



## Clé de détermination des restes crâniens de poissons collectés sur les rives nord du lac Tanganyika et de ses environs

Régine Pacis Nasasagare<sup>1</sup> et Roland Libois<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecole Normale Supérieure, Burundi ([rpnas@yahoo.fr](mailto:rpnas@yahoo.fr))

<sup>2</sup> Université de Liège, Belgique ([Roland.Libois@ulg.ac.be](mailto:Roland.Libois@ulg.ac.be))

Reçu: le 21 Mai 2012

Accepté: le 25 Juillet 2012

Publié: le 25 Septembre 2012

### RESUME

#### *Mots-clés*: os, corrélations

Le lac Tanganyika est très riche en espèces de poissons. Il est exploité par les pêcheurs mais aussi par les oiseaux piscivores souvent considérés comme des concurrents de l'homme. Cette étude ostéologique a été entreprise dans le but de mettre en place un outil méthodologique qui servirait de base pour étudier le régime alimentaire des oiseaux ichtyophages. Des poissons ont été collectés, regroupés par famille. Ils ont été ensuite acheminés au laboratoire afin d'en extraire des os crâniens caractéristiques de chaque espèce ou genre. Une clé d'identification de ces os a été confectionnée sur base des ressemblances et des différences entre ces os. Des corrélations entre la longueur des os caractéristiques et la taille des poissons ont été calculées.

### ABSTRACT

#### *Key-words*: bones, correlations

Lake Tanganyika is very rich in fish species. It is exploited by fishermen and by fish-eating birds often seen as competitors of man. An osteological study was undertaken to establish a methodological tool as a basis to studying the diet of fish-eating birds. Fish were collected, grouped by family. They were then transported to the laboratory to extract features of the cranial bones of each species or genus. An identification key to these bones has been prepared based on the similarities and differences between these bones. Correlations between the length of bone characteristics and size of fish were calculated.

## 1. INTRODUCTION

Le lac Tanganyika est d'une richesse exceptionnelle en poissons. On a dénombré 337 espèces dans le bassin versant du lac et 243 dans le lac lui-même (Ntakimazi, 1995). Il est exploité par les pêcheurs pour ses ressources en poissons. Il existe au bord de ce lac des oiseaux mangeurs de poissons, comme différents ardeidés notamment *Ardea goliath* (Cretzschmar, 1829), *Ardea cinerea* (Linnaeus, 1758), *Ardea melanocephala* (Vigors et Children, 1826), *Egretta alba* (Linnaeus, 1758), *Egretta intermedia* (Wagler, 1827), etc., des cormorans *Phalacrocorax Carbo* (Linnaeus, 1758), *Phalacrocorax africanus* (Gmelin, 1789) et des alcédinidés dont *Ceryle rudis* (Linnaeus, 1758). Souvent, ces oiseaux sont considérés comme des concurrents de l'homme pour les ressources piscicoles et, de ce fait, ils sont pourchassés, voire détruits.

Il existe peu de connaissances sur les espèces et la taille des poissons consommés par ces oiseaux. Pourtant, une connaissance précise de la taille des proies consommées par un prédateur permet de préciser les limites de la prédation et de définir les classes de taille susceptibles d'être capturées (Hallet- Libois, 1985). L'objectif général de notre travail est de contribuer à donner de meilleures connaissances sur l'éventualité d'une concurrence entre les oiseaux piscivores et les pêcheurs sur le lac Tanganyika.

Pour ce faire, il s'avère important de mettre en place un outil méthodologique qui sera mis à la disposition des chercheurs qui souhaiteraient étudier le régime alimentaire des oiseaux ichtyophages sur le lac Tanganyika. Ces études auraient pour but de savoir si ces espèces prennent des poissons en quantité très élevée et de taille susceptible d'intéresser les pêcheurs.



## 2. METHODOLOGIE

Il existe plusieurs méthodes d'étude du régime alimentaire des oiseaux. On peut utiliser l'observation directe, la méthode des leurres, l'analyse des contenus stomacaux (Libois, 2002), etc. D'une manière générale, ces méthodes sont assez faciles à mettre en œuvre mais leur adaptation particulière peut exiger des astuces qui ne pourront être soupçonnées que si certains aspects du comportement de l'oiseau sont déjà connus. Les oiseaux piscivores avalent leurs proies entières puis régurgitent les restes sous forme de pelotes. On y trouve les pièces osseuses des poissons.

Une méthode basée sur l'analyse de ces restes est intéressante car elle permet de travailler sur de longues périodes sans déranger les oiseaux. La dissection de ces boulettes permet d'identifier les pièces osseuses qu'elles contiennent et d'obtenir de précieux renseignements sur le régime alimentaire de leur auteur sans porter le moindre préjudice à ce dernier. La méthode des rejecta (fèces et /ou pelotes) a été utilisée avec succès chez les oiseaux notamment *Alcedo atthis* par Hallet-Libois (1985), *Ciconia ciconia* (Linnaeus, 1758) par Libois (1984) in Hallet-Libois (1985), *Tyto alba* (Scopoli, 1769) par Libois (1977) in Libois (2002), etc.

Pour contourner l'inconvénient lié à la difficulté d'identifier l'espèce émettrice des pelotes, il convient de faire cette étude pendant la période de reproduction. La récolte des pelotes pour les adultes se ferait pendant la couvaison et le matériel pour les jeunes pendant la période d'élevage.

Pour étudier le régime alimentaire d'un oiseau ichtyophage, il faut nécessairement constituer une collection de référence de squelettes de poissons et ramasser les pelotes de réjection. On regarde alors la similitude entre le contenu des pelotes et la collection de référence.

Pour notre travail qui consiste en une mise en place de l'outil méthodologique, des poissons ont été achetés à la plage du lac Tanganyika ou ont été pêchés dans le Parc National de la Rusizi et plus exactement à Kajaga, les lagunes de Gatumba, ainsi que dans l'embouchure de la rivière Rusizi.

Ils étaient ensuite acheminés au laboratoire dans des sacs en plastique. Les espèces de poissons récoltés ont été ensuite déterminées, faisant recours au manuel de Konings (1988) pour les espèces et de Brichard (1989) pour les familles. La longueur totale du poisson a été mesurée à l'aide d'un pied à coulisse à un dixième de millimètre près. Les têtes, coupées, ont été mises dans des sachets étiquetés. Les têtes étaient cuites pendant quelques minutes et laissées à pourrir pendant une période de trois semaines, soit le temps nécessaire pour que tout, sauf les os soit devenu liquide. Les os ont été récupérés et passés rapidement dans leau de javel et rincés à l'eau propre. Ils étaient séchés et conservés dans des boîtes de Pétri bien étiquetées. Après le séchage, il s'agissait ensuite de repérer les pièces caractéristiques telles que les dentaires, les maxillaires, les prémaxillaires et préoperculaires. Il arrivait que l'on cuisait les têtes des poissons récoltés et que l'on se mettait immédiatement à enlever les pièces citées. Les pièces caractéristiques ont été mesurées à l'aide d'un pied-à-coulisse pour établir des relations longueur de la pièce (os) - longueur du poisson (corrélations).

Sur base des caractéristiques ostéologiques des poissons collectés, une relation entre leurs dimensions et la taille des individus a été établie sur des espèces les plus représentatives dans la collection.

## 3. RESULTATS

### 3.1. Aperçu systématique des poissons collectés

Sur les 56 espèces de poissons récoltés, 41 espèces appartiennent à la famille des Cichlidae et 5 à la famille des Claroteidae. Les familles des Poeciliidae, Clupeidae, Latidae comptent chacune 2 espèces. Les familles des Mochocidae, Mastacembellidae, Clariidae et Cyprinidae comptent chacune une espèce (Tableau 1).

Tableau 1: Nombre d'espèces collectées et leurs familles respectives

Famille	N°	Espèce	
Claroteidae	1	<i>Bagrus docmak</i> (Forsskal, 1775)	
	2	<i>Lophobagrus cyclurus</i> (Bailey & Stewart, 1984)	
	3	<i>Bathybagrus tetranema</i> (Bailey & Stewart, 1984)	
	4	<i>Chrysichthys brachynema</i> (Boulenger, 1900)	
	5	<i>Bathybagrus stanena</i> (Boulenger, 1906)	
Latidae	6	<i>Lates microlepis</i> (Boulenger, 1898)	
	7	<i>Lates stappersii</i> (Boulenger, 1914)	
Cichlidae	8	<i>Bathybates fasciatus</i> (Boulenger, 1901)	
	9	<i>Bathybates ferox</i> (Boulenger, 1901)	
	10	<i>Bathybates leo</i> (Poll, 1956)	
	11	<i>Bathybates minor</i> (Boulenger, 1906)	
	12	<i>Bentochromis tricoli</i> (Poll, 1948)	
	13	<i>Boulengerochromis microlepis</i> (Boulenger, 1899)	
	14	<i>Callochromis macrops</i> (Boulenger, 1906)	
	15	<i>Callochromis pleurospirus</i> (Boulenger, 1906)	
	16	<i>Cardiopharynx schoutedeni</i> (Poll, 1942)	
	17	<i>Ctenochromis horei</i> (Günther, 1893)	
	18	<i>Cyathopharynx furcifer</i> (Boulenger, 1898)	
	19	<i>Gnathochromis pfefferi</i> (Boulenger, 1898)	
	20	<i>Grammatotria lemairii</i> (Boulenger, 1899)	
	21	<i>Greenwoodochromis christyi</i> (Trewavas, 1953)	
	22	<i>Haplochromis burtoni</i> (Günther, 1894)	
	23	<i>Haplotaxodon microlepis</i> (Boulenger, 1906)	
	24	<i>Hemibates stenosoma</i> (Boulenger, 1901)	
	25	<i>Lamprologus callipterus</i> (Boulenger, 1906)	
	26	<i>Lepidiolamprologus attenuatus</i> (Steindacher, 1909)	
	27	<i>Lepidiolamprologus cunningtoni</i> (Boulenger, 1906)	
	28	<i>Lepidiolamprologus elongatus</i> (Boulenger, 1898)	
	29	<i>Limnochromis auritus</i> (Boulenger, 1901)	
	30	<i>Limnotilapia dardennii</i> (Boulenger, 1899)	
	31	<i>Neolamprologus lemairei</i> (Boulenger, 1899)	
	32	<i>Neolamprologus ocellatus</i> (Poll, 1985)	
	33	<i>Ophthalmotilapia ventralis</i> (Boulenger, 1898)	
	34	<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	
	35	<i>Perissodus microlepis</i> (Boulenger, 1898)	
	36	<i>Perrissodus hecqui</i> (Boulenger, 1899)	
	37	<i>Raiamas moorii</i> (Boulenger, 1900)	
	38	<i>Reganochromis calliurus</i> (Boulenger, 1901)	
	39	<i>Simochromis babaulti</i> (Pellegrin, 1927)	
	40	<i>Telmatochromis dhonti</i> (Boulenger, 1919)	
	41	<i>Oreochromis tanganycae</i> (Boulenger, 1898)	
	42	<i>Trematocara stigmaticum</i> (Poll, 1943)	
	43	<i>Trematocara varabile</i> (Poll, 1952)	
	44	<i>Triglachromis otostigma</i> (Regan, 1920)	
	45	<i>Tylochromis polylepis</i> (Boulenger, 1900)	
	46	<i>Xenotilapia flavipinnis</i> (Poll, 1985)	
	47	<i>Xenotilapia ochrogenys</i> (Boulenger 1914)	
	48	<i>Xenotilapia sima</i> (Boulenger, 1899)	
	Clariidae	40	<i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)
	Clupeidae	50	<i>Limnothrissa miodon</i> (Boulenger, 1906)
		51	<i>Stolothrissa tanganycae</i> (Regan, 1917)
	Cyprinidae	52	<i>Acapoeta tanganycae</i> (Boulenger, 1900)
	Poeciliidae	53	<i>Aplocheilichthys pumilus</i> (Boulenger, 1906)
		54	<i>Lamprichthys tanganycae</i> (Boulenger, 1898)
	Mastacembellidae	55	<i>Mastacembellus cunningtoni</i> (Boulenger, 1900)
Mochocidae	56	<i>Synodontis multipunctatus</i> (Matthes, 1959)	

### 3.2. Etude ostéologique

#### 3.2.1. Poissons non cichlidés

Les poissons non cichlidés rencontrés sur le terrain sont répartis en sept familles. Celles-ci sont représentées par un petit nombre d'espèces. Les caractéristiques ostéologiques étudiées sont illustrées à la figure 1. La présence d'un clupéidé dans l'échantillon se remarque par la présence d'un os caractéristique de *Stolothrissa tanganyicae* ou de *Limnothrissa miodon*. Leurs dentaires en forme de feuille ainsi que sa marge inférieure rectiligne font penser aux clupéidés. Chez *Stolothrissa tanganyicae*, la partie supérieure formant l'incisura posterior est rectiligne (Fig. 1A). Malheureusement, cette figure ne montre pas bien les contours parce que la pièce a été endommagée.

Chez *Limnothrissa miodon*, la partie supérieure des deux branches formant l'incisura posterior mais aussi l'extrémité de la partie inférieure sont en forme d'un escalier (Fig. 1D). L'identification des centropomidés est difficile à faire d'autant plus que nous n'avons pu avoir que deux espèces à savoir *Lates microlepis* et *Lates stappersii*. Les deux espèces possèdent un os caractéristique: le préoperculaire. Chez *Lates microlepis* (Fig. 1B) il est garni de quatre épines sur sa marge inférieure et d'une rangée de nombreuses dents sur la branche ascendante. Chez *Lates stappersii* le même os possède trois épines sur sa marge inférieure et de petites dents sur sa branche ascendante (Fig. 1C).

Les représentants de la famille des Clariidae et de celle des Mochocidae ont été pris ensemble parce qu'ils avaient des ressemblances entre eux. La présence d'une épine dans l'échantillon fait penser à *Clarias gariepinus* (Fig. 1F) ou à *Synodontis multipunctatus* (Fig. 1E). Mais si on analyse bien, l'épine de *Synodontis* est plus grande que celle de *Clarias* pour les poissons de même taille mais elle est aussi plus barbelée.

La présence dans l'échantillon de l'os qui porte une épine comme à la figure 1J fait penser que c'est un *Synodontis petricola*. La présence de l'os en forme de parapluie comme à la figure 1G indique un *Clarias gariepinus*. Un Poécilidé que nous avons récolté, à savoir *Lamprichthys tanganyicae*, se remarque par la présence de son préoperculaire en forme d'un arc (Fig. 1H).

Comme on a trouvé une seule espèce de Mastacembellidae, il est difficile de trouver un critère qui mène à l'identification des espèces de cette famille. Nous avons rassemblé quelques os de la tête (dentaire, préoperculaire et prémaxillaire) qui peuvent être caractéristiques de l'espèce *Mastacembellus cunningtoni* (Fig. 1I) ou même de la famille des Mastacembellidae.

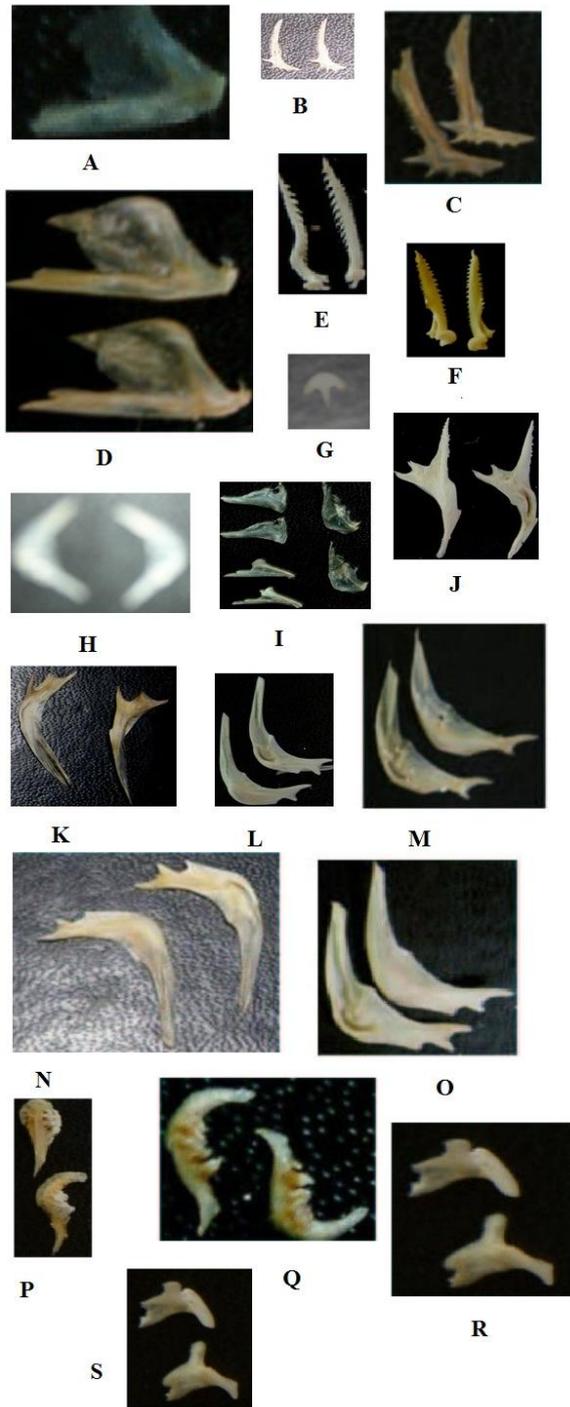
La famille des Claroteidae n'est pas non plus facile à identifier parce que beaucoup de ses pièces osseuses sont semblables pour presque toutes les espèces. Seul le préoperculaire a été choisi parce qu'il présentait des différences pour chaque espèce. Chez *Bagrus docmak*, la branche ascendante est très longue par rapport à la branche horizontale (Fig. 1K). La branche horizontale étant celle qui possède les épines et l'os repose sur une des épines lorsque l'os est posé à plat.

Chez *Bathybagrus tetranena*, les deux branches ont une longueur à peu près égale mais la branche horizontale possède trois petites épines, dont une est restée au niveau de son ébauche tandis que chez *Lophiobagrus cyclurus*, le préoperculaire présente les mêmes caractéristiques que l'os précédent sauf que l'épine qui n'est pas développée chez *Bathybagrus tetranena* (Fig. 1L) est bien visible chez *Lophiobagrus cyclurus* (Fig. 1N).

Chez *Bathybagrus sianena* (Fig. 1M), l'une des trois épines se trouve presque à la base de la branche horizontale tandis que chez *Chrysichthys brachynema* (Fig. 1O), la même épine est au milieu de la branche horizontale.

Nous avons jugé bon de comparer un représentant de la famille des Cyprinidae, *Acapoeta tanganyicae*, et un autre de la famille des Poeciliidae, *Aplocheilichthys pumilus*, parce que les deux espèces possèdent quelques caractères communs sur l'os pharyngien. Celui-ci possède deux rangées de dents mais sa forme est assez distinctive des deux espèces comme on peut le voir sur la figure 1P et 1Q.

Les dentaires sont également très différents: l'apophyse aborale de *Acapoeta tanganyicae* est médiane alors que celle de *Aplocheilichthys pumilus* est nettement postérieure. En outre, chez le premier, la partie antérieure de cet os est fortement incurvée vers l'intérieur, lui conférant une allure d'équerre, ce qui n'est pas le cas chez *Aplocheilichthys pumilus* (Fig. 1Q).



**Fig. 1: Caractéristiques ostéologiques des poissons non cichlidés étudiés :** A: dentaire de *Stolothrissa tanganyicae*, B: préoperculaire de *Lates microlepis*, C: préoperculaire *Lates stapersii*, D: dentaire de *Limnothrissa miodon*, E: épines de *Synodontis multipunctatus*, F: épines de *Clarias gariepinus*, G: os paraplume de *Clarias gariepinus*, H: préoperculaire de *Lamprichthys tanganyicae*, I: dentaire, préoperculaire et prémaxillaire de *Mastacembellus cunningtoni*, J: os portant l'épine de *Synodontis multipunctatus*, K: préoperculaire de *Bagrus docmak*, L: préoperculaire de *Bathybagrus tetanena*, M: préoperculaire de *Bathybagrus sianena*, N: préoperculaire de *Lophiobagrus cyclurus*, O: préoperculaire de *Chrysichthys brachynema*, P: os pharyngien d'*Acapoeta tanganyicae*, Q: os pharyngien d'*Aplocheilichthys pumilus*, R: dentaire d'*Aplocheilichthys pumilus*, S: dentaire d'*Acapoeta tanganyicae*.

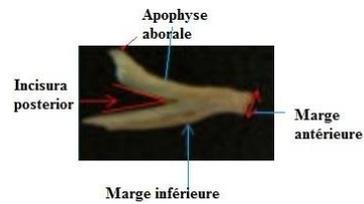
### 3.2.2. Poissons cichlidés

#### 3.2.2.1. Clé de détermination

La famille des Cichlidae étant la mieux représentée, des clés de détermination des os caractéristiques ont été établies. Ces clés de détermination et la terminologie appliquée sont essentiellement inspirées de Libois & Hallet-Libois (1988). Ces clés montrent qu'à partir des différences remarquées au niveau des os, on arrive à trouver des différences entre les espèces de poissons. Bien qu'incomplètes puisque ne concernant qu'une petite partie des représentants de cette famille, elles constituent une bonne amorce pour l'étude de régimes alimentaires d'oiseaux piscivores, dans la mesure où elles concernent les espèces les plus abondantes.

#### • Clé de détermination des dentaires de Cichlidés

La figure 2 montre les termes utilisés pour la clé des dentaires.



**Fig. 2: photo du dentaire montrant les termes utilisés**

1. - Apophyse aborale nettement différenciée du corps de la branche supérieure du dentaire ..... 4
- Apophyse aborale absente ou à peine différenciée, marge antérieure massive..... 2
2. - Branche supérieure de longueur subégale à la branche inférieure ..... 3
- Branche supérieure plus courte que la branche inférieure (Fig. 3A) .....*Limnotilapia dardennii*
3. - Os d'apparence massive à marge antérieure très haute: hauteur totale du dentaire n'excédant pas deux fois la hauteur de la marge antérieure (Fig. 3B) .....*Simochromis babaulti*
- Os plus allongé, marge antérieure moins épaisse (Fig. 3C) .....*Lepidiolamprologus attenuatus*
4. - Apophyse aborale arrondie, voire circulaire..... 5
- Apophyse aborale aux bords anguleux .....14
5. - Branche inférieure nettement plus large que la branche supérieure. Apophyse aborale légèrement Pédonculée (Fig. 3D) ..... *Ophthalmotilapia ventralis*
- Branche inférieure plus mince ou de largeur égale à la branche supérieure. Apophyse aborale, si pédonculée, de forme subcirculaire..... 6



Fig. 3A Fig. 3B Fig. 3C Fig. 3D

- 6. - Si la face intérieure du dentaire regardée bien à plat, l'incisura anterior présentant un profil cassé, d'abord concave dans sa partie postérieure puis convexe dans sa partie antérieure, la crête arrondie se raccordant par un angle assez net..... 7
  - Dans les mêmes conditions, l'incisura anterior présentant un profil régulier..... 8
- 7. - Marge antérieure fortement épaissie, apophyse aborale subcirculaire, plus de deux fois plus large que son pédoncule (Fig. 3E)..... *Xenotilapia ochrogenys*
  - Marge antérieure non épaissie, apophyse aborale moins de deux fois plus large que son pédoncule (Fig. 3F)....*Grammatotria lemairii*
- 8. - Apophyse aborale subcirculaire..... 9
  - Apophyse aborale à bords arrondis mais non subcirculaire ..... 11
- 9. - Apophyse aborale nettement pédonculée ..... 10
  - Apophyse aborale à peine plus large que la branche qui la porte (Fig. 3G).....*Cyathopharynx furcifer*
- 10. - Profil de l'incisura anterior régulièrement concave (Fig. 3H)..... *Xenotilapia sima*
  - Profil de l'incisura anterior moins régulier (Fig. 3I) .....*Callochromis pleurospirus*



Fig. 3E Fig. 3F Fig. 3G Fig. 3H Fig. 3I

- 11. - Présence de pores sur la ligne latérale (Fig. 3J) .....*Lepidiolamprologus cunningtoni*
  - Absence de pores sur la ligne latérale..... 12
- 12. - Deux branches de largeur pratiquement égale 13
  - Branche inférieure nettement plus large que la supérieure (Fig. 3K) .....*Ctenochromis horei*
- 13. - Apophyse aborale nettement redressée, presque verticale, bord postérieur de l'apophyse formant un angle presque droit avec la branche horizontale du dentaire (Fig. 3L) .....*Triglachromis otostigma*
  - Apophyse aborale nettement inclinée vers l'arrière, bord postérieur de l'apophyse formant un angle nettement aigu avec la branche horizontale du dentaire (Fig. 3M) .....*Limnochromis auritus*
- 14. - Présence de trois énormes pores sur la ligne latérale (Fig. 3N) .....*Trematocara variabile*
  - Pores, si présents, pas aussi développés..... 15



Fig. 3J Fig. 3K Fig. 3L Fig. 3M Fig. 3N

- 15. - Apophyse aborale pédonculée .....16
  - Apophyse aborale de largeur sensiblement égale à celle de la branche ascendante du dentaire..17
- 16. - Bord antérieur de l'apophyse aborale supérieure formant un angle presque droit avec le corps du dentaire (Fig. 3O) ..... *Reganochromis calliurus*
  - Apophyse aborale penchée vers l'arrière, son bord antérieur faisant un angle nettement plus ouvert (Fig. 3P)...*Lamprologus callipterus*
- 17. - Partie antérieure du dentaire avec un rétrécissement net juste derrière la marge antérieure (Fig. 3Qabc) ..... *Bathybates* sp. (*a* :*Bathybates ferox*, *b* : *B. leo*, *c* : *B. fasciatus*)
  - Marge antérieure non suivie d'un pareil rétrécissement .....18

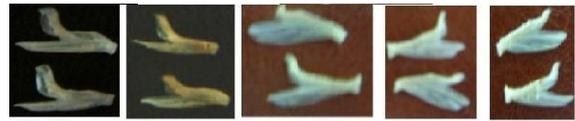
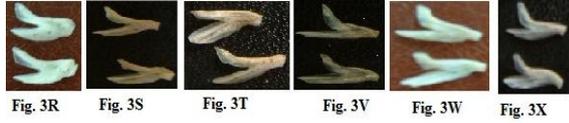


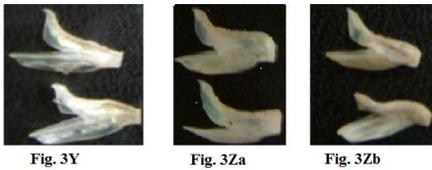
Fig. 3O Fig. 3P Fig. 3Qa Fig. 3Qb Fig. 3Qc

- 18. - Bord postérieur de l'apophyse aborale supérieure dépassant ou atteignant, vers l'arrière, l'extrémité de la marge inférieure (Fig. 3R) .....*Telmatochromis dhonti*
  - Bord postérieur de l'apophyse aborale supérieure n'atteignant pas vers l'arrière l'extrémité de la marge inférieure .....19
- 19. - Apophyse aborale peu redressée, incisura anterior au profil très régulier .....20
  - Incisura anterior formant un angle assez net, apophyse aborale assez redressée .....21
- 20. - Branches ascendante et ventrale du dentaire d'importance sensiblement égale (Fig. 3S) .....*Tylochromis polylepis*
  - Branche ventrale nettement plus développée que la branche ascendante (Fig. 3T) .....*Oreochromis niloticus*
- 21. - Marge inférieure pratiquement droite .....22
  - Marge inférieure nettement convexe dans sa partie postérieure .....24
- 22. - Aucun rétrécissement de la marge inférieure à l'avant du dentaire, apophyse aborale plutôt acuminée et nettement inclinée vers l'arrière (Fig. 3V) .....*Gnathochromis pfefferi*
  - Présence d'un rétrécissement derrière la marge antérieure, apophyse aborale plus quadrangulaire et plus redressée .....23

- 23. - Angle antérieur de l'apophyse aborale moins haut que l'angle postérieur conférant à cette dernière une allure trapézoïdale (Fig. 3W) ..... *Boulengerochromis microlepis*
- Apophyse aborale moins anguleuse, à sommet presque arrondi (Fig. 3X) ..... *Triglachromis otostigma*



- 24. - Marge antérieure nettement moins large que le corps du dentaire, incisura anterior concave puis convexe (de l'arrière vers l'avant), incisura posterior en angle droit présentant, au sommet de l'angle, une invagination très marquée (Fig. 3Y) ..... *Hemibates stenosoma*
- Marge antérieure presque aussi large que le corps du dentaire régulièrement concave ..... 25
- 25. - Marge antérieure formant un angle droit, bord postérieur de l'incisura posterior (en vue labiale) au profil très régulièrement convexe (Fig. 3Za) ..... *Greenwoodochromis christyi*
- Marge antérieure inclinée vers l'arrière, incisura posterior en angle droit présentant, au sommet de l'angle, une invagination très marquée (Fig. 3Zb) ..... *Haplochromis burtoni*



• Clé des prémaxillaires de cichlidés

La figure 4 montre les termes utilisés dans cette clé.

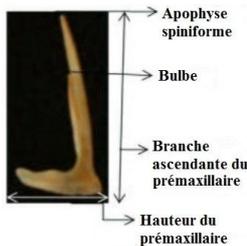
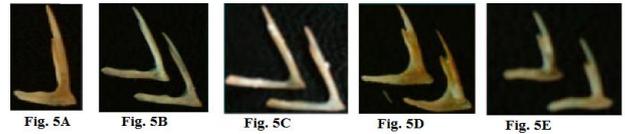


Fig. 4: Photo d'un prémaxillaire montrant la terminologie utilisée

- 1. - Deux branches du prémaxillaire de longueur sensiblement égale ..... 18
- Deux branches du prémaxillaire de longueur sensiblement inégale ..... 2
- 2. - Prémaxillaire dont la branche ascendante est nettement plus longue que la branche horizontale ..... 3
- Prémaxillaire dont la branche ascendante est nettement plus courte que la branche horizontale ..... 8

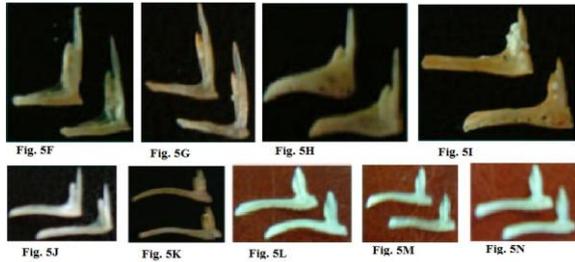
- 3. - Branche ascendante près de deux fois plus longue que la branche horizontale (Fig. 5A) ..... *Tylochromis polylepis*
- Branche ascendante moins d'une fois et demi plus longue que la branche horizontale ..... 4
- 4. - Deux branches formant entre elles un angle aigu ..... 5
- Deux branches formant entre elles un angle presque droit ..... 7
- 5. - Os frêle, bulbe peu différencié, en pointe de flèche, partie antérieure très peu développée ..... 6
- Os relativement épais, notamment dans sa partie antérieure; bulbe bien différencié ..... 9
- 6. - Apophyse spiniforme effilée telle une aiguille, bulbe très peu différencié (Fig. 5B) ..... *Gnathochromis pfefferi*
- Apophyse spiniforme à pointe plus émoussée, bulbe proportionnellement plus large, branche verticale proportionnellement plus longue (Fig. 5C) ..... *Reganochromis calliurus*
- 7 - Bulbe relié à la branche horizontale par une concavité prononcée, régulière (Fig. 5D) ..... *Grammatotria lemairii*
- Liaison entre les deux branches nettement plus anguleuse (Fig. 5E) ... *Callochromis pleurospirus*



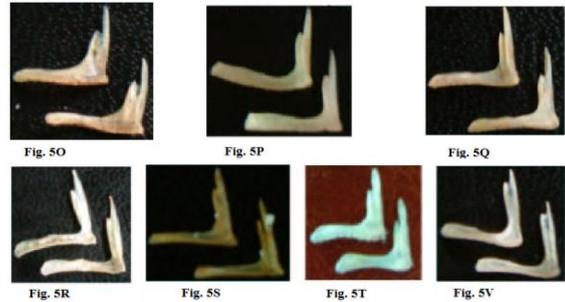
- 8 - Angle entre les deux branches droit, bulbe renflé (Fig. 5F) ..... *Xenotilapia sima*
- Angle entre les deux branches légèrement aigu, bulbe cylindrique (Fig. 5G) ..... *Xenotilapia ochrogenys*
- 9. - Bulbe assez massif, très peu développé en hauteur, atteignant à peine la moitié de la hauteur totale de la branche ascendante (Fig. 5H) ..... *Simochromis babaulti*
- Bulbe plus long ..... 10
- 10. - Bulbe extrêmement massif atteignant presque la hauteur totale de la branche ascendante, apparaissant fusionné avec l'apophyse spiniforme (Fig. 5I) ..... *Lepidiolamprologus attenuatus*
- Bulbe aux proportions différentes ..... 11
- 11. - Branche ascendante près de deux fois plus courte que la branche horizontale ..... 12
- Branche ascendante presque aussi longue que la branche horizontale ..... 13
- 12. - Bulbe en forme de feuille paraissant envelopper l'apophyse spiniforme et de hauteur égale à cette dernière (*Bathybates*)... ..... 14
- Bulbe nettement cylindrique, plus court que l'apophyse spiniforme

(Fig. 5J) .....*Triglachromis otostigma*

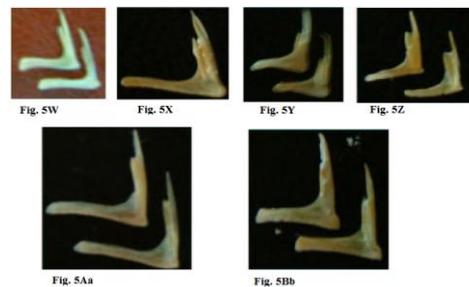
- 13. - Branche horizontale assez frêle, d'épaisseur inférieure à celle du bulbe, processus antérieur s'amincissant vers l'avant, de forme plutôt triangulaire (Fig. 5K) ..... *Bathybates minor*
- Branche horizontale épaisse, processus antérieur quadrangulaire ..... *Bathybates fasciatus* (Fig. 5L), *B. ferox* (Fig. 5M) et *B. leo* (Fig. 5N)



- 14. - Bulbe élargi à la base, de diamètre nettement supérieur à celui de l'apophyse spiniforme (Fig. 5O) ..... *Oreochromis niloticus*
- Bulbe sensiblement de même diamètre sur toute sa longueur ou rétréci à la base, à peine plus large que l'apophyse spiniforme..... 15
- 15. - Les deux branches forment entre elles un angle franchement droit, bulbe arrivant aux 2/3 de la longueur de l'apophyse spiniforme ..... 16
- Les deux branches forment entre elles un angle aigu, bulbe arrivant aux 3/4 de la longueur de l'apophyse spiniforme ..... 17
- 16. - Branche ascendante plus large à son extrémité postérieure, massif antérieur peu développé (Fig. 5P) ..... *Greenwoodochromis christyi*
- Branche ascendante de même largeur sur toute sa longueur, massif antérieur plus développé (Fig. 5Q) ..... *Haplochromis burtoni*
- 17. - Apophyse spiniforme et bulbe apparaissant renflés en leur partie médiane (Fig. 5R) ..... *Hemibates stenosoma*
- Apophyse spiniforme et bulbe de même diamètre sur toute leur longueur, sauf à l'extrémité (Fig. 5S) ..... *Lamprologus callipterus*
- 18. - Apophyse spiniforme massive, aussi large que le bulbe (Fig. 5T) ..... *Telmatochromis dhonti*
- Apophyse spiniforme nettement plus mince, ayant plutôt la forme d'une aiguille..... 19
- 19. - Bulbe à peine moins haut que l'apophyse spiniforme, branche horizontale plus large dans sa partie postérieure que dans sa partie médiane (Fig. 5V) ..... *Trematocara variable*
- Bulbe nettement plus court que l'apophyse spiniforme, branche horizontale sensiblement de même largeur sur toute sa longueur ou plus épaisse dans sa partie antérieure ..... 20



- 20. - Branche ascendante formant un angle aigu net avec la branche horizontale .....21
- Les deux branches du prémaxillaire forment entre elles un angle droit .....22
- 21. - Bulbe à extrémité émoussée, arrondie (Fig. 5W) ..... *Boulengerochromis microlepis*
- Bulbe acuminé, apophyse spiniforme s'élargissant à son extrémité avant de se terminer en pointe (Fig. 5X) ..... *Lepidolamprologus cunningtoni*
- 22. -Bulbe large .....23
- Bulbe mince et étroit .....24
- 23. - Les deux branches forment un angle légèrement évasé; branche horizontale diminuant régulièrement de largeur jusqu'à son extrémité distale (Fig. 5Y) ..... *Limnotilapia dardennii*
- Les deux branches forment un angle droit ou légèrement resserré; branche horizontale de même largeur sur les deux tiers postérieurs de sa longueur (Fig. 5Z) ..... *Cyathopharynx furcifer*
- 24. - Portion antérieure assez peu développée, branche horizontale légèrement plus longue que la branche ascendante (Fig. 5Aa) ..... *Limnochromis auritus*
- Partie antérieure nettement quadrangulaire, branche horizontale légèrement plus courte que la branche ascendante (Fig. 5Bb) ..... *Ctenochromis horei*.



### 3.2.3. Corrélation entre la longueur totale du poisson et la longueur de l'os

Disposant des os caractéristiques des poissons collectés, il était question d'établir une relation entre leurs dimensions et la taille des individus, c'est-à-dire leur longueur totale. Cette étude a été réalisée pour les dix espèces à savoir *Limnochromis auritus*, *Reganochromis calliurus*, *Callochromis pleurospirus*, *Trematocara variable*, *Oreochromis niloticus*, *Boulengerochromis microlepis*, *Limnothrissa miodon*, *Synodontis multipunctatus*, *Xenotilapia ochrogenys* et *Ctenochromis horei*. Ces espèces sont choisies pour leur représentativité dans la collection. La figure 6 montre comment les mensurations des os ont été faites.

Des droites de corrélation ont été ainsi établies. Il a été constaté que les coefficients de corrélation sont très proches de 1 ou même égale à 1 pour *Synodontis multipunctatus* et que la droite s'ajuste bien aux points expérimentaux. Les résultats montrent donc que la corrélation entre la longueur totale du poisson et la longueur de l'os est positive et hautement significative (Fig. 7).

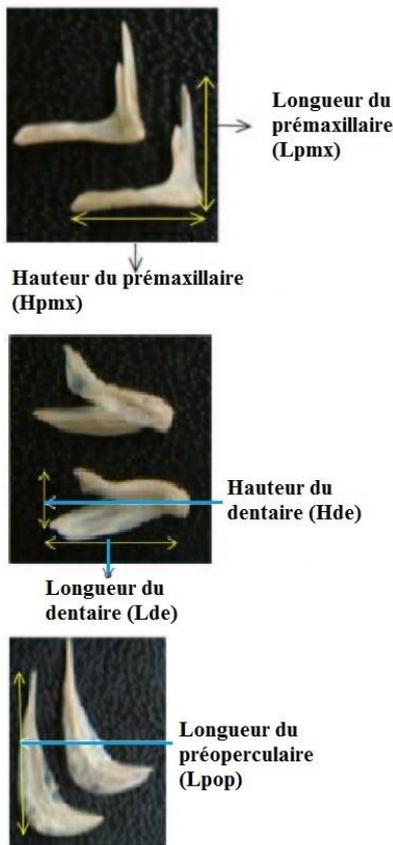


Fig. 6: Figures illustrant les mensurations faites

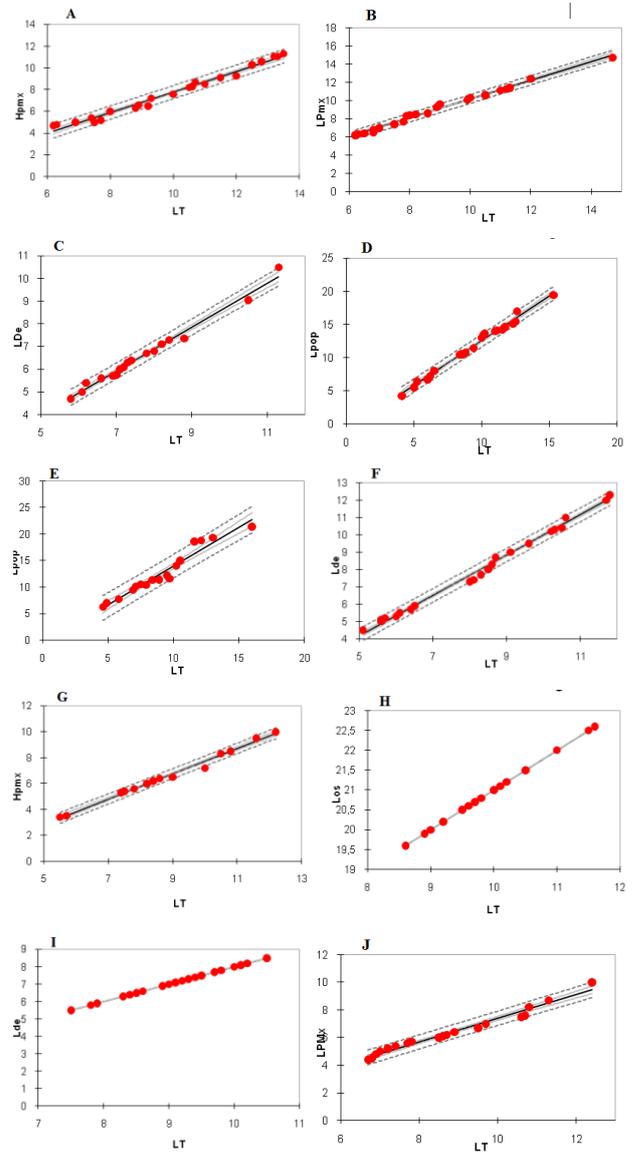


Fig. 7: Corrélation entre la longueur totale du poisson et la longueur de l'os: A: prémaxillaire de *Limnochromis auritus*, B: prémaxillaire de *Reganochromis calliurus*, C: dentaire de *Callochromis pleurospirus*, D: préoperculaire de *Trematocara variable*, E: préoperculaire d'*Oreochromis niloticus*, F: dentaire de *Limnothrissa miodon*, G: prémaxillaire de *Boulengerochromis microlepis*, H: os caractéristique de *Synodontis multipunctatus*, I: dentaire de *Xenotilapia ochrogenys*, J: prémaxillaire de *Ctenochromis horei*

## 4. DISCUSSION

Parmi les poissons collectés, on constate une dominance nette de la famille des Cichlidae. Cela paraît normal parce que sur les 283 espèces déjà inventoriées dans le lac Tanganyika, cent soixante-douze appartiennent à la famille des Cichlidae. Beaucoup de recherches ont montré que les oiseaux piscivores en général et plus particulièrement les cormorans se nourrissent des poissons les plus abondants dans le milieu (Goutner et al. 1994, Blodreghini et al. 1997, Burr et al. 1997, Leopold et al. 1998, Grémillet et Wilson 1999, Johnson et

al.1999, Grémille et al. 2001, Libois, 2001, Anonymous, 2004, Lorenstein et al. 2004, Liordos et Goutner 2007, Barguette et al. 2008). Ce qui nous permet de prédire que la famille des Cichlidae serait la plus représentée dans le régime des oiseaux piscivores se nourrissant sur le lac Tanganyika. L'influence de la rivière et des lagunes est insignifiante parce que toutes les espèces trouvées se rencontrent dans le lac Tanganyika. Les poissons non cichlidés collectés appartiennent à de nombreuses familles dont certaines sont représentées par peu d'espèces. C'est le cas notamment de la famille des Clupeidae mais aussi la famille des Poeciliidae. Les autres familles telles que les Mochocidae, les Cyprinidae, les Clariidae et les Mastacembellidae n'ont pas livré de nombreux représentants par rapport à la faune connue du lac. On ne peut exclure que les espèces non rencontrées lors de nos inventaires soient, en fait, présentes dans d'autres parties de cet immense lac qu'est le lac Tanganyika. La famille des Claroteidae était la plus importante parmi les non cichlidés.

Au point de vue ostéologique, les poissons non cichlidés montrent des différences entre les os pouvant aider à identifier les différentes espèces.

Pour la famille des cichlidés, l'identification spécifique n'est pas facile parce que ces espèces présentent beaucoup de ressemblances. En dépit de ce fait, certaines différences observables sur les prémaxillaires et les dentaires permettent de reconnaître la plupart des genres et souvent même les espèces comme le montre les clés d'identification établies.

Des droites de corrélation ont été établies chez quelques poissons. Il a été constaté que les coefficients de corrélation sont très proches de 1 ou même égale à 1 pour *Synodontis multipunctatus* et que la droite s'ajuste bien aux points expérimentaux. Les résultats montrent donc que la corrélation entre la longueur totale du poisson et la longueur de l'os est positive et hautement significative. Cela a été déjà démontré sur plusieurs espèces (Hallet, 1985, Libois et Hallet-Libois, 1988). Cela signifie qu'il est possible de déterminer la longueur totale du poisson à partir de la longueur des os. Il est ainsi possible d'estimer la taille du poisson qui a constitué la proie d'un oiseau considéré. Des études similaires ont été faites pour un alcédinidé, en l'occurrence, *Alcedo atthis* (Linnaeus, 1758) et ont permis d'estimer la ration journalière de cet oiseau entre 13,5 et 24,5 grammes (Hallet-Libois, 1985). A l'aide de cette méthode des corrélations, les recherches menés sur le régime du cormoran montrent que ses prises ont une longueur moyenne variant entre 95mm et 150mm bien que l'on puisse trouver des individus pouvant dépasser 310mm (Veldkamp 1995a, Belyea 1997, Libois 2001, Santoul et al. 2004).

Il est certain que l'on trouve dans le lac Tanganyika et ses environs beaucoup d'autres espèces de poissons mais ceux que l'on a pu récolter et la manière dont ils ont été traités pourront servir de

référence pour les études ultérieures du régime alimentaire des oiseaux piscivores de l'endroit.

## REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier Albéric Rugirabori du Département de Biologie de l'Université du Burundi pour son concours dans l'identification des espèces de poissons récoltés.

## BIBLIOGRAPHIE

Anonymous (2004). Fisheries and the presence of cormorants, goosanders and herons. Rural Development Services Technical Advice Note, 12p.

Barguette, V., Bugoni, J. & Vooren, C.M. (2008). Diet of Neotropical cormorant (*Phalacrocorax brasilianus*) in an estuarine environment. *Marine Biology*, 153: 432-443.

Belyea, G., Maruca S.L., Diana J.S., Schneeberger P.P., Scott S.J., Clark R.D., Ludwig J.P. & Summer C.L. (1997). Impact of Double-Crested Cormorant predation on the Yellow Perch population in the Les Cheneaux Islands of Michigan. Pp: 45-59. In: USDA National Wildlife Research Center Symposia. Symposium on Double-Crested Cormorants: Population Status and Management Issues in the Midwest. University of Nebraska-Lincoln.

Blodreghini P., Santolini R. & Pandolfi M. (1997). Abundance and frequency of occurrence of fish-prey in the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* in the Po River Delta (Northern Italy) during the wintering period. *Ekologia polska*, 45 : 191- &196.

Brichard, P. (1989). *Pierre Brichard's Book of cichlids and all the other fishes of Lake Tanganyika*. TFH Pul. inc. Neptune City, USA, 544p.

Burr M.T., Tinnirello S.L., Lovell C.D. & Tyson T.T. (1997). Diet of the Double-Crested Cormorant in western lake Erie. Pp: 72-85. In: USDA National Wildlife Research Center Symposia. Symposium on Double-Crested Cormorants: Population Status and Management Issues in the Midwest. University of Nebraska-Lincoln.

Goutner V., Papakostas G. & Economidis P.S. (1994). Diet and growth of great cormorant (*Phalacrocorax carbo*) nestlings in a Mediterranean estuarine environment (Axios Delta, Greece). *Israel Journal of Zoology* 43: 133-148.

Grémillet D. & Wilson R.P. (1999). A life in the fast lane: energetic and foraging strategies of the great cormorant. *Behavioral ecology*, 10:516-524.

Grémillet D., Wanless S., Carss D.N., Linton D., Harris M.P., Speakman J.R. & Le Maho Y. (2001). Foraging energetic of arctic cormorants and the evolution of diving birds. *Ecology letters*, 4: 180-184.

Hallet-Libois C. (1985). Modulations de la stratégie alimentaire d'un prédateur : écoéthologie de la prédation chez le martin-pêcheur *Alcedo atthis* (L., 1758), en période de reproduction. *Cahiers d'Ethologie Appliquée*, 5 (4) : 1-206.

Johnson J.H., Ross R.M. & Adam C.M. (1999). Diet composition and fish consumption of double-crested cormorants in Eastern lake Ontario. NYSDEC Special Report, 7p.

Konings, A. (1988) - *Tanganyika Cichlids*. Verduijn cichlids and Lake sish Movies, Holland, West Germany, 272p.

Leopold M.F., Van Damme C.J. G. & Van der Veer, H.W. (1998). Diet of cormorants *Phalacrocorax carbo* and polychaetes: can worms sometimes be a major prey of piscivorous seabird? *Marine Ornithology* 31:83-87.

Libois R., (2001). Aperçu du régime alimentaire du Grand Cormoran (*Phalacrocorax carbo*) dans les eaux intérieures du Pas- de- Calais (France). *Aves*, 38 : 49-59.

Libois, R. (2002). *Introduction à l'ornithologie*. Syllabus de cours, Université de Liège, Fac des sciences, Liège 120p.

Libois R. & Hallet-Libois C. (1988). Eléments pour l'identification des restes crâniens des poissons de Belgique et du nord de la France. II Cypriniformes. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie. Série A*, n°4, Centre de Recherches archéologiques CNRS, Valbonne, 24 p.

Liordos V. & Goutner V. (2007). Diet of the great cormorant (*Phalacrocorax carbo* L. 1758) at two Creek colonies. *Journal of Biological Research*, 7: 51-57.

Lorenstein S.H., Grémillet D. & Nymoen G.H. (2004). Annual variation in diet of breeding great cormorants : Does it reflect varying recruitment of gadoids ? *Waterbirds*, 27: 161- 169.

Ntakimazi, G., (1995). *Le rôle des écotones terre/eau dans la diversité biologique et les ressources du lac Tanganyika*, Bujumbura, Burundi: Université du Burundi, Fac. des Sciences; Projet UNESCO/DANIDA 510/BDI/40, 1991-1994, 84p.

Santoul F., Hougas J.B., Green A.J., & Mastrorillo S. (2004). Diet of great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Malause (South-West France). *Archives of Hydrobiology*, 160: 281-287.

Veldkamp, R. (1995a). The use of chewing pads for estimation of the consumption of cormorants, *Phalacrocorax carbo*. *Ardea*, 83: 135-138.