

Moment d'alimentation et régime alimentaire des larves de *Limnothrissa miodon* (Blgr, 1906) dans la partie sud du lac Kivu (Bassin de Bukavu).

ISUMBISHO Mwapu¹

Licencié en Pédagogie Appliquée, Option Biologie (ISP/Bukavu)

Titulaire d'une maîtrise en Aquaculture (Université de Liège/Belgique)

Assistant au Département de Biologie-Chimie (ISP/Bukavu)

KANINGINI Mwenyimali¹

Docteur en Sciences Zoologiques (FUNDP- Namur /Belgique)

Professeur au Département de Biologie-Chimie (ISP/Bukavu)

Directeur de l'UERHA-Dépt. Biologie (ISP/Bukavu)

RESUME

De mars à mai 1998, soit pendant la saison pluvieuse, des échantillons de larves de *Limnothrissa miodon* ont été récoltés au lac Kivu (Bassin de Bukavu).

L'analyse de 2400 tubes digestifs des larves de ce poisson, pêchées au cours de 4 cycles de 24 heures de pêche organisés durant cette période indique qu'elles se nourrissent pendant la journée entre 8h le matin et 18h le soir. Leur activité alimentaire est donc exclusivement diurne. L'examen des indices alimentaires permet de mettre en évidence leur régime alimentaire. Ces poissons ont un régime alimentaire exclusivement zooplanctonophage, essentiellement constitué de copépodes.

Mots clés: Moment d'alimentation, régime alimentaire, larves, *Limnothrissa miodon*, lac Kivu

ABSTRACT

From March to Mai 1998, it est during the rain season, samples of *Limnothrissa miodon*'s larva have been collected in Lake Kivu (Basin of Bukavu).

The analysis of two thousands and four hundred (2400) digestive tracts of larva of this fish, fished along four fishing cycles of twenty-four hours organised during this period has indicated that they eat during the day between 8 AM and 6 PM. Their diet activity take place exclusively in the daytime. The examination of the food index permit to highlight their dietary. These fish have a dietary which exclusively include zooplankton, essentially copepoda organisms.

Keywords: Time of eating, dietary, larva, *Limnothrissa miodon*, lac Kivu

¹ **Unité d'Enseignement et de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (UERHA), Département de Biologie-Chimie , ISP-Bukavu**

1. INTRODUCTION

Limnothrissa miodon est un petit clupéidé, qui a été introduit du lac Tanganyika au lac Kivu entre 1958-1960 en vue d'y occuper une niche écologique jusque là vacante. Du point de vue économique, le stock exploitable de ce poisson est de l'ordre de 2000 à 3000 tonnes/an voire 7000 tonnes/an si on se base sur certaines périodes de l'année (Spliethoff et de longh, 1981; Spliethoff *et al.*, 1983; Johansson et Lamboeuf, 1989 ; Lamboeuf, 1989a ; Lamboeuf, 1989b ; Lamboeuf *et al.*, 1990; Marshall, 1990; Lamboeuf, 1991; Lamboeuf *et al.*, 1992), ce qui représente un peu plus de deux millions de dollars américains annuellement garantis dans cette région (1 kilogramme de la sardine coûte environ 1 dollar américain).

De nombreux auteurs (Poll, 1953 ; Matthes, 1966 ; Cayron, 1979; Langerman, 1979; Spliethoff *et al.*, 1983; de longh *et al.*, 1983; Marshall, 1985, 1987, 1990, 1991, 1993, 1995 ; Coulter, 1991; Kaningini, 1995; Kimura, 1995; Lever, 1996 ; Mandima, 1999...) ont étudié plusieurs aspects de la biologie de *L. miodon* dans les différents milieux qu'il peuple. Cependant, la biologie de ce poisson au stade larvaire, et notamment son régime alimentaire, n'a fait l'objet d'aucune étude approfondie en dépit de l'importance de cette étape dans le cycle vital de l'espèce.

La présente étude a pour but de déterminer le moment d'alimentation et de caractériser qualitativement et quantitativement le régime alimentaire des larves de cette sardine pendant la saison pluvieuse en zone côtière du lac Kivu (bassin de Bukavu).

2. MATERIELS ET METHODES

Les larves de *L. miodon* ayant fait l'objet de la présente étude ont été pêchées en zone côtière, dans la partie extrême sud du lac Kivu (Bassin de Bukavu). Les échantillons ont été prélevés à Bukavu (R.D. Congo). Le site d'échantillonnage est situé à Kalengera (figure 1). Il s'agit d'une zone située non loin des rives où les larves ont souvent été capturées par les pêcheurs clandestins. La profondeur moyenne y est d'environ 1 m et la berge est en partie couverte d'une végétation herbacée.

L'échantillonnage a été réalisé au cours de 4 cycles de 24 heures de pêche organisés les 25-26 mars, 8-9 avril, 22-23 avril et 6-7 mai 1998. Le cycle de 24 heures était subdivisé en 12 épisodes de pêche à intervalle de 2 heures, débutant à 8 h. La durée de prélèvement d'un échantillon était variable, en fonction de l'abondance des poissons (larves de *L. miodon*). De manière générale, les larves étaient plus abondantes dans les zones de pêche le jour que la nuit.

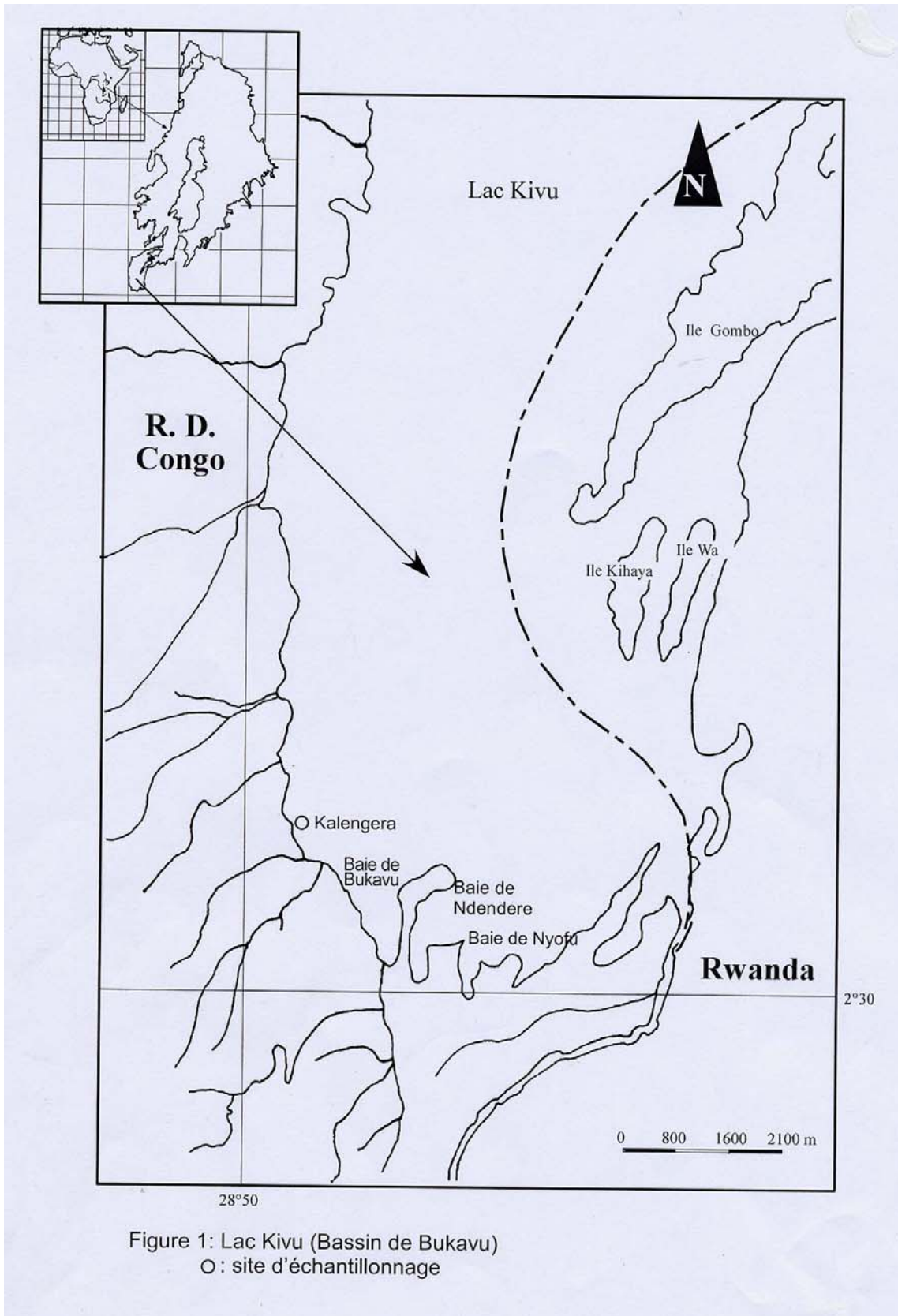


Figure 1: Lac Kivu (Bassin de Bukavu)
 ○ : site d'échantillonnage

Pour la capture des poissons, nous avons utilisé une senne de plage (longueur= 7,70 m, hauteur= 1,14m). Il s'agit d'un filet confectionné à base d'une toile moustiquaire dont les mailles mesurent 300 µm de côté. La toile est montée entre 2 sticks de bois permettant la position verticale du filet lors de la pêche et à partir desquels 2 longues cordes sont attachées. Ce matériel est manipulé par 2 personnes : la première tient l'une des cordes et reste au bord pendant que la deuxième avance, vers le large, dans une pirogue pour poser le filet à la limite de la zone de pêche avant de revenir au bord en tenant le filet par l'autre corde. Le filet décrit ainsi un arc pour piéger les poissons situés dans la zone de pêche. Les 2 opérateurs tirent ensuite le filet par les cordes jusque dans la zone très peu profonde pour permettre l'avancée du filet. Les larves de *L. miodon*, facilement identifiables car se retrouvant souvent en banc monospécifique, sont alors immédiatement collectés dans des piluliers contenant du formol à 7%. La même opération est répétée à toutes les heures de pêche soit 12 fois au cours du cycle nycthéral.

A chaque heure (épisode) d'échantillonnage des poissons, un échantillon d'eau a été filtré au centre de la zone de pêche en vue d'une analyse ultérieure permettant d'examiner la disponibilité des proies dans le milieu au moment de la capture des poissons. Le matériel utilisé est un filet à plancton de 100 µm de maille avec une ouverture de 25 cm de diamètre. Le filet est descendu verticalement jusqu'au fond puis remonté jusqu'à la surface. La hauteur d'eau étant de 1 m, le volume d'eau ainsi filtré est de 0,049 m³. Le collecteur est ensuite rincé au formol 7 % et l'échantillon est gardé dans un pilulier. Comme pour les poissons, cette opération a été répétée à toutes les heures de pêche soit 12 fois au cours du cycle nycthéral.

Au laboratoire, après la mesure de la longueur totale (LT en mm), le tube digestif (TD) est prélevé sous binoculaire au grossissement 8 fois à l'aide d'aiguilles fines montées sur une manche.

L'identification ainsi que le comptage des proies ont été réalisés sous loupe binoculaire à zoom de marque Nikon type 102 grossissant de 8 à 80 X grâce à l'utilisation des clés d'identifications de Dussart (1967), Harding (1974), Pontin(1978), Dussart (1982) et Amoros (1984).

Au total 2400 tubes digestifs des larves de la sardine dont la taille varie entre 8 et 36 mm de longueur totale ont été analysés à raison de 50 larves par tranche horaire soit 600 par cycle de 24 heures de pêche.

Quatre indices alimentaires ont été utilisés pour caractériser le régime alimentaire de ces poissons :

a. Méthode d'occurrence ou de fréquence (Windell, 1968 ; Hyslop, 1980)

Elle consiste à calculer l'indice d'occurrence (pourcentage d'occurrence) d'une catégorie d'aliment par le rapport du nombre d'estomacs (tubes digestifs pour les larves) où la proie est présente par rapport au nombre total d'estomacs non vides analysés. L'indice d'occurrence (Io) s'exprime par $Io = (Na/Nt).100$ où Na désigne le nombre d'estomacs où une catégorie "a" d'aliment est présente ; Nt désignant le nombre total d'estomacs non vides analysés.

N.B. Dans la présentation des résultats, seules les catégories alimentaires présentant un pourcentage d'occurrence > 10 seront prises en considération comme faisant partie du régime alimentaire des larves de *L. midon* comme cela a été proposé par JANSSENS DE BISTHOVEN et al. (1990).

b. Méthode d'abondance ou numérique(Windell, 1968 ; Hyslop, 1980)

Elle consiste à compter le nombre d'individus d'une catégorie de proies pour l'ensemble de l'échantillon puis à l'exprimer en pourcentage du nombre total de proies. L'indice d'abondance (Iab) s'exprime par : $Iab = (Nx/Nxt).100$ où Nx désigne le nombre d'individus de la catégorie "x" d'aliment; Nxt désignant le nombre total d'individus des différentes catégories d'aliment. Cet indice permet une semi-quantification du régime alimentaire en tenant compte du nombre d'observations différentes d'une catégorie alimentaire mais surestime cependant l'importance des petits organismes ingérés en grande quantité et inversement pour les proies volumineuses mais rarement consommées (PLISNIER,1990).

c. Méthode volumétrique

Pour calculer l'indice volumétrique, nous avons adopté la méthode de "points" de Hynes (1950). Elle consiste à attribuer à chaque proie, un certain nombre de points en fonction de son abondance et de sa taille.

Le nombre total des points obtenus pour chaque item alimentaire est exprimé en pour-cents par rapport à l'ensemble des points obtenus pour toutes les proies. Dans notre cas, chaque contenu d'un tube digestif (ou estomac) représentait une unité et les nombres de points des différentes proies constituaient des sous-unités dont la somme donne 1. Ainsi, l'indice volumétrique Iv a été exprimé par : $Iv = (Np/Npt).100$ où Np désigne le volume d'une catégorie de proie; Npt désignant le volume total de toutes les catégories de proies. Quoique subjective suite aux erreurs d'estimation de l'observateur, cette méthode a le grand avantage d'être rapide et applicable à presque toute nature de contenus stomacaux, aux proies aussi bien dénombrables qu'indénombrables et très souvent difficiles à peser en raison du volume réduit du

bol alimentaire (ULYEL, 1991), tel est le cas chez les larves de *L. miodon* du lac Kivu.

d. Indice alimentaire

Proposé par Lauzanne (1976), l'indice alimentaire (IA) combine à la fois le pourcentage d'occurrence et l'indice volumétrique. Cet indice s'exprime par : $IA=(Io.Iv)/100$.

Cet indice composite, qui varie de 0 à 100, est utile pour comparer l'importance relative de différentes proies dans le régime alimentaire, les régimes alimentaires d'une même espèce en fonction de la taille, des saisons ou du biotope, et il se prête bien à une représentation graphique très parlante (Paugy et Lévêque, 1999).

Ainsi, les proies peuvent être classées en 4 catégories suivant la valeur de leurs indices alimentaires : $IA < 10$: proies d'importance secondaire ; $10 < IA < 25$: proies importantes ; $25 < IA < 50$ proies essentielles ; $IA > 50$: proies largement dominantes.

Le moment d'alimentation des larves de *L. miodon* a été déterminé par l'évolution du pourcentage moyen du nombre d'estomacs non vides dans le nombre total d'estomacs analysés toutes les 2 heures au cours des 4 cycles de 24 heures réalisés.

3. RESULTATS

3.1. Moment d'alimentation

Le nombre d'estomacs non vides obtenu, exprimé en pourcentage, à chaque tranche horaire de pêche est présenté à la figure 2.

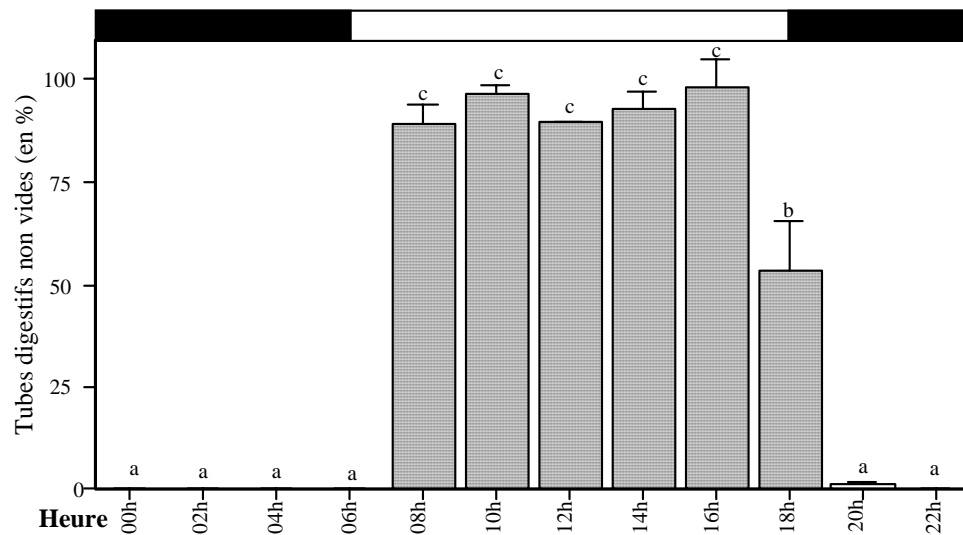


Figure 2: Variations nycthémérales de la fréquence moyenne des tubes digestifs non vides des larves de *L.miodon* capturées en date de 25-26/3; 8-9/4; 22-23/4 et 6-7/5/1998 en zone côtière du lac Kivu (Bassin de Bukavu).

Les valeurs partageant une lettre commune ne diffèrent pas significativement à $P < 0,05$ (Fischer PLSD).

Les barres d'erreurs sont les erreurs standards des différentes moyennes. ANOVA: $F(11, 36) = 95,546$; $P < 0,0001$.

■ : désigne l'obscurité (la nuit)

□ : désigne la lumière (le jour)

On remarque, en examinant cette figure, que l'évolution générale du pourcentage moyen du nombre de tubes digestifs non vides au cours du nyctémère se présente de manière assez claire entre le jour et la nuit. Les larves ont été capturées tout au long du cycle nycthéméral, cependant l'activité trophique de ces poissons est étalée aux heures diurnes. Le nombre de tubes digestifs non vides pendant la journée est tout à fait comparable toutes les deux heures de 8h à 16h et significativement différent de celui obtenu pour le reste du cycle nycthéméral (Fischer PLSD, $P < 0.05$). Ces poissons se nourrissent pendant la journée de 8 h et 16 h avec une faible activité trophique à 18h. Leur activité alimentaire est donc exclusivement diurne durant la saison pluvieuse, période d'échantillonnage.

3.3. Régime alimentaire

Le tableau 1 présente les différentes catégories de proies observées dans 1022 tubes digestifs non vides des larves de *L. miodon* et leurs indices alimentaires.

Tableau 1: Composition générale et indices du régime alimentaire des larves de *L. miodon* au lac Kivu, Bassin de Bukavu (Na= nombre d'estomacs où une catégorie "a" d'aliment a été représentée, lo= indice d'occurrence, Nx= nombre d'individus de la catégorie "x", lab= indice d'abondance, Np= nombre de points de la catégorie "p" d'aliment, Iv= indice volumétrique, IA= indice alimentaire, * signifie < 0,01).

PROIES	Na	lo (%)	Nx	lab (%)	Np	Iv (%)	IA (%)
ZOOPLANCTON	1015	99,32	15719	100	1009,4	98,92	98,24
<i>Copépodes</i>	928	90,80	14969	95,23	868,9	85,15	77,32
<i>Cladocères</i>	152	14,87	463	2,94	80,6	7,90	1,17
<i>Fragments de zooplancton</i>	38	3,72	-	-	38	3,72	0,14
<i>Nauplii</i>	48	4,70	287	1,82	21,9	2,15	0,10
DEBRIS VEGETAUX	9	0,88	-	-	9	0,88	*
NON IDENTIFIABLES	2	0,19	-	-	2	0,20	*
TOTAL	1022	-	15719	100	1020,4	100	-

L'examen des indices d'occurrence de différentes catégories de proies indique que 99,32 % de tubes digestifs examinés renferment du zooplancton. Il s'agit de Copépodes (lo=90,80) et de leur Nauplii (lo= 4,70), des Cladocères (lo=14,87) et des fragments de zooplancton (lo=3,72).

L'autre catégorie alimentaire, les débris végétaux, n'a été représentée que dans 0,88 %, soit environ 1% seulement d'estomacs non vides analysés.

Numériquement, les copépodes représentent 95,23 % du nombre total des individus zooplanctoniques consommés.

Au niveau volumétrique (figure 3), le zooplancton prédomine toujours. Il occupe 98,92 % du volume total des proies. Ce groupe d'organisme a constitué la presque-exclusivité qualitative de l'alimentation de larves de *L. miodon* pendant la période d'échantillonnage.

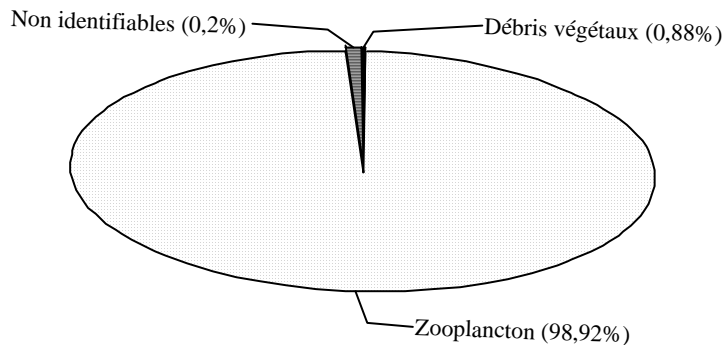


Figure 3 : Importance relative exprimée en pour-cents volumétriques (indices volumétriques) des différentes proies consommées par les larves de *Limnothrissa miodon* capturées en zone côtière du lac Kivu durant la saison humide.

Si l'on examine les indices alimentaires des différentes proies, on remarque que les copépodes constituent la proie largement dominante dans le régime alimentaire de ces poissons; les autres étant des proies d'importance secondaire.

4. DISCUSSION

Les larves de *L. miodon* ont été capturées tout au long du cycle circadien c'est-à-dire aussi bien la journée que la nuit. L'analyse de l'évolution du pourcentage moyen du nombre d'estomacs non vides au cours du nyctémère montre que l'activité alimentaire de ces larves est exclusivement diurne et s'étend de 8h à 16h, avec une faible activité alimentaire au crépuscule (à 18h).

Ce phénomène n'est pas lié à la présence ou à l'absence du zooplancton car l'analyse de l'eau prélevée au même endroit et au même moment (Annexe), indique que ce dernier (zooplancton) est présent dans le milieu tout au long du cycle circadien c'est-à-dire aussi bien la journée que la nuit et est constitué à plus de 90 % par les Copépodes et leurs Nauplii. Cette observation est assez logique puis que *L. miodon* est un prédateur visuel qui localise ses proies grâce à la lumière (Mandima, 1999). Les adultes de cette sardine se nourrissent également pendant la journée dans le même lac mais avec un pic à l'aube et au crépuscule (Spliethoff et de longh, 1981 ; Hanek *et al.*, 1988). Le caractère visuel de la prédation chez *L. miodon* est également attesté par sa prédation nocturne sur le zooplancton pendant les périodes de pleine lune au lac Cahora Bassa (Gliwicz, 1985). Dans le même sens, signalons que des études menées sur d'autres espèces de poissons montrent que la plupart se nourrissent habituellement le jour ou la nuit (Lauzanne, 1977 ; Harbot, 1982 ; Hopson, 1982 ; Lock, 1982 ; Lagardère, 1986 ; Ghazaï *et al.*, 1991, ...) avec parfois une préférence pour l'aube ou le crépuscule.

L'analyse des indices alimentaires des différentes catégories de proies observées a montré que le zooplancton constitue la principale proie consommée par les larves de *L. miodon* pendant la période d'échantillonnage soit pendant la saison des pluies. Cela concorde avec les observations faites dans d'autres lacs où *L. miodon* est présent. Des études menées aux lacs Tanganyika (Poll, 1953; Matthes, 1966) et Kariba (Cochrane, 1978 ; 1984, Langerman, 1979) indiquent que les larves de *L. miodon* se nourrissent des diatomées, des algues bleues (*Microcystis*) et vertes, en plus du zooplancton. Dans la partie nord du lac Kivu par contre, de longh *et al.*(1983) ont observé la présence des larves d'insectes dans le régime alimentaire des juvéniles de *L. miodon*.

Chez des individus adultes, le régime alimentaire devient encore plus éclectique en fonction du milieu de vie. Ainsi au lac Tanganyika *L. miodon* adulte se nourrit de phytoplancton (Mubamba, 1992 *in* Moreira da Costa, 1995), de zooplancton dont les Atyidés et les copépodes calanoïdes (Matthes, 1966; Coulter, 1991; Phiri, 1991; Moreira da Costa, 1995) de larves d'insectes (Herman, 1978; Cayron, 1979; Moreira da Costa, 1995) et de petits clupéidés, notamment *S. tanganyicae* (Herman, 1978; Cayron, 1979; Coulter, 1991; Moreira da Costa, 1995). Au lac Kariba, *L. miodon* adulte se nourrit de cladocères et des copépodes (Cochrane, 1978, 1984; Mandima, 1999) ainsi que de rotifères, de phytoplancton et d'insectes aquatiques (Mandima, 1999). Au lac Kivu, les adultes de *Limnothrissa* se nourrissent de phytoplancton, de zooplancton, d'insectes trichoptères, de drèche de brasserie ainsi que de leurs propres juvéniles (de longh *et al.*, 1983). Dumont (1986) interprète ce cannibalisme observé chez *L. miodon*, dans le cas du lac Kivu, comme étant un signal d'alarme pour une population confrontée à un problème de carence alimentaire.

On remarque donc que le régime alimentaire de *L. miodon* varie non seulement en fonction de son stade de développement (jeunes vs adultes) mais aussi en fonction de son milieu de vie ; ce qui a été observé chez beaucoup d'autres espèces de poissons par plusieurs auteurs dont Lauzanne (1976), Paugy (1978), Hopson (1982), ...

5. CONCLUSIONS

Le moment d'alimentation et le régime alimentaire des larves de *L. miodon* ont été étudiés durant la saison pluvieuse. Les échantillons ont été récoltés de mars à mai 1998, dans la partie extrême sud du lac Kivu (Bassin de Bukavu).

L'analyse des échantillons récoltés a permis de mettre en évidence que pendant la saison pluvieuse, les larves de *L. miodon* présentent une activité alimentaire exclusivement diurne ; avec un régime alimentaire exclusivement de type

zooplanctonophage. Ce sont les copépodes, numériquement plus abondants, qui constituent la base alimentaire pour ces jeunes poissons. La survie de ces larves (étape critique) serait donc en grande partie dépendante de la disponibilité (quantité et qualité) des copépodes en zone côtière du lac Kivu.

La présente étude n'ayant concerné qu'une de deux saisons du cycle annuel, l'analyse des échantillons prélevés durant la saison sèche permettra de rendre compte de la variation ou non du moment d'alimentation et du régime alimentaire de *L. miodon* au stade larvaire en fonction de la saison.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Amoros, C. (1984): Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Crustacés Cladocères. Bull. Soc. Linnéenne Lyon, 53, 3, 73 pp.

Cayron, E. (1979): Contribution à l'étude du lac Tanganyika et d'un de ses poissons endémiques, *Limnothrissa miodon*. Mémoire présenté pour l'obtention du grade d'ingénieur agronome. Université Catholique de Louvain. Faculté des Sciences Agronomiques. 103 pp.

Cochrane, K.L. (1978): Seasonal fluctuations in the catches of *Limnothrissa miodon* (Boulenger) in Lake Kariba. Thesis, Master of Philosophy, University of Rhodesia, 157 pp.

Cochrane, K.L. (1984): The influence of food availability, breeding seasons and growth on commercial catches of *Limnothrissa miodon* (Boulenger) in Lake Kariba. J. Fish Biol. 24: 623-635.

Coulter, G.W. (1991) : " Pelagic fish ". In G.W. Coulter (ed.) : Lake Tanganyika and its life. London, Oxford University Press, Natural History Museum Publications : 111-138

Dumont, H.J. (1986): The Tanganyika sardine in Lake Kivu: another ecodisaster for Africa ? Environ. Conserv. 13: 143-148.

Dussart, B. (1967): Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale, II. Edn N. Boubée & Cie, Paris.

Dussart, B. (1982): Faune de Madagascar: crustacés copépodes des eaux intérieures. ORSTOM CNRS, Paris, 58, 146pp.

Ghazaï, M.A., V. Benech & D. Paugy (1991): L'alimentation de *Brycinus leuciscus* (Teleostei: Characidae) au Mali: aspects qualitatifs, quantitatifs et comportementaux. Ichthyol. Explor. Freshwaters 2: 47-54.

- Gliwicz, Z.M. (1985):** Predation or food limitation: an ultimate reason for extinction of planktonic cladoceran species. Arch. hydrobiol. Beigh. Ergebn. Limnol. 21: 419-430.
- Hanek, G., T. Baziramwabo, M. Reusens, H. Bru & J. Diquelou (1988):** La pêche d'Isambaza (*Limnothrissa miodon*) au lac Kivu. Projet FAO-RWA/87/012/DOC/TR/06 (Fr). 90 pp.
- Harbott, B.J. (1982):** "Studies on the feeding activities of *Sarotherodon niloticus* (L) in Lake Turkana". In A.J . Hopson (ed.): *Lake Turkana. A report of the findings of the Lake Turkana Project 1972-1975*. London, Overseas development Administration: pp 1357-1368.
- Harding, J.P. & W.A. Smith (1974):** A key to the British freshwater Cyclopid and Calanoid Copepods with ecological notes. Freshwater biological Association, 18, 54 pp.
- Herman, C. (1978) :** Note concernant l'exploitation des ressources piscicoles du lac Kivu. Rapport de mission. CECODE, Université de Liège.
- Hopson, A.J., ed. (1982):** *Lake Turkana. A report of the findings of the Lake Turkana Project 1972-1975*. London, Overseas development Administration. 6 vol, 1614 pp.
- Hynes, H.B.N. (1950):** The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. J. Anim. Ecol. 19: 36-58
- Hyslop, E.J. (1980):** Stomach contents analysis A review of methods and their application. J. Fish Biol. 17: 411-429
- de longh, H.H., P.C. Spliethoff & V.G. Frank (1983):** Feeding habits of the clupeid *Limnothrissa miodon* (Boulenger), in Lake Kivu. Hydrobiologia 102: 113-122.
- Janssens de Bisthoven, L., J. Snoeks, F. Ollevier, D. Thys van den Audenaerde (1990):** The food of *Haplochromis burtoni* (Piscies : Cichlidae) of lake Mugesera (Rwanda). Belg. J. Zool., 120 : 37-49.
- Johanesson, K.A. & Lamboeuf, M. (1989) :** Estimation acoustique de l'abondance du stock d'Isambaza (*Limnothrissa miodon*) du lac Kivu, par une méthode basée sur le comptage des échos de poisson. (DOC/TR No. RWA/87/012/DOC/TR/13 (Fr)). PNUD/FAO, 60 pp.
- Kaningini, M. (1995):** Etude de la croissance, de la reproduction et de l'exploitation de *Limnothrissa miodon* au lac Kivu, bassin de Bukavu (Zaïre). Thèse de doctorat, FUND, Presses Universitaires de Namur, Namur, 211pp.
- Kimura, S. (1995):** Growth of the clupeid fishes, *Stolothrissa tanganicae* and *Limnothrissa miodon*, in the Zambian waters of Lake Tanganyika. J. Fish. Biol. 47:569-575.

- Lagardère, J.P. (1987)** : Feeding ecology and daily food consumption of common sole, *Solea vulgaris* Quensel, juveniles on the French Atlantic coast. *Journal of Fish Biology* 30, 91-104
- Lamboeuf, M. (1989a)** : Estimation de l'abondance du stock d'Isambaza (*Limnothrissa miodon*), résultats de la prospection acoustique de septembre 1989. DOC/TR No. RWA/87/012/DOC/TR/20 (Fr). FAO, 16pp.
- Lamboeuf, M. (1989b)** : Bilan des campagnes d'évaluation acoustique effectuées au lac Kivu de novembre 1984 à mars 1987. Aide mémoire : RWA/87/012/AM/54. FAO, 5pp.
- Lamboeuf, M., A. Mulindabigwi & A. Mutamba (1990)** : Estimation de l'abondance du stock d'Isambaza (*Limnothrissa miodon*), résultats de la prospection acoustique de mars 1990. Aide mémoire : RWA/87/012/TRAM/96. FAO, 16pp.
- Lamboeuf, M. (1991)** : Abondance et répartition du *Limnothrissa miodon* du lac Kivu, résultat des prospections acoustiques d'avril 1989 à juin 1991. DOC/TR No. RWA/87/012/DOC/TR/46 (Fr). FAO, 41pp.
- Lamboeuf, M., A. Mulindabigwi & A. Mutamba (1992)**: Les captures d'isambaza et *Haplochromis* spp. au lac Kivu en 1991, résultats de l'enquête KIVUSTAT. FAO RWA/87/012/DOC/TR/51 (Fr), 16 pp.
- Langerman, J.D. (1979)**: The biology of *Limnothrissa miodon* in Lake Kariba. Zimbabwe Rhod. Sci. News 13(4):106-107.
- Lauzanne, L. (1976)**: Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons des poissons du lac Tchad. Cah. Orstom, sér. Hydrobiol., 10: 267-310
- Lauzanne, L. (1977)**: Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'alimentation des poissons du lac Tchad. Thèse de doctorat d'Etat, Paris VI, 284 pp.
- Lever, C. (1996)**: Naturalized fishes of the world. Academic Press, California, USA. 408pp.
- Lock, J.M. (1982)**: "The biology of siluriform fishes in Lake Turkana". In A.J. Hopson (ed.): *Lake Turkana. A report of the findings of the Lake Turkana Project 1972-1975*. London, Overseas development Administration: pp 1021-1281.
- Mandima, J.J. (1999)**: The food and feeding behaviour of *Limnothrissa miodon* (Boulenger, 1906) in Lake Kariba, Zimbabwe. *Hydrobiologia* 4047: 175-182.
- Marshall, B.E. (1985)**: A study of the population dynamics, production and potential yield of the sardine *Limnothrissa miodon* (Boulenger) in Lake Kariba. Rhodes University. 219 pp. Ph.D. Thesis.
- Marshall, B.E. (1987)**: Growth and mortality of the introduced Lake Tanganyika clupeid, *Limnothrissa miodon*, in Lake Kariba. *J. Fish Biol.* 31: 603-615.

- Marshall, B.E. (1990):** Variations saisonnières et annuelles de l'abondance du *Limnothrissa miodon* du lac Kivu. Doc. travail N° PNUD/87/012/DOC/TR/26 (Fr). FAO, 32 pp.
- Marshall, B.E. (1991):** The impact of the introduced sardine *Limnothrissa miodon* on the ecology of Lake Kariba. Biol. Conserv. 55: 151-165.
- Marshall, B.E. (1993):** Biology of the African clupeid *Limnothrissa miodon* with reference to its small size in artificial lakes. Reviews in Fish Biology and Fisheries 3: 17-38.
- Marshall, B.E. (1995):** Why is *Limnothrissa miodon* such a successful introduced species and is there anywhere else we should put it ? In Pitcher, T.J. & P.J.B. Hart (eds): The impact of species changes in African Lakes. Chapman & Hall Fish & Fisheries Series 18. 527-545 pp.
- Matthes, H. (1966):** Preliminary investigations into the biology of Lake Tanganyika Clupeidae. Fish Biol. Res. Bull. Zambia 4: 39-45
- Moreira da Costa, L. (1995):** Etude du régime alimentaire des deux espèces de Clupéidés endémiques au lac Tanganyika, *Limnothrissa miodon* et *Stolothrissa tanganyicae*, à Mpulungu (Zambie). Mémoire de licence en sciences biologiques, FUNDP, Namur, 109 pp.
- Paugy, D. (1978):** Ecologie et biologie des *Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) des rivières de Côte-d'Ivoire. Cah. Orstom, sér. Hydrobiol., 12: 245-275.
- Paugy, D. & C. Lévêque (1999):** Régimes alimentaires et réseaux trophiques. In Lévêque, C. & D. Paugy, (eds): Les poissons des eaux continentales africaines : Diversité, écologie, utilisation par l'homme . Editions de l'IRD, Paris: pp 167-190.
- Phiri, H.(1991):** Preliminary report on the food of Lake Tanganyika clupeids. In Kawanabe, H. & M. Nagoshi (eds): Ecological and limnological study on Lake Tanganyika and its adjacent regions, 7: pp 66-67.
- Plisnier, P.-D. (1990):** Ecologie comparée et exploitation rationnelle de deux populations d'*Haplochromis* spp. (Teleostei, Cichlidae) des lacs Ihema et Muhazi (Rwanda). Thèse de doctorat. UCL, Louvai-La-Neuve : 324pp.
- Poll, M. (1953):** Exploration biologique du lac Tanganyika (1946-1947) Poissons non Cichlidae. Institut Roy. Sc. nat. Belg., vol.III, fasc. 5A, 251 pp.
- Pontin, R. M. (1978):** A key to British freshwater planktonic Rotifera. Freshwater Biological Association. Edn Titus Wilson & son Ltd. 178 pp.
- Spliethoff, P.C. & H.H. de longh (1981):** Résumé d'un programme d'échantillonnage biologique dans le lac Kivu. Janvier-décembre 1980. Projet FAO RWA/77/010, 45 pp.

Spliethoff, P.C., H.H. de longh & V.G. Frank (1983): Success of the introduction of the freshwater clupeid *Limnothrissa miodon* (Boulenger) in Lake Kivu. Fish. Manage. 14:17-31.

Ulyel, A.P. (1991): Ecologie alimentaire des *Haplochromis* spp (Teleostei : Cichlidae) du lac Kivu en Afrique Centrale. Thèse de doctorat, KUL. Leuven, 271pp.

Windell, J.T. (1968): Food analysis and rate digestion. In W.E. Ricker (ed.). Methods for assesment of fishes production in freshwaters. IBP handbook, blackwell Scientific Publications: pp 197-203.

REMERCIEMENT

Ce travail a été réalisé dans le cadre des activités du projet CE-FUCID-CERUKI-ISP/ Bukavu de Développement de la pêche au filet maillant au lac Kivu. Nous tenons à remercier très sincèrement les responsables de ce projet pour avoir mis à notre disposition l'équipement et les moyens nécessaires à sa réalisation.

ANNEXE : Composition et densité (individus/m³) du zooplancton toutes les deux heures au cours de 4 cycles de 24 heures d'échantillonnage réalisés en zone côtière du lac Kivu (Bassin de Bukavu).

Heure	Taxa	25-26/03/98	8-9/04/98	22-23/04/98	6-7/05/98	Moyenne
8h	Copépodes	3265	1456	259	3143	203
	Cladocères	82	150	0	48	70
	Nauplii	320	204	68	347	235
	Total	3667	1810	327	3537	2336
10h	Copépodes	17830	408	286	1626	5038
	Cladocères	415	88	0	14	129
	Nauplii	1871	20	184	82	539
	Total	20116	517	469	1721	5706
12h	Copépodes	5959	2265	75	143	2111
	Cladocères	259	68	14	0	85
	Nauplii	551	0	68	0	155
	Total	6769	2333	156	143	2351
14h	Copépodes	1258	1136	224	156	694
	Cladocères	82	109	34	7	58
	Nauplii	102	0	224	7	83
	Total	1442	1245	483	170	835
16h	Copépodes	1259	3667	48	735	1427
	Cladocères	54	116	20	41	58
	Nauplii	102	88	95	82	92
	Total	1415	3871	163	857	1577
18h	Copépodes	437	5959	163	1136	1949
	Cladocères	41	272	20	41	94
	Nauplii	259	490	95	82	232
	Total	837	6721	279	1259	2274
20h	Copépodes	5116	11116	2850	15605	8672
	Cladocères	408	510	252	34	301
	Nauplii	374	252	1150	197	493
	Total	5898	11878	4252	15837	9466
22h	Copépodes	4252	5524	2680	16054	7128
	Cladocères	952	469	211	129	440
	Nauplii	313	45	1728	299	597
	Total	5517	6041	4619	16483	8165
24h	Copépodes	3476	3925	1245	9000	4412
	Cladocères	252	272	252	224	250
	Nauplii	184	143	844	211	346
	Total	3912	4340	2340	9435	5007
02h	Copépodes	2197	5054	1170	11286	4927
	Cladocères	259	224	116	660	315
	Nauplii	279	136	1000	741	539
	Total	2735	5415	2286	12687	5781
04h	Copépodes	5558	4204	1272	20007	7760
	Cladocères	776	728	218	1102	706
	Nauplii	959	102	1252	993	827
	Total	7293	5034	2741	22102	9293
06h	Copépodes	3741	2517	408	8673	3835
	Cladocères	361	204	41	367	243
	Nauplii	646	82	476	741	486
	Total	4748	2803	925	9782	4564