton coïncide d'ailleurs souvent avec les périodes d'abondance des Cladocères, témoignant ainsi de la forte prédation sur le phytoplancton de petite taille (*figure 5A*). En effet, l'application du modèle concernant la succession saisonnière du zooplancton dans les lacs eutrophes et oligotrophes (SOMMER *et al.* 1986) montre que la retenue Bin El Ouidane fonctionne comme un lac oligotrophe. Il ressort aussi que la taille des particules ingérables est linéairement dépendante de la taille des Cladocères. Ainsi, l'augmentation de la taille des consommateurs a pour effet d'étendre le spectre de taille vers des particules plus grandes. Ce constat a déjà été observé par FAHDE (1994), TIFNOUTI *et al.* (1994) et CYR (1998) qui montrent qu'en plus du nanoplancton, le microplancton constitue une part non négligeable dans le régime alimentaire des Cladocères. Cependant, les petites espèces de Clado-

cères ainsi que les jeunes stades exercent une prédation sur le phytoplancton, par unité de biomasse, plus élevée. En effet, les espèces de petite taille ont besoin de plus d'énergie pour leurs déplacements, tandis que les juvéniles ont en besoin pour leur croissance. De ce fait, le microzooplancton semble jouer un rôle important dans la régulation de la biomasse phytoplanctonique. Cependant les adultes, sous certaines conditions défavorables, nécessitent plus d'énergie pour leur reproduction (cas observé chez *D. lumholtzi* et *C. reticulata*). Ces périodes coïncident généralement avec des conditions défavorables pour le développement des Cladocères (réduction des ressources algales disponibles, augmentation de la taille des algues, apports de matières par les crues, etc.) rendant les jeunes stades plus vulnérables et les adultes plus exigeants en nourriture surtout chez les femelles qui investissent beaucoup de leur énergie dans la reproduction. D'une manière générale, les adultes restent les plus compétitifs en période de jeûne (LAMPERT, 1985). Ces conditions défavorables peuvent être aussi liées à la pression de prédation exercée, soit par les poissons planctonophages, soit par d'autres espèces zooplanctonophages (Rotifères, invertébrés).

4.3 Interactions poisson-plancton

Selon BALVAY (1995), les poissons présentent généralement une grande plasticité dans leur comportement alimentaire (euryphagie) qui facilite leur adaptation à des écosystèmes aquatiques variant spatialement ou temporellement.

Les trois espèces de poissons, qui ont fait l'objet de cette étude, semblent présenter une tendance à l'euryphagie. En effet, la Perche soleil normalement planctonophage s'alimente également d'insectes (Chironomidés). La Tanche présentant un régime alimentaire herbivore à omnivore ne se nourrit pratiquement que du plancton malgré la faible disponibilité de ce dernier dans le lac. Quant à la Carpe commune, qualifiée d'omnivore à benthophage à l'âge adulte, elle se nourrit essentiellement du plancton qui est à faible concentration dans le lac. Ce constat a déjà été observé par d'autres auteurs (LAMARRA, 1975 ; QIN et THRELKELD, 1990 ; HADDAD, 1996).

L'analyse qualitative du régime alimentaire des poissons montre que ces trois espèces, malgré leur euryphagie, exercent une pression de prédation par filtration sur les autres composantes du réseau trophique, notamment sur les peuplements planctoniques.

4.3.1 Impact sur le phytoplancton

L'analyse du régime alimentaire de trois espèces, montre qu'en terme de biomasse, la communauté phytoplanctonique est peu représentée dans le tube digestif des poissons. Ce constat est observé par certains auteurs (LAZZARRO et LACROIX, 1995 ; HADDAD, 1996). Toutefois, la présence du phytoplancton dans le contenu des tubes digestifs montre que ces poissons pourraient contribuer à l'amélioration de la qualité de l'eau de la retenue en réduisant la biomasse algale. Cette action s'ajoute à l'effet présumé lié à l'introduction, depuis 1995, de la carpe argentée (*Hypophthalmichthys molitrix*) dans le lac. Cette pression de prédation par ces poissons planctonophages pourrait expliquer, en partie, l'oligotrophie du lac-réservoir malgré son ancienneté.

4.3.2 Impact sur le zooplancton

La présence de poissons planctonophages régule l'abondance et la structure en taille du zooplancton en sélectionnant les grandes espèces de Cladocères dans les lacs (WETZEL, 1983 ; BOERS *et al.*, 1991 ; BALVAY, 1995). Ce phénomène a été observé chez les trois espèces de poissons au niveau de la retenue Bin El Ouidane où seules les espèces de Cladocères de grande taille constituent l'essentiel du zooplancton contenu dans leurs tubes digestifs. D'autres auteurs (LOOGHEED et CHOWFRASER, 1998) soulignent qu'une éventuelle élimination de la Carpe commune de l'écosystème aurait pour conséquence une augmentation de la biomasse zooplanctonique et sa composition pourrait changer en faveur d'organismes de grande taille. En revanche, chez la Perche et la Tanche, l'espèce *B. longirostris* se trouve en quantité non négligeable au niveau de leur tube digestif malgré la faible densité de ce zooplancton dans le milieu naturel. Ceci pouvant être dû au mode d'alimentation de ces deux types de poissons qui est probablement plus une prédation visuelle qu'une simple filtration, sélectionnant ainsi les espèces désirées, même lorsque ces dernières sont en faible effectif dans le milieu naturel. En effet, d'après CROWDER (1985), les adultes de poissons gardent cette capacité d'alterner les modes d'alimentation en fonction de la disponibilité de leur alimentation préférentielle. Ceci explique aussi la non corrélation observée entre l'importance relative des proies zooplanctoniques dans le milieu naturel et dans le tube digestif. Un résultat identique a été rapporté par HADDAD (1996).

5 – CONCLUSION

Cette étude constitue une contribution à la compréhension de la structure du réseau trophique du lac-réservoir Bin El Ouidane et à l'influence des différents facteurs abiotiques sur son évolution. Cette dernière semble être principalement déterminée par les fluctuations des conditions climatiques.

L'examen des contenus stomacaux en algues planctoniques, montre que le phytoplancton de petite taille constitue la nourriture préférée des Cladocères. Toutefois, les petites espèces de Cladocères ainsi que les stades jeunes ont un fort impact de prédation sur le phytoplancton pour assurer leurs besoins énergétiques pour le déplacement et la croissance. Ils jouent vraisemblablement un rôle important dans la régulation de la biomasse phytoplanctonique.

Le spectre alimentaire des trois espèces de poissons présente une dominance très nette, au niveau des tubes digestifs, des Cladocères et Copépodes de grande taille. Cela démontre leur rôle dans la régulation de l'abondance et de la structure en taille du zooplancton dans le lac-réservoir.

La faible fraction phytoplanctonique contenue dans le tube digestif de l'ichtyofaune étudiée, montre que le peuplement piscicole agit sans doute faiblement sur la réduction de la biomasse du phytoplancton. La présence de poissons planctonophages et omnivores, sélectionnant les grandes espèces de zooplancton, semble contribuer surtout à la diminution de la biomasse zooplanctonique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1994. Recueil des normes françaises : Qualité de l'eau. Environnement, Paris.
- ARNAUD J., BRUNET M., MAZZA J., 1980. Structure et ultrastructure comparée de l'intestin chez plusieurs espèces de Copépodes Calanoïdes. *Zoomorph.*, 95, 213-233.
- ARRUDA J.A., MARZOLF G.R., FAULK R.T., 1983. The role of suspended sediments in the nutrition of zooplankton in turbid reservoirs. *Ecology*, 64, 1225-1235.
- BALVAY G., 1995. Ressources et comportements alimentaires des poissons. In : POURRIOT R. et MEYBECK M. (Ed. Masson), *Limnologie générale*, pp. 588-607.
- BENZEKRI A., 1992. Qualité des eaux du lac réservoir Hassan Ier (MAROC) : Hydrochimie et Dynamique Pluriannuelle du Zooplancton. *Th. Doct. 3^e cycle, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech*, 187 p.
- BOERS P., VANBALLAGOOIJEN L., UNK J., 1991. Changes in phosphorus cycling in a shallow lake due to food web manipulations. *Freshwat. Biol.*, 25, 9-20.
- BOTRELL H. H., DUNCAN A., GLIWICZ Z.M., GRYGIERECK A., HERZIG A., HILBRITCH-ILKAWSKA A., KURASAWA H., LARSSON P., WEGLENSKA T., 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. *Norw. J. Zool*, 24, 419-456.
- CHERIFI O., LOUDIKI M., 1999. Flood transport of dissolved and suspended matters of El Abid River basin (Morocco). *Hydrobiologia*, 410, 287-294.
- CROWDER L.B., 1985. Optimal foraging and feeding mode in fishes. *Environ. Biol. Fish.*, 12, 57-62.
- CYR H., 1998. Cladoceran and Copepod dominated zooplankton communities graze at similar rates in low-productivity lakes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55 (2), 414-422.
- FAHDE A., 1994. Étude des peuplements de Cladocères et Rotifères dans le lac de barrage Al Massira (MAROC). *Th. Doct. d'État, Univ. Hassan II, Casablanca*, 225 p.
- FRETWELL S.D., 1987. Food chain dynamics. *The central theory of ecology. Oikos*, 50, 291-303.
- HADDAD J., 1996. Contribution study of the natural feeding base in the Alsen ponds unit for breeding, and the way to increase their biological productivity. *Th. Doct., Univ. Tishreen, Syrie*, 162 p.
- JORGENSEN L.A., 1979. Handbook of environmental data and ecological parameters. Editor in chief: JORGENSEN S.E., Editorial board: FRIIS M.B., HENRIKSEN J., JORGENSEN L.A., MEYER H.F., 1162 p.
- KIRK K.L., 1991. Inorganic particles alter competition in grazing plankton: the role of selective feeding. *Ecology*, 72, 915-923.
- LAMARRA V.A., 1975. Digestive activities of carps as a major contributor to the nutrient loading of lakes. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 19, 2461-2468.
- LAMPERT W. (ed.), 1985. Food limitation and the structure of zooplankton communities. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 21, 497 p.
- LAZZARO X., LACROIX G., 1995. Impact des poissons sur les communautés aquatiques. In : POURRIOT R. et MEYBECK M. [Ed. Masson], *Limnologie générale*, 648-726.
- LOGGHEED V.L., CHOWFRASER P., 1998. Factors that regulate the zooplankton community structure of a turbid, hyper-eutrophic Great Lakes wetland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 55 (1), 150-161.
- LOUDIKI M., 1990. Étude limnologique d'un hydrosystème récemment aménagé dans la région de Marrakech (Maroc). *Th. Doct. d'État, Univ. Aix-Marseille III*, 353 p.
- LOUDIKI M., BOUTERFAS R., MOUHRI K., 1994. Dynamique et évaluation des apports du bassin versant et de l'état trophique du lac réservoir Hassan I (Maroc). *Rev. Fac. Sci. Marrakech*, 8, 45-57.
- MART R.C., 1992. Experimental studies of food and suspended sediment effects on growth and reproduction of six planktonic Cladocerans. *J. Plankton Res.*, 10, 1425-1448.
- QIN J., THRELKELD S.T., 1990. Experimental comparison of the effects of benthivorous fish and planctivorous fish on

- plankton community structure. *Arch. Hydrobiol.*, 119, 121-141.
- SOMMER U., GLIWICZ Z.M., LAMPERT W., DUNCAN A., 1986. The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh waters. *Arch. Hydrobiol.*, 106, 432-471.
- TIFNOUTI A., 1993. Structure et organisation du peuplement zooplanctonique dans le lac réservoir Lalla Takerkoust. *Th. Doct. d'Etat, Univ. Cadi Ayyad, Marrakech*, 268 p.
- TIFNOUTI A., CHERIFI O., CHIFAA A., 1994. Étude du régime alimentaire de cinq espèces de Cladocères dans la retenue Lalla Takerkoust (Maroc). *Annls Limnol.*, 30 (4), 285-296.
- VINCENTE E., MIRACLE M.R., 1992. The coastal Lagoon Albufera de Valencia: an ecosystem under stress. *Limnetica*, 8, 87-100.
- WETZEL R.G., 1983. *Limnology*. 2nd Ed. Saunders College Publishing, Philadelphia, 860 p.