

UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDALLAH
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MEHRAZ FES

THESE

Présentée par

Saâdia BOUHBOUH

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT NATIONAL ES-SCIENCES

UFR : Sciences de l'eau et de l'environnement
Discipline : Biologie
Spécialité : Hydrobiologie

BIO-ECOLOGIE DE *BARBUS CALLENSIS* (VALENCIENNE 1842)

& *BARBUS FRITSCHI* (GÜNTHER 1874)

AU NIVEAU DU RESERVOIR ALLAL EL FASSI (MAROC)

Soutenu le : Le 02 février 2002

Président :

Hassan CHERGUI :

Professeur à la Fac. Sci. Dhar Mehrez., Fès.

Jury

Mohammed ALAOUI MHAMDI :

Professeur à la Fac. Sci. Dhar Mehrez., Fès.

Mohammed MELHAOUI :


Professeur à la Fac. Sci., Oujda.

Mohammed FEKHAOUI :

Professeur à l'Institut. Sci., Rabat.

Mustapha HASNAOUI :

Professeur à la Fac. Sci., Beni Mellal.



A
La mémoire de
ma mère
et
ma sœur

A mon père, qui fut mon premier
enseignant.

A mon frère en témoignage de mon
affection.

A mes sœurs avec tout
l'amour que je leur porte.

Avant-propos

Entreprendre une recherche n'est pas une tâche aisée qui n'aurait pas été possible sans l'aide de tous ceux qui ont veillé jalousement à son aboutissement.

Je ne saurais jamais remercier assez Monsieur le Professeur **H. CHERGUI** qui m'a fait un grand honneur en présidant ce jury et en examinant ce travail. Je mesure de plus la chance d'avoir bénéficié de ses conseils bienveillants et son aide efficace, malgré ses nombreuses occupations scientifiques et administratives. Je salue en lui son efficacité et lui exprime ma plus vive reconnaissance.

J'exprime ma profonde gratitude à Monsieur le Professeur **M. ALAOUI MHAMDI** qui, malgré ses nombreuses obligations, a dirigé ce travail de main de maître et m'a réservé un accueil bienveillant au sein de son équipe de recherche.

Je suis très reconnaissante envers Monsieur le Professeur **M. MELHAOUI**, je lui exprime ma profonde gratitude de m'avoir fait l'honneur de participer à ce jury de thèse, en tant que rapporteur dont les critiques, les conseils et la gentillesse m'ont été d'une aide précieuse pour ce travail.

Monsieur le Professeur **M. FEKHAOUI**, m'a fait bénéficier de son esprit critique, de son expérience et qui a très aimablement accepté de juger ce travail. Qu'il soit assuré de ma reconnaissance et ma gratitude.

Que Monsieur **M. HASNAOUI**, soit assuré de mes remerciements en acceptant de juger ce travail.

Je suis reconnaissante envers Monsieur **M. KHODARI**, ex-Directeur du Centre National d'Hydrobiologie et de Pisciculture (**C.N.H.P.**) d'Azrou qui, m'a aimablement accueilli dans le centre. C'est à son aide, que j'ai pu mener à bien ce travail. Il sait qu'aucun mot ne serait suffisant pour exprimer ma profonde gratitude.

Monsieur **M. BENABID**, Maître assistant au Centre National d'Hydrobiologie et de Pisciculture (**C.N.H.P.**) d'Azrou, m'a fait l'honneur d'encadrer ce travail. Je le remercie de sa constante disponibilité et de ses conseils précieux malgré ses responsabilités nombreuses.

Je tiens à remercier très particulièrement Madame le Professeur **K. ESSAFI** à la Faculté des Sciences Dhar Mehrez, qui n'a épargné aucun effort pour m'aider à soulever toutes les difficultés rencontrées. Ses remarques et ses précieux conseils, donnés avec une extrême amabilité, ont été très utiles pour mener à bien le présent travail. Je la remercie vivement et je lui exprime ma reconnaissance.

Monsieur **M. BENYAHYA**, Professeur à la faculté des Sciences Dhar Mehrez, m'a prodigué conseils et encouragements, je le remercie infiniment.

Monsieur **E.PATTEE**, Professeur à l'Université Claude Bernard Lyon-I, n'a jamais cessé de me prodiguer conseils, suggestions ou critiques depuis le tout début de ce travail jusqu'à la phase finale. Je le prie de trouver ici le gage de ma gratitude et j'espère pouvoir continuer à bénéficier dans l'avenir de sa haute compétence dans le domaine ichtyologique.

Je remercie également Monsieur le Professeur **P. BERREBI**, Chercheur au CNRS, de l'Université Montpellier II, pour ses utiles conseils.

Je tiens tout spécialement, à remercier Monsieur **S. CHERGHOU** pour son aide, sa compréhension et son soutien moral.

Mes remerciements vont aussi au personnel du **C.N.H.P.** d'Azrou : Mademoiselle **K. ADIDANE**, Monsieur **A. ZRAOUTI**, Monsieur & Madame **FAKHIR**, Monsieur **M. ABI**, Monsieur **A. BENRAHMOUN**, Monsieur **F. YAAKOUBI**, Monsieur **HIMI**, Monsieur **JAMALI** et tous les autres, pour leur amabilité et leur gentillesse.

Je remercie également Monsieur **HAJJI** Directeur du laboratoire de la R.A.D.E.E.F. et Monsieur **SERGHINI** Ingénieur à la Direction Régionale de l'Hydraulique de Fès, pour leur coopération.

Le personnel du Secrétariat du département de Biologie a contribué efficacement à la réalisation de ce

mémoire. Qu'il trouve ici le témoignage de ma sincère gratitude.

Je remercie particulièrement Madame **Y. BOUCHELTA** et Monsieur **M. MHARZI** de la Faculté des Sciences Dhar Mehrez pour leur aide scientifiques.

Mes remerciements à Monsieur MAJBAR du Service d'Informatique de notre Faculté pour son aide.

C'est avec une grande estime que j'adresse un gigantesque merci à Mademoiselle **M. IBNLKHAYAT IDRISSE** enseignante à la Faculté des Sciences Dhar Mehrez pour son aide, et surtout pour son amitié.

Enfin, j'adresse mes remerciements à mes collègues et amis qui, en des circonstances divers, m'ont apporté aide et soutien, je nommerais particulièrement Mesdemoiselles **J. BAHOU**, **A. MERZOUK**, Madame **I. ATIKI** et Monsieur **A. BOUHADDIOUI**, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail. Qu'ils veuillent tous trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

RESUME

Afin de déterminer le rôle et l'impact de *Barbus callensis* et *Barbus fritschi* "espèces les plus abondantes " dans le fonctionnement du réservoir Allal El Fassi , milieu oligo-mésotrophe, situé dans la province de Sefrou, à 47 km à l'Est de la ville de Fès (Maroc) sous climat semi-aride, nous avons étudié leur croissance, reproduction et régime alimentaire.

Les poissons ont été capturés par des filets maillants à différents vides de mailles, de mars 1996 à février 1998, selon un pas d'échantillonnage mensuel.

L'inventaire des pêches a montré l'absence totale de mâle de *Barbus fritschi*. Les femelles de cette espèce sont absentes au mois décembre.

La scalimétrie a montré une longévité maximale de 12 ans pour les femelles des deux espèces et de 10 ans pour le mâle de *callensis*. Le rétrocalcul a indiqué deux phases de croissance : juvénile et adulte. La croissance en taille suit le modèle linéaire, rapide chez les jeunes et diminue avec l'âge. La croissance pondérale varie en sens inverse (les espèces prennent du poids en vieillissant). Une différence d'embonpoint se marque chez les deux sexes spécialement en période de reproduction. Elle se manifeste à l'avantage des femelles qui sont plus pesantes que les mâles de même longueur.

Le cycle de développement des gonades a montré que la reproduction se déroule entre mars et juin chez *Barbus callensis* et entre mai et août chez *Barbus fritschi* et se caractérise par une seule ponte fractionnée. La maturité sexuelle est acquise tardivement par les femelles. Le sex-ratio est nettement en faveur des mâles de *callensis* en période de fraie. La fécondité est relativement élevée chez *B. fritschi* avec possibilité d'hybridation entre les deux espèces.

L'analyse qualitative et quantitative des contenus stomacaux a mis en évidence un régime alimentaire assez diversifié à dominance zoophage chez *B. callensis* et à base de sédiment chez *B. fritschi*. L'activité alimentaire des espèces est intense en

automne ; période correspondant aux brassages des eaux du réservoir et au repos sexuel, mais elle régresse avec l'âge.

De part leur régime alimentaire, les deux espèces contribuent indirectement à l'accélération de l'eutrophisation du réservoir.

Mots clés : *Barbus callensis*, *Barbus fritschi*, réservoir, croissance, reproduction et régime alimentaire.

Abstract

In order to contribute in determining the role and impact of the "most abundant species" *Barbus callensis* and *Barbus fritschi* of Allal El Fassi oligo-mesotrophic reservoir located in the province of Sefrou 47 km east of Fès under a semi-arid climate, their growth, spawning, and diet were studied.

Fish were caught by gillnets of different mesh sizes once a month from March 1996 to February 1998. Catches showed the total absence of male *B. fritschi*, and the absence of females in December.

Scalimetry evidenced a maximum longevity of 12 years for the females of both species and 10 years for *B. callensis* males. Back-calculation showed two growth phases: in juveniles and in adults. Size growth followed the linear model: it was fast in young specimens and diminished with age. Weight growth varied inversely (aging animals gained more weight). There were variations in condition in both sexes especially during the spawning period. Females were heavier than males of the same length.

In the gonad development cycle, reproduction occurred between March and June for *B. callensis*, between May and August for *B. fritschi* and was characterized by only one fractionated egg deposition. Sexual maturity was late in females. The sex-ratio was clearly in favour of *callensis* males during the spawning period. Fecundity was relatively high in *B. fritschi*, with a possible gynogenetique reproduction between the two species.

The quantitative and qualitative analyses of stomach contents evidenced a zoophagous dominance in *B. callensis* diet and a sediment basis in *B. fritschi*. Feeding activity of the species was great in autumn, a period which corresponds to the mixing of reservoir waters, and during sexual rest, but it dropped with age.

Both species indirectly contribute to the acceleration of the reservoir eutrophisation.

Keywords: *Barbus Labeobarbus fritschi*, *Barbus Barbus callensis*, reservoir, growth, spawning, diet.

SOMMAIRE



SOMMAIRE

SOMMAIRE

	Page
INTRODUCTION	1
Chapitre I : SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE DU GENRE BARBUS	3
I- Description.....	3
II – Biologie.....	4
III - Systématique et biogéographie.....	5
1 – Classification d’ALMAÇA (1984).....	5
2 – Classification de DOADRIO (1990).....	6
3 – Le genre Barbus au Maroc.....	6
Chapitre II : MILIEU D’ETUDE	
I – Situation géographique et morphométrie.....	9
II – Caractéristiques du réservoir.....	11
2 – 1 Bassin versant.....	11
2 – 2 Hydrologie.....	13
2 – 3 Géologie.....	16
2 – 4 Végétation.....	17
Chapitre III : MATERIEL ET METHODES	
I – ECHANTILLONNAGE.....	18
I – 1 – Faune piscicole.....	18
I - 2 – Paramètres abiotiques.....	19
II – ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.....	19
II – 1 – Facteurs physiques.....	19
a – Température.....	19
b – Transparence.....	19
c – Conductivité.....	19
II – 2 - Facteurs chimiques.....	20
a - Oxygène dissous.....	20
b - Acidité ionique.....	20
c – Calcium.....	20
d – Magnésium.....	20
III - STRUCTURE DU PEUPLEMENT PISCICOLE.....	20
III - 1 - Fréquence dans les captures.....	20
III – 2 – Dénombrement.....	21
III - 3 –Biomasse.....	21
IV– ETUDE DE LA CROISSANCE.....	21
IV - 1 - Mesure de la longueur et du poids.....	21
IV - 2- Détermination de l’âge.....	23
IV -2 - 1 - Méthode statistique.....	23

IV - 2 - 2 - Examen des structures osseuses.....	23
a - Préparation des écailles.....	23
b - Lecture des écailles.....	24
c - Croissance des écailles.....	25
IV - 3 Rétrocalcul.....	26
4 -3 - 1 - Croissance linéaire.....	26
4 -3 - 2 - Croissance pondérale.....	26
IV - 4 - Modèle théorique de la croissance.....	27
IV- 5 - Coefficient de condition.....	27
V – ETUDE DE LA REPRODUCTION.....	28
V - 1 - Cycle annuel de développement des gonades.....	28
V - 1 - 1 - Observation macroscopique.....	29
V - 1 - 2 - Etude histologique.....	29
V - 1 - 3- Variations du diamètre des ovocytes.....	29
V - 2 - Détermination de la période de ponte.....	30
V -3 - Proportion des sexes.....	30
V - 4 - Age et taille de la première maturité sexuelle.....	30
V -5 – Fécondité.....	30
VI – ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE.....	31
VI -1 - Coefficient de vacuité.....	32
VI - 2 - Abondance relative.....	32
VI - 3 - Coefficient d’occurrence.....	32
VI - 4 - Coefficient volumétrique.....	32

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

A - FACTEURS ABIOTIQUES.....	33
1 – Température.....	33
2 – Transparence.....	34
3 – Conductivité.....	35
4 - Oxygène dissous.....	36
5 – pH.....	37
6 – Calcium.....	37
7 – Magnésium.....	38
8 – Conclusion.....	39
B - FAUNE PISCICOLE	
1- INVENTAIRE.....	41
2 - STRUCTURE DU PEUPEMENT PISCICOLE.....	41
2 - 1 – Fréquence dans les captures.....	42
2 - 2 –Dénombrement des espèces capturées.....	42
2 - 3 – Biomasse des espèces capturées.....	42
3 - SYSTEMATIQUE.....	43

4 - DIAGNOSE.....	44
5 – CONCLUSION.....	46
C – CROISSANCE	
1 - Structure de taille des populations.....	47
2 – Scalimétrie.....	52
2 - 1 - Description des écailles.....	52
2 - 2 - Lecture des écailles.....	54
2 - 3 - Détermination de la période de formation des anneaux d’arrêt de croissance.....	54
2 - 4 – Détermination de l’âge absolu.....	56
3– Croissance linéaire.....	57
3 - 1- Relation entre les différentes longueurs.....	57
3 – 2 - Relation entre la Longueur du poisson et le rayon de l’écaille.....	58
4 - Rétrocalcul.....	61
4 - 1 - Croissance en longueur des classes d’âge.....	65
4 – 2 - Croissance en masse du Barbeau.....	68
4 – 2 - 1 - Relation longueur - masse.....	68
4 – 2 - 2 - Croissance en masse rétrocalculée.....	71
4 – 2 - 3 - Croissance en masse des classes d’âge.....	74
5 - Accroissement dominant.....	76
6 - Croissance théorique du Barbeau.....	77
7 - Condition physique du Barbeau.....	80
7 - 1 - Coefficient de condition absolu.....	80
7 - 2 - Coefficient de condition relatif.....	80
7 - 2 - 1 - En fonction des saisons.....	80
7 – 2 – 2 - En fonction du sexe.....	82
8 – Conclusion.....	84
D – REPRODUCTION	
1 - Cycle sexuel.....	85
1 - 1 - Variations morphologiques des gonades.....	85
1 - 1 - 1 - Variations macroscopiques des gonades.....	85
1 - 1 - 2 - Variations microscopiques des gonades.....	86
1 - 1 - 3 – Variations du diamètre des ovocytes.....	97
1 - 2 - Variations pondérales des gonades.....	102
1 - 2 - 1 - Variations des valeurs du rapport gonadosomatique.....	102
a- Variations mensuelles des valeurs du RGS.....	102
b - Variations des valeurs du RGS en fonction de l’âge.....	105
1 - 2 - 2 - Variations des valeurs du rapport hépato-somatique.....	107
2 - Age et taille à la première maturité sexuelle.....	108
3 - Proportion des sexes.....	110
3 - 1 - Variations temporelles du sex-ratio.....	110
3 - 2 - Variations du sex-ratio avec l’âge.....	111
4 – Fécondité.....	111
4 - 1 - Fécondité absolue.....	111

4 - 2 - Fécondité relative.....	113
5 – Conclusion.....	113
E – RÉGIME ALIMENTAIRE	
1 – ANALYSE QUALITATIVE.....	115
2 – ANALYSE QUANTITATIVE.....	117
2- 1 - Rythme d'activité alimentaire.....	117
2 - 1 - 1 - Variations de la vacuité en fonction de la taille.....	117
2 - 1 - 2 - Variations de la vacuité en fonction des saisons.....	119
2 - 2 - Spectre alimentaire.....	121
2 - 2 - 1 - Abondance relative en nombre.....	121
2 - 2 - 2 - Coefficient volumétrique.....	124
2 - 3 - Les préférences alimentaires du barbeau.....	126
2 - 3 - 1 – Suivant la taille.....	126
2 - 3 - 2 - suivant les saisons.....	128
2 - 4 - Intensité de prédation.....	129
2 - 4 - 1 – Suivant la taille.....	129
2 - 4 - 2 - Suivant les saisons.....	131
2 - 5 - Importance des proies dans le régime alimentaire.....	133
3 – Conclusion.....	135
V - CONCLUSION GENERALE.....	136
REFERENCES BIBLIOGRAPHIES.....	139
LISTE DE LA FAUNE	158
LISTES DES FIGURES.....	160
LISTES DES TABLEAUX.....	164
LISTES DES PLANCHES.....	166
ABSTRACT	168

INTRODUCTION



INTRODUCTION

INTRODUCTION

L'ichtyofaune autochtone des eaux douces du Maroc est représentée par 4 familles groupant 5 genres qui sont : le genre *Salmo* (la Truite) de la famille des Salmonidés, le genre *Alosa* (l'Alose) de la famille des Clupeidés, les genres *Barbus* (le Barbeau) et *Varicorhinus* (le Varicorhinus) de la famille des Cyprinidés, et le genre *Anguilla* (l'Anguille) de la famille des Anguillidés. Cette faune est constituée par une dominance de Cyprinidés (PELLEGRIN, 1921 et 1924 ; VIVIER, 1948 ; ALMAÇA, 1967, 1970a, 1970b et 1972 ; DAGET & al., 1984).

A côté de ce peuplement piscicole autochtone, il y'a eu de nombreuses introductions de poissons et d'Ecrevisses depuis 1924. Ces introductions avaient pour objectif essentiel le développement de la pêche sportive, la lutte contre le paludisme, la promotion de l'aquaculture et la lutte contre le phénomène d'eutrophisation dans les réservoirs et le développement de la végétation aquatique dans les canaux d'irrigation (MOUSLIH, 1987a, 1987b et 1989).

L'étude des biocénoses dulçaquicoles en particulier les poissons, a été effectuée depuis le début du siècle dernier par des chercheurs ayant séjourné au Maroc lors du protectorat français (BOULENGER, 1919 ; PELLEGRIN, 1930 ; PLATEAU, 1948 ; VIVIER, 1948). Ces travaux étaient consacrés en majorité à la systématique.

Récemment, grâce aux efforts continus fournis par les limnologues marocains, les connaissances sur la bioécologie de l'ichtyofaune marocaine évolue d'une manière considérable (e.g. YAHYAOU, 1988 ; BENABID, 1990 ; RAMDANI & MELHAOU, 1992 ; MELHAOU, 1994 ; MOUSLIH & al., 1994).

Conscients de l'intérêt économique que peut provoquer le développement de la pisciculture continentale au Maroc et l'influence des poissons sur la structure des écosystèmes lacustres, nous avons entrepris le présent travail afin de contribuer à

l'aménagement piscicole de nos plans d'eau et d'assurer une meilleure gestion de leurs ressources halieutiques. En particulier au niveau des réservoirs, dont le nombre a atteint 104, avec une capacité de stockage d'eau de 14 milliards de m³.

Ces réservoirs ont pour principaux rôles : l'irrigation, la production d'énergie électrique, l'alimentation en eau potable, la protection contre les crues et en plus, ils présentent un milieu de production de protéine animale de haute valeur nutritive. En effet, les poissons qu'ils hébergent, constituent une source importante pour l'alimentation humaine. Pour mieux gérer cette richesse, nous avons entrepris une étude préliminaire au niveau du réservoir Allal El Fassi (région de Sefrou).

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une recherche limnologique pluridisciplinaire, qui s'est axée sur l'étude du phytoplancton (BOUHADDIOUI, 1997), du zooplancton (JABARI, 1998), du phytobenthos (DAMIRI, 2001), du bactérioplancton (RAOUI, 2001), de la mesure du taux de prédation sur la communauté bactérienne (RACHIQ, en cours) et de la biodisponibilité du phosphore (BOUCHELTA & al., 2000 et BOUCHELTA & al., 2001).

Notre tâche ici est d'élucider les principaux aspects de l'écologie de deux espèces de poissons largement réparties dans les eaux douces marocaines : *Barbus callensis* et *Barbus fritschi*. L'étude a porté sur la croissance, la reproduction et le régime alimentaire, afin de contribuer à déterminer leurs rôles dans la structure et le fonctionnement du réservoir Allal El Fassi.

CHAPITRE I



SYSTEMATIQUE ET BIOGEOGRAPHIE

SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE DU GENRE *BARBUS*

Le genre *Barbus* (le Barbeau) appartient à la famille des *Cyprinidés*. Cette dernière compte plus de 2000 espèces avec approximativement 340 genres (RAFAEL & DOADRIO, 1998) répartis en majorité en Asie, en Europe et en Afrique.

I - DESCRIPTION DU GENRE *BARBUS*

Le genre *Barbus* CUVIER (1817) comptabilise à lui seul environ 800 espèces, avec un degré variable de différenciation génotypique et phénotypique.

Les poissons du genre *Barbus*, sont caractérisés par :

- un corps fusiforme, plus au moins comprimé, recouvert d'écailles cycloïdes, dont le nombre et les stries radiales servent de critères de détermination systématique.
- un œil petit, une bouche bordée d'épaisses lèvres mobiles et munies de deux paires de barbillons (BR) (planche 1), d'où le nom de Barbeau.

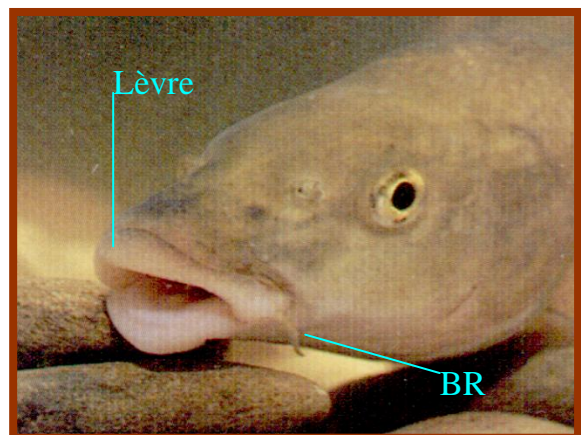


Planche 1 : *Barbus callensis*

- Une ligne latérale habituellement présente et complète.
- une nageoire dorsale à dernier rayon simple osseux denticulé ou non, dont la forme et les dimensions servent à la diagnose.
- des os pharyngiens bien développés et pourvus de dents.

II - BIOLOGIE

Le Barbeau se plaît dans les eaux pures et relativement vives mais pas trop froides ; c'est un genre réophile. Les rivières coulant sur un fond de graviers parsemé de pierres, semblent lui fournir les meilleures conditions d'existence.

C'est un poisson de fond, se nourrit principalement de proies animales qu'il découvre en fouillant le substrat. Il cherche sa nourriture au crépuscule et pendant la nuit. Durant la journée, il est surtout actif après un orage, lorsque les eaux tumultueuses apportent sur leurs passages de petits organismes.

Il fraie du printemps jusqu'à l'été suivant les régions ; la ponte s'effectue en général sur un fond de cailloux ou de graviers. C'est un genre lithophile. L'éclosion des œufs se produit deux semaines après la fécondation (PONCIN & al., 1987). Au moment de la fraie, les caractères sexuels secondaires se manifestent chez le mâle de certaines espèces par l'apparition de tubercules blanchâtres sur le corps.

Les Barbeaux, sont constitués de deux fractions : l'une sédentaire n'affectant pratiquement pas de déplacement, l'autre errante qui se déplace sur de longues distances faisant preuve d'un comportement migratoire. Ce dernier est en rapport avec les conditions climatiques et hydrologiques, ainsi qu'avec la reproduction (HUNT & JONES, 1975 et PHILIPPART, 1975).

Le Barbeau présente des hybridations avec d'autres genres de poissons tels *Varicorhinus* et *Chondrostoma* (ALMAÇA, 1967 et 1970a). Les espèces du genre *Barbus* présentent également des possibilités de croisement entre elles (BERREBI & al., 1993 ; VARADI & al., 1993 ; BERREBI, 1994 ; CRESPIAN & BERREBI,

1994 ; PONCIN, 1994 ; PONCIN & al., 1994 ; BERREBI & RAB, 1998 ; BERREBI & VALIUSHOK, 1998 et CRESPIAN & al., 1999).

III - SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE DU GENRE *BARBUS*

Les différenciations génotypiques et phénotypiques révélées au sein des espèces appartenant au genre *Barbus* ont remis en question la systématique établie à base de caractères morphologiques et anatomiques (BOULENGER, 1919 ; PELLEGRIN, 1921 et 1924 ; ALMAÇA, 1967, 1970a et 1972 ; DAGET & al., 1984 et BENT & PRESBEN, 1991).

Actuellement, les méthodes ostéologiques, parasitologiques et moléculaires ont permis d'enlever certaines zones d'ombre sur la systématique (DOADRIO, 1990 ; KRAIEM & BERREBI, 1994 ; BERREBI & al., 1995 ; ZARDOYA & DOADRIO, 1998 et TSIGENOPOULOS & al., 1999).

Cependant, la systématique du genre *Barbus* se trouve confrontée à différentes classifications ; nous n'avons retenu que deux, celle de ALMAÇA (1990) et DOADRIO (1990).

1 – Classification d'ALMAÇA.

Cet auteur a mis en évidence sept groupes dont les caractères distincts sont essentiellement : le dernier rayon osseux de la nageoire dorsale, les branchiospines, la tête, la bouche, et les dents pharyngiennes.

Il s'agit de :

- Groupe *bocagei*
- Groupe *cyclolepis*
- Groupe *xanthopterus*
- Groupe *microcephalus*
- Groupe *figuigensis*

- Groupe *magniatlantis*

- Groupe *miliaris*

2 – Classification de DOADRIO

La classification de DOADRIO et al. est basée sur les caractères ostéologiques des os du crâne et des dents pharyngiennes. Ainsi, cet auteur a mis en évidence deux branches principales :

- La branche du genre *Barbus*, qui regroupe les espèces européennes et deux espèces marocaines (*B. nasus* et *B. magniatlantis*).

- La branche du genre *Luciobarbus*, qui regroupe les espèces d'Asie occidentale, de l'Afrique du Nord et de la péninsule Ibérique.

3 – Le genre *Barbus* au Maroc

D'après les travaux de DOADRIO et al. (1994) le Maroc, l'Algérie et la Tunisie sont composés de trois zones biogéographiques :

1 - La zone atlantique au Nord-Ouest caractérisée par la présence de *Cyprinidae* tels *Labeobarbus* et *Varicorhinus*, et de *Cobitidae*.

2 - La zone méditerranéenne caractérisée par les *Cyprinidae* *Pseudophoxinus* et *Barbus s.s.*

3 - La zone tropicale à l'Est y compris les puits artésiens du Sahara, où l'on rencontre des *Cichlidae* et des *Clariidae*.

Au Maroc, les *Cyprinidés* et particulièrement le genre *Barbus* est très abondant dans l'ichtyofaune marocaine et représenté par 12 espèces (CHERGUI & al. 1999) réparties dans les oueds (Sebou, Moulouya, Bou-regreg, Oum-er-Rbia, Tensift, Guir, Ziz, Draâ, Massa, Souss, Mellah et Ksab), les réservoirs et certains systèmes d'irrigations comme les Khetaras (ELMEZDI, 1985) (Figure 1).

Le sous genre *Barbus* comprend huit espèces : *Barbus callensis*, *Barbus setivimensis*, *Barbus moulouyensis*, *Barbus nasus*, *Barbus magniatlantis*, *barbus kisbii*, *Barbus massaensis* et *Barbus issenensis*.

Le sous genre *Labeobarbus* est représenté par quatre espèces : *Labeobarbus fritschi*, *Labeobarbus reinii*, *Labeobarbus paytoni* et *Labeobarbus harteti*.

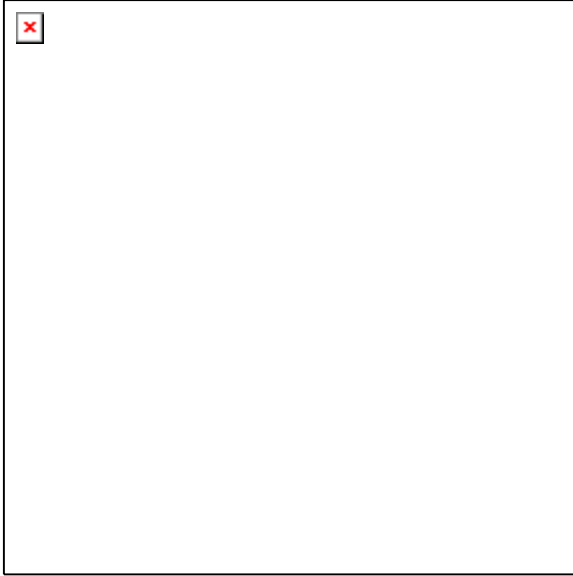
Les deux sous genres sont différents non seulement au niveau des caractères externes, mais aussi au niveau de la ploïdie. Le sous genre *Barbus* est tétraploïde (COLLARÈS-PEREIRA & MADEIRA, 1990 et CHENUL & al., 1999), Le sous genre *Labeobarbus* est hexaploïde (EL GHARBI & al., 1993). Cette différence a révélé l'existence de deux lignées d'origine asiatique :

- "Sibérienne" pour les tétraploïdes
- "Ethiopienne" pour les hexaploïdes

La première lignée a migré de l'Asie vers l'Europe puis l'Afrique du Nord durant le tertiaire (Oligocène et Pliocène), la deuxième de l'Asie vers l'Afrique Noire et le Maroc (DARLINGTON, 1957 ; ALMAÇA, 1976)

DOADRIO (1990) a émis l'hypothèse que le genre *Barbus* tétraploïdes serait constitué de deux sous genres *Barbus* et *Luciobarbus*. Ce dernier se serait propagé d'Asie en Afrique du Nord puis vers la péninsule Ibérique durant le Miocène supérieure. ZARDOYA et DOADRIO (1999) ont confirmé la nouvelle hypothèse biogéographique.

Le sous genre *Labeobarbus* est géographiquement limité en Afrique du Nord, au versant Atlantique de l'Atlas (BERREBI, 1981) (figure 1).



CHAPITRE II



**MILIEU
D'ETUDE**

MILIEU D'ÉTUDE

I – Situation géographique et morphométrie

Le réservoir Allal El Fassi (Planche 2) est situé dans la province de Sefrou à 47 km de la ville de Fès (34° N, 5° 40' W), son seul tributaire est l'oued Sebou (figure 2). Cet ouvrage de dérivation a l'avantage de déverser les eaux du haut Sebou dans le réservoir Idriss premier profitant du dénivelé topographique pour la production de l'énergie.

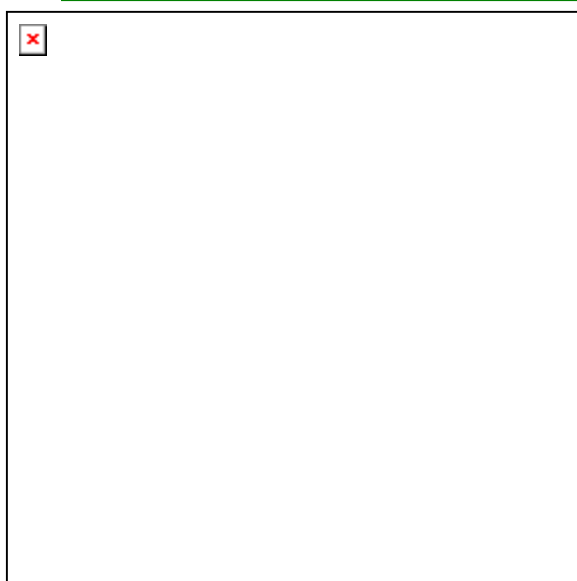


Planche 2 : Réservoir Allal El Fassi

Les caractéristiques morphométriques du réservoir sont représentées dans le tableau I.

Tableau I : Caractéristiques morphométriques du réservoir

Allal El Fassi

Mise en eau	1992
Surface du bassin versant du haut Sebou (Km ²)	5770
Surface du réservoir (Km ²)	4,8
Longueur (Km)	7
Largeur maximale (Km)	0,7
Profondeur maximale (m)	34
Côte normale (m)	418
Volume au niveau normal (Mm ³)	81
Temps de séjour (an)	0,3
Creux du lac (Zm/S ^{-1/2})	0,016
Surface du bassin versant/ surface de la retenue	1203

II – Caractéristiques du réservoir

2 – 1 - Bassin versant

L'oued Sebou, qui prend source d'Ain Timdine et Ain Sebou, trouve son embouchure dans l'océan Atlantique. Son bassin versant d'une superficie d'environ 40.000 km² ; comprend le versant sud de la chaîne du Rif, le versant ouest du moyen Atlas où se situe le réservoir Allal El Fassi et la vaste cuvette fermée du gharb Mamora, dont le centre est occupé par l'oued Sebou (figure 3).

Vers la mer, la cuvette est également fermée par le Sahel dunaire, large de 5 à 25 km et haut de 30 à 50 mètres.

Le bas Sebou est le collecteur terminal des eaux du bassin versant où les massifs montagneux sont largement représentés.

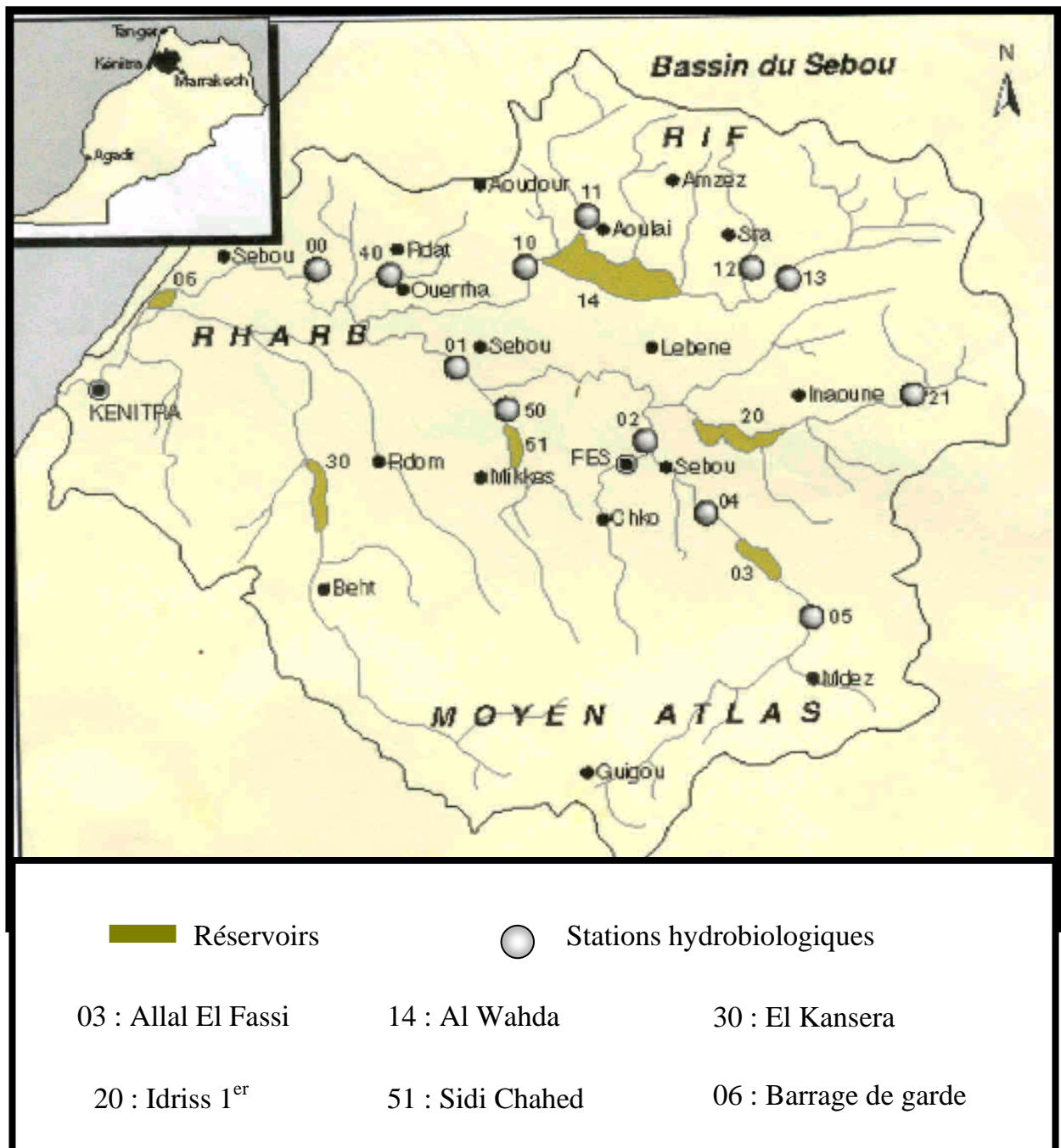


Figure 3 : Situation géographique du bassin versant de l'oued Sebou.

D'après les travaux de HAIDA & al. (1999).

– 2 - Hydrologie

Le versant ouest du moyen Atlas est soumis à un régime climatique semi-aride, caractérisé par une alternance de périodes sèches et de périodes humides. Les précipitations sont en général mal réparties dans l'année et très irrégulières (HAIDA & al., 1999)

Durant la période d'étude (mars 96 – février 98), la répartition des précipitations (figure 4) a été irrégulière et a varié de 0 mm en août 1996 et en juillet 1997 à 116 mm en décembre 1996.

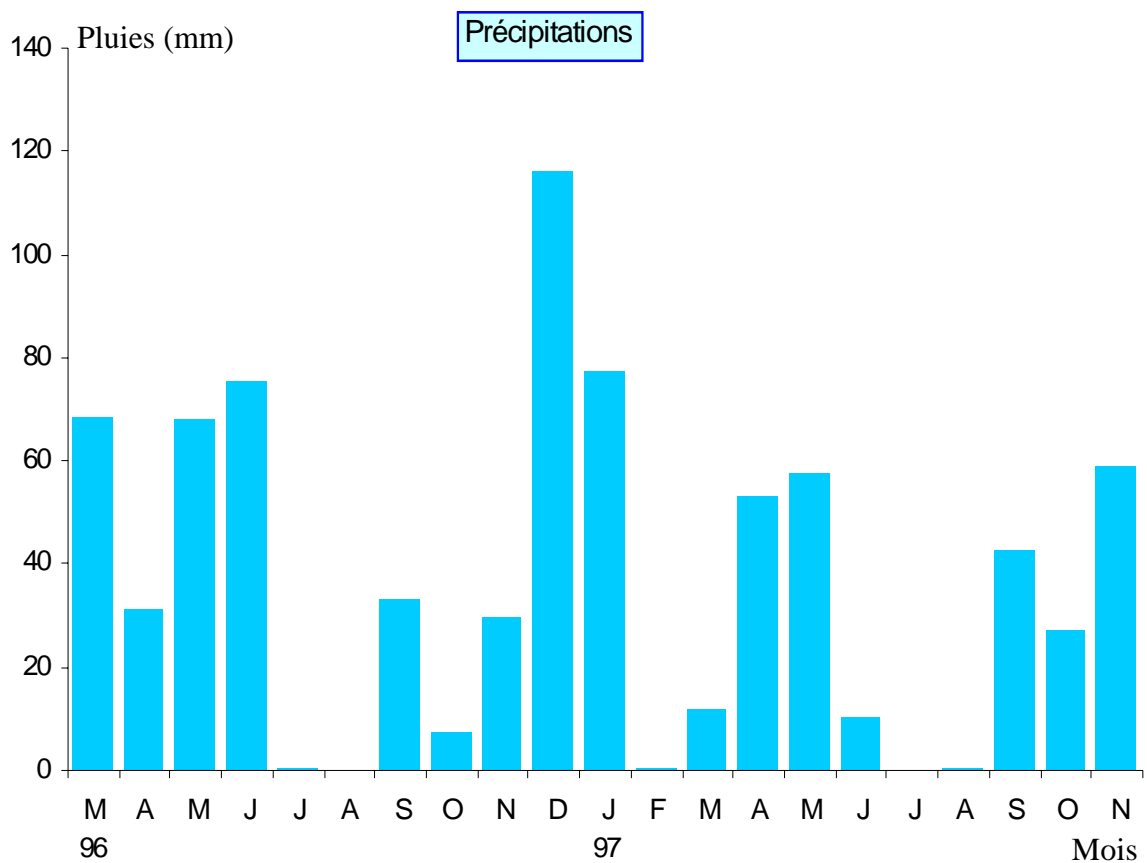


Figure 4 : Variations mensuelles des précipitations au niveau du réservoir Allal EL Fassi

Le régime hydrologique des cours d'eau du bassin présente des variations saisonnières, avec des périodes de hautes eaux en hiver où se concentrent les crues (tableau II), et des périodes de basses eaux en été correspondant à l'étiage.

Tableau II : Crues observées à la station Azzaba à 5 km en amont
du réservoir Allal El Fasssi

Date	Cote en cm	Débits en m ³ s ⁻¹
9-3-96	274	168
19-12-96	286	181
14-5-97	318	221
27-9-97	298	195
7-10-97	208	100

Les apports liquides sont constitués principalement par les eaux de L'oued Sebou et les précipitations.

Les sorties d'eau sont de deux sortes :

- les évacuations des eaux de surface via la galerie Matmata, située sur la rive droite du réservoir à 850 m en amont du barrage, ont été réalisées durant les deux l'années 1996 et 1997 avec des maxima en périodes de hautes eaux (figure 5).
- Les sorties de vidange du fond déversant l'eau dans l'oued Sebou, ont été rares, observées principalement le mois de mars 1996 (figure 5).

2 - 3 – Géologie

Les roches qui constituent l'ossature du bassin versant sont assez diversifiées, le cours d'eau supérieur de Sebou draine des terrains où dominent des marnes sableuses et des grès fiabiles de miocène.

En aval, la retenue retrouve un dôme cassé de lias, le substratum liasique s'enfouit sous une épaisse couche de malasse calcaire et de marnes de miocène (figure 6).

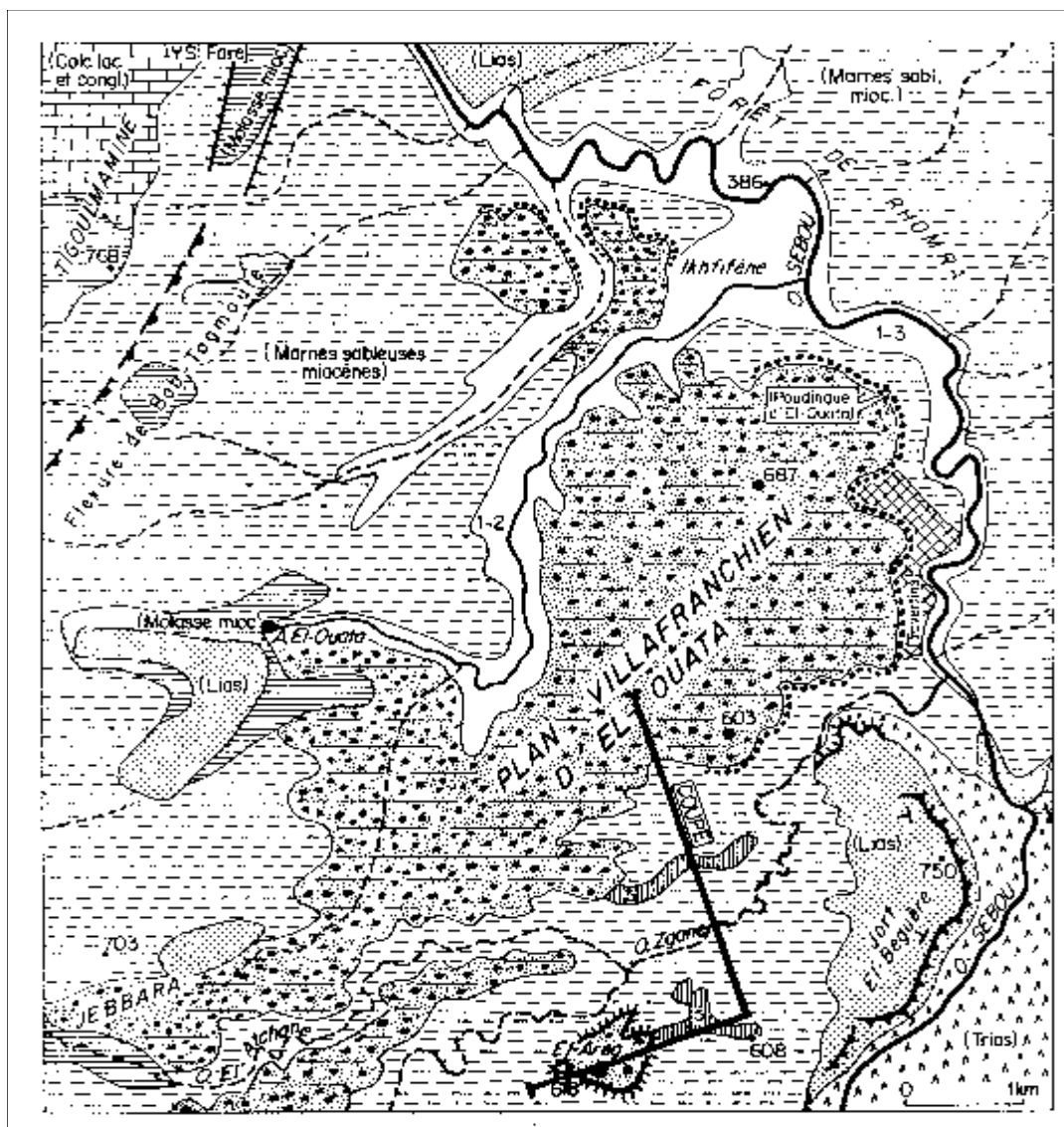


Figure 6 : Situation géologique du réservoir Allal El Fassi

D'après J. MARTIN (1981).

2 - 4 – Végétation

La végétation naturelle au niveau du versant droit, est représenté par la forêt d'El Ghomra, sa formation climacique est tetraclinaie accompagnée de *Juniperus phoenicea*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea* etc.

Elle est anthropique au niveau du versant gauche (VG) représentée par les cultures de céréales et les pâturages.



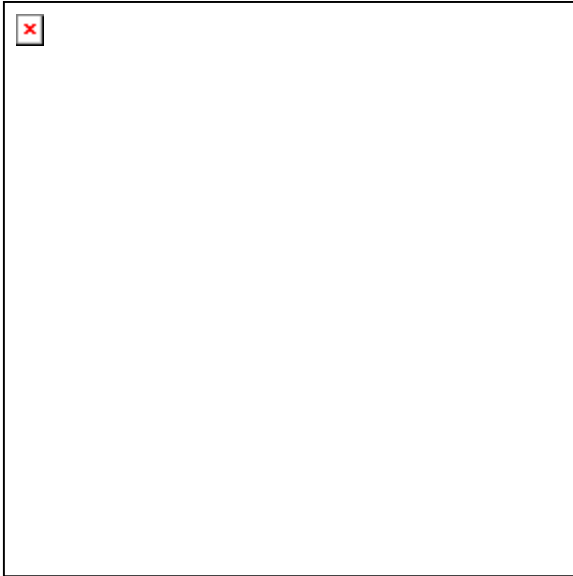


Planche 3 : Vue des bassins versants du réservoir Allal El Fassi

CHAPITRE III



MATERIEL ET METHODES

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les observations récoltées et les expériences évoquées dans ce mémoire ont été réalisées pendant la période de mars 1996 à février 1998, soit environ deux années écologiques.

I – ECHANTILLONNAGE

I - 1 – Faune Piscicole

Pour l'échantillonnage nous avons eu recours aux pêcheurs artisanaux (agriculteurs) sur place. Ces derniers utilisent des filets maillants dans leurs activités. Ce sont des engins de capture statique, constitués d'une nappe de filet en nylon monofilament montée entre une ralingue supérieure, munie généralement de flotteurs, et au pied de fil plombé.

Ces filets qualifiés de fond permettent une approche du peuplement piscicole des réservoirs. Cependant, cette technique reste toujours sélective. Dans le but d'avoir une large gamme de taille pour notre étude, nous avons utilisé lors de nos pêches 3 filets de vide de mailles différents, qui présentent les caractéristiques suivantes :

- Longueur : 100 m.
- Chute : 8 m.
- Couleur : transparente.
- Vides de mailles : 20, 25 et 30 mm.

Pour chaque pêche les filets étaient posés pendant la nuit, l'effort de pêche est en moyenne de 12 heures. Les poissons étaient récupérés le matin très tôt à l'aide des pêcheurs.

I – 2 Paramètres abiotiques

Certains facteurs abiotiques ayant une relation étroite avec le peuplement piscicole ont été suivis parallèlement aux pêches d'échantillonnage. Il est à citer la température, l'oxygène dissous, le pH, la conductivité, les concentrations en calcium et en magnésium et la turbidité. A priori, les deux paramètres, température et oxygène dissous caractérisent de façon globale la qualité de l'eau en tant que "habitat" dans la mesure où chaque espèce de poisson possède à leur égard des exigences différentes et un préférendum tout au moins sur le plan thermique (TRAVADE et al., 1985).

Le choix des stations de prélèvement d'eau a été réalisé suivant la localisation de la faune piscicole. En effet, les Cyprinidés sont des poissons du fond. Quant au fraie, il se fait généralement au niveau du littoral. Ainsi Les échantillons d'eau proviennent de quatre stations : le littoral, la surface, le milieu de la colonne d'eau et le fond.

L'eau a été prélevée à l'aide d'une bouteille opaque de type VAN-DORN.

II – ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES.

Les analyses chimiques de l'eau ont été effectuées selon les méthodes décrites par RODIER (1996).

II – 1 – Les facteurs physiques

a – Température :

Les mesures des températures ont été effectuées à l'aide d'un thermomètre à mercure (1/10).

b – Transparence :

La transparence a été réalisée à l'aide du disque de SECCHI de 30 cm de diamètre.

c – Conductivité :

Les mesures de la conductivité ont été réalisées grâce à un conductimètre portable type YSI scientifique à 20°C.

II – 2 - Les facteurs chimiques

a – Oxygène dissous :

L'oxygène dissous dans l'eau a été fixé sur le terrain par adjonction d'iodure de potassium et de sulfate de manganèse, les titrations sont effectuées dès le retour au laboratoire, selon la méthode de WINKLER standardisée (RODIER, 1996).

b – Acidité ionique (pH) :

Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH mètre type Orion Research modèle 301.

c – Calcium :

Le calcium a été dosé par complexométrie à l'E.D.T.A.

d – Magnésium :

Les concentrations en magnésium ont été obtenues après la détermination de la dureté totale par complexométrie à l'E.D.T.A. Elle est égale à la différence entre la dureté totale et la dureté calcique.

III - STRUCTURE DU PEUPLEMENT PISCICOLE.

Afin de connaître l'importance de chaque espèce au sein du réservoir, les indices suivants ont été utilisés.

III – 1 - Fréquence dans les captures (Fr) :

C'est le rapport en pourcentage du nombre de prélèvements où une espèce donnée est présente (P.E) et le nombre total de prélèvements (P.T).

$$Fr = \frac{P.E}{P.T} \times 100$$

III – 2 - Dénombrement :

C'est l'abondance relative de l'espèce (A_r), défini par le nombre d'individus de l'espèce ($N.E$) par rapport à l'effectif total de l'échantillon ($N.T$) exprimé en pourcentage.

$$A_r = \frac{N.E}{N.T} \times 100$$

III – 3 - Biomasse :

C'est l'abondance relative en masse (A_m), défini par la masse totale des individus de l'espèce ($M.E$) par rapport à la masse totale de l'échantillon ($M.T$) exprimée en pourcentage.

$$A_m = \frac{M.E}{M.T} \times 100$$

IV - ETUDE DE LA CROISSANCE

Les poissons, vertébrés poïkilothermes, ont un taux de métabolisme qui est en grande partie en fonction de la température de l'eau. Les rythmes saisonniers de croissance s'expriment dans leurs tissus osseux, par alternance de zone annulaires de croissance rapide et de croissance lente. L'analyse de ces structures permet de déterminer l'âge du poisson et de tracer l'histoire de sa croissance.

Pour l'étude de la croissance, la connaissance de la taille, du poids et de l'âge est indispensable.

IV - 1 - Mesure de la longueur et du poids

Le poisson à mesurer était posé sur un flanc, le museau contre la butée de l'ichtyomètre gradué au mm près. Pour chaque poisson nous avons mesuré les longueurs suivantes (figure 7) :

- La longueur totale (L_T) : qui est la longueur du poisson du bout du museau jusqu'à l'extrémité du rayon le plus long de la nageoire caudale.

- La longueur à la fourche (L_F) : qui est la longueur du poisson du bout du museau jusqu'à l'extrémité des rayons médians de la nageoire caudale.
- La longueur standard (L_{ST}) : qui est la longueur du poisson du bout du museau jusqu'au pli articulaire de la nageoire caudale.

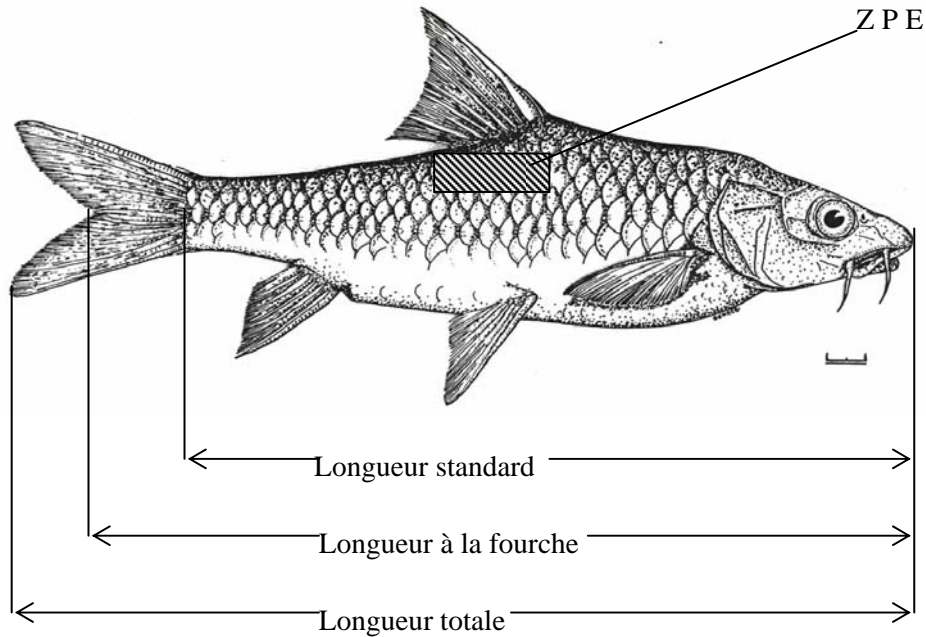


Figure 7 : Présentation de différentes mesures de longueur et zone de prélèvement des écailles (Z P E).

Les pesées ont été réalisées à l'aide d'une balance type METTLER TOLEDO n° S.B 12001 ayant une précision de 1g et de portée max 5 kg. Nous avons pesé les poids suivants :

- Le poids total (Pt) : c'est le poids du poisson entier
- Le poids éviscéré (Pe) : c'est le poids du poisson vidé de son tube digestif, de son foie et de ses gonades.
- Le poids du foie (Pf).
- Le poids des gonades (Pg).

IV – 2 - Détermination de l'âge

L'âge peut être déterminé directement par lecture des pièces anatomiques : écailles, otolithes, opercules, vertèbres et rayons des nageoires, ou indirectement par méthode statistique en étudiant la distribution d'un caractère mesurable quelconque (caractère métrique), et la répartition de cette distribution en classe d'âge (DO-CHI, 1977).

L'âge peut être déterminé aussi par le marquage (MICHA, 1971 ; DAGET & LE GUEN, 1975).

IV – 2 - 1 - Méthode statistique

Les méthodes statistiques disponibles sont nombreuses, mais il semble que les méthodes graphiques sont les plus naturelles et donnent d'excellents résultats.

Pour notre étude nous avons opté pour la méthode de PETERSEN. Le principe de celle ci consiste à reporter sous forme d'histogramme le nombre de poisson appartenant à chaque classe de longueur. Les classes sont de 0,5 cm et la longueur mesurée est la longueur totale

IV – 2 - 2 - Examen des structures osseuses

Nous avons choisi la scalimétrie surtout que les espèces capturées présentent un corps couvert d'écailles.

L'observation des écailles, squelette dermique des poissons, a été la première technique utilisée (LEE, 1920) et reste encore la plus fréquente (PHILIPPART, 1971 ; RICKER, 1971 ; BAGENAL, 1973 ; HUNT & JONES, 1975 ; ARRIGNON, 1976 ; MEUNIER, 1988). En effet, elle présente de grande facilité de prélèvement, de préparation et de lecture. De même, elle s'est avérée plus précise.

a - Préparation des écailles

Les écailles destinées à l'étude ont été prélevées au niveau de la partie latéro-dorsale comme le montre la figure 7. Cette zone est celle où l'apparition des écailles est la plus précoce (BOËT & LE LOUARN, 1985).

Après leur prélèvement, les écailles ont été nettoyées à l'eau courante, frottées entre le pouce et l'index pour les débarrasser des fragments de tissu et du mucus qui les couvrent, puis triées sous la loupe binoculaire pour éliminer les écailles néoformées par régénération, ou les écailles anciennes dont la partie centrale est en cours de remaniement (DAHL, 1911 in MEUNIER, 1988).

Ensuite les écailles ont été montées à sec entre deux lames minces, reliées à leurs bouts avec du scotch, à raison de 6 à 8 écailles par individu selon la taille.

b – Lecture des écailles

La lecture des écailles présente des difficultés, car en plus des anneaux d'arrêt de croissance on peut trouver parfois de "faux anneaux" dont le tracé est souvent incomplet et qui peut être lié à la reproduction, à la modification du métabolisme, aux maladies du poisson et au stress ou aux blessures. De même, on peut assister au phénomène de tassement des circuli périphériques chez les individus âgés. Il est donc indispensable d'examiner l'écaille dans son ensemble pour obtenir une meilleure interprétation.

L'examen des écailles a été réalisé au moyen d'un lecteur de microfiches : Rhône-poulenc systems marque REGMA type R305.

Le rayon total de l'écaille R et les rayons r_1, r_2, \dots des anneaux d'arrêt de croissance ont été mesurés. Les mesures ont été effectuées à partir du nucleus (Figure 8) à l'aide d'un double décimètre sur l'écran et ont été converties ensuite en mm.

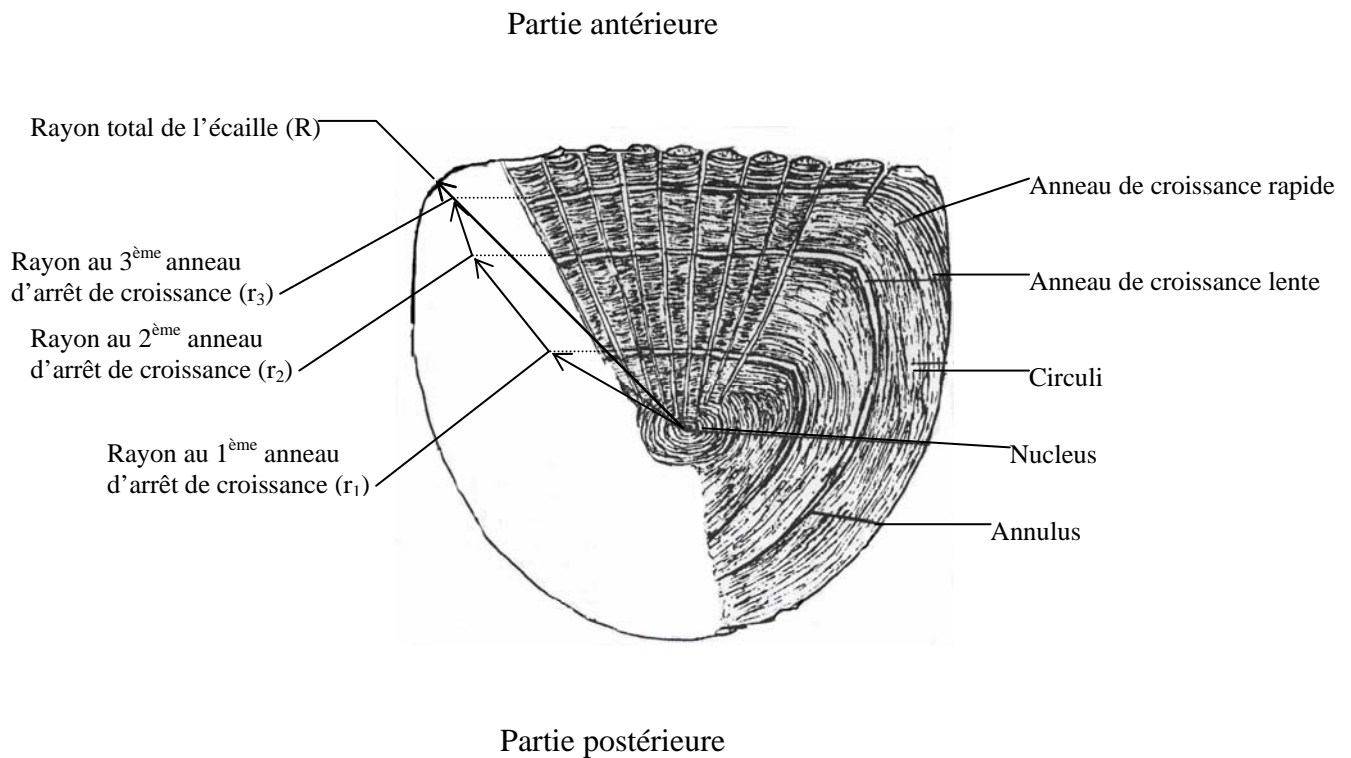


Figure 8 : Mensurations réalisées sur l'écaille.

c – Croissance des écailles

En scalimétrie, la variation de l'allongement marginal (AM) des écailles permet de déterminer la période d'arrêt de croissance chez les poissons (FARRUGIO, 1975)

Cet allongement est évalué par la formule suivante :

$$AM = \frac{R - r_n}{R_n - r_{n-1}} \times 100$$

Avec :

AM : allongement marginal des écailles.

R : longueur du rayon antérieur de l'écaille en mm.

r_n : longueur du rayon du dernier anneau d'arrêt de croissance en mm.

r_{n-1} : longueur du rayon de l'avant dernier anneau d'arrêt de croissance en mm.

4 - 3 – Rétrocalcul

4 – 3 – 1 - Croissance linéaire :

La méthode du rétrocalcul mise au point par le biologiste norvégien EINAR LEA en 1910 est fondée sur l'existence d'un synchronisme entre la croissance en longueur du poisson et la croissance linéaire de ses écailles. La détermination de la relation taille-écaille, permet de calculer rétrospectivement les tailles successives du poisson aux âges réels qu'il a connu. La formule de cette relation établie par LE CREN en 1947 (PHILIPPART, 1977) est la suivante :

$$\text{Log } L_n = \text{Log } L + a (\text{Log } R_n - \text{Log } R)$$

L_n : longueur calculée au moment de la formation du $n^{\text{ème}}$ anneau d'arrêt de croissance en mm

L : longueur observée du poisson en mm

R : longueur observée du rayon antérieur de l'écaille en mm

R_n : longueur du rayon antérieur de l'écaille jusqu'au $n^{\text{ème}}$ anneau en mm.

a : constante

IV – 3 -2 - Croissance pondérale

Pour connaître la masse d'un poisson durant les années antérieures de sa vie, il est indispensable de connaître la relation qui lie sa masse et sa longueur. C'est la raison pour laquelle nous nous sommes attachés à préciser la relation longueur-masse chez les deux espèces étudiées.

Cette relation définie par LE CREN en 1951 (KRAÏEM, 1980 a)

$$M = b L^a$$

M : masse du poisson en g ;

L : longueur du poisson en mm ;

a : taux d'allométrie

b : constante.

Le taux d'allométrie "a" varie de 2,5 à 4 suivant les espèces de poissons. Pour une même espèce il peut varier avec le stade de développement, le sexe, la maturité sexuelle... (GOUBIER, 1969 in MOUNEIMNE, 1981). Généralement "a" est proche de 3 mais rarement égal à 3 (BAUCHOT & BAUCHOT 1978).

A partir de cette relation, l'introduction des longueurs rétrocalculées des poissons permet de déduire leurs poids rétrocalculés.

IV - 4 - Modèle théorique de la croissance

De nombreux modèles mathématiques ont été développés pour comparer les courbes de croissance. Le plus employé chez les poissons est celui de Von Bertalanffy (RICKER, 1971) dont l'équation est :

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})$$

L_t = longueur au temps t.

L_∞ = longueur asymptotique du poisson.

K = constante correspondant à la vitesse à la quelle la longueur maximale est atteinte.

t_0 = âge théorique hypothétique pour une longueur nulle

IV - 5 – Coefficient de condition

Le coefficient de condition (K) permet d'estimer les modifications saisonnières de l'embonpoint sous l'influence des facteurs externes (milieu) ou internes (physiologiques). Il est défini par la relation suivante :

$$K = 10^c \times \frac{M}{L^3}$$

M : masse du poisson.

L : longueur du poisson.

c : constante qui dépend des unités choisies et peut être égale à 5 quand M s'exprime en g et L en mm (MOUNEIMNE, 1981).

coefficient dépend de plusieurs facteurs qu'il est impossible d'isoler, ce qui rend l'analyse des résultats difficile (GOUBIER, 1975). Par conséquent nous nous sommes limités à l'étude du K au cours de la croissance.

Cependant pour étudier l'influence du sexe et des saisons, nous avons utilisé le coefficient de condition relatif Kr. Il est défini pour chaque poisson par le rapport entre sa masse observée et sa masse théorique calculée.

$$K_r = \frac{M}{aL^b}$$

Pour chaque poisson, la valeur de Kr le situe par rapport à la courbe longueur-masse établie pour l'échantillon (LE CREN, 1951).

Si $K_r > 1$, le poisson a une masse supérieure à la masse moyenne des individus de sa taille.

Si $k_r < 1$, sa masse est plus petite que la masse moyenne.

V – ETUDE DE LA REPRODUCTION

Dans cette étude nous allons décrire les transformations cycliques annuelles que subissent les gonades entre deux fraies successifs ainsi que l'âge de la maturité sexuelle.

Pour chaque poisson répertorié, pesé et mesuré, les gonades ont été placées sur papier filtre pour enlever l'excès d'eau, pesées ($\pm 1g$) et ensuite fixées au bouin.

Lorsque la distinction des sexes était difficile à l'œil nu, l'examen à la loupe binoculaire était indispensable.

V - 1 - Cycle annuel de développement des gonades.

L'étude du cycle annuel de développement des gonades exige que les individus soient matures.

La maturité sexuelle dépend de la vitesse de croissance, laquelle est fonction de nombreux facteurs : température, nourriture,... (NIKOLSKY, 1963 in GOUBIER, 1977).

Pour établir l'échelle de la maturité sexuelle nous avons adopté deux méthodes :

V – 1 – 1 - Observation macroscopique :

C'est l'examen à l'œil nu des aspects des gonades au cours du cycle sexuel.

V – 1 – 2 - Etude histologique :

L'analyse des coupes histologiques a été effectuée au niveau des gonades mâles et femelles suivant le protocole de GABE (1968) et d'EXBRAYAT (1986) :

- Fixation : les gonades ont été fixées dans une solution saturée d'acide picrique pendant au moins 15 jours.
- Déshydratation : les gonades fixées ont été mises dans une série de bains d'alcool : 70°, 96° et 100°.
- Imprégnation à la paraffine : les pièces ont été placées dans la paraffine à 60° pendant 4 heures.
- Inclusion : Des blocs ont été préparés en utilisant des moules (barres de LEUKHART) emplis de paraffine fondue.
- Coupes à la paraffine : à l'aide d'un microtome, les blocs de paraffine ont été découpés à une épaisseur de 7 µm
- Coloration : les coupes ont été colorées par
 - le trichrome de Masson Goldner
 - le trichrome en un temps.
 - L'APS - hématoxyline - orange G – molybdique.

V – 1 - 3- Variations du diamètre des ovocytes.

Les ovocytes contiennent des réserves qui vont subir une croissance trophoplasmique avant la période de fraie. Cette croissance va entraîner l'augmentation de la taille des ovocytes. La mesure du diamètre des ovocytes a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire graduée.

V - 2 - Détermination de la période de ponte.

La détermination de la période de ponte a été réalisée en calculant le rapport gonadosomatique (RGS). Ce dernier, défini par BOUGIS (1952), est basé sur la variation de la masse des gonades au cours du cycle sexuel.

$$\text{RGS} = \frac{\text{masse de la gonade}}{\text{masse éviscérée du poisson}} \times 100$$

Les variations de ce rapport ont été définies suivant le sexe et l'âge.

Parallèlement au RGS nous avons calculé le rapport hépatosomatique (RHS) ; celui-ci est basé sur la variation de la masse du foie au cours du cycle sexuel, puisque toute l'énergie nécessaire pour la maturation des gonades provient des réserves lipidiques stockées au niveau du foie.

$$\text{RHS} = \frac{\text{masse du foie}}{\text{masse éviscérée du poisson}} \times 100$$

V - 3 - Proportion des sexes

La proportion des sexes est une caractéristique de l'espèce dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. Le sex-ratio a été défini par le rapport du nombre des mâles à celui des femelles (KARTAS & GUIONARD, 1984)

$$\text{SR} = \text{M/F}$$

La variation de ce rapport a été étudiée en fonction des saisons et en fonction de l'âge

V - 4 - Age et taille de la première maturité sexuelle.

La taille de la première maturité sexuelle est définie comme étant la longueur du poisson pour laquelle 50% des individus sont mûrs (HASLER, 1958).

V - 5 - Fécondité.

La fécondité a été évaluée par le nombre d'ovocytes destinées à la ponte vu que les spermatozoïdes ne constituent pas un facteur limitatif de la reproduction.

Pour cela un lambeau a été coupé dans la région moyenne de l'ovaire des individus mûrs (DANIEL, 1981). Ce fragment a été conservé dans une solution de Gilson pendant deux semaines afin de dissocier les ovocytes. Le comptage des œufs dissociés a été réalisé sous la loupe binoculaire dans une cuve de Dollfus.

VI – ETUDE DU REGIME ALIMENTAIRE

Pour cette étude, les poissons étaient récupérés le matin très tôt. Après la mesure et la pesé des individus, la partie comprise entre l'œsophage et la première boucle intestinale (bulbe stomacal) (KRAÏEM, 1979) de chaque poisson a été détachée et conservée dans une solution de formaldéhyde à 5% neutralisée avec du carbonate de calcium pour arrêter la digestion post mortem.

Au laboratoire, les estomacs sont lavés, leurs contenus sont extraits, puis examinés à la loupe binoculaire. Chez le Barbeau, les proies ingérées sont plus au moins fortement fragmentées, ce qui rend parfois difficile leur dénombrement et leur identification. C'est pourquoi, une bonne connaissance du benthos naturel est indispensable, non seulement pour l'identification des proies mais aussi pour mettre en évidence les préférences alimentaires du Barbeau.

Ainsi, les échantillons de la faune ont été prélevés au moment des pêches selon les méthodes décrites par LAMOTTE & BOURLIERE (1971).

La détermination de la faune ingérée et celle du milieu a été réalisée à l'aide de la diagnose de BERTRAND (1954) et TACHET & al (1980).

Cette détermination a été étudiée à un niveau taxonomique allant jusqu'à la famille ou le genre parfois l'espèce, selon l'état de conservation

Méthodes d'analyse des contenus stomacaux.

Les méthodes utilisées pour l'analyse des contenus stomacaux sont celles décrites par HYNES (1950) :

VI - 1 – Coefficient de vacuité (C.V) :

C'est le rapport en pourcentage entre le nombre d'estomacs vides (E.V) et le nombre d'estomacs examinés (E.E)

$$C.V = \frac{E.V}{E.E} \times 100$$

VI - 2 – Abondance relative (Ar) :

C'est le nombre d'une proie donnée (N.P) par rapport au nombre total des proies (T.P) en pourcentage.

$$Ar = \frac{N.P}{T.P} \times 100$$

6 - 3 – Coefficient d'occurrence (C.O) :

C'est le pourcentage d'estomacs dans lesquels une proie ou catégorie de proie est présente (E.P) par rapport aux estomacs examinés (E.E)

$$C.O = \frac{E.P}{E.E} \times 100$$

6 - 4 – Coefficient volumétrique (I.V) :

C'est le rapport en pourcentage du volume d'une catégorie de proie (V.P) sur le volume total des proies consommées (V.T).

$$I.V = \frac{V.P}{V.T} \times 100$$

Le volume V.P est estimé par la différence de niveau d'une colonne d'eau distillée placée dans une seringue graduée

Afin de pouvoir comparer l'importance prise par une catégorie de proie dans le régime alimentaire, l'indice alimentaire d'HYNES (1950) a été utilisé.

$$I.A = \frac{\% O.C \times \% I.V}{100}$$

CHAPITRE IV



RESULTATS ET DISCUSSION

A - Facteurs abiotiques

Les variations de la qualité physico-chimique des eaux du réservoir Allal El Fassi ont été établies sur la base des données mensuelles de mars 1996 à février 1998, durant lesquelles ont été effectuées nos campagnes de prélèvements et d'analyses.

1 – température :

Le cycle annuel de la température de l'eau est caractérisé par une seule période d'homothermie (octobre 96 - janvier 97) (figure 9), et une période de stratification thermique (avril 96 - septembre 96), avec un écart thermique entre la surface et le fond de 6 à 8°C. Cette stratification thermique, se traduit par l'installation d'une thermocline, séparant l'épilimnion assez chaud (26 à 28°C) et l'hypolimnion relativement froid (12 à 16°C).

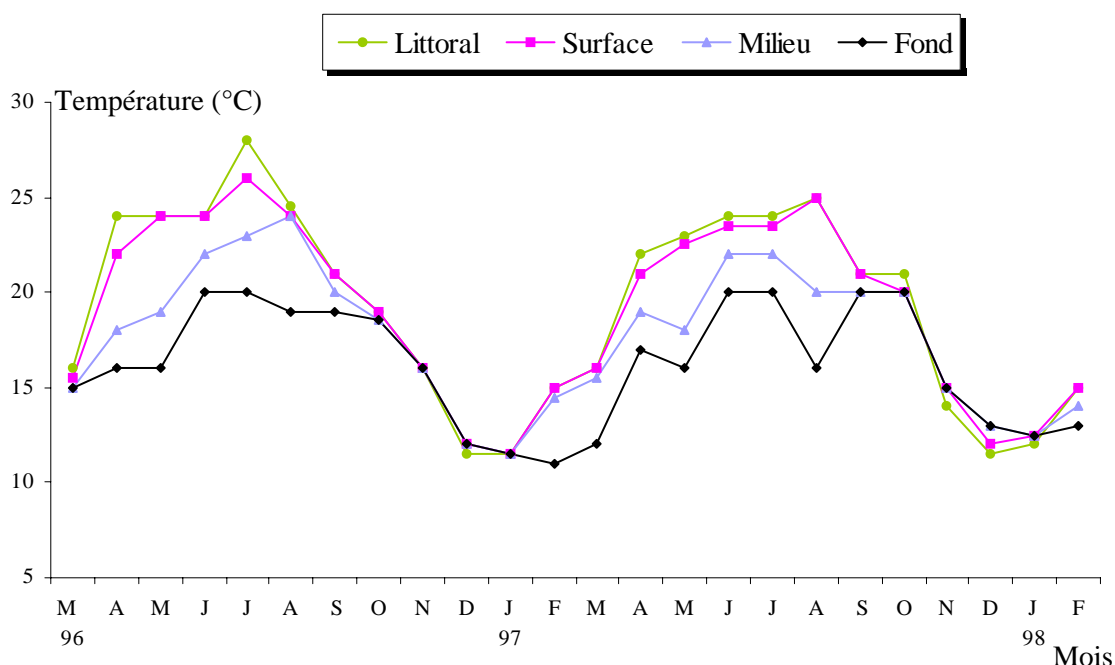


Figure 9 : Variations spatio-temporelles des valeurs de la température au niveau du réservoir Allal El Fassi

Le même phénomène a été constaté durant l'année 97 avec de légères différences par rapport à l'année 96, qui peut s'expliquer par les variations climatiques.

Le régime thermique du réservoir Allal El Fassi, permet de le classer dans la catégorie des lacs monomictiques chauds.

2 – Transparence :

Les valeurs mensuelles de la transparence oscillent entre 0,85 m (décembre 1996) et 2,88 m (janvier 1998) (figure 10). Ces valeurs sont relativement faibles en juillet et novembre 97 ainsi qu'en période de crue (décembre 96, mai, septembre et octobre 97). Elles traduisent l'importance des matières en suspension et le développement de la biomasse phytoplanctonique.

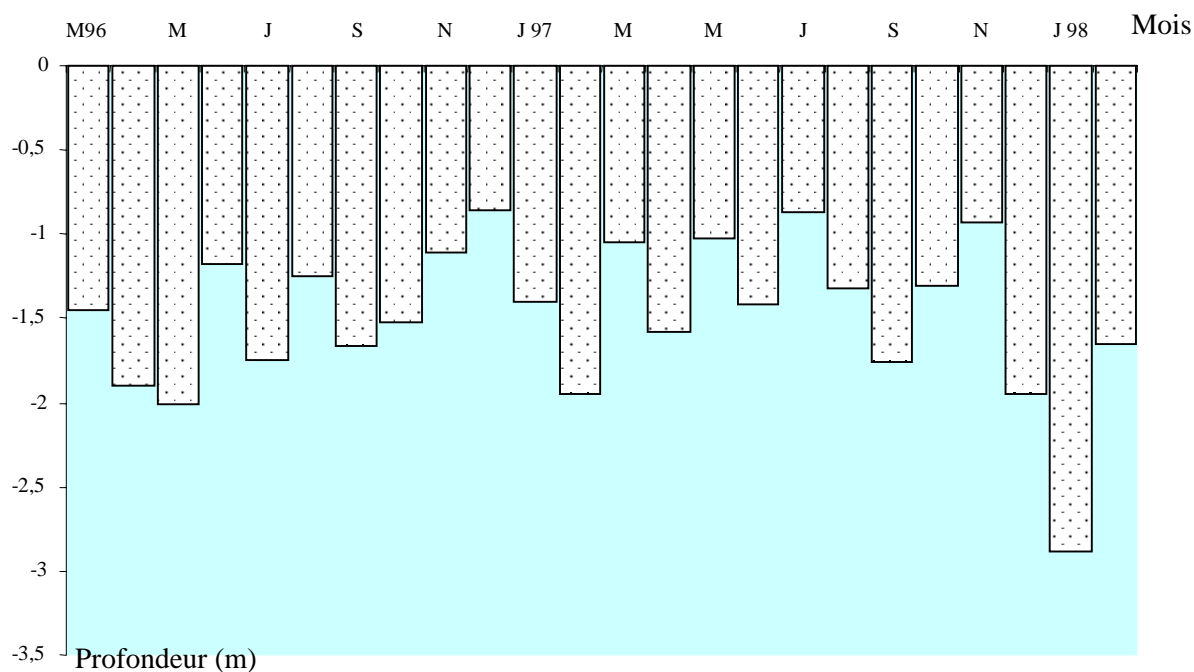


Figure 10 : Variations spatio-temporelles des valeurs de la transparence au niveau du réservoir Allal El Fassi

Les eaux du réservoir Allal El Fassi sont turbide. Cette turbidité peut être nuisible pour les poissons si elle est due aux matières en suspension. En effet, une quantité importante de matières en suspension peut colmater les branchies des frayères et les œufs de poisson, ceci peut causer la régression de la faune piscicole. Toutefois, cette turbidité peut présenter en même temps un avantage pour les alevins d'échapper aux chasseurs à vue. Si la turbidité est due aux phytoplancton, elle provoquera le développement du zooplancton qui sera utilisé par le poisson.

3 – Conductivité :

Les valeurs de la conductivité varient de 385 $\mu\text{S cm}^{-1}$ au mois d'avril 1996 à 650 $\mu\text{S cm}^{-1}$ au mois de novembre 1997 (figure 11). Ces valeurs sont homogènes sur toute la colonne d'eau et traduisent une faible minéralisation des eaux du réservoir.

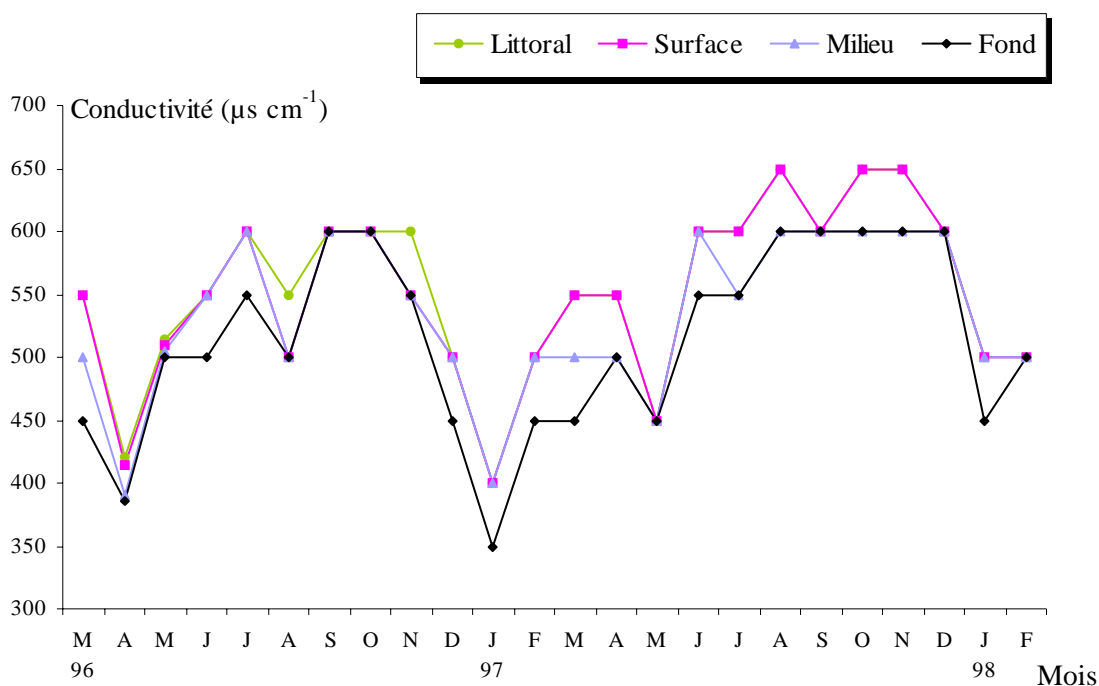


Figure 11 : Variations spatio-temporelles des valeurs de la conductivité au niveau du réservoir Allal El Fassi

4 - Oxygène dissous :

Les concentrations d’oxygène dissous varient de 5,44 mg l⁻¹ (novembre 96) à 11,84 mg l⁻¹ (février 98) (figure 12).

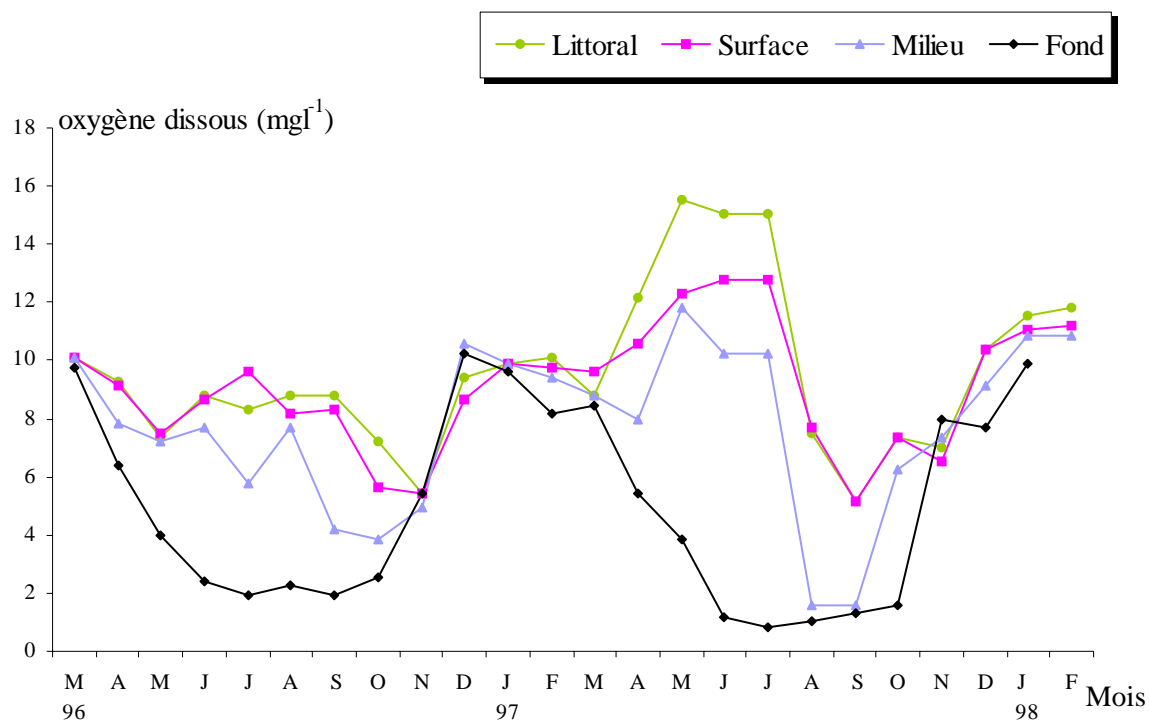


Figure 12 : Variations spatio-temporelles des concentrations de l’oxygène dissous au niveau du réservoir Allal El Fassi

Comme pour la température, nous avons constaté une période d’homogénéisation de la masse d’eau. En période de stratification, un déficit en oxygène dissous a été constaté au fond de la colonne d’eau (0,8 mg l⁻¹). De même, la différence de concentration entre la surface et le fond a atteint 8,48 mg l⁻¹ (mai 97), qui avait pour conséquence l’installation d’une chimiocline.

5 – pH :

Les valeurs du pH varient de 6,4 au fond de la colonne d'eau (septembre 1996) à 8,14 en surface (septembre 1997) (figure 13). Les valeurs les plus élevées ont été enregistrées au mois de septembre 1997, et sont probablement dues à une intense activité photosynthétique.

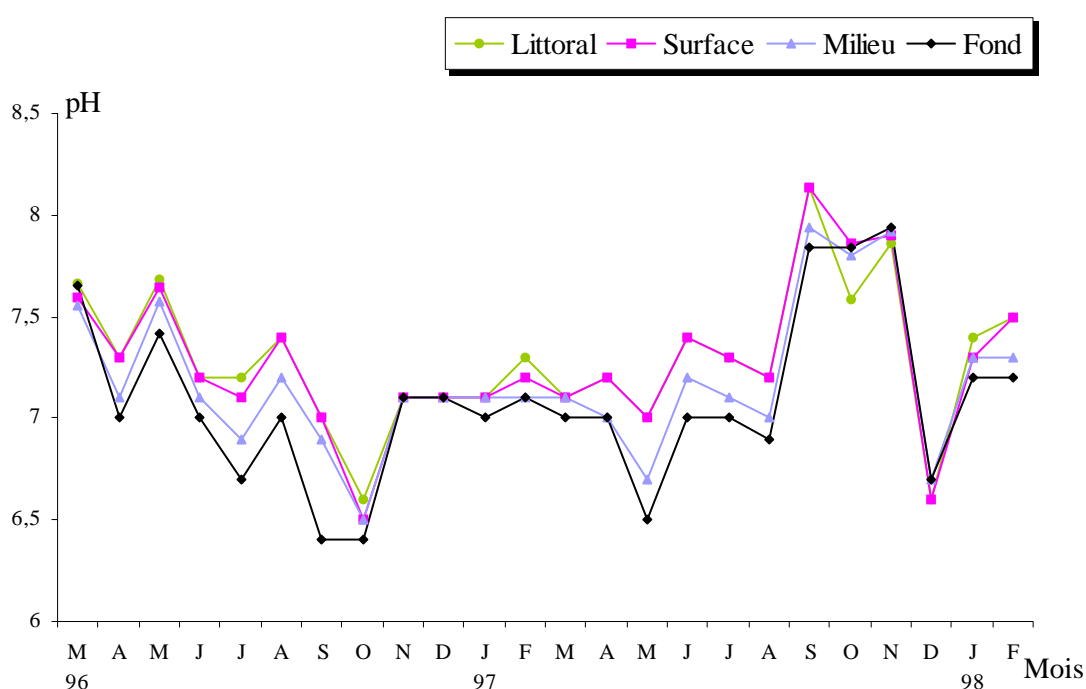


Figure 13 : Variations spatio-temporelles des valeurs de l'oxygène dissous au niveau du réservoir Allal El Fassi

6 – Calcium :

Les concentrations en ions Ca^{++} varient de 25,65 mg l^{-1} en surface au mois de mars 1996 à 125 mg l^{-1} en surface au mois d'avril 1997 (figure 14). Ces valeurs traduisent le caractère calcaire du bassin versant qui confère à l'eau sa nature

bicarbonatée calcite. Toutefois, nous avons observé des valeurs élevées au fond de la colonne d'eau en octobre et septembre 1997 qui sont liées aux crues.

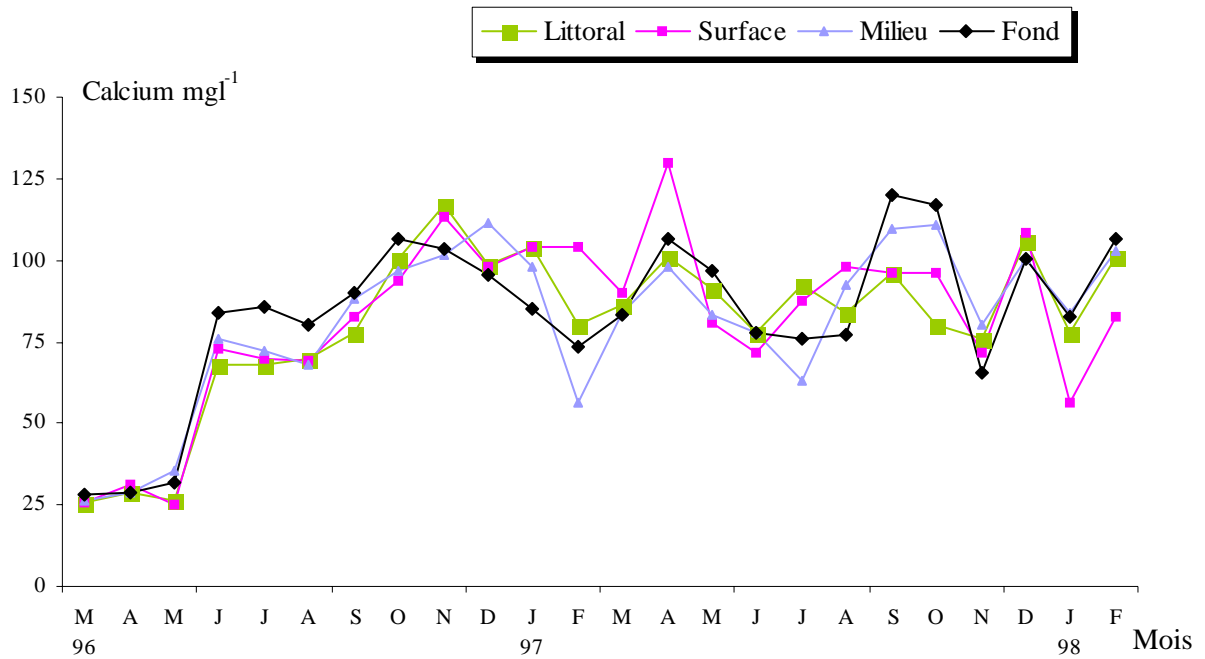


Figure 14 : Variations spatio-temporelles des concentrations du calcium au niveau du réservoir Allal El Fassi

7 – Magnésium :

Les concentrations en ions Mg^{++} varient de $0,12 \text{ mg l}^{-1}$ au fond au mois d'octobre 1996 à $80,54 \text{ mg l}^{-1}$ au littoral au mois d'octobre 1997 (figure 15). De la même manière que le calcium, les brusques élévations des valeurs de magnésium survenues le mois de septembre et octobre 1997 (80 mg l^{-1}) sont tributaires des apports des crues.

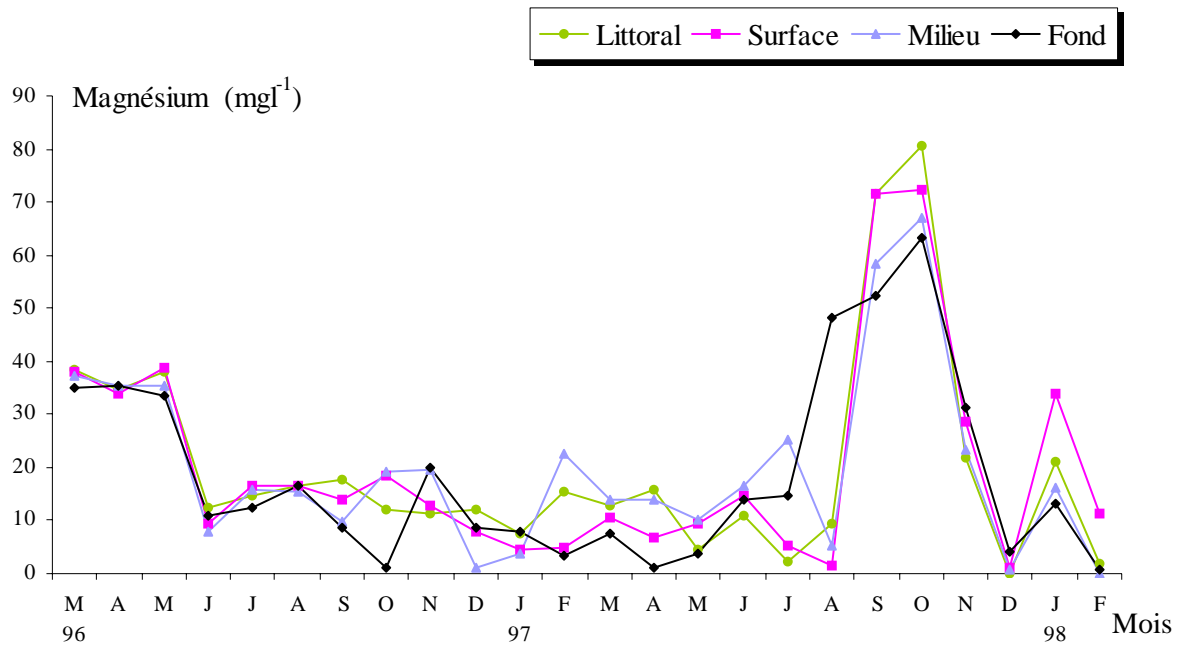


Figure 15 : Variations spatio-temporelles des concentrations du magnésium au niveau du réservoir Allal El Fassi

8 - Conclusion

Les eaux du réservoir présentent une stratification thermique et chimique durant 6 mois de chaque année. Les mêmes résultats ont été enregistrés par BOUHHADIOUI (1997). Nous retenons que le réservoir est de type monomictique chaud et que la presque anoxie du fond, peut être critique pour la survie des *Cyprinidés* (BREMOND & PERRODON, 1979).

Les faibles valeurs de la transparence des eaux montrent que les eaux du réservoir sont turbides.

Les valeurs du pH témoignent d'un milieu moyennement alcalin, favorable pour la vie piscicole (NISBET & VERNEAUX, 1970).

L'étude des éléments biogènes (azote et phosphore total), réalisé par RAOUI (2001) durant la même période d'étude, montre que le rapport massique N/P varie entre 47 et 184 permettant de classer le réservoir parmi les milieux oligo-mesotrophes.

B - FAUNE PISCICOLE

1- INVENTAIRE :

Les résultats des pêches ont permis d'inventorier 2 espèces de poissons autochtones : *Barbus (Barbus) callensis* et *Barbus (Labeobarbus) fritschi*. Faisant référence aux rapports scientifiques de C.N.H.P (1995) et à la littérature trois autres espèces ont été signalées dans ce milieu, mais elles n'ont pas été capturées lors de nos pêches. Il s'agit de la carpe commune (*Cyprinus carpio L*), poisson d'origine asiatique, introduit au Maroc en 1924 (GRUVEL, 1932) en provenance de la région parisienne. Cette espèce s'est acclimatée aux eaux douces marocaines et elle a été retrouvée dans le réservoir. La 2^{ème} espèce est l'anguille (*Anguilla.anguilla*) poisson migrateur autochtone du Maroc, la 3^{ème} est la Gambusie (*Gambusia affinis*).

Ainsi, l'ichtyofaune du réservoir Allal El Fassi est composé de 5 espèces appartenant à deux familles : la famille des *Cyprinidés* et la famille des *Anguillidés*. Il s'agit de :

- le Barbeau commun : *Barbus (Barbus) callensis* (VALENCIENNE, 1842).
- le Labeobarbeau de fritsch : *Barbus (Labeobarbus) fritschi* (GÜNTHER, 1874).
- la Carpe commune : *Cyprinus carpio L.* (LINNÉ, 1758).
- l'Anguille : *Anguilla anguilla L.* (LINNÉ, 1758).
- La Gambusie : *Gambusia affinis* (BAIRD & GIRARD, 1853)

Dans notre recherche nous nous sommes limités à l'étude du Barbeau vu son abondance au niveau du réservoir. Ainsi, nous avons capturé 722 individus de *Barbus callensis* (sexes réunis) et 598 individus de *Barbus fritschi* uniquement femelle, aucun mâle de cette espèce n'a été capturé durant nos deux années d'étude.

2 - STRUCTURE DU PEUPLEMENT PISCICOLE

2 - 1 – Fréquence dans les captures

Le *Barbus callensis* occupe la première place, sa fréquence dans les captures est de 100%, celle de *Barbus fritschi* est de 91%. En effet, *B callensis* est présent dans toutes les captures, quant au *B. fritschi*, il est absent au mois de décembre lorsque la température chute à 11°C. Cette absence peut être due à sa migration en amont ou à son hibernation au fond du réservoir.

2 - 2 – Dénombrement des espèces capturées.

Nous avons constaté que *Barbus callensis* est l'espèce la plus abondante en nombre avec 54,70% par rapport à *Barbus fritschi*, qui est représenté seulement par 45,30% (figure 16).

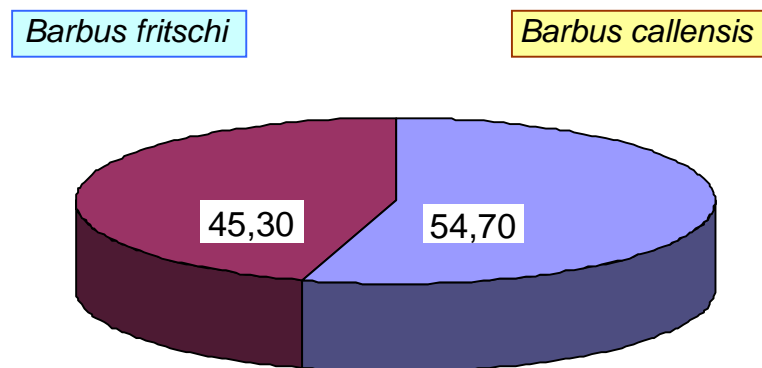


Figure 16 : Abondances relatives en nombre des espèces capturées au niveau du réservoir Allal El Fassi

2 - 3 – biomasse des espèces capturées

Le *Barbus callensis* est l'espèce la plus abondante en biomasse avec 63,08%, *Barbus fritschi* présente une biomasse de 36,91% (figure 17).

La différence en biomasse entre les deux espèces est due uniquement au fait que *B. callensis* présente un grand nombre d'individus par rapport au *B. fritschi*, puisque *B. fritschi* présente une masse plus importante que *B. callensis* à taille égale.

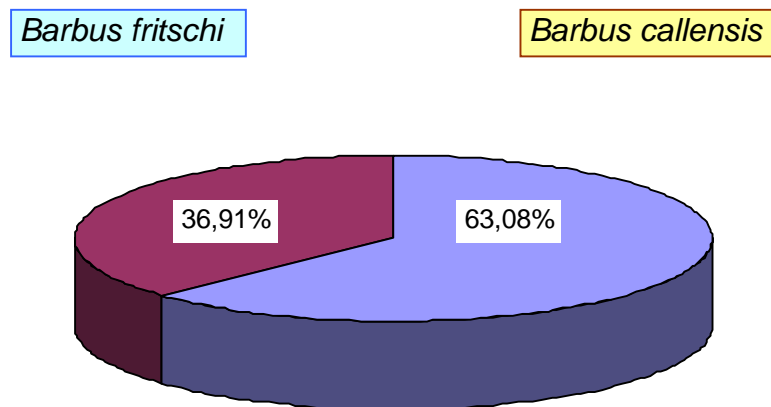


Figure 17 : Pourcentage des biomasses des espèces capturées au niveau du réservoir Allal El Fassi

3 - SYSTEMATIQUE

La systématique des espèces de poissons est basée surtout sur leurs caractères morphologiques et anatomiques. La détermination des espèces a été réalisée à l'aide de la diagnose de BENT et PRESBEN (1991) et confirmée par BENABID chercheur au C.N.H.P Azrou.

Ainsi, les espèces de notre milieu d'étude appartiennent à :

Classe : *Osteichthyens*.

Sous classe : *Téléostéens*.

Ordre : *Cypriniformes*.

Famille : *Cyprinidae*.

Sous famille : *Cyprininae* ou *leuciscinae* (ZARDOY & DOADRIO, 1998)

Genre : *Barbus* (CUVIER, 1817)

Sous genre : *Barbus* ou *Luciobarbus* (DOADRIO, 1990)

Espèce : *Barbus (Barbus) callensis* (VALENCIENNE, 1842)

Pour le sous genre *Labeobarbus*

Classe : *Osteichthyens*.

Sous classe : *Téléostéens*.

Ordre : *Cypriniformes*.

Famille : *Cyprinidae*.

Genre : *Barbus* (CUVIER, 1817)

Sous genre : *Labeobarbus*

Espèce : *Barbus (Labeobarbus) fritschi* (GÜNTHER, 1874)

4 - DIAGNOSE

- *Barbus (Barbus) callensis* : (planche 4)

* Le dos est brun olivâtre ;

* Le ventre est jaunâtre ;

* La ligne latérale est discontinue ;

* La nageoire dorsale est concave, son dernier rayon est denticulé ;

* Les écailles sont cycloïdes avec des stries divergentes.



Planche 4 : *Barbus (Barbus) callensis* (VALENCIENNE, 1842)

- *Barbus (Labeobarbus) fritschi* : (planche 5)

* Le dos est foncé ;

* Le ventre est argenté ;

* La ligne latérale a une couleur noire ;

* Le profil de la nageoire dorsale est rectiligne, le dernier rayon de la nageoire dorsale est simple ;

*Les écailles sont cycloïdes avec des stries parallèles.



Planche 5 : *Barbus (Labeobarbus) fritschi* (GÜNTHER, 1874)

5 - Conclusion

L'étude de la faune piscicole par application de la pêche à filets maillants, a montré que l'espèce la plus dominante est le *Barbus callensis*. Cette espèce présente les mêmes caractéristiques morphologiques que celles observées par BENABID (1990) au niveau de l'oued N'fis et celle trouvée en Algérie (ZOUAKH, 1995) et en Tunisie (KRAÏEM, 1994).

Le *Barbus fritschi* se trouve uniquement au Maroc. La description morphologique de cette espèce correspond à celle étudiée par BENABID (1990) au niveau de l'oued N'fis. Notons aussi sa fuite du réservoir dès que la température chute au-dessous de 12°C.

C - CROISSANCE

1 – Structure de taille des populations

Les figures (18a, 18b, 19a et 19b) illustrent les fréquences des tailles des Barbeaux du réservoir Allal El fassi. Ils montrent que la structure en classe de taille est assez stable, presque les mêmes groupes d'âge sont toujours représentés. Nous remarquons que les histogrammes montrent tous une bonne représentation des individus de 14 à 17 cm chez *Barbus fritschi* et des individus de 16 à 19 cm chez *Barbus callensis*. Ce type de structure est caractéristique de populations jeunes.

Toutefois, nous avons noté des petites variations en fonction des saisons. En effet, durant le printemps des deux années d'études, nous avons constaté la dominance d'une seule classe de taille pour les deux espèces. Il s'agit de la classe de taille 15 cm chez *Barbus fritschi* et 16,5 cm en 96 et 17 cm en 97 chez *Barbus callensis* dont l'abondance coïncide avec la période de reproduction. En automne, c'est la classe de taille 17,5 cm qui domine aussi bien en 1996 qu'en 1997 chez *Barbus callensis*.

Nous avons observé aussi l'absence des poissons de grande taille, probablement dûe à l'exploitation de la population par une pêche intensive (pêcheurs artisanaux), à la sélectivité des filets de pêche et à la difficulté de la capture des poissons de petite taille dans les eaux profondes. Les histogrammes ne nous ont pas permis de déterminer l'âge, ce qui nous a amené à étudier la scalimétrie.

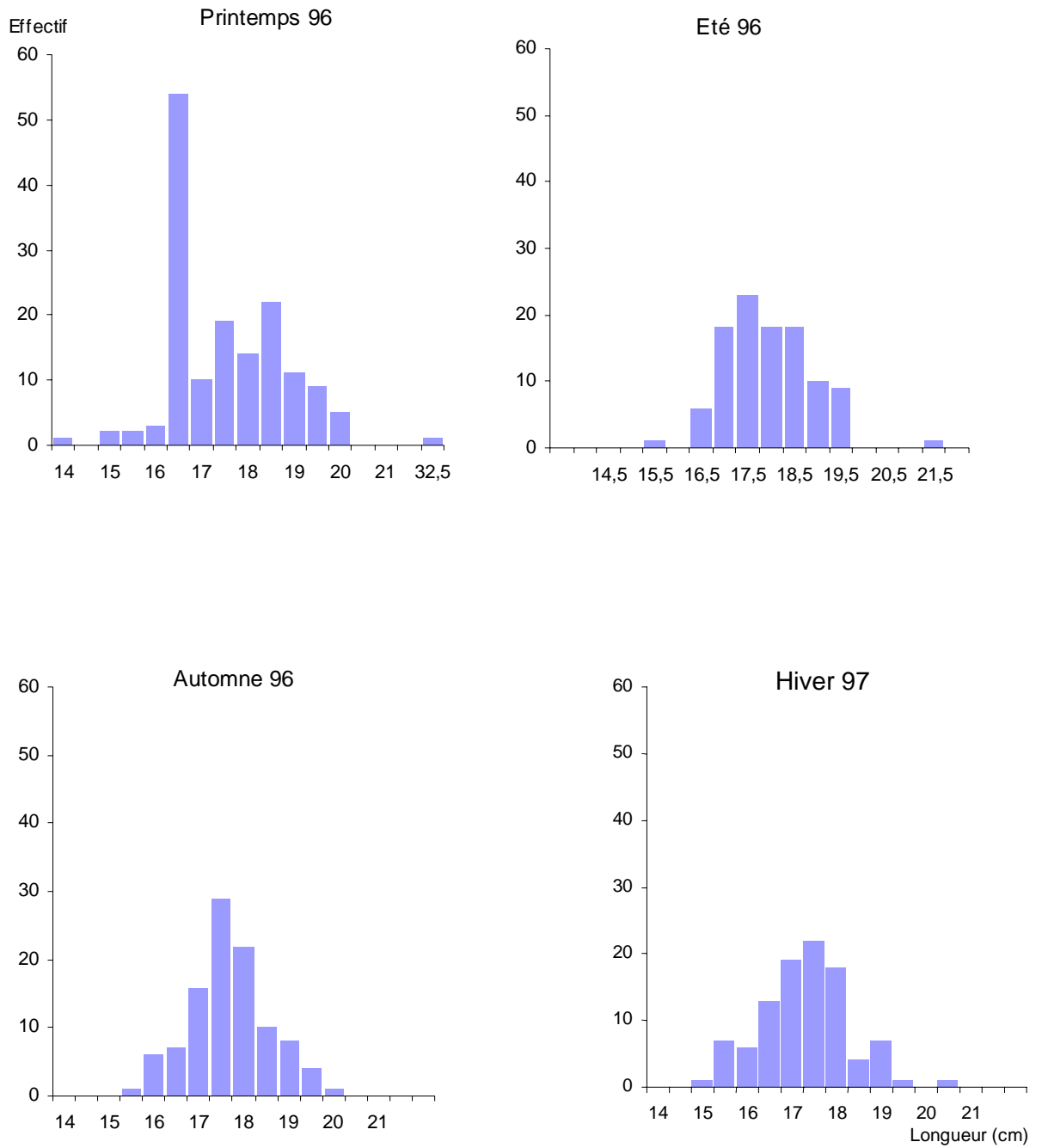


Figure 18a : Structure de taille des populations de *Barbus Callensis* durant 1996

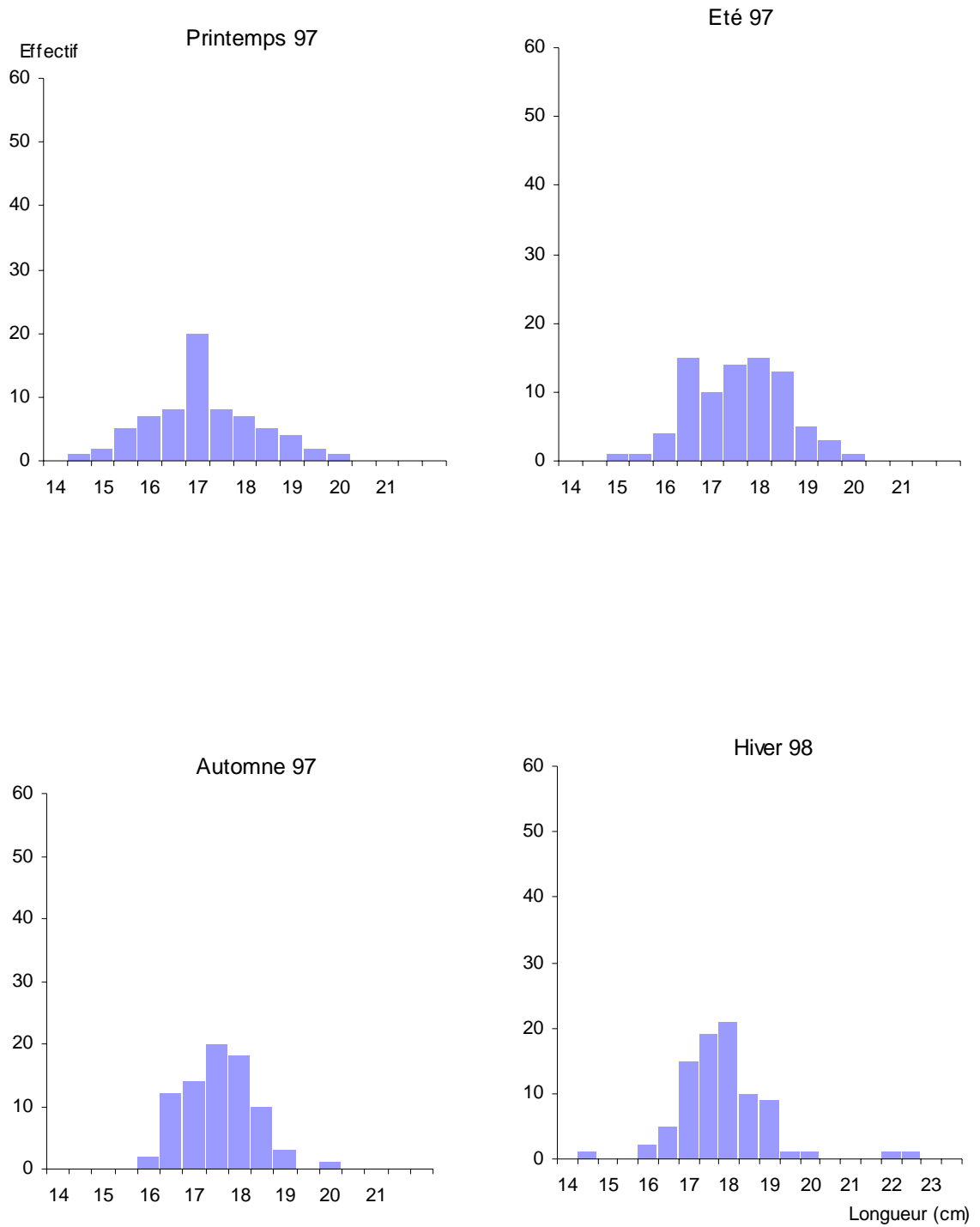


Figure 18b : Structure de taille des populations de *Barbus Callensis* durant 1997

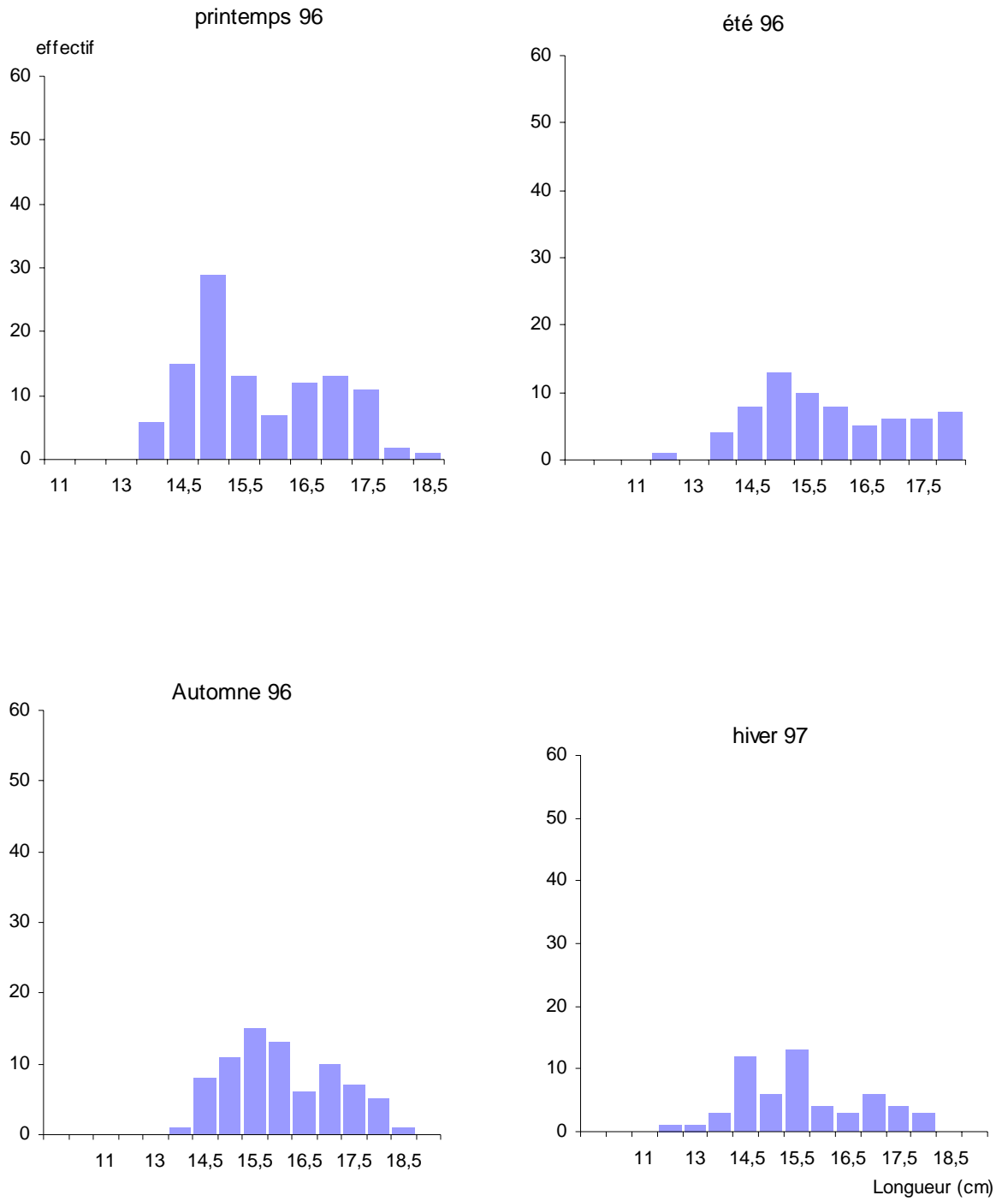


Figure 19a : Structure de taille des populations de *Barbus fritschi* durant 1996

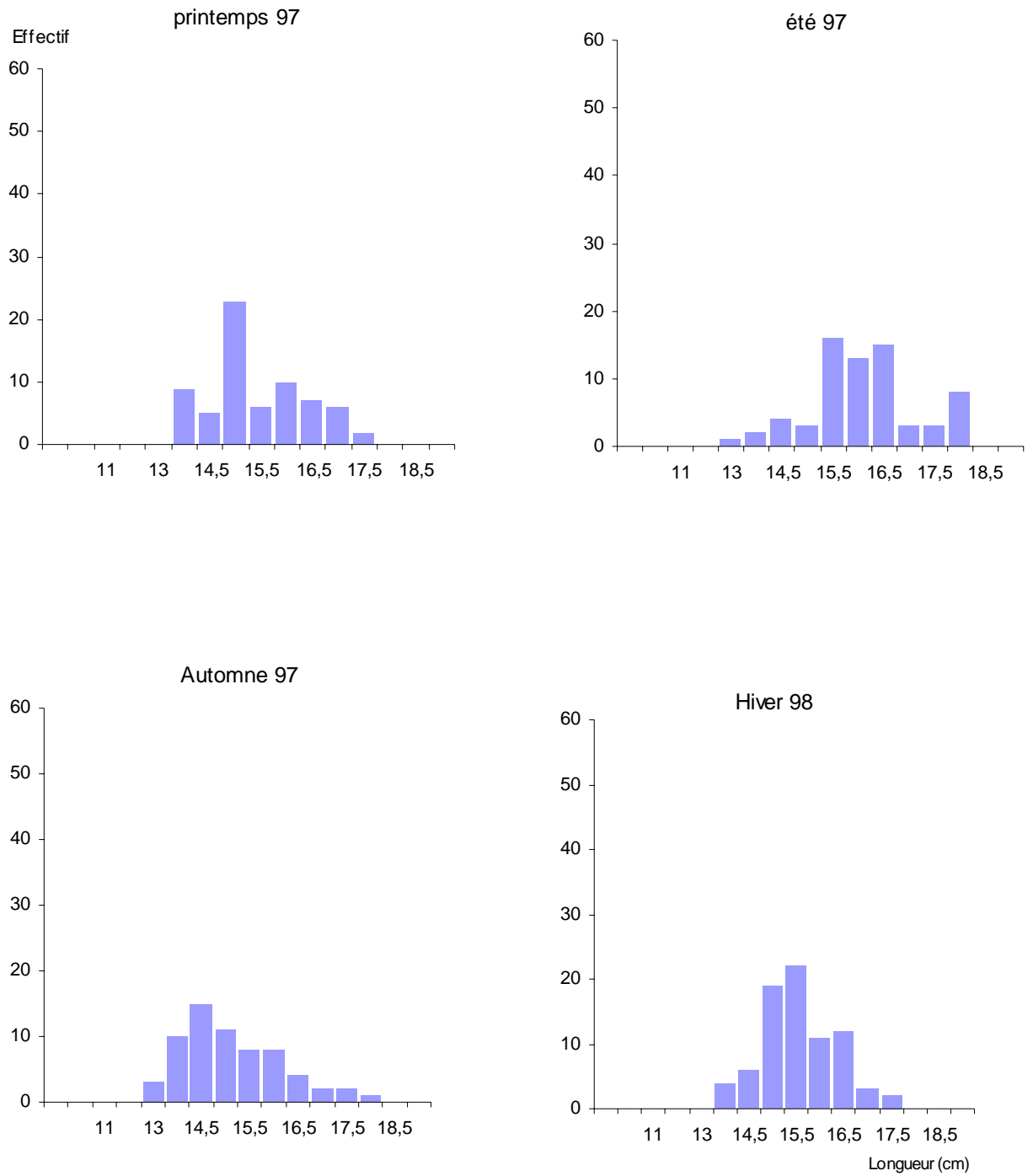


Figure 19b : Structure de taille des populations de *Barbus fritschi* durant 1997

2 – Scalimétrie

2 - 1 - Description des écailles

Les écailles montrent une ornementation superficielle de crêtes concentriques (circuli) formées par le scléroblaste au cours de la croissance de l'écaille. Lorsque celle-ci est rapide, les circuli sont espacés et la zone correspondante est claire ; par contre quand elle est lente, les circuli sont rapprochés et forment un anneau sombre. L'ensemble d'un anneau clair et d'un anneau sombre constitue une zone annuelle de croissance correspondant à une année entière de croissance. Lorsque la croissance s'arrête, la reprise se marque par une ligne de discontinuité nette appelée annulus (figure 8).

Chez *Barbus callensis* et *Barbus fritschi*, les écailles sont de type cycloïde et ressemblent à une lame en forme de cône très aplati (planche 6 et 7). Le noyau est excentrique et déplacé vers le champ antérieur de l'écaille. A partir du foyer, partent des canaux radiaires primaires. Leur nombre varie avec l'espèce, Chez *B fritschi* il y a 5 à 6 radii primaires alors que chez *B callensis*, il y en a 7 à 8. Les radii secondaires prennent naissance à l'extérieur du noyau.

Dans la partie postérieure de l'écaille, les circuli sont plus espacés. Entre deux zones annuelles de croissance se situe l'annulus qui se présente sous forme d'une ligne transparente.

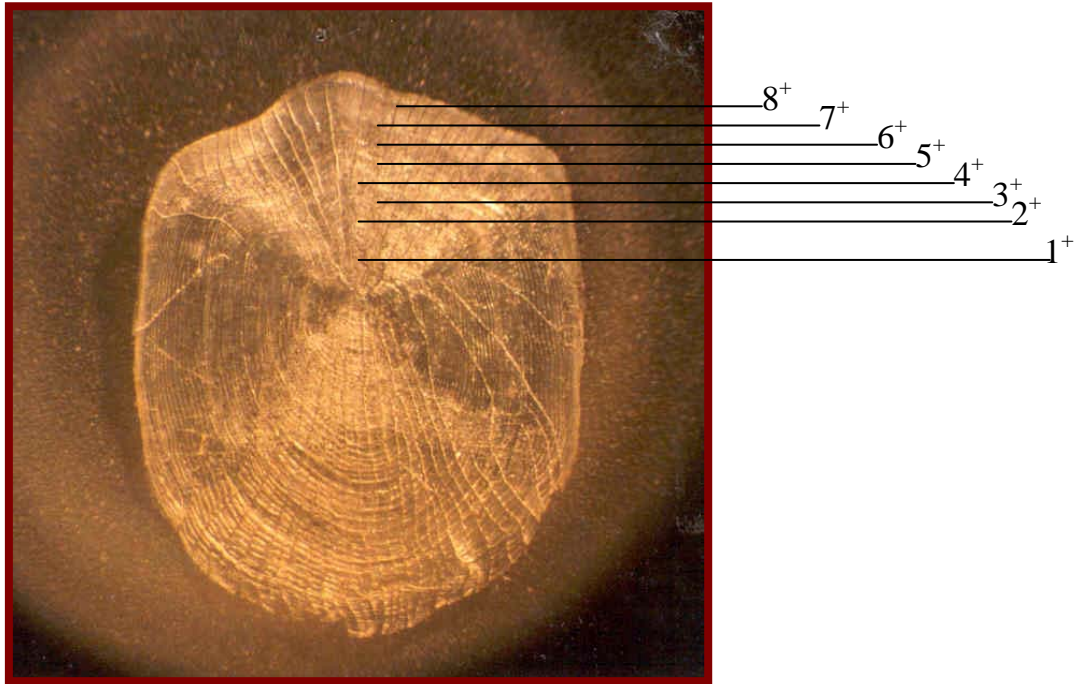


Planche 6 : Ecaille de *Barbus callensis* (X20) individu âgé de 8 ans

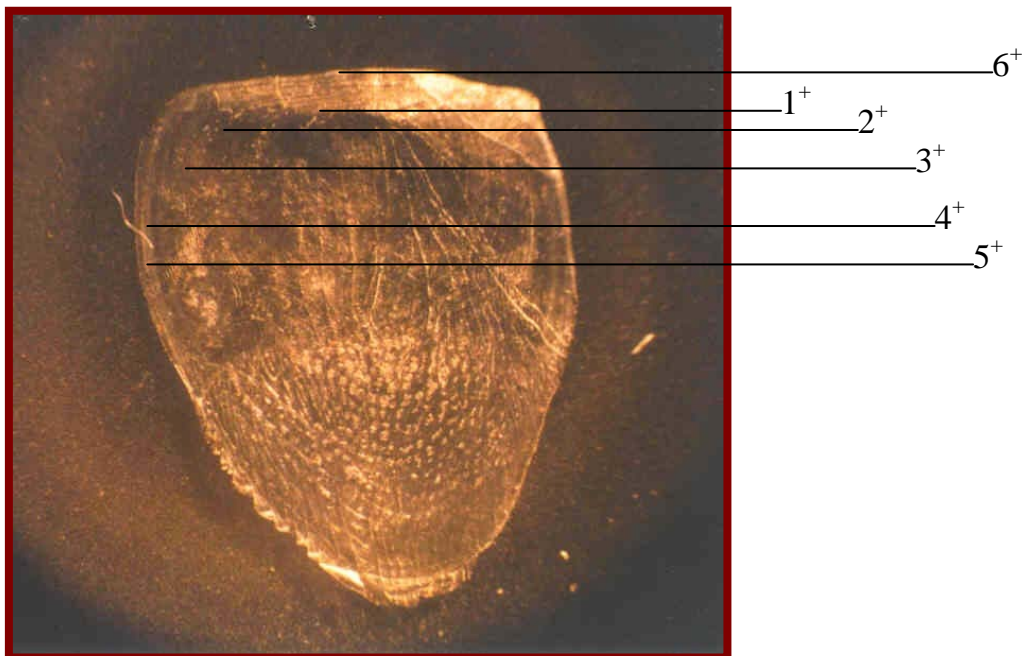
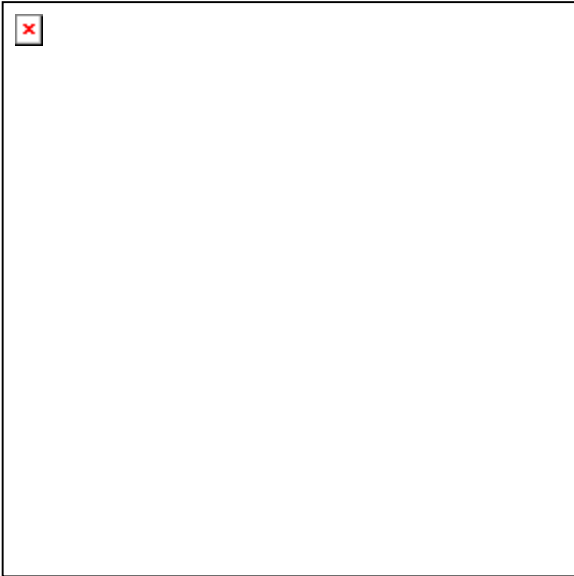


Planche 7 : Ecaille de *Barbus fritschi* (X18) individu âgé de 6 ans



2 - 2 – Lecture des écailles

Grâce à la lecture des écailles, l'âge individuel des poissons a été estimé à partir du nombre d'annuli vrais et désigné par les signes conventionnels I, II, III (TESCH, 1968 in PHILIPPART, 1971). Le chiffre désigne le nombre d'années de croissance entière (nombre d'annuli) et le signe + symbolise la croissance au-delà du dernier annulus.

Nous rappelons que les alevins du groupe 0⁺ et même les juvéniles du groupe I⁺ n'ont pas été capturés, vu l'engin de pêche utilisé.

2 – 3 - Détermination de la période de formation des anneaux d'arrêt de croissance

La variation de l'allongement marginal (AM) moyen des écailles en fonction du temps est représentée par la figure 20. D'après l'analyse de cette figure pour les deux espèces étudiées, nous avons noté un allongement marginal minimal au mois de décembre. Ce dernier correspond à la période de formation de l'anneau d'arrêt de croissance.

Le ralentissement de la croissance observé est dû aux conditions défavorables du milieu. En effet, nous avons enregistré les plus basses températures durant les mois

de décembre et janvier des deux années (11,5°C). Or, la température de l'eau agit directement sur la physiologie de la croissance de la faune piscicole et sur sa reproduction (GERDEAUX, 1985 in POURRIOT & MEYBECK, 1995).

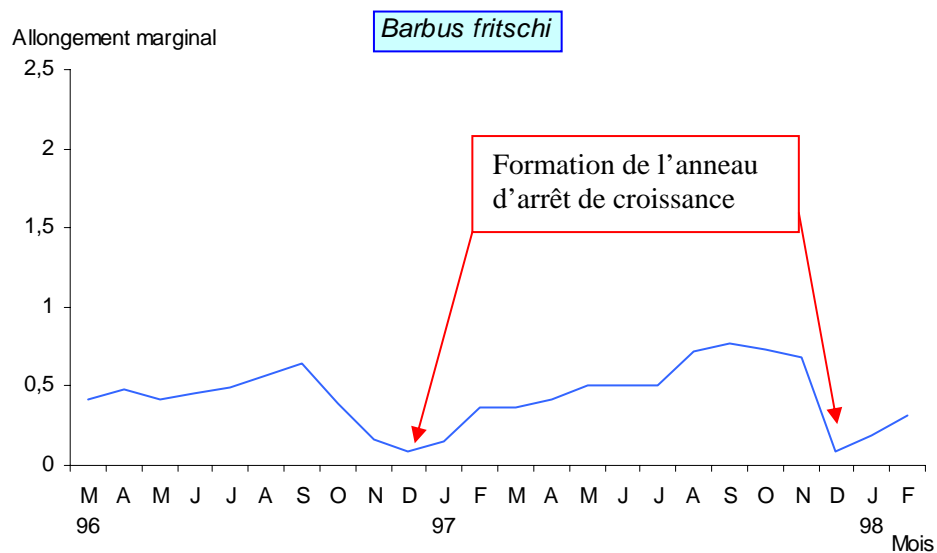
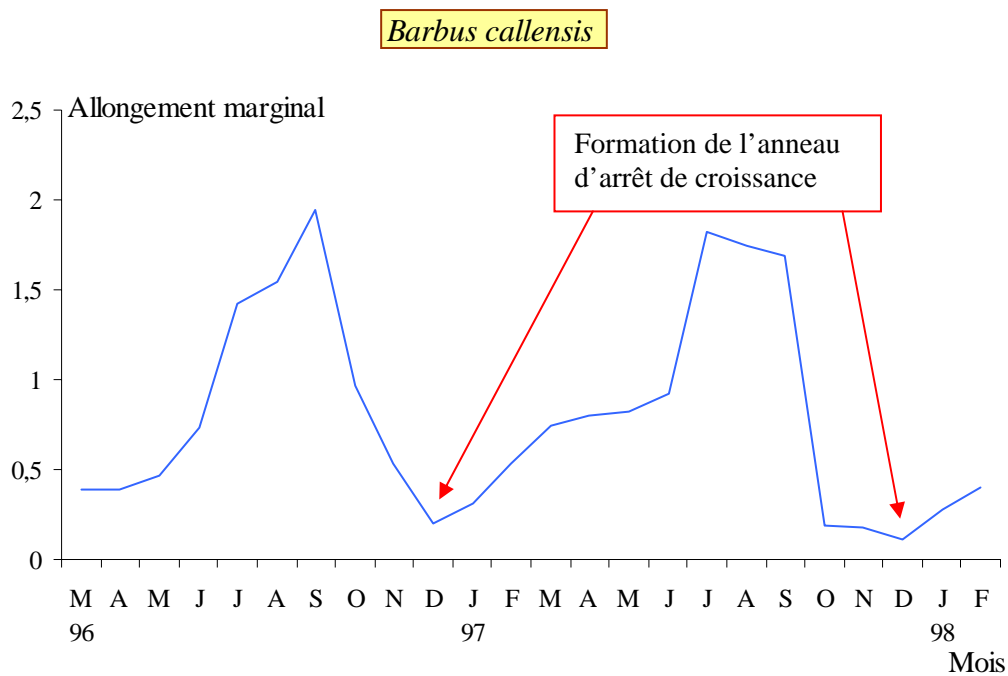


Figure 20 : Variations temporelles de l'allongement marginal des écailles
du Barbeau du réservoir Allal El Fassi

2 - 4 - Détermination de l'âge absolu

Pour déterminer l'âge absolu du Barbeau, il est indispensable de connaître la période de formation des anneaux d'arrêt de croissance ainsi que la période de reproduction. En ce qui concerne les anneaux d'arrêt de croissance, leur formation se produit chaque année au mois de décembre. Pour la période de ponte, nous avons étudié le rapport gonadosomatique et le rapport hépatosomatique. Ainsi, nous avons pu déterminer la période de ponte qui coïncide avec le mois d'avril pour *Barbus callensis* et le mois de mai pour *Barbus fritschi*. C'est la période où la température atteint 14°C à 16°C, nos résultats sont en accord avec ceux de PHILIPPART (1977). Puisque la durée d'incubation des œufs chez le Barbeau est de deux semaines (BENT et PRESBEN, 1991), alors l'éclosion des œufs fécondés aura lieu fin avril ou début mai chez *Barbus callensis* et fin mai ou début juin chez *Barbus fritschi*.

Donc, l'âge du *Barbus callensis* au moment de la formation du premier anneau d'arrêt de croissance est de 7 mois, celui du *Barbus fritschi* est de 8 mois. Par la suite, nous pouvons déduire l'âge absolu de chaque espèce au moment de la formation de chaque anneau d'arrêt de croissance (tableau III). Pour déterminer l'âge exact de chacune des deux espèces, il faut tenir compte de l'intervalle de temps séparant le mois de décembre et la date de capture.

Tableau IIIa : Age des individus au moment de la formation des anneaux
d'arrêt de croissance chez *Barbus callensis*

Classe d'âge	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Groupe d'âge	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII

Age absolu (mois)	7	19	31	43	55	67	79	91	103	115	127	139
-------------------	---	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

Tableau IIIb : Age des individus au moment de la formation des anneaux d'arrêt de croissance chez *Barbus fritschi*

Classe d'âge	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Groupe d'âge	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Age absolu (mois)	8	20	32	44	56	68	80	92	104	116	128	140

3 – Croissance linéaire

3 - 1 - Relation entre les différentes longueurs

Différentes mesures regroupent le terme longueur d'un poisson. Certains auteurs utilisent la longueur fourche (L_F) d'autres la longueur standard (L_{ST}) ou la longueur totale (L_T).

Dans notre étude, nous avons pris la longueur totale, car elle est la moins susceptible de varier avec les observateurs (GOUBIER, 1975). Mais, afin de pouvoir comparer nos résultats avec ceux des autres auteurs, il s'est avéré indispensable d'établir une relation entre L_T avec L_F et L_{ST} .

Pour cela, nous avons déterminé les équations de régression qui lient L_T avec L_F et L_{ST} (Tableau IV). D'après les résultats, nous notons l'existence d'une bonne corrélation entre les différentes longueurs.

Tableau IV : les équations de régression reliant les L_T avec les L_F et L_{ST}

Espèces	Equation de régression	N	Coefficient de corrélation
<i>B.callensis</i> Femelle	$L_F = 0,9058 L_T - 0,4614$ $L_{ST} = 0,8466 L_T - 9,1855$	393	$r = 0,98$ $r = 0,98$
<i>B.callensis</i> Mâle	$L_F = 0,9776 L_T - 12,879$ $L_{ST} = 0,8306 L_T - 5,7608$	329	$r = 0,98$ $r = 0,98$
<i>B.callensis</i> Sexes réunis	$L_F = 0,9433 L_T - 6,8928$ $L_{ST} = 0,8611 L_T - 11,476$	722	$r = 0,99$ $r = 0,98$
<i>B.fritschi</i> femelle	$L_F = 0,9328 L_T - 4,9806$ $L_{ST} = 0,9081 L_T - 18,097$	598	$r = 0,99$ $r = 0,97$

L_{ST} = Longueur standard

L_F = Longueur fourche

L_T = Longueur totale

N = nombre d'individus

3 - 2 - Relation entre la Longueur du poisson et le rayon de l'écaille

La relation entre la longueur du corps des poissons (L_T en mm) et la longueur du rayon antérieur de son écaille (R en mm) est de nature allométrique, (GILES & GIGUERE, 1992) comme le révèle l'analyse du graphique (Figure 21 : a, b, c et d).

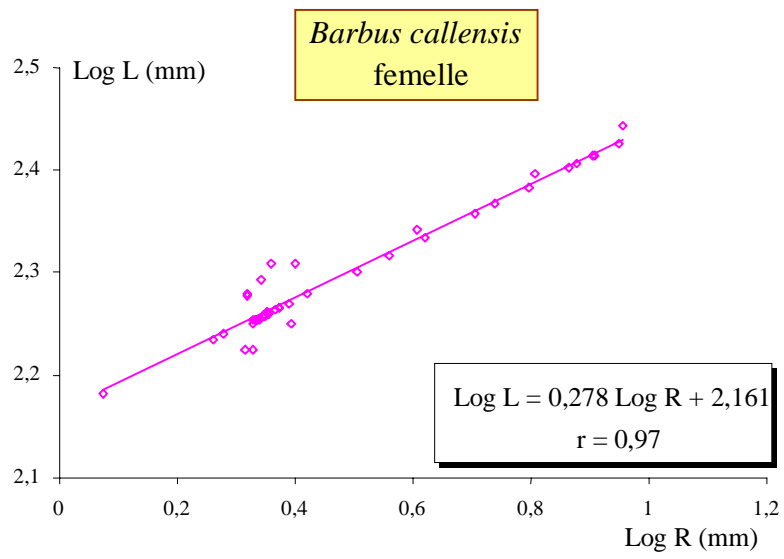


Figure 21a

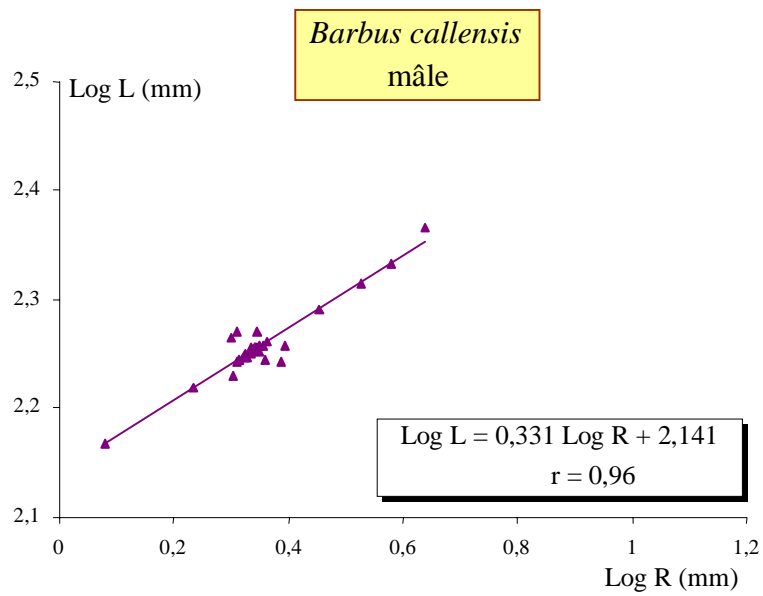


Figure 21b

Figure 21 (a et b) : Relation entre la longueur du poisson et le rayon antérieur de son écaille chez le Barbeau

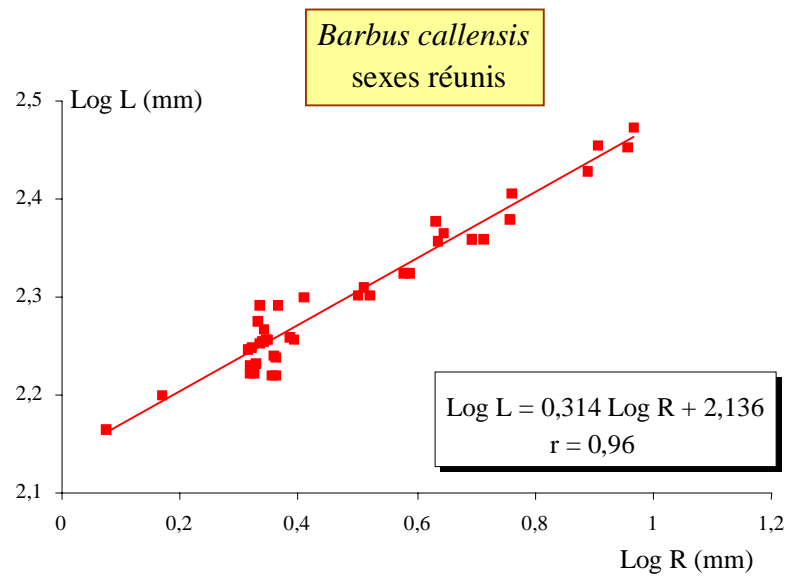


Figure 21c

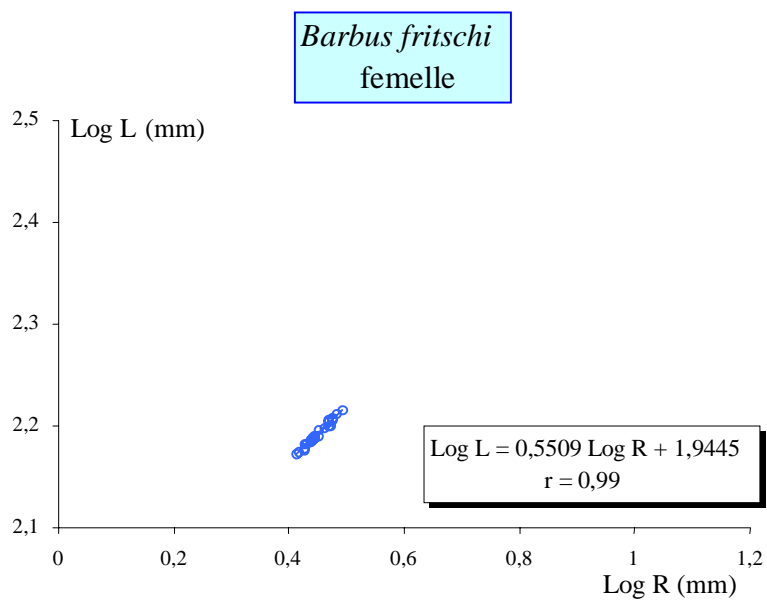


Figure 21d

Figure 21 (c et d) : Relation entre la longueur du poisson et le rayon antérieur de son écaille chez le Barbeau

A partir de ces figures, nous n'avons observé aucune variation de cette relation avec la taille ou l'appartenance à un groupe d'âge. Les équations de régression de la relation entre la longueur totale et le rayon antérieur de l'écaïlle, sont groupées dans le tableau V.

Tableau V : Equation de régression de la relation entre la longueur totale (mm)
et le rayon antérieur de l'écaïlle (mm)

ESPECES	EQUATION DE REGRESSION	r	N
<i>B.callensis</i> (femelle)	$\text{Log L} = 0,278 \text{ Log R} + 2,161$	0,97	393
<i>B.callensis</i> (mâle)	$\text{Log L} = 0,331 \text{ Log R} + 2,141$	0,96	329
<i>B.callensis</i> (sexes réunis)	$\text{Log L} = 0,324 \text{ Log R} + 2,136$	0,96	722
<i>B.fritshi</i> (femelle)	$\text{Log L} = 0,551 \text{ Log R} + 1,944$	0,99	598

(N = Nombre d'individus et r = Coefficient de corrélation)

La comparaison des pentes des droites de régression de cette relation a été effectuée par le test de covariance ($P > 0,05$). Chez *Barbus callensis*, la relation entre la taille et le rayon antérieur de l'écaïlle n'est pas significativement différente selon les sexes. Les mêmes résultats ont été enregistrés par ESCOT et al (1999) chez *Barbus sclateri*.

4 – Rétrocalcul

Pour l'étude de la croissance linéaire rétrocalculée, les coefficients de régression de la relation longueur du poisson et longueur du rayon antérieur de l'écaïlle sont introduits dans la formule : $\text{Log Ln} = \text{Log L} + a (\text{Log Rn} - \text{Log R})$.

Appliquée au Barbeau du réservoir Allal El Fassi, cette formule devient :

$$B.callensis \text{ (femelle)} : \quad \text{Log } L_n = \text{Log } L + 0,278 (\text{Log } R_n - \text{Log } R)$$

$$B.callensis \text{ (mâle)} : \quad \text{Log } L_n = \text{Log } L + 0,331 (\text{Log } R_n - \text{Log } R)$$

$$B.callensis \text{ (sexes réunis)} : \quad \text{Log } L_n = \text{Log } L + 0,324 (\text{Log } R_n - \text{Log } R)$$

$$B.fritschi \text{ (femelle)} : \quad \text{Log } L_n = \text{Log } L + 0,551 (\text{Log } R_n - \text{Log } R)$$

Les longueurs totales calculées à partir de cette formule sont groupées dans les tableaux VI (a, b, et c). La croissance linéaire mesurée à divers âges a permis de calculer l'accroissement linéaire moyen annuel (C) et la vitesse spécifique de croissance (V.S.C.) établie par RICKER en 1958 dont les formules sont :

$$C = L_n - L_{n-1}$$

$$V S C = \frac{L_n - L_{n-1}}{L_{n-1}} \times 100$$

Avec L_n et L_{n-1} représentant respectivement les longueurs annuelles rétrocalculées aux temps n et $n-1$ exprimés en années.

Tableau VIa : Croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau : *Barbus callensis* femelle.

Classe d'âge	Groupe D'âge	Longueurs moyennes observées en mm	Longueurs moyennes rétrocalculées														
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1997	I																
1996	II																
1995	III	171,51	51,38	79,23	102,1												
1994	IV	186,21	54,1	82,12	119,9	136,6											
1993	V	200,41	50,5	80,64	117,9	138,5	159,3										
1992	VI	214	47,19	79,54	113	127,5	154,7	176,9									
1991	VII	227,86	42,45	87,25	113,3	123,6	151,4	174,9	194,9								
1990	VIII	233,06	42,96	81,45	113,5	114,9	139,8	170,5	195,6	210,2							
1989	IX	243,42	44,16	82,56	116,5	130,7	148,8	173,5	193,1	209,8	225,5						
1988	X	254,43	46,09	85,23	117,3	133,7	150,4	172,9	192,5	208,6	224,7	238,1					
1987	XI	259,5	58,09	94,32	122,6	133,6	152,4	175,4	187	206,1	223,6	237,8	250,4				
1986	XII	267,54	64,13	97,65	121,1	136,3	161,3	176,9	194,2	213,2	228,7	240,5	252,1	263,5			
Nombre de rétrocalculés			393	393	393	388	355	212	86	24	10	6	3	2			
Longueurs moyennes annuelles rétrocalculées (mm)			50,12	85	115,7	130,6	152,3	174,4	192,9	209,9	225,6	238,8	251,3	263,5			
Ecart-type			7,05	6,33	5,83	7,54	6,62	2,29	3,1	2,58	2,18	1,48	1,25				
Accroissements en longueurs moyennes annuelles (mm)			64,61	34,88	30,7	14,89	21,66	22,18	18,44	16,74	16	13,24	12,41	12,2			
Vitesse spécifique de croissance				69,59	36,12	12,87	16,59	14,57	10,57	8,67	7,63	5,86	5,19	4,85			

Tableau VIb : Croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau : *Barbus callensis* mâle.

Classe d'âge	Groupe D'âge	Longueurs moyennes observées en mm	Longueurs moyennes rétrocalculées														
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X					
1997	I																
1996	II	135,07	32,76	50,74													
1995	III	147,05	39,36	83,88	108,56												
1994	IV	166,13	41,73	79,59	104,27	126,84											
1993	V	175,72	50,16	70,76	95,43	133,27	146,58										
1992	VI	187,1	42,64	79,88	104,56	127,81	136,37	157,32									
1991	VII	195,44	40,11	82,14	106,82	124,64	140,93	162,45	178,45								
1990	VIII	206,65	47,40	86,33	107,36	130,45	142,81	163,62	180,77	197,08							
1989	IX	215,09	46,33	84,11	108,79	131,91	140,06	164,49	181,68	198,4	210,5						
1988	X	225,5	48,76	88,20	109,92	136,72	145,98	162,82	179,15	190,9	208,45	222,54					
Nombre de rétrocalculés			329	329	327	323	276	156	67	22	4	1					
Longueurs moyennes annuelles rétrocalculées (mm)			43,25	78,41	105,72	130,23	142,12	162,14	180,01	195,46	209,48	222,54					
Ecart-type			5,49	11,52	4,60	4,13	3,84	2,80	1,47	4,00	1,44						
Accroissements en longueurs moyennes annuelles (mm)			43,24	35,16	27,30	24,51	11,89	20,02	17,87	15,44	14,01	13,06					
Vitesse spécifique de croissance				81,29	34,82	23,18	9,12	14,08	11,02	8,58	7,17	6,23					

Tableau VI c : Croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau :
Barbus callensis sexes réunis.

Classe D'âge	Groupe D'âge	Longueurs moyennes observées en mm	Longueurs moyennes rétrocalculées														
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1997	I																
1996	II	135,07	32,76	50,74													
1995	III	159,28	45,37	81,55	105,31												
1994	IV	176,17	47,91	80,85	112,07	131,71											
1993	V	188,07	50,38	75,70	106,65	135,9	152,91										
1992	VI	200,55	44,92	79,71	108,76	127,66	145,55	167,11									
1991	VII	211,65	41,28	84,69	110,04	124,11	146,14	168,67	186,65								
1990	VIII	219,86	45,18	83,89	110,45	122,66	141,32	167,08	188,18	203,66							
1989	IX	229,26	45,24	83,33	112,67	131,29	144,41	169,02	187,4	204,12	225,48						
1988	X	239,97	47,42	86,71	113,59	135,21	148,17	167,86	185,8	199,74	224,71	238,14					
1987	XI	259,5	58,09	94,32	122,56	133,58	152,43	175,39	186,98	206,13	223,56	237,84	250,4				
1986	XII	267,54	64,13	97,65	121,12	136,25	161,28	176,88	194,21	213,24	228,65	240,54	252,1	263,5			
Nombre de rétrocalculés			722	722	720	711	631	368	153	46	14	7	3	2			
Longueurs moyennes annuelles rétrocalculées (mm)			47,52	81,74	112,32	130,93	149,03	170,28	188,2	205,38	225,6	238,84	251,25	263,5			
Ecat-type			8,21	12,0	5,64	5,05	6,30	4,08	3,04	4,96	2,18	1,47	1,20				
Accroissements en longueurs moyennes annuelles (mm)			61,39	34,22	30,57	18,61	18,09	21,25	17,91	17,17	20,22	13,24	12,41	12,25			
Vitesse spécifique de croissance				72,02	37,40	16,56	13,82	14,26	10,52	9,12	9,84	5,86	5,19	4,87			

Tableau VI d : croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau :
Barbus fritschi femelle.

Classe d'âge	Groupe D'âge	Longueurs moyennes observées en mm	Longueurs moyennes rétrocalculées														
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1997	I																
1996	II																
1995	III	137,97	49,57	75,25	105,4												
1994	IV	141,12	50,32	81,65	106,9	118,7											
1993	V	145,99	51,23	80,65	104,4	112,4	131,9										
1992	VI	158,36	52,85	79,25	100,7	128,5	132,4	146,1									
1991	VII	159,68	52,2	72,52	99,73	110	122,8	141,2	151,5								
1990	VIII	163,92	51,65	72,65	98,9	110,2	123,5	139,3	155,6	161,8							
1989	IX	168,88	52,54	70,85	97,16	108,1	128,7	138,9	153,6	160,2	166,5						
1988	X	174,18	50,25	73,58	95,07	105	125,9	130,9	144,0	156,6	165,4	173,2					
1987	XI	179,86	48,85	74,25	96,24	106	121,3	141,1	146,9	159,8	165,2	172,8	177,6				
1986	XII	185,1	50,95	72,65	96,1	104,3	120,5	139,2	146,0	161,4	169,5	173,6	177,6	179,8			
Nombre de rétrocalculés			598	598	598	590	556	392	197	92	44	19	5	4			
Longueurs moyennes annuelles rétrocalculées (mm)			51,04	75,33	100,0	111,5	125,9	139,5	149,6	159,5	166,6	173,2	177,6	179,8			
Ecat-type			1,307	3,802	4,223	7,754	4,647	4,529	4,635	2,026	1,999	0,410	0,013				
Accroissements en longueurs moyennes annuelles (mm)			51,04	24,29	24,73	11,44	14,39	13,63	10,09	9,913	7,131	6,555	4,381	2,186			
Vitesse spécifique de croissance				47,59	32,83	11,43	12,90	10,83	7,237	6,624	4,469	3,932	2,529	1,231			

D'après les tableaux VI (a, b, c et d) de rétrocalcul du Barbeau du réservoir Allal El Fassi, pour tous les groupes d'âge, la longueur moyenne annuelle rétrocalculée est inférieure à la longueur moyenne annuelle observée. Ceci s'explique par le fait que les valeurs rétrocalculées correspondent aux longueurs du poisson au moment de la formation des anneaux d'arrêt de croissance (au mois de décembre), alors que les longueurs moyennes observées sont calculées pour les individus capturés à différents moments de l'année. Par ailleurs, le calcul des longueurs moyennes observées en hiver montre qu'elles sont toujours supérieures aux longueurs rétrocalculées. Ceci s'explique par le fait que les petits poissons vivent plus longtemps que les grands et donc les individus utilisés pour le rétrocalcul comprennent plus de jeunes que la moyenne générale. En outre, l'accroissement linéaire et la V.S.C. varient dans le même sens, ils sont importants chez les jeunes et faibles chez les âgés.

4 - 1 - Croissance en longueur des classes d'âge :

A partir des données relatives à toutes les classes d'âge, les courbes des variations des longueurs rétrocalculées en fonction des différentes classes d'âge ont été tracées (figure 22 : a, b, c et d).

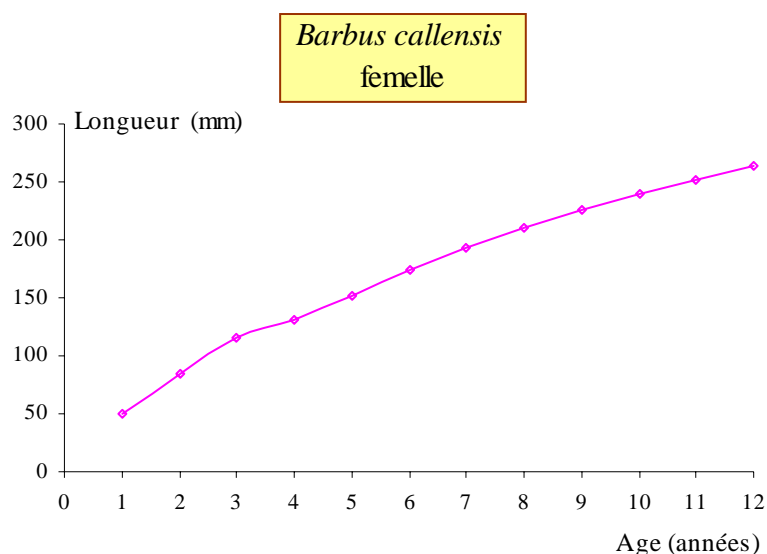


Figure 22a : Accroissement linéaire en fonction de l'âge chez le Barbeau

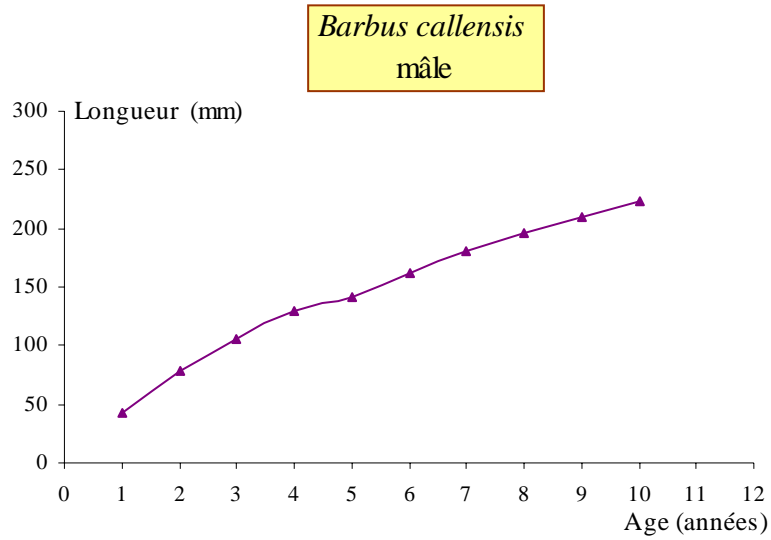


Figure 22b

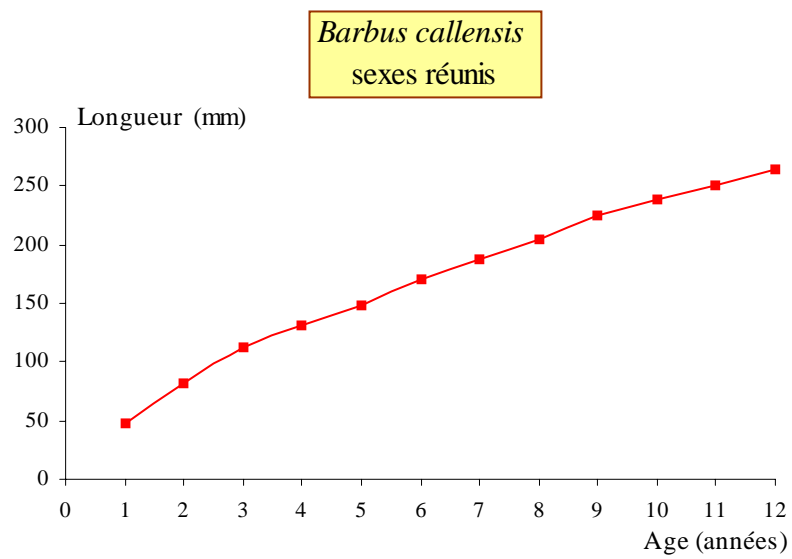


Figure 22c

Figure 22 (b et c) : Accroissement linéaire en fonction de l'âge chez le Barbeau

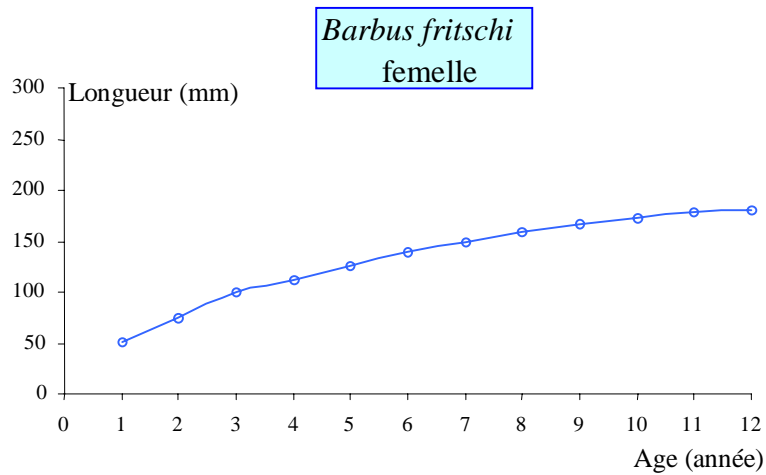


Figure 22d : Accroissement linéaire en fonction de l'âge chez le Barbeau

Les figures 22 (a, b, c et d) montrent l'existence de deux phases de croissance chez *Barbus callensis*. La première phase regroupe les femelles des groupes d'âges I à III et les mâles des groupes d'âge I à IV. La seconde phase concerne les femelles des groupes d'âge IV à XII et les mâles de V à X.

Au cours de la première phase, l'accroissement moyen annuel en longueur est de 32,79 mm chez les femelles et de 28,99 mm chez les mâles. Tandis qu'au cours de la seconde, il est de 16,61 mm chez les femelles et de 16,08 mm chez les mâles.

Chez *Barbus fritschi* nous avons aussi décelé deux phases de croissance. La première phase regroupe les individus des groupes d'âges I à III dont l'accroissement moyen annuel en longueur est de 24,48 mm. La seconde phase concerne les groupes d'âge IV à XII avec un accroissement moyen annuel en longueur de 8,41 mm.

Ces courbes montrent une diminution brutale de la croissance à partir de l'âge III chez les femelles des deux espèces et chez les mâles de l'âge IV ; cette chute peut provenir de la maturité sexuelle. En effet après la maturité, il arrive que la

croissance diminue en partie à cause de la production du sperme et des ovules qui fait perdre au poisson de 10 à 25 % de son poids après chaque période de fraie.

Les hormones sexuelles ralentissent la croissance, celle-ci diminue au fur et à mesure que l'âge augmente, mais les poissons croissent durant toute leur vie (GERDEAUX, 1985 in POURRIOT & MEYBECK, 1995).

En résumé, la croissance en longueur chez le Barbeau du réservoir Allal El Fassi diminue avec l'âge. Elle est très rapide chez les juvéniles et lente chez les adultes.

4 - 2 - Croissance en masse du Barbeau

4 – 2 - 1 - Relation longueur - masse

En ichtyologie, la corrélation entre la masse et la longueur du poisson est d'une grande importance. En pratique, elle permet d'estimer la masse du poisson à partir de sa longueur et d'en déduire par la suite la biomasse de la population. Pour le Barbeau du réservoir Allal El Fassi, les couples longueur–masse sont représentés par la figure 23(a, b, c, et d).

Cette relation est de type puissance. Le taux d'allométrie 'b' exprime la façon dont le poids varie en fonction de la longueur (MOUNEIMNE, 1981). Sa valeur dépend de l'embonpoint des individus.

Pour les femelles et les mâles, le taux d'allométrie est supérieur à 3. Il indique que le poids augmente plus vite que la longueur.

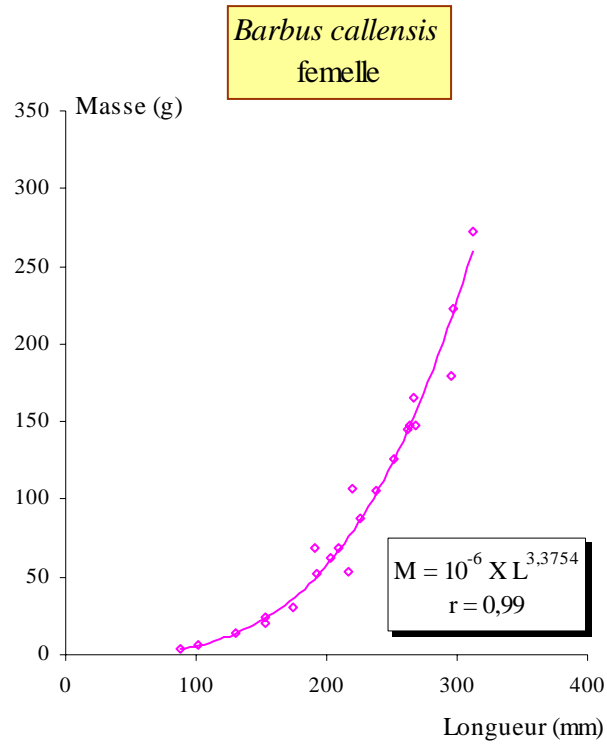


Figure 23a

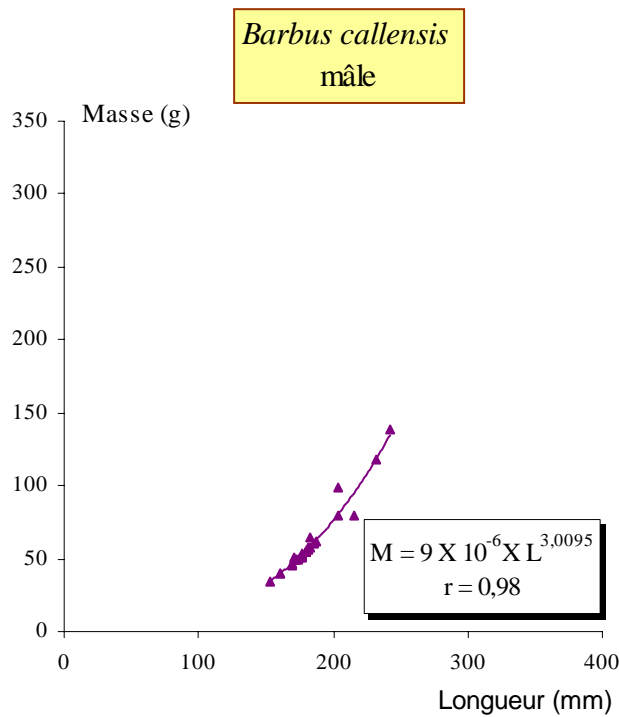


Figure 23b

Figure 23 (a et b) : Relation longueur-masse chez le Barbeau

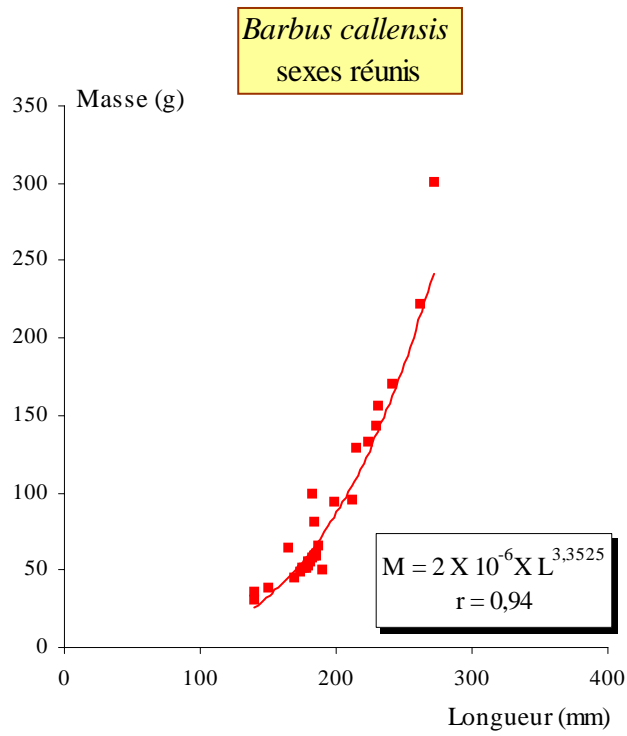


Figure 23c

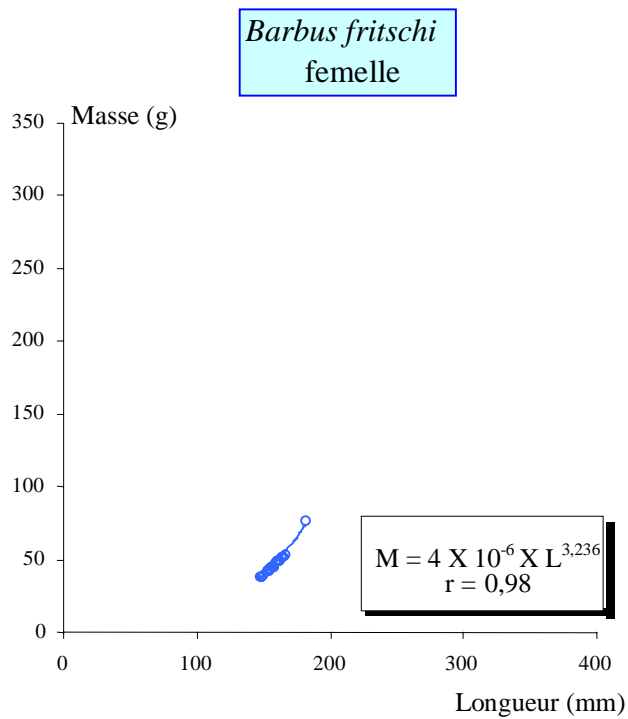


Figure 23d

Figure 23 (c et d) : Relation longueur-masse chez le Barbeau

La relation entre la longueur et la masse chez les deux espèces présente une très

bonne corrélation : *B callensis* femelle : $r = 0,99$

B callensis mâle : $r = 0,98$

B callensis sexes réunis : $r = 0,94$

B fritschii femelle : $r = 0,98$

Quelle que soit la taille des espèces, le nuage de points n'est pas dispersé. Ceci montre que la relation longueur-masse est régie par la même corrélation pour toutes les tailles. Par contre chez le Barbeau de l'Ourthe (*Barbus barbus*), MICHA (1971) a observé trois types de corrélation pour les couples longueur-masse.

Nous avons observé que les longueurs et les masses maximales chez les deux espèces sont différentes. Les valeurs les plus élevées sont observées chez *Barbus callensis*, car *Barbus fritschii* présente un nanisme naturel puisque sa taille ne dépasse pas 20 cm (LÉVÊQUE & DAGET, 1984).

4 – 2 - 2 - Croissance en masse rétrocalculée

La détermination de la masse de poisson au moment de la formation des anneaux d'arrêt de croissance repose sur l'introduction des longueurs rétrocalculées dans les équations de régression de la relation longueur-masse. Les résultats de l'application de cette méthode sont groupés dans le tableau VII (a, b, c et d).

Les valeurs des masses observées sont supérieures aux valeurs des masses rétrocalculées, étant donné que ce sont les valeurs des longueurs rétrocalculées (inférieures aux longueurs observées) qui ont été introduites dans la relation liant la longueur à la masse.

En ce qui concerne l'accroissement pondéral, il croît avec l'âge pour les deux espèces et les deux sexes, la vitesse spécifique de croissance évolue dans le sens inverse.

Tableau VII a : Croissance pondérale rétrocalculée chez *Barbus callensis* femelle.

Classe d'âge	Groupe D'âge	Masses moyennes observées en g	Masses moyennes rétrocalculées															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
1997	I																	
1996	II																	
1995	III	23,5	0,59	2,56	6,03													
1994	IV	50,37	0,70	2,89	10,39	16,14												
1993	V	62,17	0,56	2,72	9,81	16,93	27,1											
1992	VI	77,58	0,44	2,60	8,5	12,8	24,58	38,63										
1991	VII	95,03	0,31	3,55	8,57	11,52	22,82	37,17	53,54									
1990	VIII	11,95	0,32	2,81	8,64	8,99	17,47	34,14	54,23	69,2								
1989	IX	144,77	0,35	2,95	9,44	13,9	21,53	36,21	51,95	68,75	87,64							
1988	X	174,08	0,41	3,28	9,64	15,02	22,32	35,76	51,34	67,36	86,63	105,4						
1987	XI	222,5	0,90	4,62	11,19	14,97	23,37	37,53	46,58	64,74	85,14	104,9	124,8					
1986	XII	301,09	1,25	5,19	10,76	16	28,28	38,62	52,95	72,59	91,86	109	127,8	148,2				
Nombre de rétrocalculés			393	393	393	388	355	212	86	24	10	6	3	2				
Masses moyennes annuelles rétrocalculées (g)			0,58	3,32	9,29	14,03	23,44	36,87	51,76	68,53	87,82	106,4	126,3	148,2				
Ecat-type			0,3	0,9	1,47	2,54	3,35	1,62	2,74	2,86	2,88	2,23	2,13					
Accroissements en masses moyennes annuelles (g)			1,61	2,73	5,97	4,73	9,40	13,43	14,9	16,76	19,29	18,62	19,84	21,91				
Vitesse spécifique de croissance				464,8	17,9	50,87	67,03	57,31	40,41	32,38	28,15	21,21	18,64	17,35				

Tableau VII b : Croissance pondérale rétrocalculée chez *Barbus callensis* mâle.

Classe D'âge	Groupe D'âge	Masses moyennes observées en g	Masses moyennes rétrocalculées															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X						
1997	I																	
1996	II	39,27	0,32	1,22														
1995	III	39,59	0,56	5,54	12,03													
1994	IV	34,17	0,67	4,73	10,66	19,22												
1993	V	44,55	1,17	3,32	8,16	22,31	29,71											
1992	VI	58,41	0,72	4,78	10,75	19,67	23,91	36,76										
1991	VII	79,73	0,60	5,20	11,46	18,24	26,40	40,49	53,72									
1990	VIII	98,93	0,99	6,04	11,64	20,92	27,47	41,37	55,85	72,43								
1989	IX	117,7	0,92	5,58	12,11	21,63	25,91	42,04	56,70	73,90	88,32							
1988	X	137,17	1,08	6,44	12,5	24,09	29,35	40,77	54,36	65,81	85,75	104,42						
Nombre de rétrocalculés			329	329	327	323	276	156	67	22	4	1						
Masses moyennes annuelles rétrocalculées (g)			0,78	4,76	11,16	20,87	27,13	40,29	55,16	70,72	87,04	104,42						
Ecat-type			0,27	1,60	1,37	2,00	2,19	2,05	1,36	4,31	1,81							
Accroissements en Masses moyennes annuelles (g)			0,78	3,97	6,40	9,70	6,25	13,16	14,87	15,55	16,32	17,37						
Vitesse spécifique de croissance				505,5	134,45	86,89	29,97	48,51	36,90	28,20	23,07	19,96						

Tableau VII c : Croissance pondérale rétrocalculée chez *Barbus callensis* sexes réunis.

Classe D'âge	Groupe D'âge	Masses moyennes observées en g	Masses moyennes rétrocalculées															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
1997	I																	
1996	II	39,27	0,24	1,04														
1995	III	31,54	0,71	5,11	12,06													
1994	IV	42,27	0,86	4,97	14,85	25,52												
1993	V	52,86	1,01	3,98	12,58	28,35	42,11											
1992	VI	68	0,69	4,74	13,43	22,99	35,68	56,70										
1991	VII	87,38	0,52	5,81	13,97	20,91	36,17	58,49	82,15									
1990	VIII	108,44	0,70	5,62	14,15	20,11	32,33	56,67	84,43	110,06								
1989	IX	131,24	0,71	5,50	15,12	25,26	34,76	58,96	83,27	110,9	154,82							
1988	X	155,63	0,83	6,28	15,54	27,87	37,88	57,566	80,91	103,11	153,05	185,91						
1987	XI	222,5	1,64	8,33	20,05	26,76	41,66	6,68	82,64	114,6	150,44	85,1	220					
1986	XII	301,09	2,28	9,36	19,27	28,60	50,34	68,60	93,85	128,4	162,24	192,2	225	261				
Nombre de rétrocalculés			722	722	720	711	631	368	153	46	14	7	3	2				
Masses moyennes annuelles rétrocalculées (g)			0,92	5,52	15,10	25,15	38,87	60,51	84,54	113,41	155,14	187,7	222,5	261				
Ecat-type			0,56	2,16	2,64	3,16	5,70	4,97	4,70	9,35	5,06	3,91	±,56					
Accroissements en Masses moyennes annuelles (g)			2,11	4,59	9,57	10,05	13,71	21,64	24,02	28,86	41,72	32,65	34,74	38,49				
Vitesse spécifique de croissance				494,3	173,3	66,54	54,51	55,69	39,70	34,14	36,79	21,04	18,50	17,29				

Tableau VII d : Croissance pondérale rétrocalculée chez *Barbus fritschi* femelle

Classe d'âge	Groupe D'âge	Masses moyennes observées en g	Masses moyennes rétrocalculées															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII				
1997	I																	
1996	II																	
1995	III	30,24	1,22	4,73	14,08													
1994	IV	34,18	1,28	6,16	14,74	20,72												
1993	V	36,83	1,36	5,92	13,66	17,34	29,09											
1992	VI	49,97	1,50	5,59	12,15	26,73	29,45	40,49										
1991	VII	62,62	1,44	4,19	11,45	16,20	23,10	36,25	45,61									
1990	VIII	84,42	1,39	4,22	11,45	16,29	23,51	34,77	49,68	56,34								
1989	IX	91,66	1,47	3,89	10,81	15,30	26,87	34,38	47,68	54,61	61,84							
1988	X	106,45	1,28	4,39	10,08	13,91	25,06	28,39	38,70	50,77	60,53	70,33						
1987	XI	117,72	1,16	4,53	10,48	14,33	22,19	36,17	41,22	54,17	60,30	69,72	76,21					
1986	XII	135,85	1,33	4,22	10,43	13,62	21,73	34,63	40,41	55,94	65,56	70,80	76,18	79,28				
Nombre de rétrocalculés			598	598	598	590	556	392	197	92	44	19	5	4				
Masses moyennes annuelles rétrocalculées (g)			1,35	4,79	11,97	17,16	25,13	35,01	43,88	54,37	62,06	70,28	76,20	79,28				
Ecat-type			0,11	0,80	1,66	4,19	3,03	3,59	4,40	2,20	2,43	0,54	0,02					
Accroissements en masses moyennes annuelles (g)			1,35	3,44	7,18	5,19	7,96	9,89	8,87	10,48	7,69	8,22	5,92	3,08				
Vitesse spécifique de croissance				254,7	150,0	43,40	46,40	39,34	25,33	23,89	14,14	13,25	8,417	4,0391				

4 – 2 - 3 - Croissance en masse des classes d'âge

Les masses rétrocalculées ont servi pour décrire l'évolution de la masse en fonction de l'âge (figure 24 : a, b, c et d).

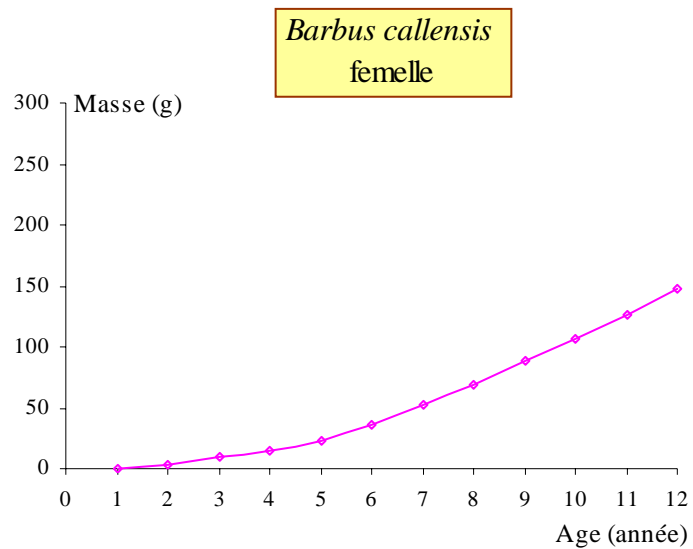


Figure 24a

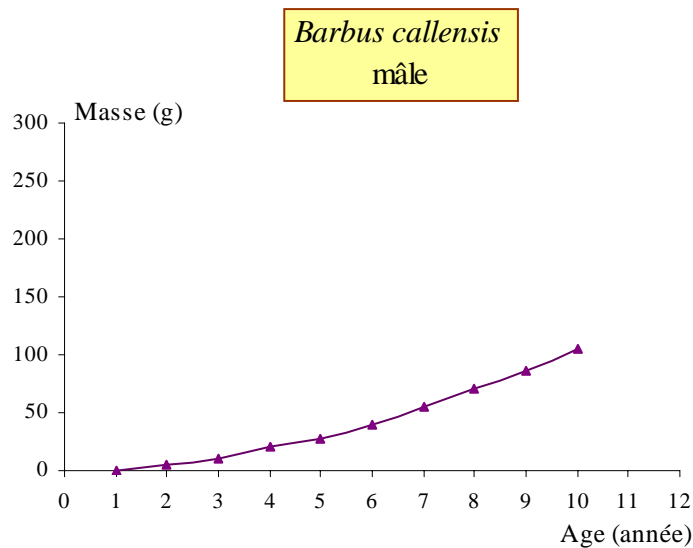


Figure 24b

Figure 24 (a et b) : Accroissement pondéral en fonction de l'âge chez le Barbeau.

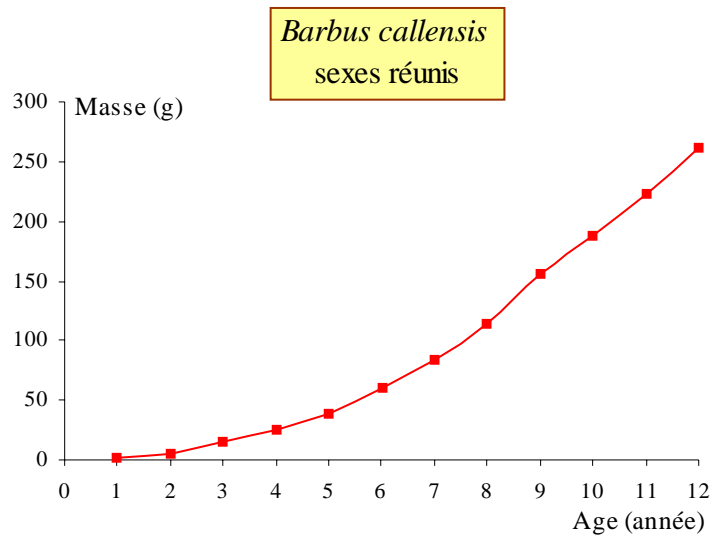


Figure 24c

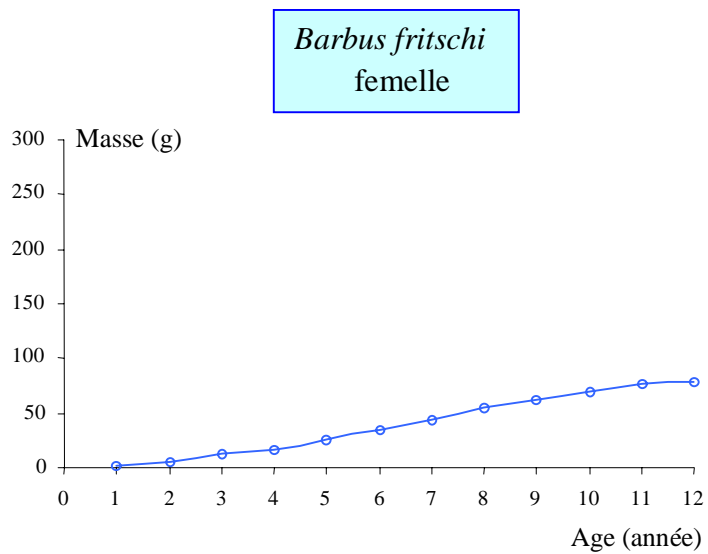


Figure 24d

Figure 24 (c et d) : Accroissement pondéral en fonction de l'âge chez le Barbeau.

L'accroissement en masse est faible chez les juvéniles et augmente avec l'âge. En effet, il est de 4,35 g.an⁻¹ chez *Barbus callensis* femelles et de 5,31 g.an⁻¹ chez *Barbus fritschi*, pour *Barbus callensis* mâle il est de 3,60 g.an⁻¹. Chez les adultes, il est de 18 g.an⁻¹ chez *Barbus callensis* femelle et 8 g.an⁻¹ chez *Barbus fritschi* femelle, alors qu'il est de 14 g.an⁻¹ chez *Barbus callensis* mâle.

En résumé, il y a une augmentation de la croissance en masse avec l'âge chez le Barbeau du réservoir Allal El Fassi. Mais cette croissance pondérale reste faible par rapport à celle du Barbeau du réservoir Driss 1^{er}. En effet, le *Barbus callensis* de ce dernier présente un accroissement de 22,12 g.an⁻¹ chez les juvéniles et 31,86 g.an⁻¹ chez les adultes, chez *Barbus fritschi* l'accroissement est de 8,04 g.an⁻¹ chez les juvéniles et 16,60 g.an⁻¹ chez les adultes (BOUHBOUH, 1995). Ces résultats montrent que le réservoir Allal El Fassi est un milieu peu productif.

De même, il a été noté qu'à l'âge adulte, la croissance en masse est plus importante chez les femelles que chez les mâles. KRAÏEM (1994) a obtenu les mêmes résultats chez le Barbeau du réservoir Sidi Salem (Tunisie).

5 - Accroissement dominant

Nous avons remarqué que les accroissements annuels en tailles diminuent avec l'âge par contre ceux du poids augmentent. Cette remarque nous a incité à chercher le type d'accroissement dominant (A.D) au cours de la croissance des deux espèces. Pour cela nous avons utilisé le rapport suivant (BENABID, 1990) :

$$A.D = \frac{\text{Accroissement moyen en taille}}{\text{Accroissement moyen en masse}}$$

Si A.D est supérieur à 1, c'est l'accroissement en taille qui domine. Par contre, si A.D est inférieur à 1, c'est l'accroissement en poids qui domine. Les valeurs de A.D sont représentées dans le tableau VIII.

Tableau VIII : Accroissement dominant chez les différents groupes d'âge

Espèces	Accroissements dominants												
	Age	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Barbus callensis</i> femelle	40,13	12,77	5,142	3,148	2,304	1,651	1,237	0,998	0,829	0,711	0,625	0,556	
<i>Barbus callensis</i> mâle	55,43	8,85	4,26	2,52	1,90	1,52	1,20	0,99	0,85	0,75			
<i>Barbus fritschi</i> femelle	37,80	7,06	3,44	2,20	1,80	1,37	1,13	0,94	0,92	0,79	0,74	0,70	

Pour les deux espèces et les deux sexes, les groupes d'âges de I à VII présentent un accroissement linéaire dominant par rapport à l'accroissement pondéral. A partir de l'âge VIII, c'est l'accroissement pondéral qui domine. Avec l'âge le poisson prend du poids plus qu'il ne grandit.

6 - Croissance théorique du Barbeau

Par l'intermédiaire du logiciel "MAG DVPT (M)" conçu en 1993 par l'Institut Agronomique et Vétérinaire de Rabat, nous avons pu déterminer les paramètres de l'équation de Von Bertalanffy (Tableau IX). Ces valeurs nous ont permis de tracer les courbes de la croissance en longueur (figure 25 : a, b, c et d).

Tableau IX : Valeurs de l'équation de Von Bertalanffy chez le Barbeau

Espèces	Longueur (∞)	K	T ₀
<i>B callensis</i> femelle	327,3926	0,10578	- 3,9942
<i>B callensis</i> mâle	295,5328	0,10018	- 4,0315
<i>B callensis</i> sexes réunis	332,5291	0,10010	- 3,2994
<i>B fritschi</i> femelle	188,2124	0,20006	- 3,0595

En général, la courbe de croissance d'un poisson est asymptotique comme le décrit le modèle de Von Bertalanffy. Pour notre cas, les longueurs calculées par ce modèle coïncident avec celles observées (pas de différence significative). Les courbes de croissance du *Barbus callensis* et *Barbus fritschi* présentent un léger infléchissement, mais suivent un modèle linéaire.

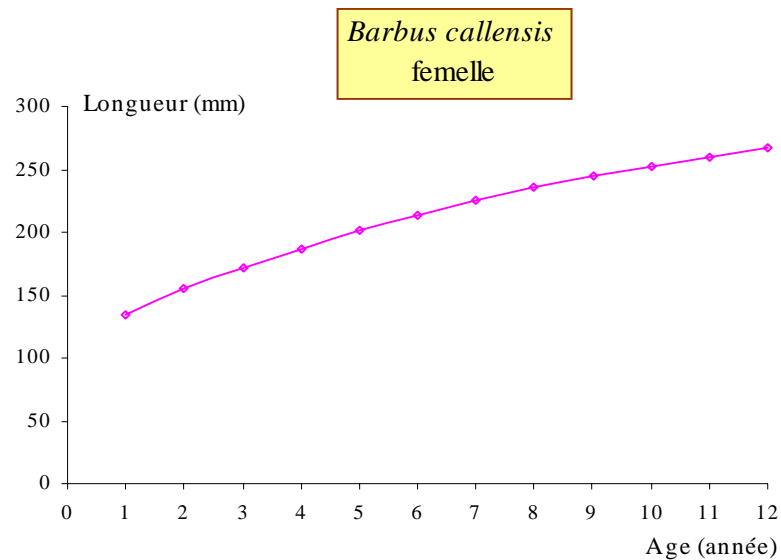


Figure 25a

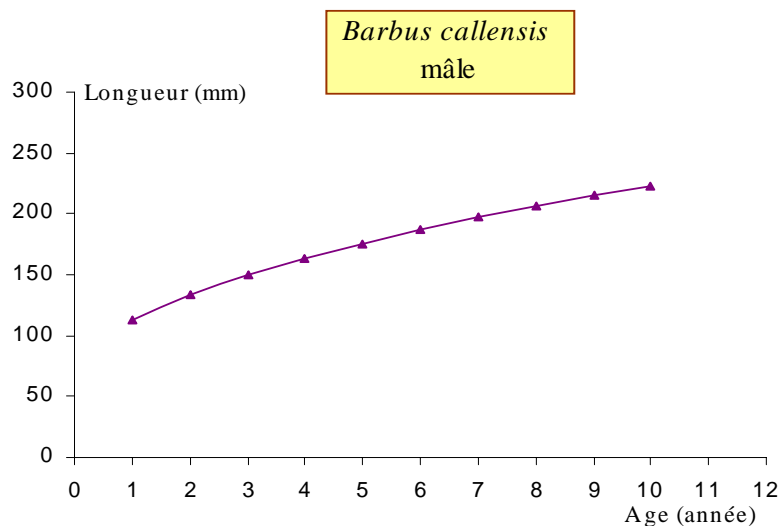


Figure 25b

Figure 25(a et b) : Croissance linéaire en fonction de l'âge suivant le modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau.

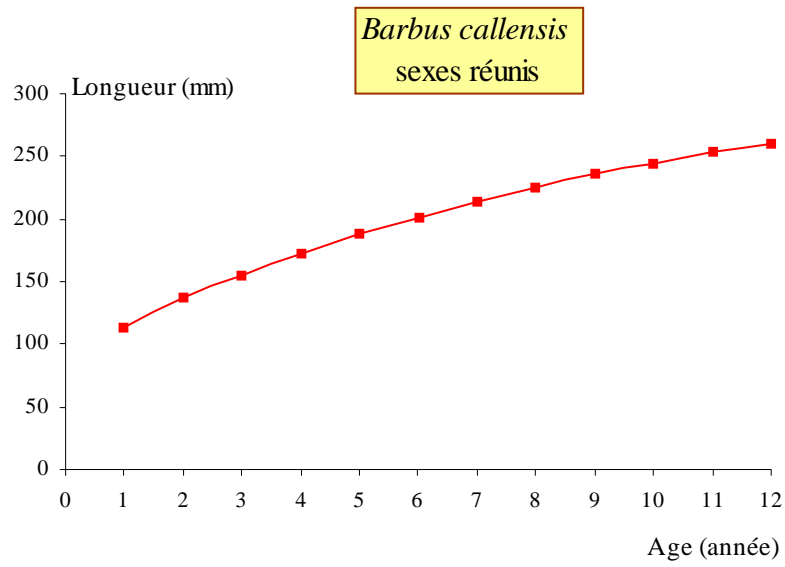


Figure 25c

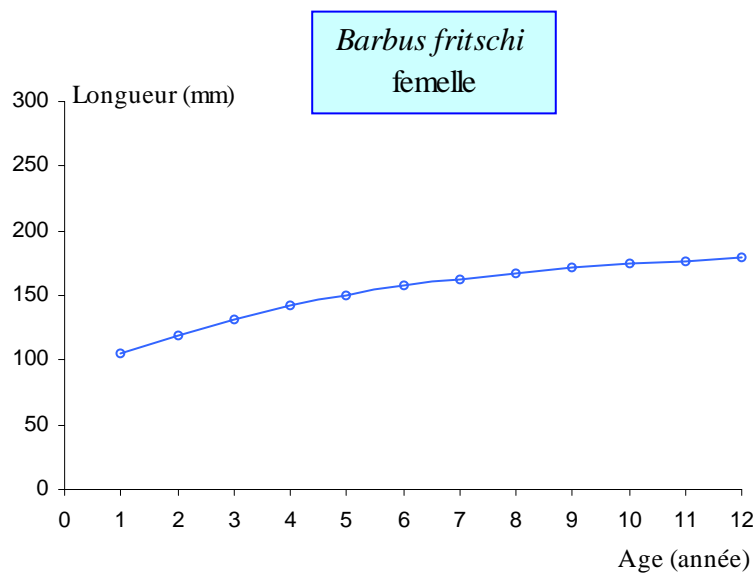


Figure 25d

Figure 25(c et d) : Croissance linéaire en fonction de l'âge suivant le modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau.

Nos résultats sont comparables à ceux enregistrés par BENABID (1990) dans l'oued N'fis et BOUHBOUH (1995) au niveau du réservoir Driss premier (Maroc). Le même modèle de croissance linéaire a été observé chez le *Barbus callensis* en Tunisie (KRAIEM, 1994) et chez le *Barbus callensis* d'Algérie (ZOUAKH, 1995).

7 - Condition physique du Barbeau

7 - 1 - Coefficient de condition absolu

Le tableau X illustre les valeurs du coefficient de condition absolu moyen (K) des poissons vivants dans le même milieu et ayant des classes de tailles différentes. Ces résultats montrent que K diminue quand la longueur augmente, ceci implique que le barbeau prend du poids en vieillissant.

Tableau X : Variations du coefficient de condition absolu moyen (K) avec la longueur chez le Barbeau.

Espèces	Tailles	K	Ecart-type
<i>Barbus callensis</i>	10 < L ≤ 15	1,1132	0,0966
	15 < L ≤ 20	1,0710	1,8782
	L > 20	0,8994	0,0604
<i>Barbus fritschi</i>	10 < L ≤ 15	1,222	0,099
	L > 15	1,0312	0,0922

7 - 2 - Coefficient de condition relatif (Kr)

7 - 2 - 1 - En fonction des saisons

Les variations saisonnières du coefficient de condition relatif moyen (Kr) (Tableau XI et XII) indiquent une corpulence maximale pour les deux espèces et les deux sexes juste avant la période de reproduction ($Kr > 1$ au printemps), mettant

ainsi en évidence l'importance du poids des gonades (JAMET & al., 1990 et JAMET, 1995). Une augmentation d'embonpoint somatique en automne ($Kr > 1$) traduit une période de repos sexuel. La légère chute des valeurs du coefficient de

condition relatif ($Kr < 1$) en été indique la période post-ponte qualifiée par une dépense énergétique et une perte de poids (KRAÏEM, 1994).

En hiver, les mauvaises conditions du milieu (basse température) engendrent une diminution du métabolisme du poisson, par conséquent une chute de l'embonpoint somatique (KRAÏEM & PATTEE, 1980).

L'analyse statistique des données (Analyse de la variance à un critère de classification : ANOVA I) ne montre pas de différence significative en fonction des saisons ($P > 0,05$).

Tableau XI : Valeurs du coefficient de condition relatif moyen (Kr) en fonction des saisons chez *Barbus fritschi*

Saisons	N	Kr	s
Printemps 96	93	1,1898	0,0685
Eté 96	86	0,9414	0,0624
Automne 96	78	1,1404	0,0794
Hiver 97	57	0,9005	0,0432
Printemps 97	73	1,1402	0,0848
Eté 97	68	0,9837	0,0771
Automne 97	64	1,0573	0,0696
Hiver 98	79	0,9503	0,0601

N = nombre de poissons s = écart-type.

Tableau XII : Valeurs du coefficient de condition relatif moyen (Kr) en fonction des saisons chez *Barbus callensis*

Saisons	N	Kr	s
Printemps 96	98	1,1825	0,0589
Eté 96	104	0,9491	0,0928
Automne 96	104	1,0421	0,0634
Hiver 97	98	0,8854	0,0702
Printemps 97	70	1,1534	0,0657
Eté 97	82	0,9586	0,0896
Automne 97	80	1,0390	0,0811
Hiver 98	86	0,9452	0,0639

7 – 2 - 2 – En fonction du sexe :

Etant donné la non capture du sexe mâle chez *Barbus fritschi* durant notre période d'étude, nous avons étudié le Kr suivant le sexe uniquement chez *Barbus callensis* (Tableau XIII)

Le Kr des femelles est supérieur à celui des mâles, les résultats de l'analyse statistique effectuée (test de covariance) montrent une différence significative entre mâles et femelle. Celle ci est due à une différence d'embonpoint liée aux sexes (KRAÏËM, 1979), les femelles sont plus pesantes que les mâles de même taille.

Tableau XIII : coefficient de condition relatif moyen (Kr) en fonction des sexes
chez *Barbus callensis*

Saisons	Sexes	N	Kr	s
Printemps 96	Femelle	48	1,3785	0,0778
	Mâle	50	1,1616	0,0623
Eté 96	Femelle	43	1,0333	0,0712
	Mâle	61	0,9915	0,0759
Automne 96	Femelle	52	1,1691	0,0687
	Mâle	52	1,0573	0,0571
Hiver 97	Femelle	62	0,9933	0,0642
	Mâle	36	0,9151	0,0766
Printemps 97	Femelle	29	1,2622	0,0649
	Mâle	41	1,1336	0,0650
Eté 97	Femelle	53	1,0174	0,0860
	Mâle	29	1,0350	0,1033
Automne 97	Femelle	44	1,1806	0,1372
	Mâle	36	1,0255	0,0702
Hiver 98 Kr	Femelle	60	0,9912	0,0572
	Mâle	26	0,9066	0,0805

N = nombre de poissons.

s = écart-type.

8 - CONCLUSION

L'étude de l'âge par scalimétrie a montré que chez le Barbeau du réservoir Alla El Fassi, la formation des anneaux d'arrêt de croissance est cyclique, elle se produit au mois de décembre. Ainsi, lors de leur premier hiver, le *Barbus callensis* a 7 mois et le *Barbus fritschi* a 8 mois.

Le Barbeau du réservoir Allal El Fassi présente une certaine concordance dans son structure d'âge, ainsi que dans l'évolution de sa croissance. Cette dernière se fait en 2 stades (juvénile et adulte), la vitesse de croissance en taille et en masse chute avec l'âge.

Une différence de croissance a été observée entre les deux sexes, les femelles croissent plus rapidement que les mâles.

Une différence d'embonpoint a été remarqué entre les deux sexes. Elle se manifeste à l'avantage des femelles qui sont plus pesantes que les mâles à longueur égale.

Le coefficient de condition chute avec L'âge chez les poissons étudiés, de même qu'il varie suivant les saisons.

D - REPRODUCTION

L'étude de la reproduction a été réalisée sur 393 femelles et 329 mâles de *Barbus callensis* et 598 femelles de *Barbus fritschi* femelle (aucun individu mâle n'a été capturé durant les deux années). En plus les femelles de *Barbus fritschi* n'ont pas été capturées durant le mois de décembre. L'absence totale de *Barbus fritschi* femelle en période hivernale où la température est de 11 à 12°C, peut être expliquée par sa migration vers les affluents ou son hibernation ; dès que la température augmente, cette espèce regagne le réservoir où elle se reproduit. En effet, suivant les variations thermiques, certains Cyprinidés peuvent effectuer des migrations saisonnières (LUCAS & BATLEY, 1996 ; PRIGNON & al., 1996 et VAN, 1997) ou se réfugient dans des endroits calmes, de préférence les cavités du rivage, entre les racines et sous les pierres (BENT et PRESBEN, 1991).

1 – Cycle sexuel

Un cycle sexuel est le temps nécessaire à la transformation d'une gonie en gamète mûr (MASON, 1985 ; LE MOIGNE, 1997). Cette transformation se retentit sur la morphologie et le poids des gonades.

1 – 1 Variations morphologiques des gonades

1 -1 - 1 – Variations macroscopiques des gonades

En se basant sur l'aspect macroscopique des gonades, nous avons établi une échelle de maturation composée de 6 stades.

- **Stade I** : Les gonades des deux sexes se présentent sous forme de filaments fins, transparents et disposés en forme de V dont la pointe se situe à l'extrémité postérieure de la cavité générale.

- **Stade II** : Les gonades sont transparentes, chacune est longée par un fin vaisseau sanguin nettement visible, mais la distinction entre les deux sexes est toujours impossible.

- **Stade III** : C'est à partir de ce stade que l'on peut aisément distinguer à l'œil nu les gonades mâles des gonades femelles : les ovaires ont une couleur rose claire portant parfois des taches jaunes et les testicules sont blancs bien vascularisés.

- **Stade IV** : c'est la puberté, les gonades sont bien développées

Leur poids occupe 7% et 4% du poids total respectivement chez *Barbus fritschi* et chez *Barbus callensis*. les ovaires sont de couleur jaune-orange et les testicules sont de couleur blanche.

- **Stade V** : Stade de maturité sexuelle où les gonades atteignent un poids maximum de 12 à 19% du poids total chez *Barbus fritschi* et de 7 à 10% du poids total chez *Barbus callensis*. La moindre pression sur l'abdomen fait couler la laitance chez le mâle et les œufs chez la femelle.

- **Stade VI** : Les gonades sont flasques, leur poids a nettement diminué. Il est de 4 à 6% et 3% du poids total respectivement chez *Barbus fritschi* et *Barbus callensis*.

En conclusion les stades III et IV correspondent à la période de pré-ponte, le stade V à la période de ponte, quant au stade VI c'est la période post-ponte. Les stades I et II sont dits juvéniles.

1 - 2 – Variations microscopiques des gonades :

La grande majorité des poissons est ovipare à œufs télolécithes dont les principaux types d'œufs sont décrits suivant le degré d'accumulation des réserves vitellines (BEAUMONT & al., 1994). Ce processus peut être suivi par l'examen des coupes histologiques au niveau des ovaires à différentes périodes du cycle sexuel (CARTIER & MAGNIN, 1967 ; GOUBIER, 1977 ; MEZHININ, 1979, TREASURER & HOLLIDAY, 1980 ; ROBB, 1982 et MUTAMBUE & TOURENQ, 1996). En effet, à l'examen histologique, chaque ovaire présente un ensemble de follicules séparés par du tissu conjonctif et limité par la thèque externe. L'évolution folliculaire a été divisée en six stades :

- Stade I :

Au sein de l'ovaire (planche 8), nous observons un amas de cellules qui sont de deux types : L'ovogonie (planche 9) qui est une cellule de petite taille avec un gros noyau (N) excentrique et un cytoplasme dense et homogène. Elle résulte de la division mitotique de la cellule germinale. Elle va donner naissance à l'ovocyte I (planche 10), avec un noyau central plus gros présentant un ou plusieurs nucléoles (Nu) et un cytoplasme toujours homogène contenant des granules de nature glucidique (réaction positive au réactif de Schiff). Chaque ovocyte I est entouré d'une couche épaisse, la thèque interne (TI).

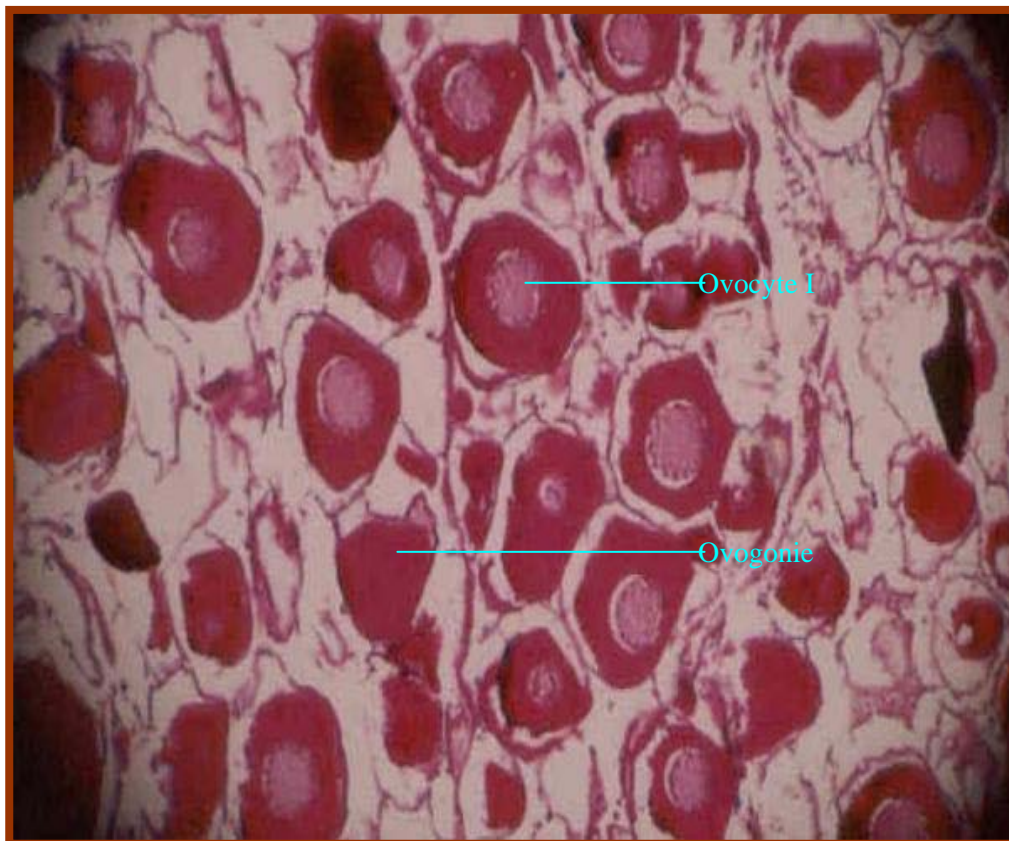


Planche 8 : Coupe au niveau d'un ovaire au stade I (X 400)

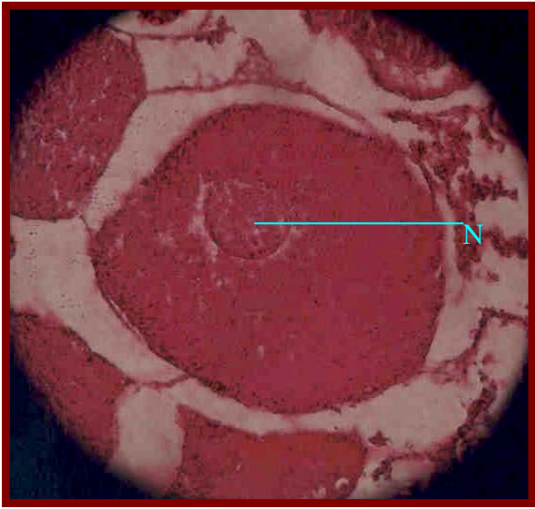


Planche 9 : Ovogonie (objectif 100)

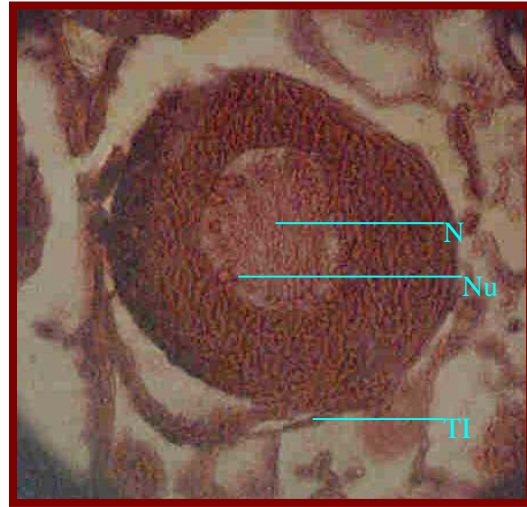


Planche 10 : Ovocyte I_(objectif 100)

- **Stade II :**

La cellule gamétique augmente de volume et devient ovocyte II (planche 11). Son cytoplasme commence à devenir hétérogène par la présence de vacuoles lipidiques (VL) organisées en couronne à la périphérie. Une double couche cellulaire s'installe : à la thèque interne s'ajoute la granulosa.

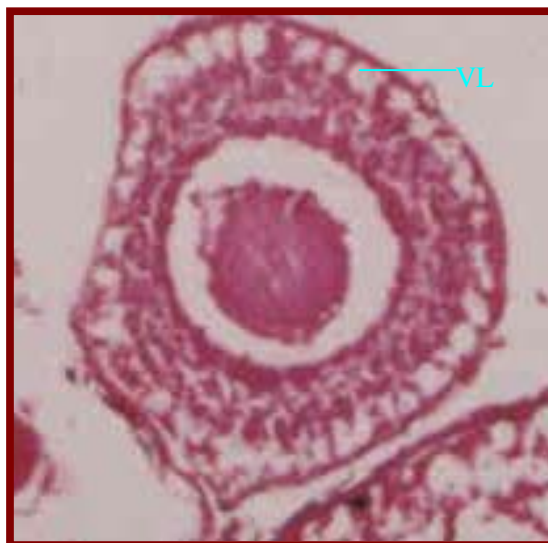


Planche 11 : Ovocyte II_(objectif 100)

– **Stade III :**

Correspond à la transformation de l'ovocyte II en ovotide (planche 12) de plus grande taille. Son cytoplasme entouré de membrane cytoplasmique (MC), commence à être envahi par les vacuoles lipidiques, avec apparition de nouvelles inclusions de nature lipoprotéique (ILP) (LAHAYE, 1962). Un ensemble de couches cellulaires s'installe, il s'agit de : la zona radiata (ZR) la granulosa (GR), et la thèque interne (TI) (planche 13).



Planche 12 : Ovotide au stade III (objectif 40)

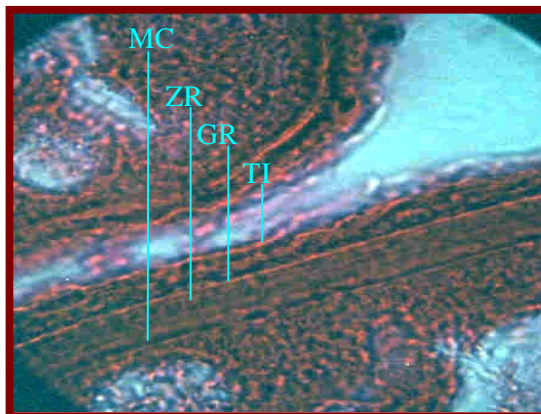


Planche 13 : Système membranaire d'un ovotide au stade III (X 1000)

- Stade IV :

Les inclusions lipoprotéïques fusionnent progressivement en globules (GL) qui constituent les futures plaquettes vitellines. Ces dernières repoussent les vacuoles lipidiques à la périphérie de l'ovotide (planche 14). Entre la thèque interne et la granulosa le chorion (CR) s'est bien développé par la présence de cellules allongées (planche 15).

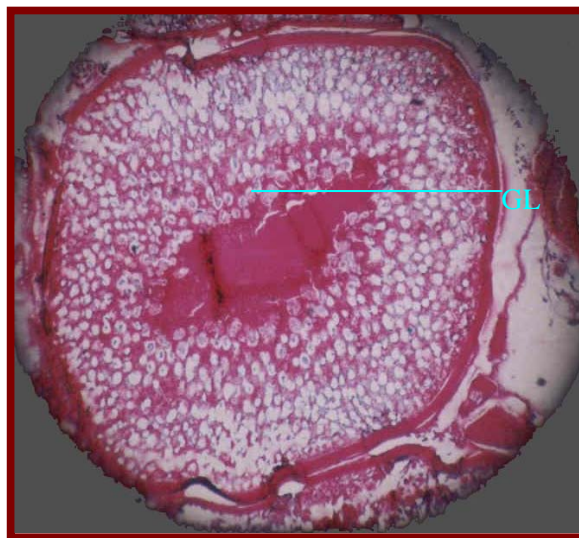


Planche 14 : Ovotide au stade IV (objectif 40)

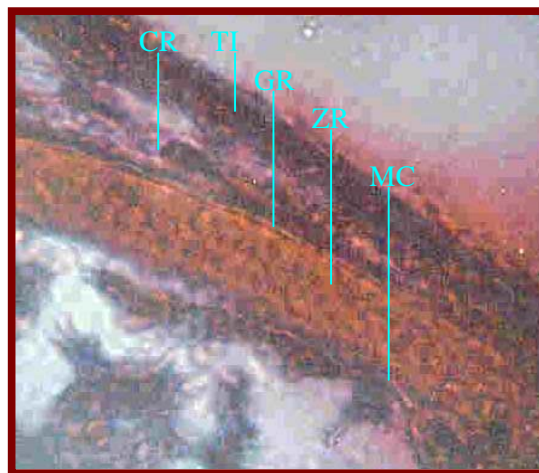


Planche 15 : Système membranaire d'un ovotide au stade IV (objectif 100)

- Stade V :

C'est la transformation de l'ovotide en ovule mûr ou œuf vierge (planche 16). Les plaquettes vitellines (PV) ont envahi tout le cytoplasme, le volume de ce dernier a nettement augmenté. Les différentes plaquettes vitellines quoique entassées les unes contre les autres restent individualisées. Par contre la zone glucidique s'est considérablement réduite. L'œuf mûr prêt à la ponte est entouré par différentes enveloppes il s'agit de : la membrane cytoplasmique, la zona radiata, la granulosa le chorion et la thèque interne (planche 17).

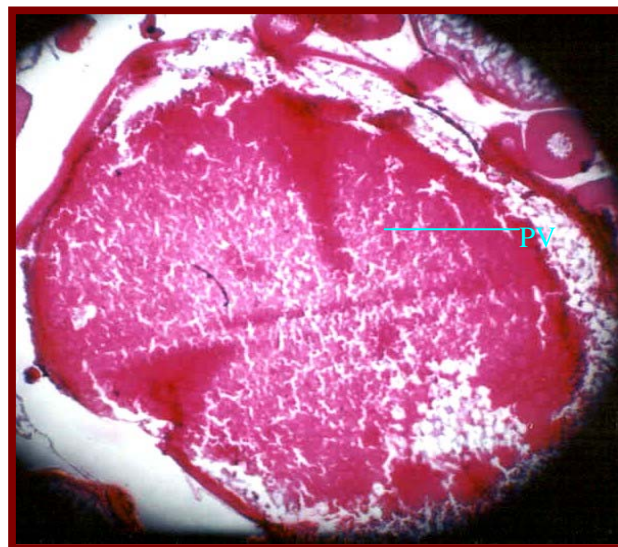


Planche 16 : Ovotide au stade V (objectif 40)

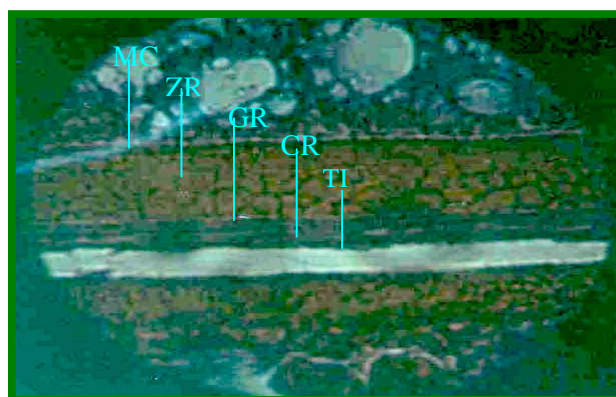
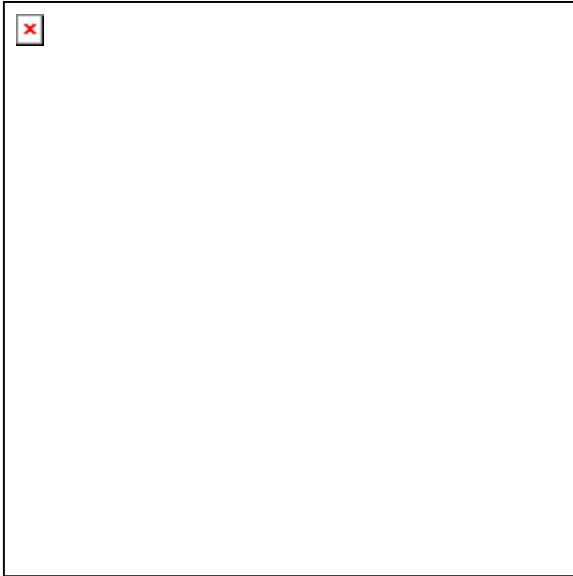


Planche 17 : Système membranaire d'un ovotide au stade V (objectif 100)



Stade VI :

Après la ponte, c'est l'atrésie (planche 18) : toute la cellule prend un aspect de dégénérescence et la limite des cellules folliculaires devient irrégulière. A la fin de ce stade, la zona radiata est complètement désintégrée, le contenu cytoplasmique complètement résorbé forme une cavité entourée par les cellules granuleuses hypertrophiées.



Planche 18 : Coupe au niveau d'un ovaire au stade VI (objectif 40)

Nous avons remarqué que dans la même gonade, les follicules ne sont pas au même stade de maturité. Cette structure ovarienne témoigne d'une ovogenèse asynchrone.

Chez le mâle, les testicules sont constitués par un ensemble de tubes séminifères séparés par du tissu conjonctif vascularisé contenant les cellules de Leydig. Dans chaque tube séminifère, les cellules sexuelles subissent des transformations suite à des divisions méiotiques et mitotiques jusqu'à l'obtention de cellules mûres ou spermatozoïdes. Ce phénomène se déroule en six stades (LA LANCETTE, 1975).

- Stade I :

Le testicule présente un ensemble de tubes séminifères jointifs (planche 19), le tissu interstitiel est presque invisible. Chaque tube séminifère (TS) (planche 20) renferme des spermatogonies (SG) de forme arrondie et à gros noyau central tapissant la lame basale. Leurs membranes cytoplasmiques sont minces, difficilement observables.

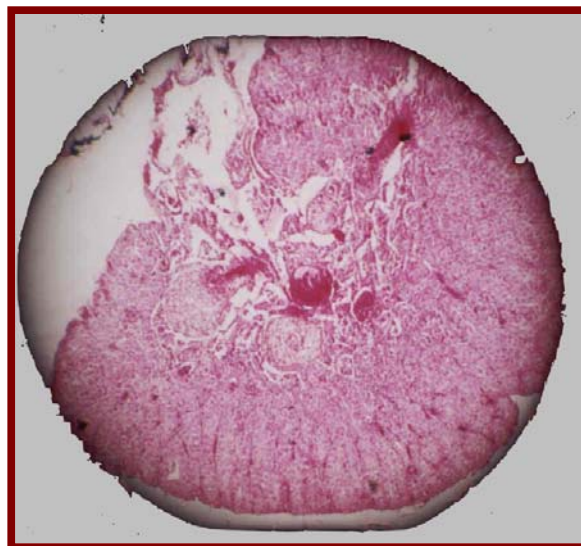


Planche 19 : Coupe au niveau d'un testicule au stade I (objectif 10)

Planche 20 : Coupe au niveau du tube séminifère d'un testicule
au stade I (objectif 100)

- **Stade II** : planche 21

La spermatogonie se transforme en spermatocyte I (SPI) avec une membrane cellulaire plus nette et un noyau plus volumineux.

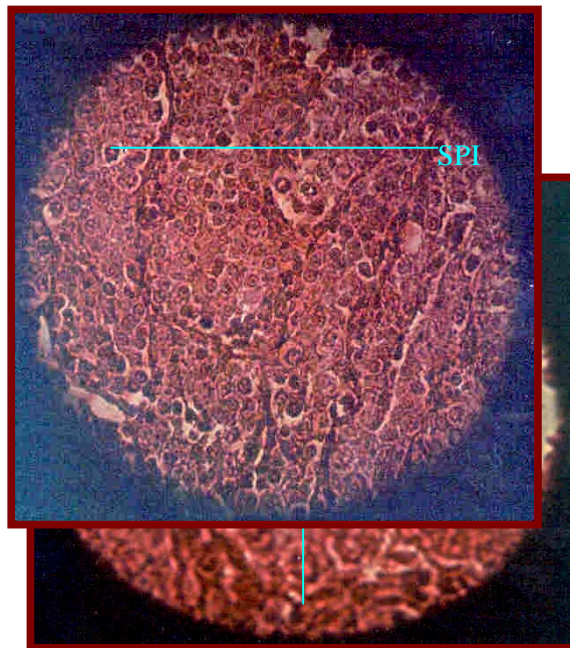
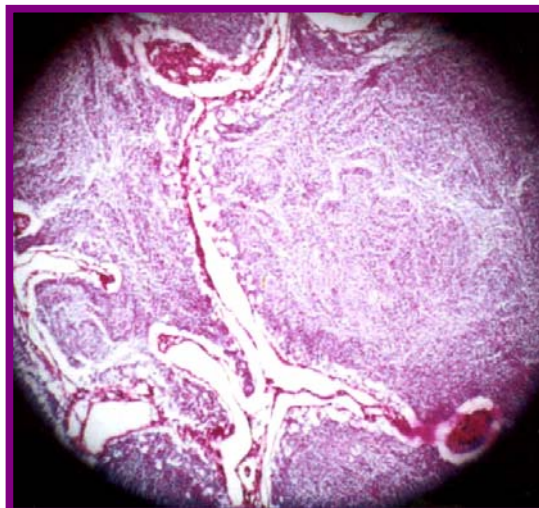


Planche 21 : Coupe au niveau d'un testicule au stade II (objectif 100)

- **Stade III** : Planche 22.

C'est le stade de la transformation du spermatocyte I en spermatocyte II, dont la



taille a nettement diminué.

Planche 22 : Coupe au niveau d'un testicule au stade III (objectif 40)

- **Stade IV** : planche 23

Apparition des spermatides caractérisées par un noyau de petite taille et un cytoplasme presque invisible au microscope optique.

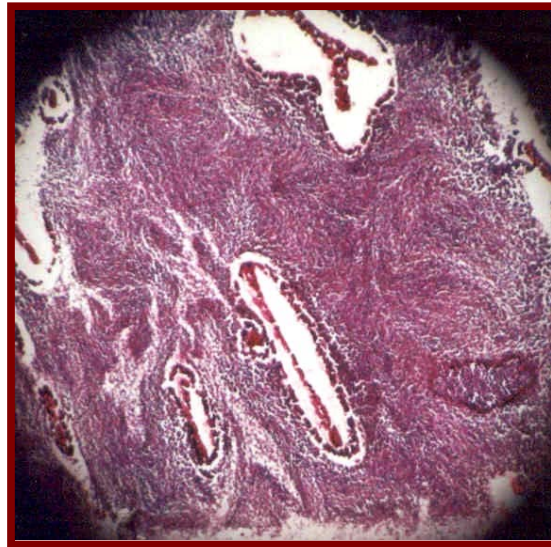
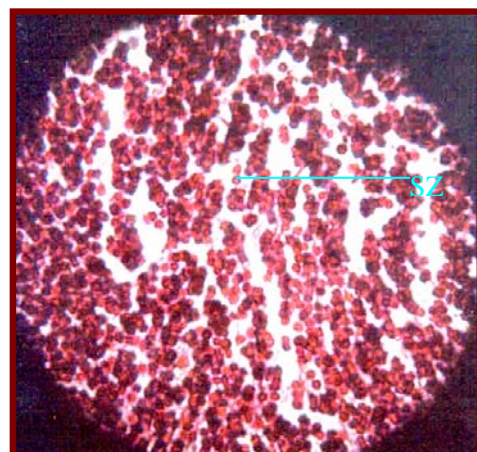
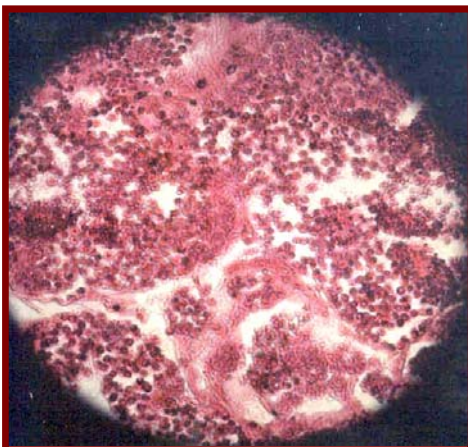


Planche 23 : Coupe au niveau d'un testicule au stade IV (objectif 40)

- **Stade V** :

Les spermatozoïdes (SZ) remplissent La lumière du tube séminifère (planche 24), leur forme a complètement changé par rapport à celle des spermatides. A ce stade ils présentent des flagelles.



(objectif 40)

(objectif 100)

Planche 24 : Coupe au niveau d'un testicule au stade V

Pendant ce stade commence la semence, les spermatozoïdes regagnent le spermiducte (planche 25) puis la papille ano-génito-excrétrice.

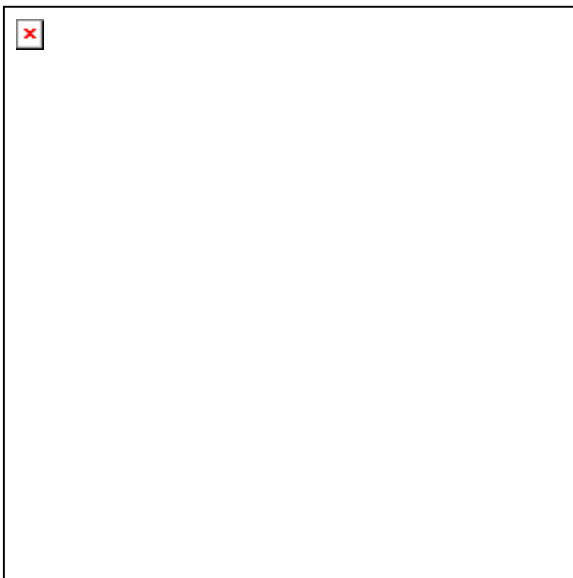
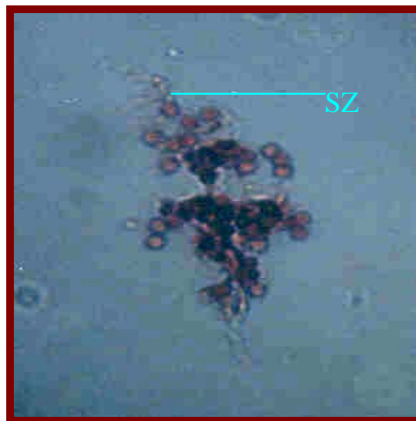


Planche 25 : spermatozoïdes au niveau du spermiducte (objectif 100)

Stade VI : planche 26.

Après le fraie, les tubes séminifères présentent encore des spermatozoïdes (SZ) au niveau de leurs lumières ; leurs tailles ont nettement diminué, le tissu interstitiel (T IT) est bien visible.

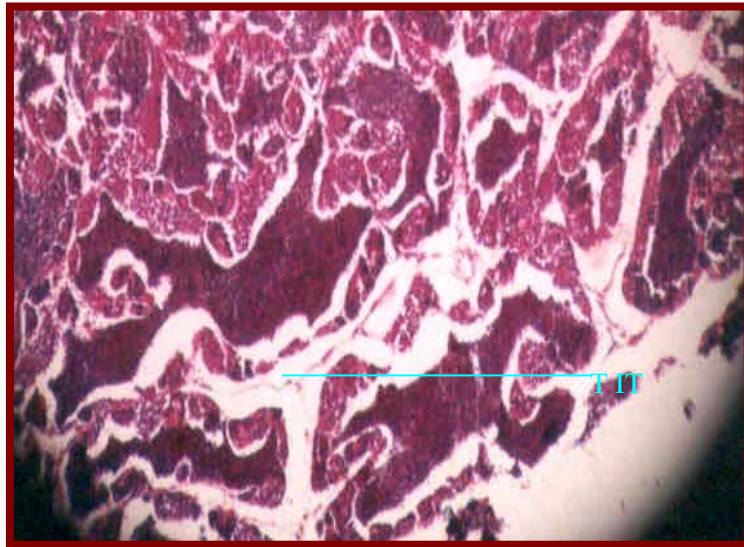


Planche 26 : Coupe au niveau d'un testicule au stade VI (objectif 40).

1 – 1 - 3 - Variations du diamètre des ovocytes :

L'étude de la distribution de fréquence des diamètres des ovocytes contenus dans l'ovaire permet de préciser la période de ponte et de connaître si la ponte s'effectue en une seule fois ou s'il existe plusieurs pontes successives au cours d'un même cycle sexuel.

La distribution des fréquences des diamètres des ovocytes a été réalisée mensuellement pour les deux espèces.

Chez *Barbus fritschi* : Figure 26 (a, b, c et d)

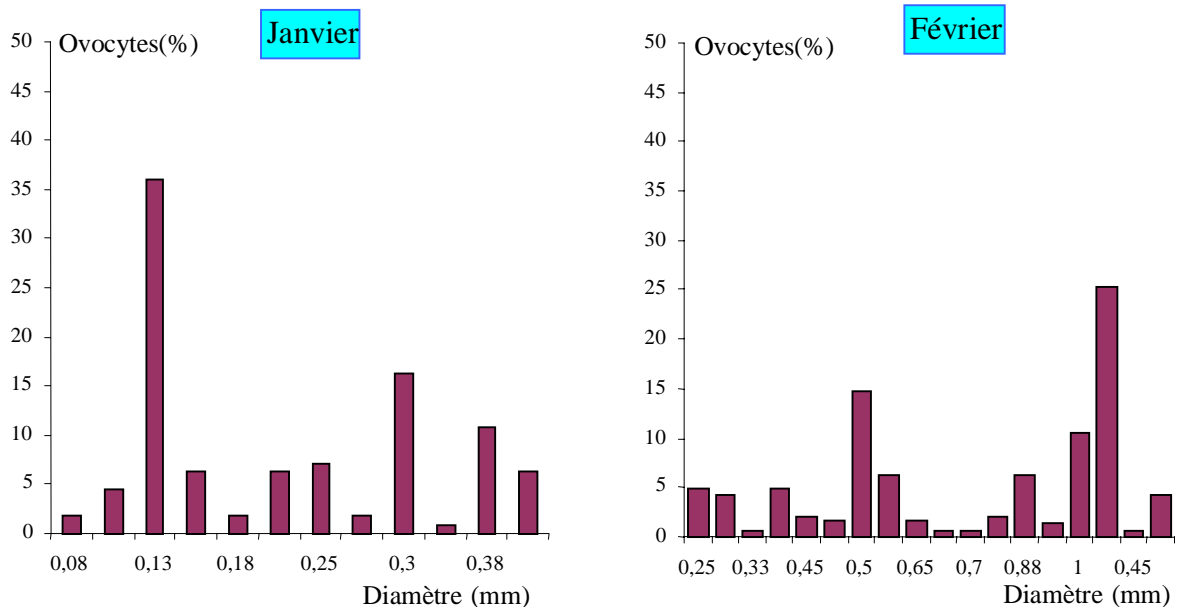


Figure 26a.

Au mois de janvier, la distribution des ovocytes présente deux pics : le premier correspond aux œufs de remplacement, le second aux ovocytes qui vont subir la maturation. En février les deux lots commencent à s'individualiser progressivement.

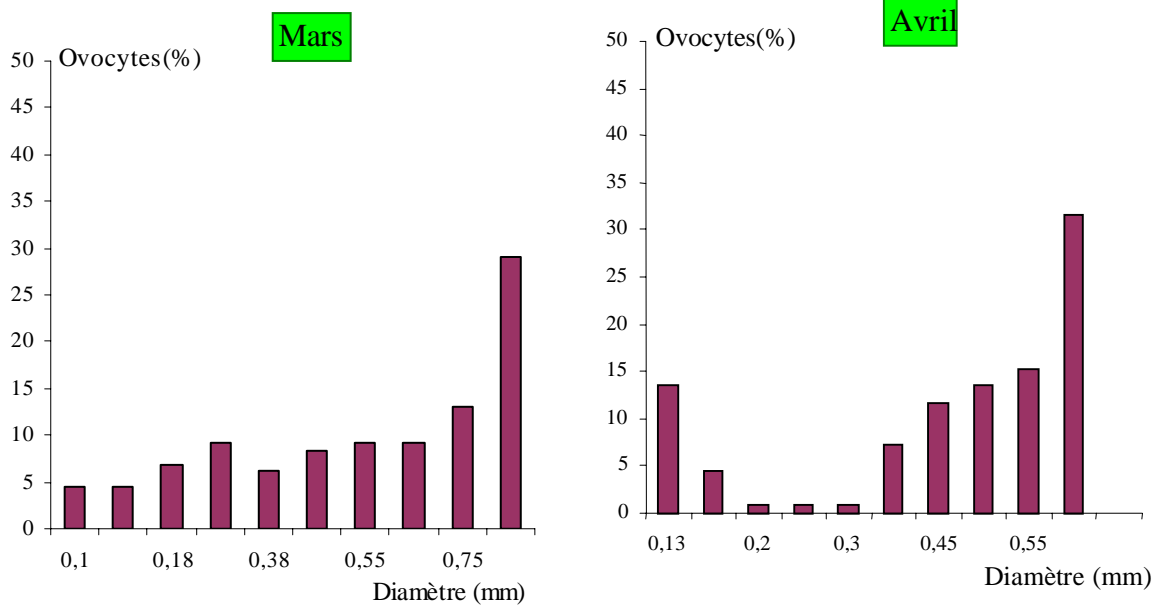
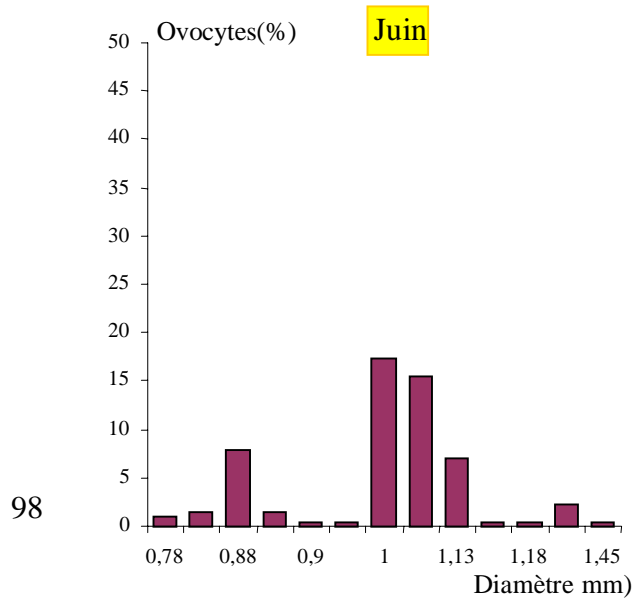


Figure 26b



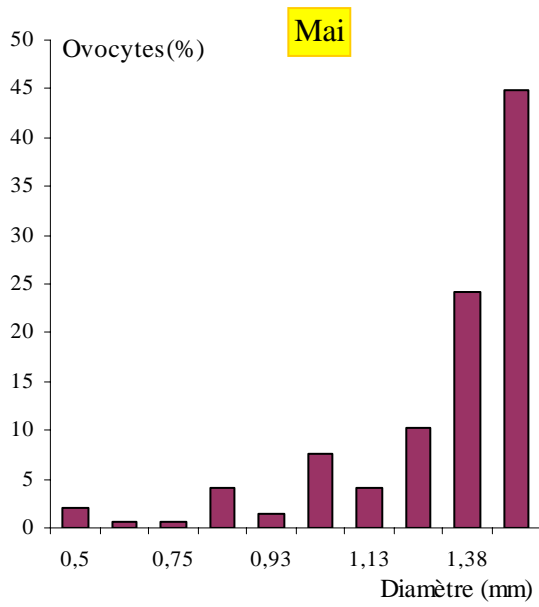


Figure 26c

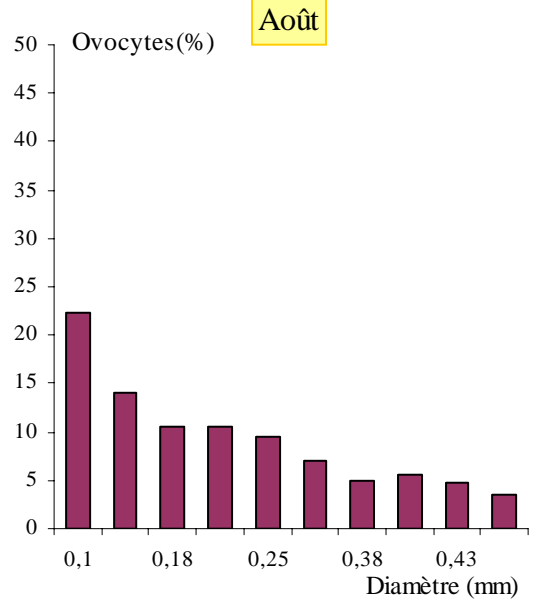
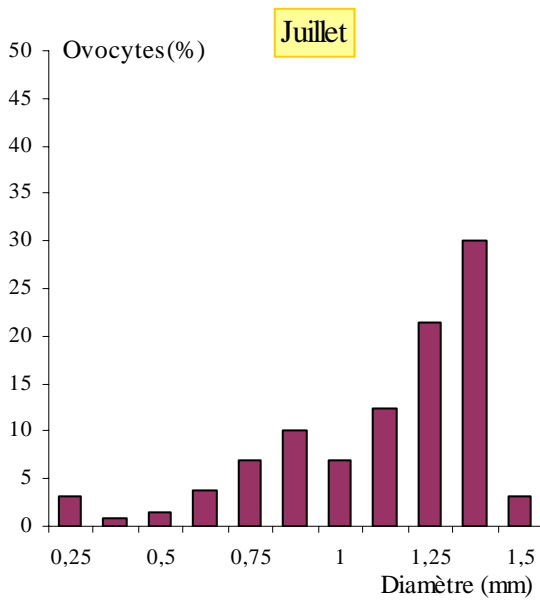


Figure 26d

Figure : 26 (a, b, c, et d) : Variations du diamètre des ovocytes en fonction du temps chez *Barbus fritschi*

Vers la fin mars et le début avril, nous avons un seul pic qui représente les ovocytes en voie de maturation. Au mois de mai l'ovocyte atteint un diamètre maximal de 1,5 mm, alors qu'au mois de juin le diamètre des ovocytes a nettement diminué.

Chez *Barbus callensis* : Figure 27 (a, b, c et d)

L'augmentation des diamètres des ovocytes débute au mois de décembre avec la présence de deux pics, dont le premier est celui des œufs de remplacement. Le diamètre maximal (1,38 mm) des ovocytes a été observé au mois d'avril, suivi d'un minimal au mois de mai.

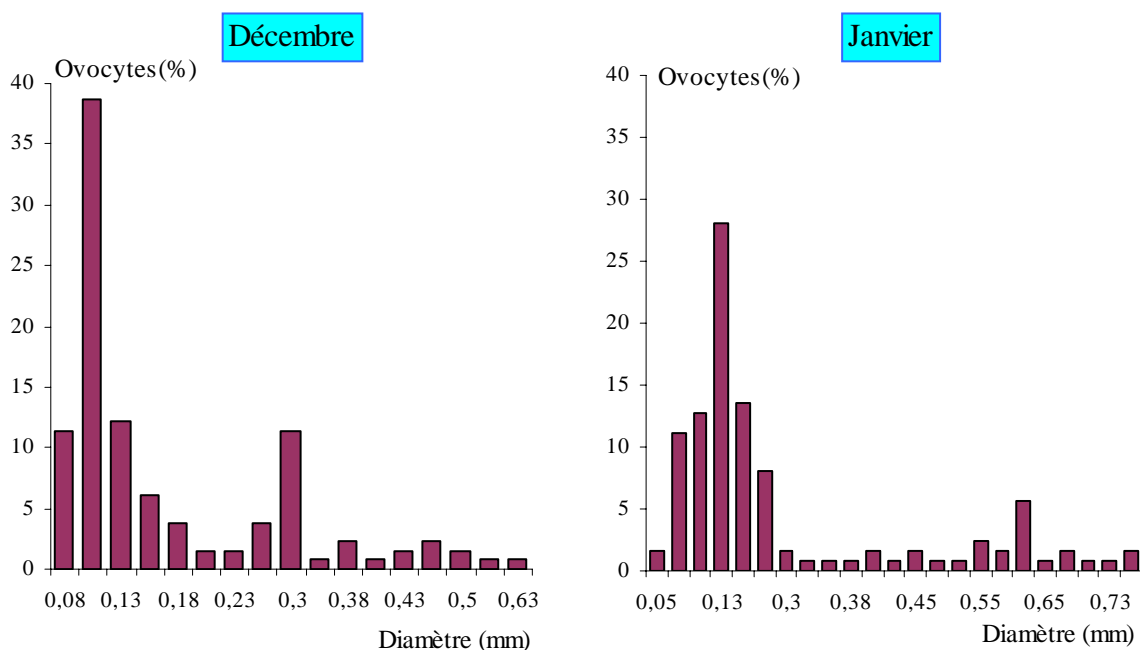


Figure 27a

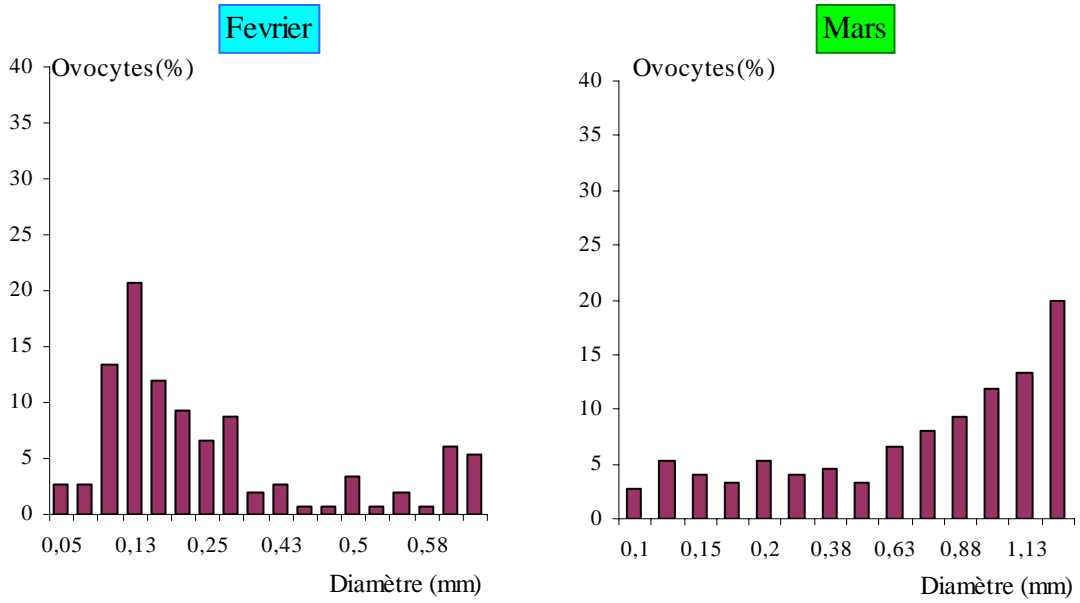


Figure 27b

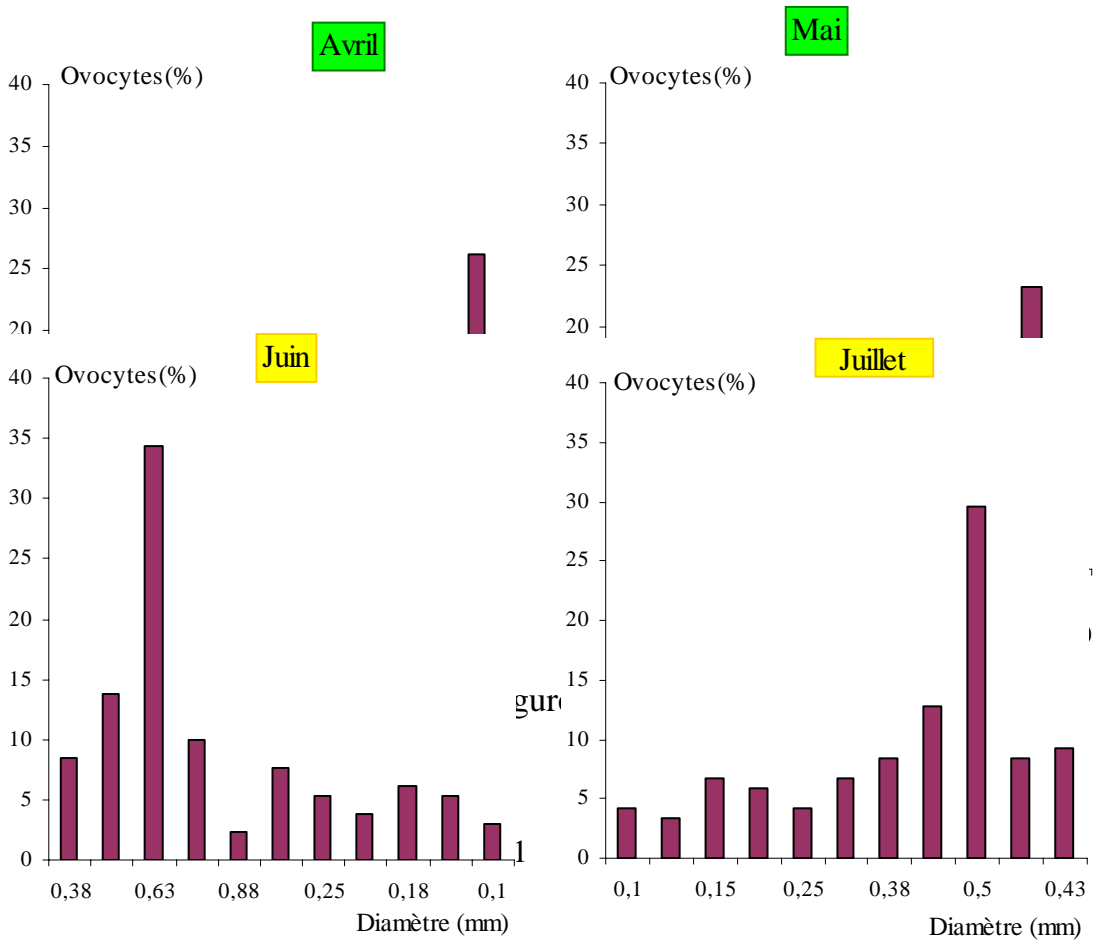


Figure 27d

Figure 27(a, b, c et d) : Variations du diamètre des ovocytes en fonction du temps chez *Barbus callensis*

A la suite de ces observations, nous déduisons que les mois d'avril et mai correspondent à la période de pré-ponte respectivement chez *callensis* et *fritschi*. En effet, le plus grand mode représente les ovocytes qui seront les premiers pondus ou lâchés, ceux qui ont un petit mode sont dépourvus de réserves et vont subir une croissance trophoplasmique postérieure à la période de fraie (MASON, 1985). La distribution unimodal des œufs correspond à une seule ponte fractionnée et étalée dans le temps. Chez *callensis* la ponte s'étale du mois d'avril au mois de juin, chez *fritschi* du mois de mai au mois d'août. En effet chez la plus part des Cyprinidés, les femelles ovulent partiellement, la reproduction de chaque femelle comprend plusieurs pontes successives qui sont séparées par des intervalles de temps variables (GILLET, 1985).

1 -2 – Variations pondérales des gonades

Les variations du poids des gonades sont estimées par rapport au poids somatique du poisson.

1 – 2 - 1 – Variations des valeurs du rapport gonadosomatique (RGS)

Les variations mensuelles des valeurs du RGS permettent de préciser la période de ponte et confirment ainsi les observations macroscopiques et microscopiques. En effet, la maturation des ovocytes et des spermatozoïdes s'accompagne d'une augmentation du volume des gonades, induisant les variations des valeurs du rapport gonadosomatique (RGS).

a - Variations mensuelles des valeurs du RGS.

Chez les deux espèces femelles, la reproduction s'est produite au printemps (Figure 28), avec un décalage dans le temps entre les deux.

Chez *Barbus callensis* femelle, la valeur maximale du RGS, qui indique la période de ponte, a été enregistrée au mois d'avril (5,75).

Le cycle sexuel annuel de cette espèce présente une période de reproduction qui s'étale d'avril 97 à juin 97.

Chez *Barbus fritschi* femelle, une seule période de ponte (mai – août), a été observée durant le cycle annuel, le maximum du RGS (10,81) a été enregistré au mois de mai 1997.

Le mâle de *Barbus callensis* présente deux périodes de dissémination au printemps, avec un maximum du RGS de (4,44) observé au mois de mai 1997

Le décalage dans le temps entre la période de ponte chez les deux espèces est vraisemblablement dû à des différences adaptatives vis-à-vis de la température de l'eau. En effet, les femelles de *Barbus callensis* ont frayé à une température de 21°C, alors que le fraie de *Barbus fritschi* a été déclenché à une température de 23°C. La température optimale pour la reproduction naturelle chez le Barbeau est entre 14 et 16°C en Belgique (PHILIPPART, 1982) et 20° en Tunisie (KRAEIM, 1979). En effet, la température reste le facteur le plus important dans le déterminisme de la période de ponte chez les Cyprinidés, (GOUBIER & SOUCHON, 1979 ; MATTHEEUWS & al., 1981 ; LUCENA & al., 1983 ; MAISE & CARMIE, 1987 ; PONCIN & al., 1987 et ROGER & al., 1999).

Suite aux résultats obtenus : l'absence totale de *Barbus fritschi* mâle, la coïncidence entre la période de fraie de *Barbus callensis* mâle et celle de *Barbus fritschi* femelle, une hypothèse peut être émise :

La semence des mâles de *Barbus callensis* déclenche le développement des œufs de *Barbus fritschi* ; il s'agit d'une reproduction gynogénétique (JING & al., 1998 et ZOU & YOUNG, 2001).

Nous avons écarté la possibilité que *Barbus callensis* féconde réellement les œufs de *Barbus fritschi*, puisque Le sous genre *Barbus* est tétraploïde (COLLARÈS-PEREIRA & MADEIRA, 1990 et CHENUL & al., 1999) alors que Le sous genre *Labeobarbus* est hexaploïde (ELGHARBI & al, 1993).

La vérification de cet hypothèses devrait être effectuée expérimentalement au laboratoire.

b - Variations des valeurs du RGS en fonction de l'âge.

Les résultats des variations du RGS nous ont incité à chercher les variations de ce rapport avec la taille, pour savoir si le poids des testicules et des ovaires est le reflet de divers stades de maturation quelque soit la taille ou bien c'est le reflet de phénomène d'allométrie. Pour cela, nous avons déterminé le RGS des différents individus, puis nous avons calculé le RGS moyen pour tous les individus ayant le même âge (c'est à dire la même taille). Les résultats enregistrés sont regroupés dans la figure 29.

Les analyses de la figure 29 montrent que le maximum a été enregistré entre 16 et 17 cm chez les femelles des deux espèces et le minimum entre 22 et 23 cm chez *B. callensis* femelle, par contre chez *B. callensis* mâle, le maximum est noté entre 15 et 16 cm et le minimum est entre 20 et 21 cm.

Chez les deux espèces et les deux sexes, le RGS chute avec la taille c'est à dire avec l'âge. Nous confirmons que les variations du RGS sont dues à l'âge des poissons ; ceci est lié à la production des hormones sexuelles. Nos résultats sont comparables à ceux trouvés par PHILLIPART (1977) sur les Barbeaux (Belgique).

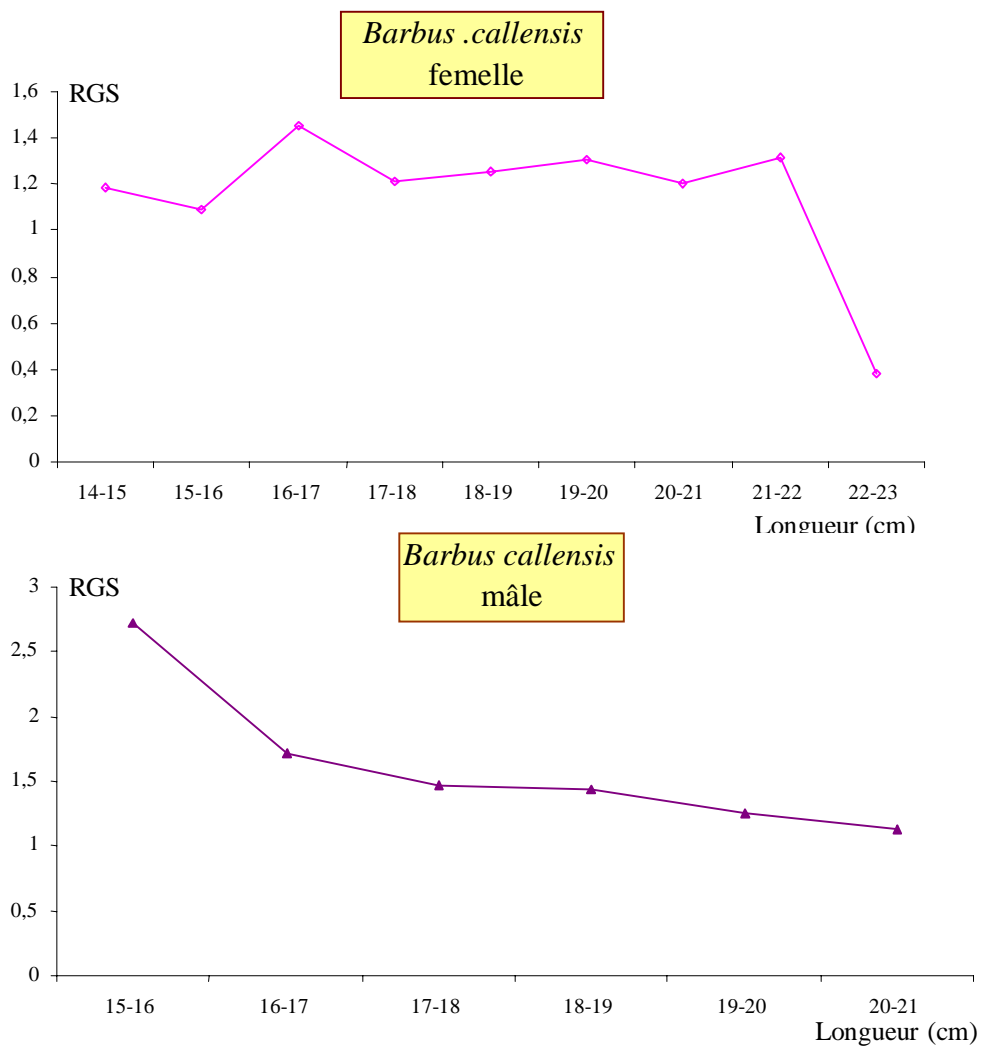
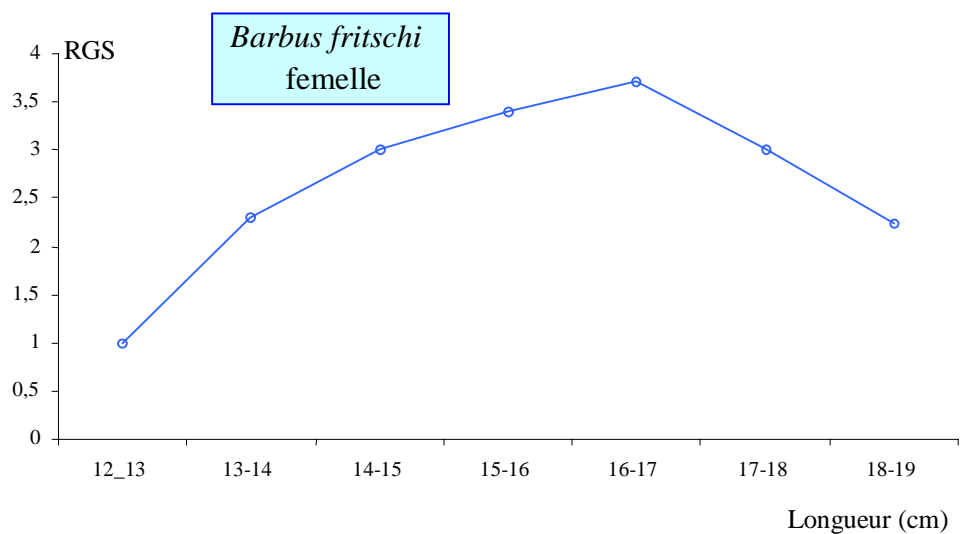


Figure 29 : Variations du rapport gonadosomatique en fonction de la taille



chez le Barbeau.

1 – 2 - 2 – Variations du rapport hépato-somatique (RHS)

Parallèlement au RGS nous avons étudié le RHS, puisque toute l'énergie nécessaire pour la maturité des gonades provient des réserves lipidiques stockées au niveau du foie.

Les variations du RHS ont montré que les valeurs minimales sont enregistrées en période de ponte chez les deux espèces et les valeurs maximales en période de maturation c'est à dire avant la ponte. Durant un cycle sexuel, les valeurs des RHS et RGS varient en sens inverse (Figure 30a et 30b).

En effet, le développement ovarien s'accompagne d'un maximum de dépense énergétique (ENCINA & GRANADO-LORENCIO, 1997). De même que chez la femelle, la croissance des gonades se fait au dépend de la croissance somatique ; ce phénomène n'est pas observé chez le mâle (ESCOT & GRANADO-LORENCIO, 1997).

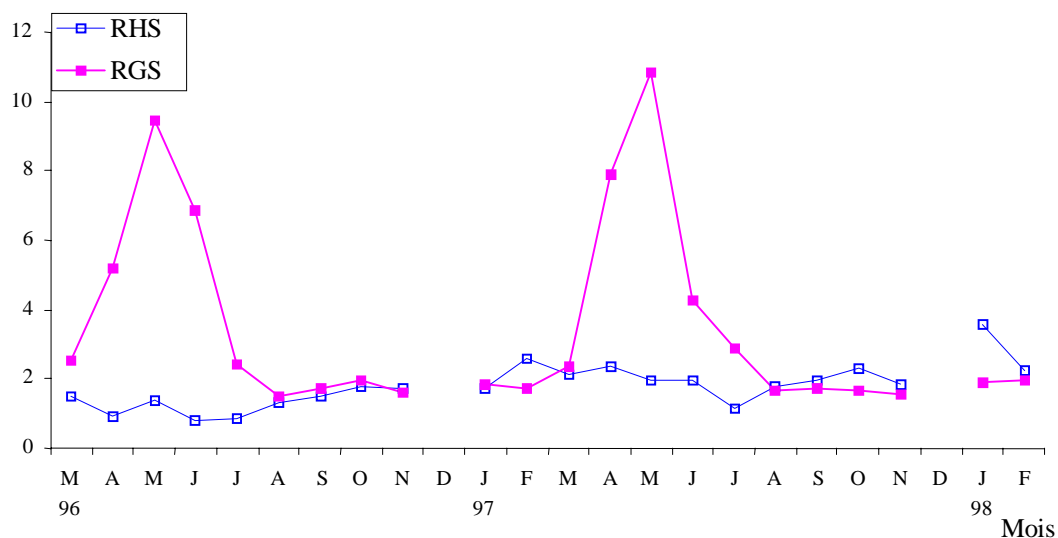


Figure 30a : Variations du rapport gonadosomatique et du rapport hépatosomatique chez *Barbus fritschi*

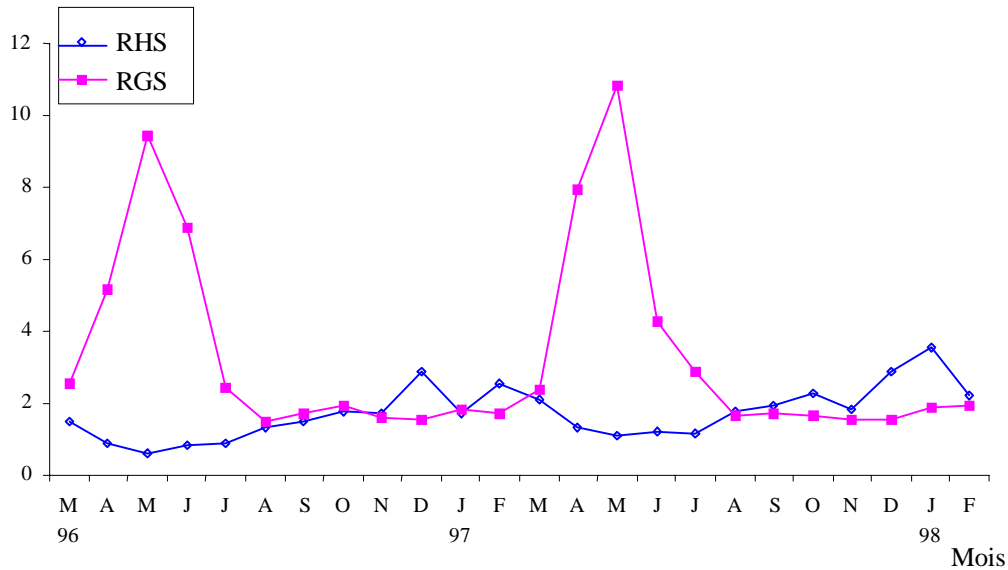


Figure 30b : Variations du rapport gonadosomatique et du rapport hépatosomatique chez *Barbus callensis*

2 - Age et taille à la première maturité sexuelle

La maturité sexuelle dépend de la vitesse de croissance, laquelle est fonction de nombreux facteurs : température nourriture... (NIKOLSKY, 1963 in GOUBIER, 1977).

L'examen de la maturité sexuelle a été pratiqué sur les gonades des individus appartenant aux groupes d'âge III, IV et V puisque ceux des groupes I et II étaient des juvéniles. La figure 31 montre que *Barbus callensis* mâle arrive à la maturité sexuelle à partir de la taille 154 mm, alors que pour les femelles elle se situe à une taille plus grande 168 mm. Quant aux femelles de *Barbus fritschi*, leur maturité sexuelle a été observée à partir de 133 mm.

Pour les deux espèces étudiées le pourcentage des individus immatures est faible, ceci est dû à la difficulté de la capture des poissons de petite taille dans les eaux profondes.

D'après nos résultats les mâles atteignent la maturité sexuelle plus tôt que les femelles. En effet les mâles mûrissent et meurent plutôt et grandissent moins rapidement que les femelles (AL-HAKIM & al., 1980).

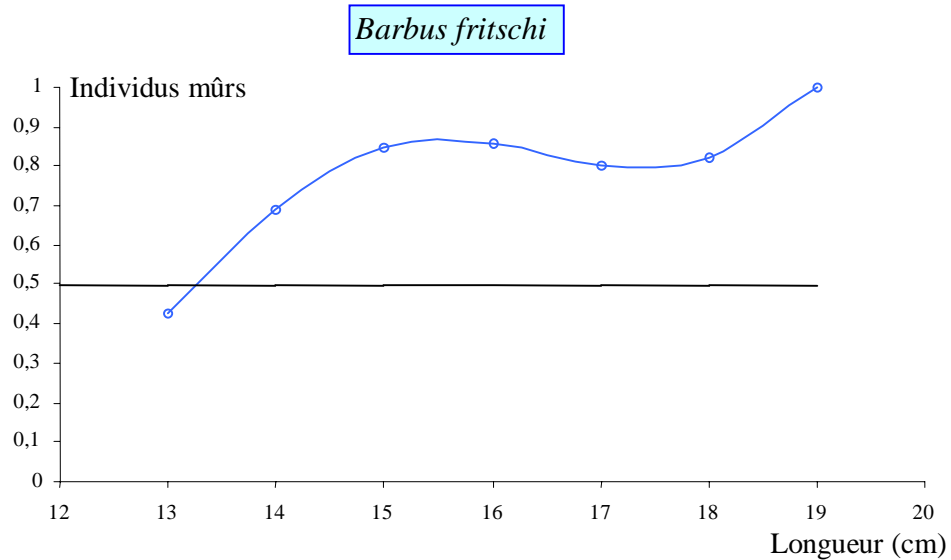
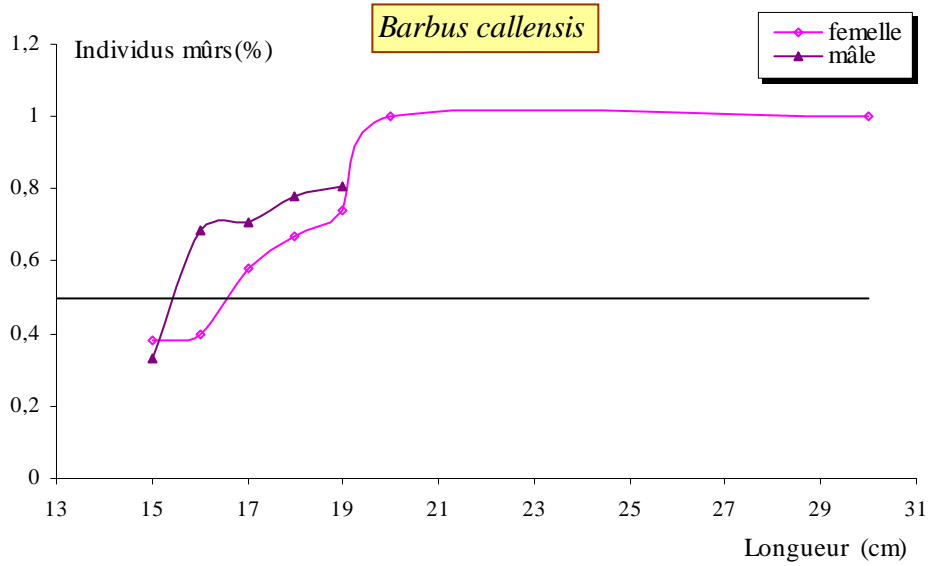


Figure 31 : Age de la première maturité sexuelle chez le Barbeau

3 – Proportion des sexes.

La proportion des sexes a été étudiée par le calcul du sex-ratio, ce dernier peut présenter des fluctuations suivant le temps et l'âge (KARTAS & GUIONARD, 1984).

3 - 1 - Variations temporelles du sex-ratio

L'étude du sex-ratio (SR) a été réalisée uniquement pour *Barbus callensis* puisque aucun individu mâle de *Barbus fritschi* n'a été capturé durant les deux années.

Les fluctuations temporelles du sex-ratio (Figure 32) chez *Barbus callensis*, montre une prédominance des mâles en période printanière, durant le reste de l'année le sex-ratio est inférieur à 1.

L'augmentation du SR en période printanière est probablement due à la précocité de la maturité sexuelle chez le mâle (PHILIPPART, 1972).

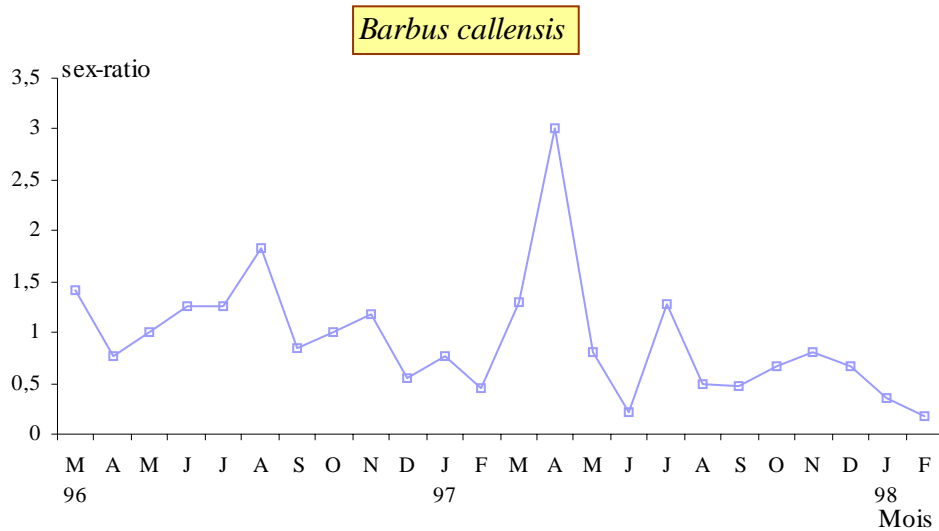


Figure 32 : Variations mensuelles du sex-ratio chez *Barbus callensis*

3 - 2 - Variations du sex-ratio avec l'âge : Figure 33

De l'âge II à IV ce sont les mâles qui dominent, de l'âge V à VII les femelles dominent, le S-R tend vers l'équilibre entre l'âge VII et VIII. A partir de l'âge VIII, le sex-ratio évolue à l'avantage des femelles.

Chez les Cyprinidés en général, le sex-ratio varie avec l'âge à l'avantage des femelles, tandis que les mâles prédominent dans les premiers groupes d'âge (PHILIPPART, 1977)

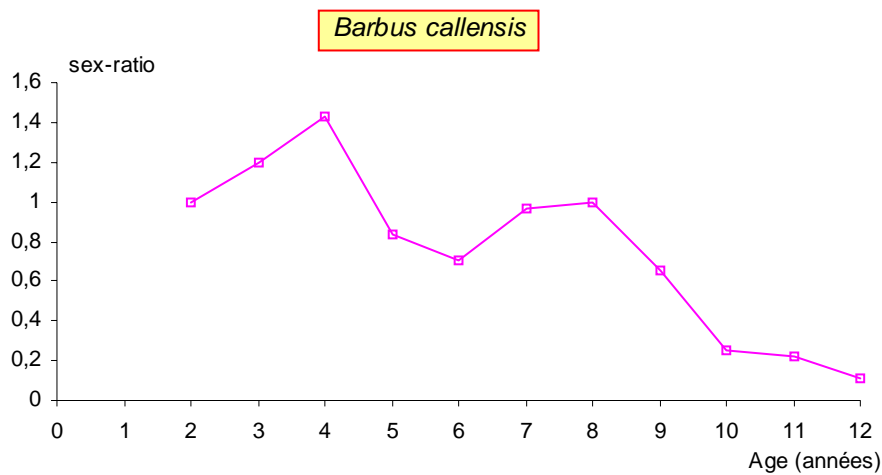


Figure 33 : Variations du sex-ratio avec l'âge chez *Barbus callensis*

4 – Fécondité

4 -1 – Fécondité absolue

Les résultats de l'étude de la fécondité absolue (Fa) chez les deux espèces sont :

Pour *Barbus callensis* :

Fa minimale = 361 œufs par gramme d'ovaire

Fa moyenne = 1052 ± 541 œufs par gramme d'ovaire

Fa maximale = 2000 œufs par gramme d'ovaire

Pour *Barbus fritschi* :

Fa minimale absolue = 250 œufs par gramme d'ovaire

Fa moyenne absolue = 630 ± 344 œufs par gramme d'ovaire

Fa maximale absolue = 1692 œufs par gramme d'ovaire

La variabilité des trois valeurs Fa minimale, Fa moyenne et Fa maximale est due à la variabilité des tailles des poissons, c'est la raison pour laquelle nous avons cherché la relation qui existe entre la taille du poisson et le nombre d'œufs prêts à la ponte. Cette relation est une fonction de type puissance comme le montre la figure 34.

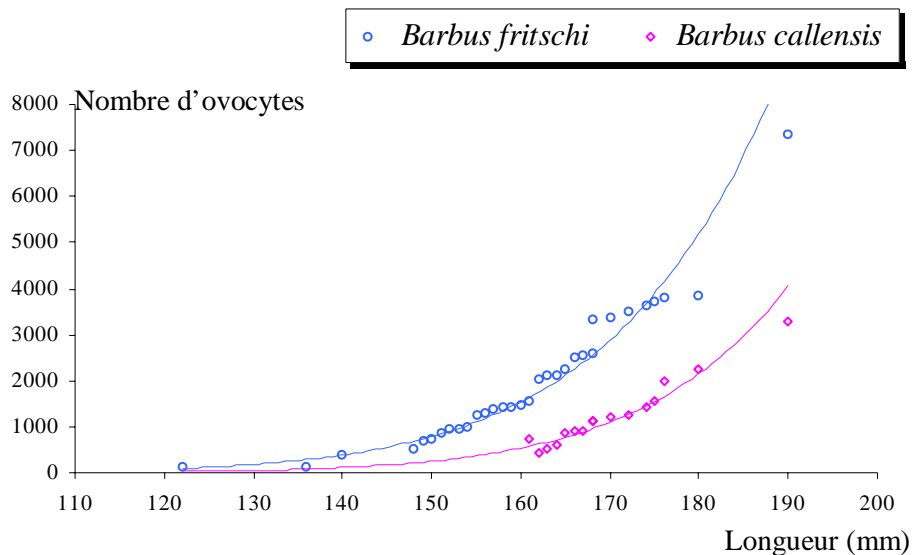


Figure 34 : Relation entre la fécondité absolue et la longueur chez le Barbeau.

Les équations de régression de la relation entre la longueur et la fécondité chez les deux espèces sont :

Pour 16 individus de *Barbus callensis* :

$$Fa = 6 \times 10^{-20} \times L^{9,863} \quad \text{avec } r = 0,95$$

Pour 30 individus de *Barbus fritschi* :

$$Fa = 3 \times 10^{-20} \times L^{10,32} \quad \text{avec } r = 0,98$$

Bien que le test t (Student) de comparaison entre la relation fécondité/taille des deux espèces montre une différence non significative (t calculé < t seuil 95%), *Barbus fritschi* paraît plus fécond que *Barbus callensis* surtout pour les individus ayant une taille entre 160 et 170 mm. En effet, pour cet intervalle de taille correspond une fécondité égale à 2538 ovules pour *Barbus fritschi* et 847 ovules pour *Barbus callensis*.

4 -2 – Fécondité relative

Les résultats observés nous ont conduit à rechercher une mesure qui ne dépend pas de la longueur des femelles, c'est la fécondité relative. Celle-ci est définie par le rapport du nombre d'ovules sur la masse totale du poisson :

$$Fr = \frac{\text{Fécondité absolue}}{\text{Masse totale du poisson}}$$

Ainsi les valeurs de Fr sont :

Pour *Barbus callensis* :

$$Fr = 22,05 \pm 9,65 \text{ œufs par gramme de poisson frais}$$

Pour *Barbus fritschi* :

$$Fr = 38,79 \pm 21,81 \text{ œufs par gramme de poisson frais}$$

Le test de comparaison (Student) des valeurs de Fr des deux espèces montre une différence significative (P < 1%)

5 - Conclusion

D'après cette étude nous constatons que le Barbeau du réservoir Allal El Fassi se caractérise par :

- Six stade de maturité sexuelle.
- Une seule ponte fractionnée et étalée dans le temps, débute au printemps se termine en été. Cette période correspond à la stabilité des eaux du réservoir.
- Un sex-ratio évoluant en faveur des mâles de *Barbus callensis* en période printanière, évoluant en faveur des femelles avec l'âge.
- Une fécondité absolue relativement faible.
- La possibilité de présence d'une population monoparentale par reproduction gynogénétique.

E - RÉGIME ALIMENTAIRE

Le poisson, peut être considéré comme un «intégrateur biologique» de l'évolution de l'écosystème (VELLAS & al., 1994). Par l'analyse des contenus stomacaux des poissons, nous nous renseignons non seulement sur les habitudes alimentaires, mais aussi leur répercussion sur l'habitat.

Dans notre milieu d'étude, l'analyse des contenus stomacaux a été pratiquée sur tous les poissons capturés lors de nos pêches (1320 individus). En parallèle, nous avons déterminé la faune du milieu (annexe I et II).

1 – ANALYSE QUALITATIVE

Cette étude préliminaire nous a donné une idée sur le type de régime alimentaire des deux espèces.

Les différentes catégories de proies constituantes du bol alimentaire du Barbeau sont illustrées dans le tableau XIV. La nourriture du Barbeau est variée, englobe des composantes animales, végétales et substrat meuble.

Nous avons noté l'absence d'espèces zooplanctoniques (*Kératina* et *Daphnia*), Annélides, Mollusques, Crustacés et Diptères (*Chaoboridae*) chez *Barbus fritschi*. Alors que chez *Barbus callensis*, aucun Odonate n'a été trouvé dans son bol alimentaire.

Les composantes végétales (grains de céréales, fragments de feuilles et de bois) et les algues filamenteuses sont présentes chez les deux espèces. La vase occupe une grande place dans le bol alimentaire de *Barbus callensis* et tout particulièrement dans celui de *Barbus fritschi*.

Tableau XIV : Les différentes proies identifiées dans les contenus
stomacaux du Barbeau.

Les proies	<i>Barbus callensis</i>	<i>Barbus fritschi</i>
Microinvertébrés : Zooplancton		
Copépodes : tropocyclops		
Cladocères : Daphnia	+	+
Bosmina	+	+
- Rotifères	+	+
Macroinvertébrés	+	-
PLATHELMINTHES : Triclaides		
NEMATHELMINTHES : Mermithoïdae	+	+
ANNELIDES : Oligochètes	+	+
Achètes	+	-
MOLLUSQUES : Planorbidae	+	-
ARTHROPODES :	+	-
Crustacés : Limnadiidae		
INSECTES :	+	-
-Ephemeroptères : Caenidae		
-Odonates : Libellulidae	+	+
-Hétéroptères : Aphélocheiridae	-	+
- Hyménoptères :	+	+
- Diptères : Chironomidae	+	+
Chaoboridae	+	+
-Coléoptères : Hidrophilidae	+	-
Composantes végétales	+	+
- algues filamenteuses	+	
- débris végétaux	+	+
Substrat meuble : vase	+	+

+ : présence.

- : absence.

Au premier abord, nous avons constaté que la nourriture de *Barbus callensis* est plus diversifiée que celle de *Barbus fritschi*. Mais chez les deux espèces nous n'avons pas noté la présence d'ichtyophagie par comparaison avec le Barbeau tunisien (KRAÏEM, 1994), ni cannibalisme comme le cas du Barbeau du Rhône (KRAÏEM, 1980c). Ainsi, nous avons déduit que le Barbeau du réservoir Allal El Fassi a un régime alimentaire omnivore.

2 – ANALYSE QUANTITATIVE

Cette analyse était basée sur la fréquence numérique des proies ingérées et l'importance du volume qu'elles occupent dans le contenu stomacal.

2 - 1 – Rythme d'activité alimentaire

Le pourcentage d'estomacs vides observés à différentes périodes de l'année, nous a renseigné sur le rythme saisonnier de l'activité alimentaire de la population (HYSLOP, 1980).

Il est à noter que le nombre d'estomacs vides est toujours élevé chez les individus capturés à l'aide d'engin passif, d'où l'intérêt d'engins de capture actifs pour l'étude de l'alimentation des poissons (PONTON & GERDEAUX, 1988).

Chez *Barbus fritschi*, sur les 598 estomacs examinés, 107 étaient vides, soit un pourcentage de vacuité de 17,89%. Chez *Barbus callensis*, le pourcentage était de 32,40%. Ce coefficient varie avec la taille et avec les saisons.

2 – 1 - 1 – Variations de la vacuité en fonction de la taille

Nous avons réparti la population en classe de taille en se basant sur les résultats de l'étude de la croissance, et nous avons calculé le coefficient de vacuité pour chaque classe de taille (figure 35).

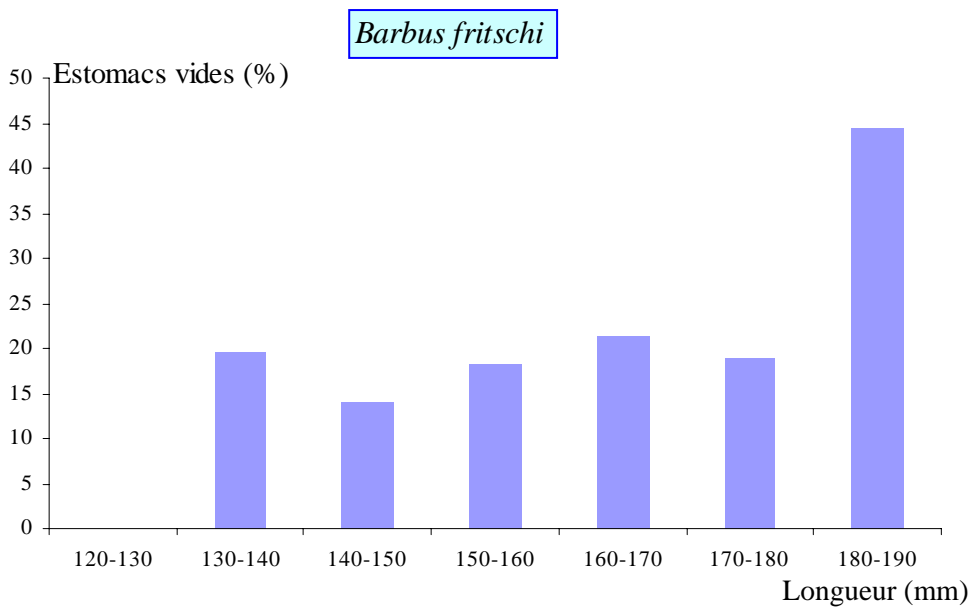
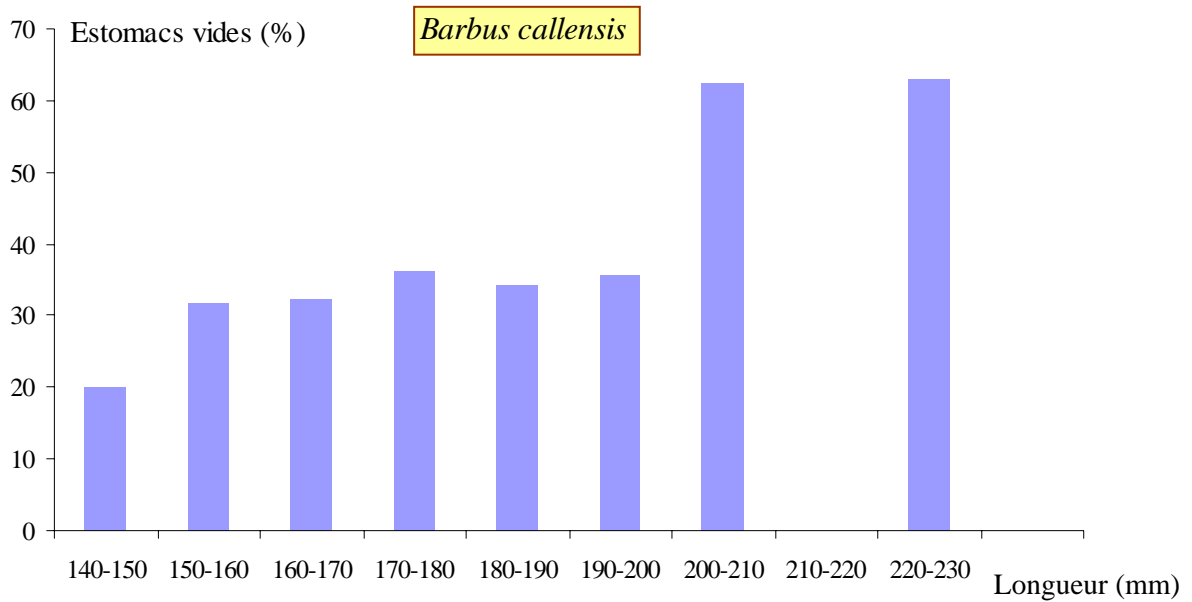


Figure 35 : Variations du coefficient de vacuité en fonction de la taille

Chez le Barbeau.

La figure 35 montre que les deux espèces présentent un coefficient de vacuité variant avec l'âge, faible à nul chez les juvéniles et augmente ensuite avec l'âge.

Les mêmes constatations ont été enregistrées par REYES-MARCHANT & al. (1992). Ceci est probablement dû au fait que :

- Les jeunes sont plus agiles que les adultes ;
- Les adultes se nourrissent peu ou pas en période de fraie (KRAIEM 1994) ;
- Avec l'âge le Barbeau pourrait développer une sélectivité dans le choix de la nourriture (KHALAF, 1985 ; BENABID, 1990).

2 – 1 - 2 - Variations de la vacuité en fonction des saisons

Chez les deux espèces, Le pourcentage le plus élevé d'estomacs vides était observé au printemps avec : 24,73% (1996) et 33.8% (1997) chez *L. fritschi* et 50% chez *B. callensis* (1996 et 1997).

Le pourcentage le plus faible était observé en automne, avec 5,26% (1996) et 7,81% (1997) Chez *L. fritschi* et 23,07% (1996) et 15% (1997) chez *B. callensis* (figure 36).

Le rythme de l'activité alimentaire est influencé par les conditions du milieu et l'état physiologique des poissons. En effet, L'augmentation du poids des gonades durant le printemps, peut comprimer le tube digestif et réduire le bol alimentaire (BOËT, 1980). Les valeurs relativement faibles de la transparence de l'eau (disque de Secchi) constatée durant les deux années d'études peuvent avoir un effet sur le rythme alimentaire surtout que les Cyprinidés sont des prédateurs visuels (PONTON & STOFFEK, 1987). Par ailleurs, il est à noter que les températures élevées en période estivale peuvent engendrer l'augmentation du transit gastrique (BOËT, 1980) et que les faibles concentrations en oxygène dissous au fond peuvent priver les poissons du benthos (JAMET & LAIR, 1991).

L'automne, saison idéale pour l'alimentation du Barbeau de notre milieu, coïncide non seulement avec la période de repos sexuel mais aussi avec le brassage des eaux du réservoir permettant de remettre en suspension le benthos.

En hiver, le C.V a diminué par rapport à l'automne à cause des basses températures (11°C) qui diminuent l'activité des poissons.

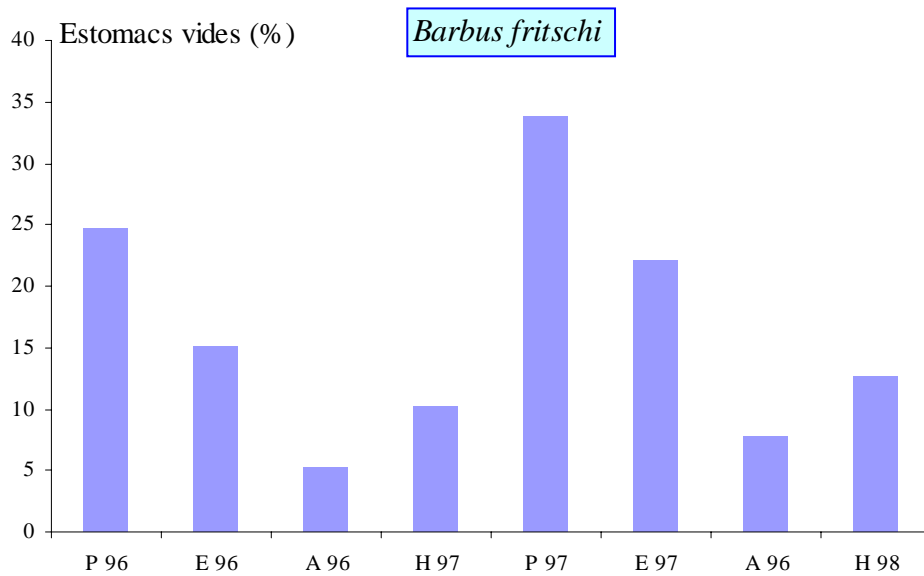
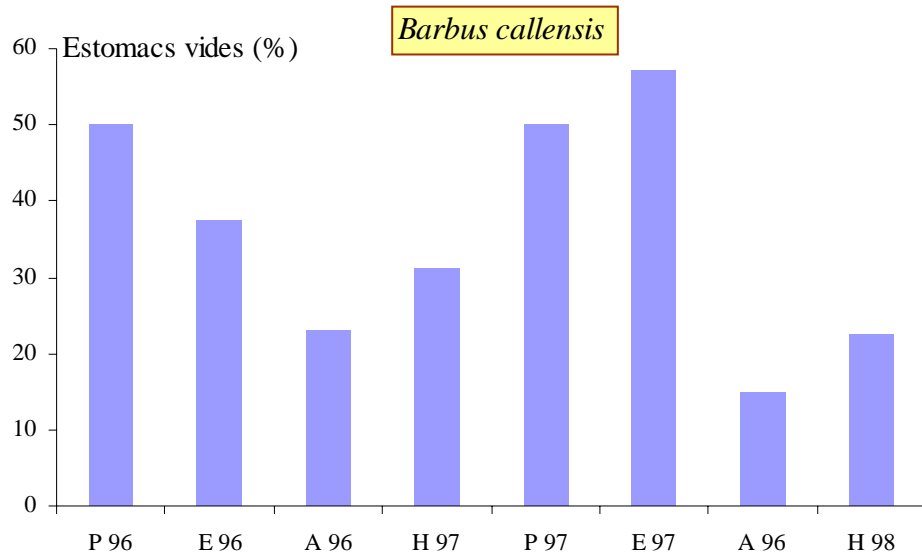


Figure 36 : Variations du coefficient de vacuité en fonction des saisons
chez le Barbeau.

2 - 2 - Spectre alimentaire

2 – 2 – 1 – Abondance relative en nombre :

C'est l'importance de la fréquence numérique des proies ingérées par le Barbeau. Il est à signaler que les composantes végétales et le substrat meuble ne figurent pas dans l'abondance puisqu'ils ne sont pas dénombrables.

Nous avons constaté que le dénombrement des proies présente l'inconvénient de favoriser les proies de petites tailles (zooplancton) et de sous-estimer celles de tailles plus importantes ; c'est la raison pour laquelle nous avons présenté le spectre alimentaire en deux catégories : les macroinvertébrés et les microinvertébrés.

Les abondances relatives des différentes proies ingérées par *B.callensis* (figure 37a et b) indiquent que, chez les macroinvertébrés, les Chironomes sont les plus abondantes (83,17%). Chez les microinvertébrés, le pourcentage le plus élevé est celui des Copépodes (99,57%).

Quant à *B.fitschi* (figure 38 a et b) l'indice numérique le plus important des macroinvertébrés est celui des Némathodes (61,82%). Les Chironomes, Odonates, Coléoptères, Hyménoptères, Héteroptères et Plathélminthes présentent des abondances relatives respectivement de : 14,54%, 9,46%, 6,13%, 3,33%, 2,80% et 1,40%.

Au niveau du zooplancton, les Copépodes et Cladocères prédominent et sont à part presque égale (55% et 45%).

Nous avons remarqué la présence de Némathodes au niveau des contenus stomacaux, mais pas au niveau du benthos. KRAIEM (1980) avait fait la même observation chez le Barbeau du Haut-Rhône en France. L'auteur avait expliqué le phénomène par trois hypothèses : soit que le moyen de prélèvement n'est pas adéquat, soit que la cuticule des Némathodes les protègent et ralentit leur digestion, soit qu'ils sont consommés davantage par le Barbeau.

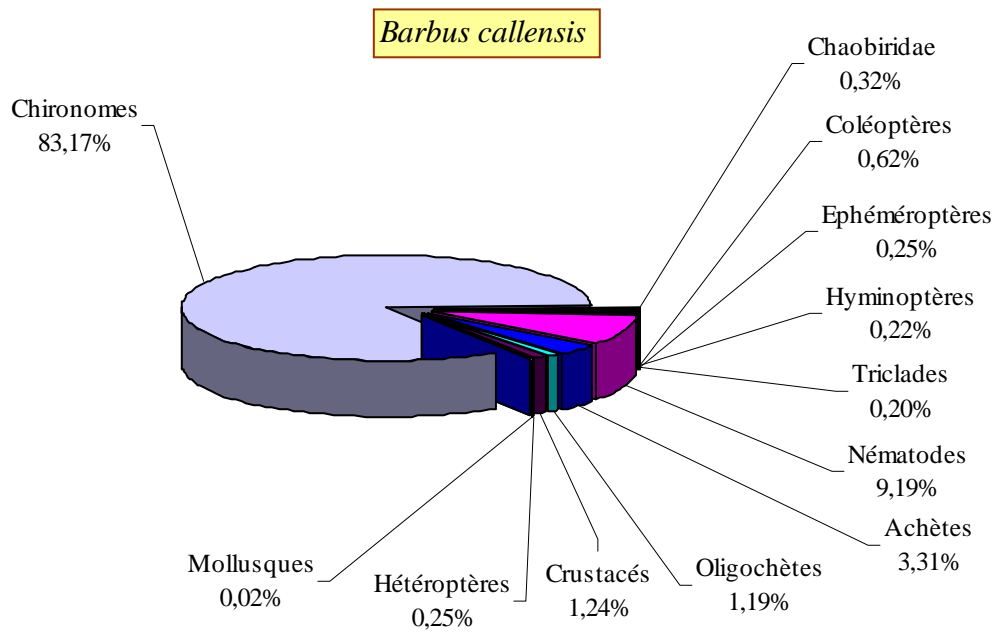


Figure 37a : Abondances relatives des différentes proies de macroinvertébrés.

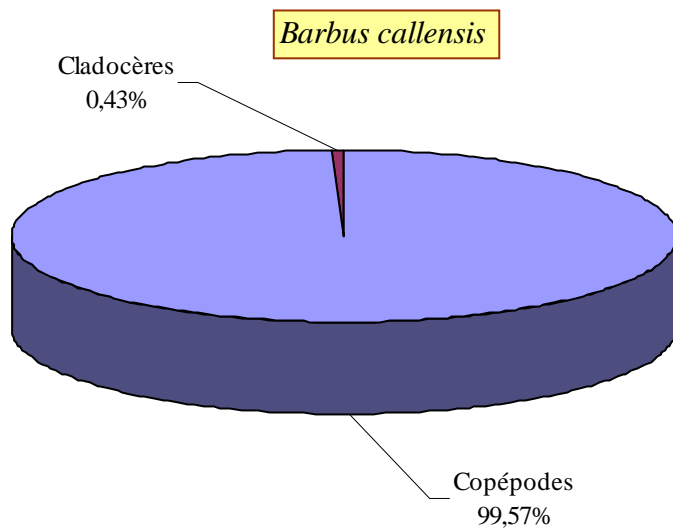


Figure 37b : Abondances relatives des différentes proies de microinvertébrés.

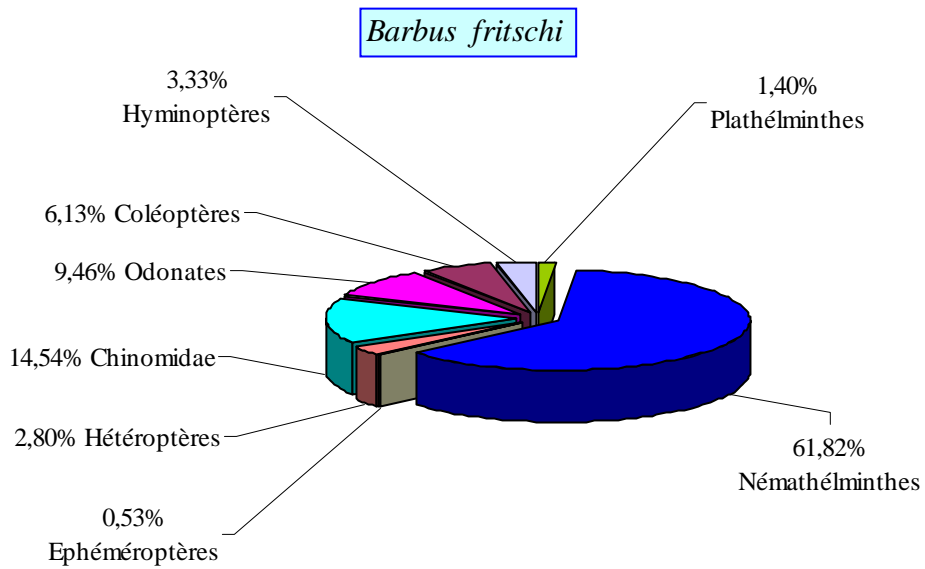


Figure 38a : Abondances relatives des différentes proies de macroinvertèbrés.

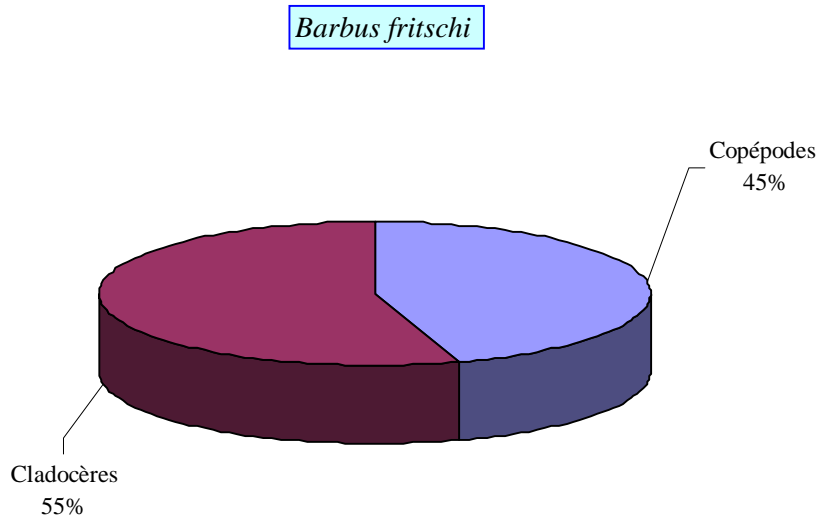


Figure 38b : Abondances relatives des différentes proies de microinvertèbrés.

2 – 2 - 2 - Coefficient volumétrique

Les analyses volumétriques fournissent des résultats plus fidèles du spectre alimentaire que les analyses numériques (PERRIN, 1979).

Parmi les items zooplanctoniques de *B.callensis*, ce sont les Cyclopoïdes (Copépodes) qui représentent le plus grand pourcentage (76,63%) (figure 39), les Daphnidaes et / ou Bosminidaes (Cladocères) figurent à 0,33%. Le substrat meuble occupe la part de 20,07%, le pourcentage restant (2,97%) est celui des macroinvertébrés (1,41%) et débris végétaux (1,56%).

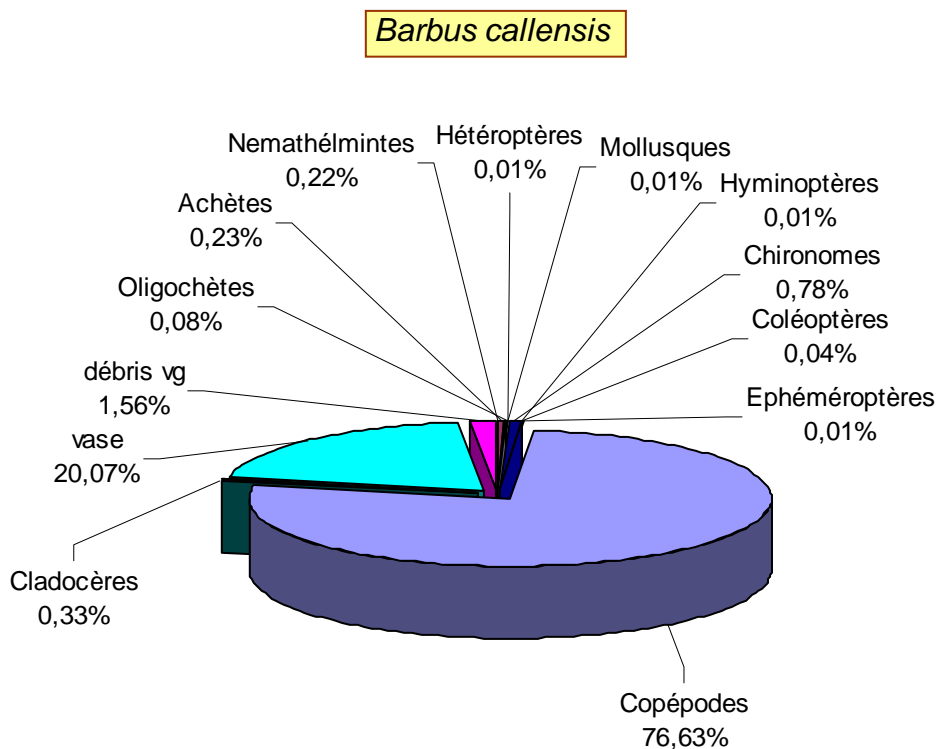


Figure 39 : Pourcentages volumétriques des divers items constituant le spectre alimentaire de *Barbus callensis*.

Chez *B.fritschi*, le substrat meuble (vase) représente la plus grande fraction du spectre alimentaire avec 97,38% (figure 40), suivi des débris végétaux (2,32%) ; les macroinvertèbrés et les microinvertèbrés ont une minuscule fraction du spectre alimentaire (0,30%) (Les taxons à très faible fraction de l'ordre de 0,00x% n'ont pas été représentés graphiquement).

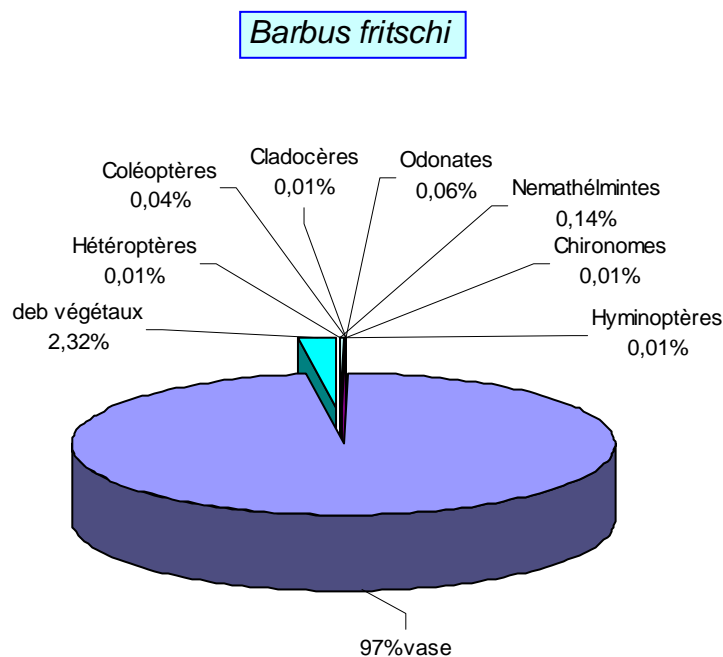


Figure 40 : Pourcentage volumétrique des divers items constituant le spectre alimentaire de *Barbus fritschi*.

Nous avons remarqué que la méthode basée sur l'estimation du volume de chaque catégorie de proies fournit des résultats différents de la fréquence numérique. Ceci est dû en partie au fait que cette dernière ne prend pas en considération les débris végétaux et le substrat meuble qui représentent une part importante du régime alimentaire du Barbeau.

2 - 3 - Les préférences alimentaires du Barbeau.

Le calcul de l'occurrence nous permet de calculer le degré de fidélité du poisson à ses proies. Ainsi, les proies sont considérées comme constantes lorsque O.C est supérieur à 50%. Quand O.C est compris entre 20 à 50% la proie est accessoire et lorsqu'il est inférieur à 20% la proie est accidentelle.

2 – 3 - 1– Suivant la taille

Chez *Barbus callensis*, les variations du coefficient d'occurrence de chaque type de proie est illustré dans la figure 41

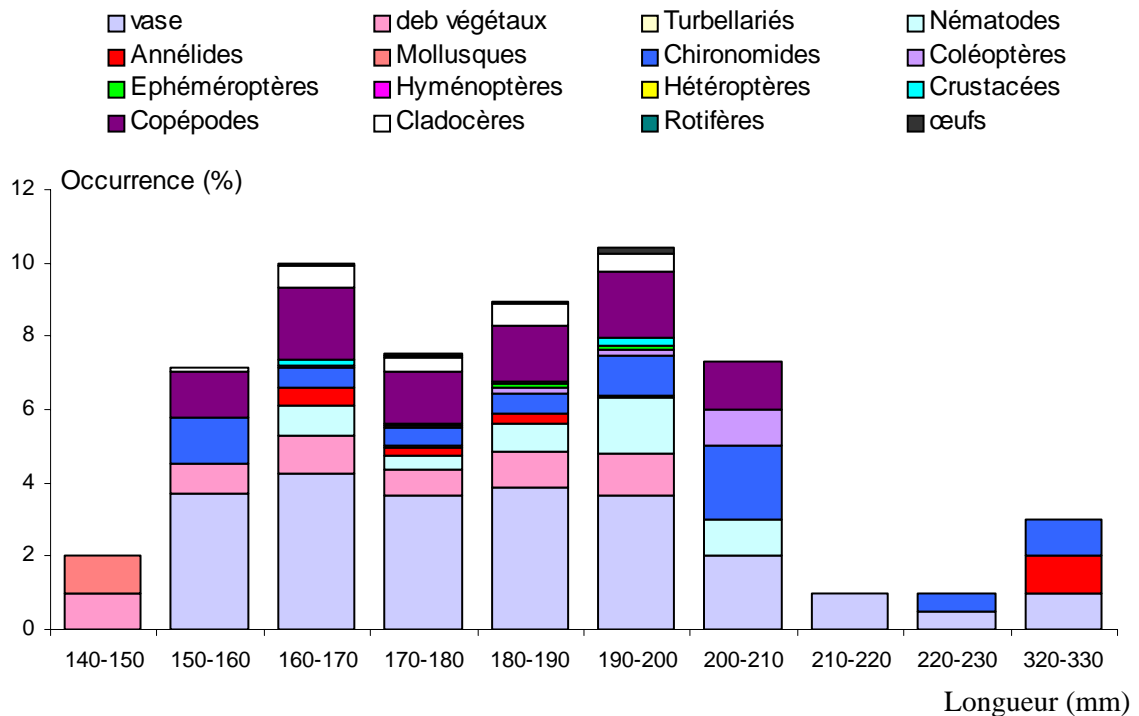


Figure 41 : Variations du coefficient d'occurrence en fonction de la taille

Chez *Barbus callensis*.

Pour la première classe d'âge (L<150mm), toutes les catégories de proies sont accidentelles. Les débris végétaux sont particulièrement recherchés.

Pour les classes de taille comprise entre 150 et 200 mm, le coefficient d'occurrence change ; la part prise par le zooplancton et le substrat meuble devient importante et constitue les proies constantes du *B callensis*. Les débris végétaux et les insectes sont des proies d'importance non négligeable.

Au delà de 200 mm, le *B callensis* adopte une alimentation moins diversifiée à base de substrat meuble et larves de Chironomes.

Chez *Barbus fritschi* (figure 42), pour toutes les classes d'âge, le substrat meuble est la proie constante. Les autres catégories de proies (débris végétaux, insectes et zooplancton) sont accessoires.

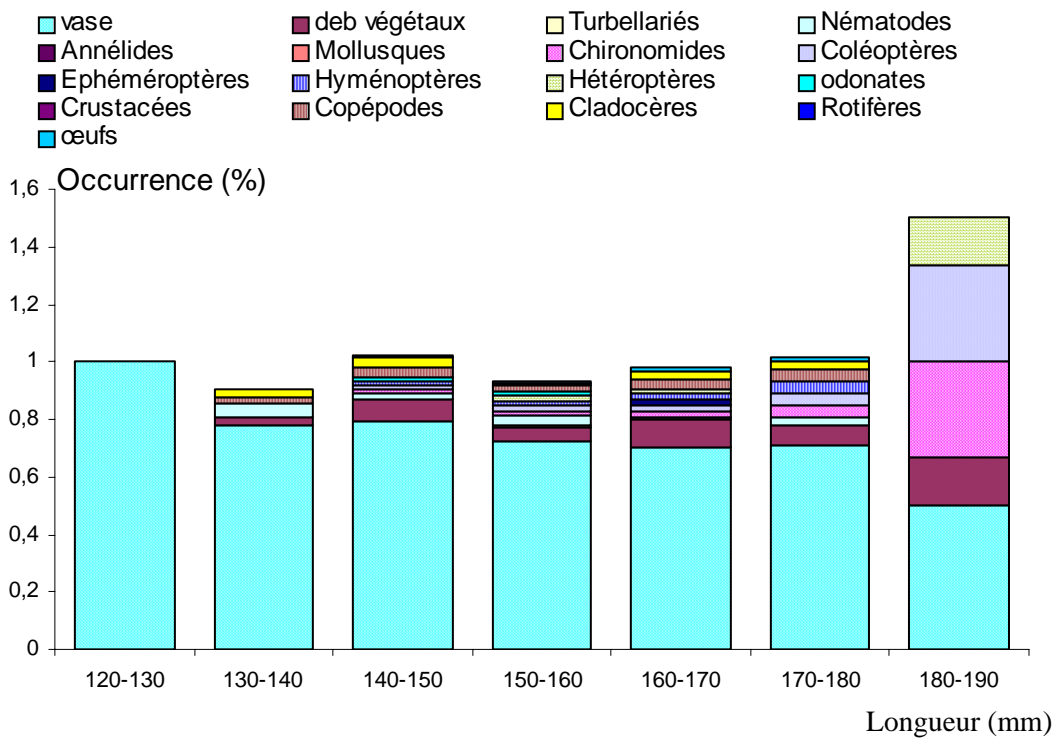


Figure 42 : Variations du coefficient d'occurrence en fonction de la taille

Chez *Barbus fritschi*.

2 – 3 – 2 – suivant les saisons

Chez *Barbus callensis* (figure 43), aucune proie n'est constante au printemps ; la vase est accessoire et toutes les autres proies sont accidentelles.

Le substrat meuble reste la proie constante en été et en hiver, par contre les Copépodes sont constantes en automne.

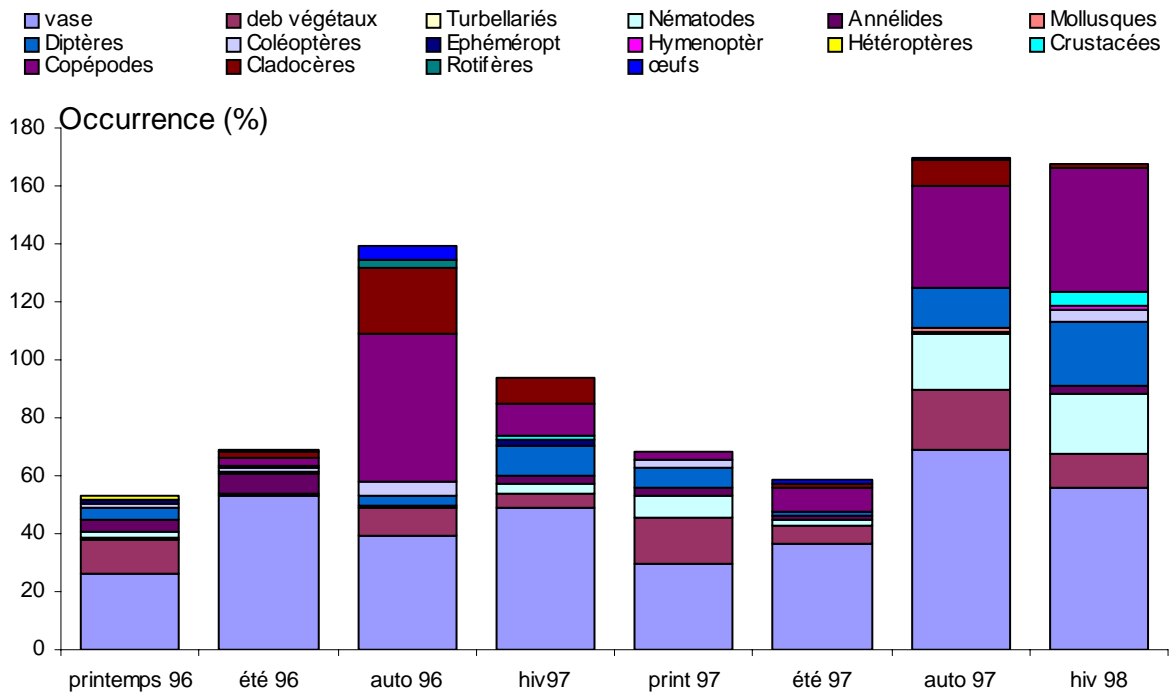


Figure 43 : Variations d'occurrence en fonction des saisons chez

Barbus callensis.

Chez *Barbus fritschi* (figure 44), pour toutes les saisons le substrat meuble est la proie constate et les autres catégories de proies sont accidentelles.

La préférence alimentaire apparaît donc déterminée en partie par les caractéristiques du milieu vis-à-vis desquelles le poisson s’acclimate et en partie par l’âge.

Chez *Barbus callensis* la préférence alimentaire change avec l'âge. Ce phénomène est plus accentué au-delà de 200 mm.

Chez *Barbus fritschi*, le substrat meuble est le bol alimentaire le plus préféré. Nous pouvons qualifier cette espèce de poisson fouisseur.

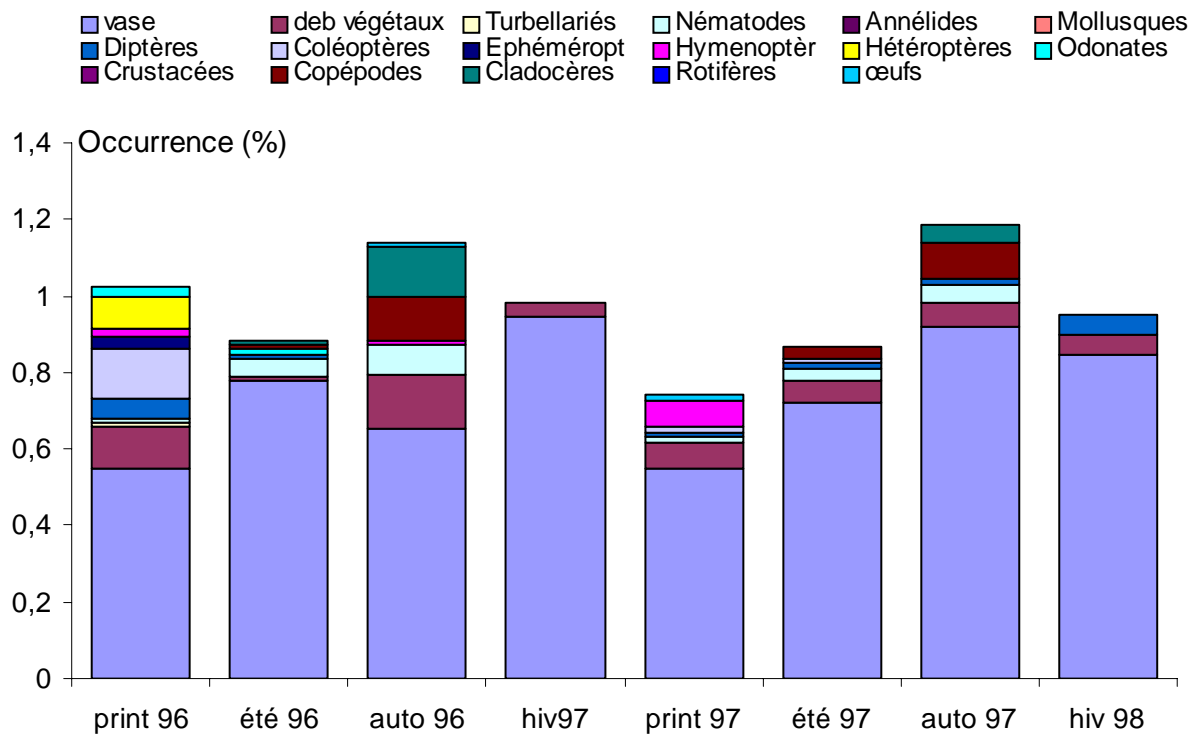


Figure 44 : Variations d'occurrence en fonction des saisons chez

Barbus fritschi

2 - 4 – Intensité de prédation

2 – 4 – 1 – Suivant la taille

Chez les deux espèces étudiées, la prédation est maximale chez les adultes de tailles 160 à 210 mm pour *B. callensis* et les tailles 130 à 170 mm pour *B.fritschi*, la prédation diminue au-delà de ces tailles (Figure 45a et 45b).

La prédation est presque nulle chez les juvéniles des deux espèces (figure 45a et b), probablement dûe au manque d'expérience, à la capacité d'acclimatation et à l'apprentissage.

La prédation chez le Barbeau s'améliore avec l'âge (c'est à dire la taille), elle est surtout exercée sur le zooplancton de grande taille, principalement Copépodes (Cyclopses) et Cladocères (Daphnia et Bosmina). Les proies les plus grosses sont les préférées car elles sont plus facilement repérables et plus énergétiques. Mais la taille du zooplancton n'est pas le seul critère de prédation, il y'a d'autres facteurs tels que la pigmentation, le type de locomotion et la capacité d'échappement (DUBOIS & al., 1994). Au-delà de la taille 210 mm chez *Barbus callensis* et 170 mm *Barbus fritschi*, l'intensité de prédation diminue nettement. Ces classes de taille ne manifestent aucune prédation vis-à-vis du zooplancton mais se contentent de larves d'insectes. Chez les deux espèces, la prédation diminue avec l'âge.

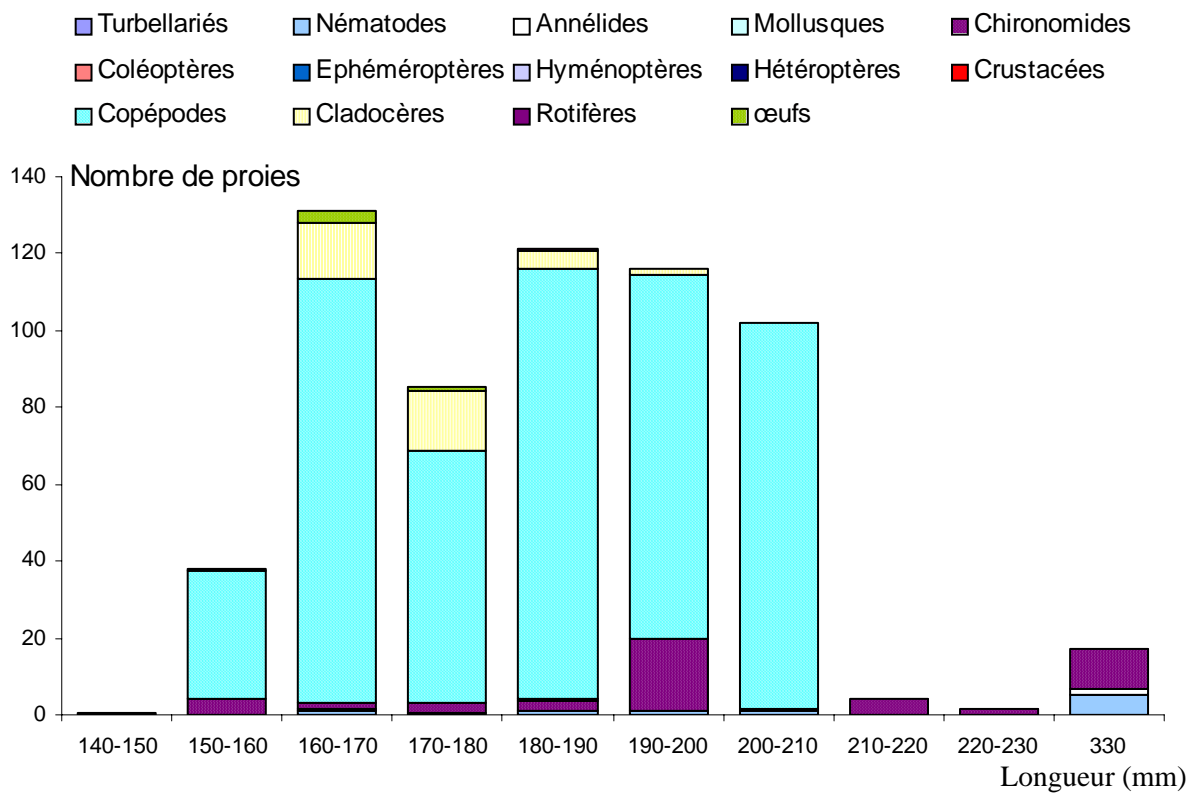


Figure 45a : Intensité de prédation en fonction de la taille chez *Barbus callensis*.

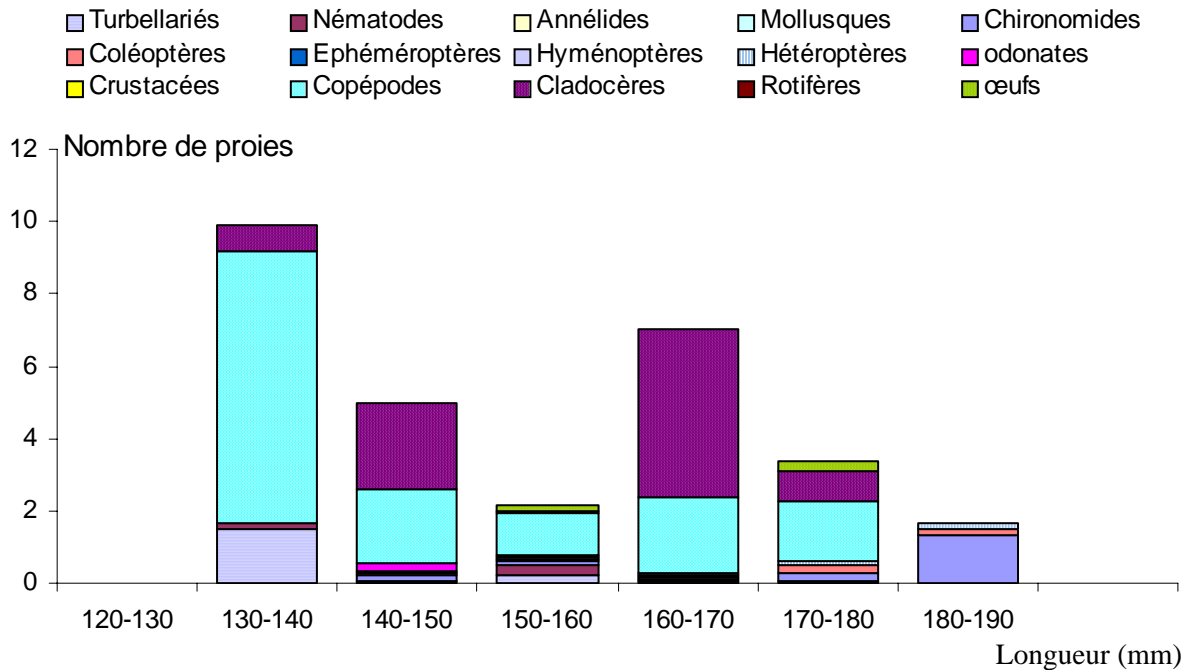


Figure 45b : Intensité de prédation en fonction de la taille
chez *Barbus fritschi*.

2 – 4 – 2 – suivant les saisons

La prédation est maximale en automne, accée surtout sur le zooplancton : Cladocères et Copépodes pour *B. callensis* Rotifères et œufs de Cladocères pour *B. fritschi*. L'intensité de la prédation est très faible à nulle au printemps et en été et est faible en hiver (figure 46a et b).

L'automne correspond à la période de brassage des eaux du réservoir et à l'augmentation de l'abondance des Copépodes et Cladocères (JABARI, 1998).

Au printemps et en été, le Barbeau est caractérisé par des changements physiologiques liés à la reproduction ; *Barbus callensis* peut particulièrement jeûner en cette période (KRAIEM, 1994).

L'hiver reflète les conditions du milieu sur la prédation des poissons. En effet, les basses températures peuvent déclencher une sorte d'hibernation chez le Barbeau.

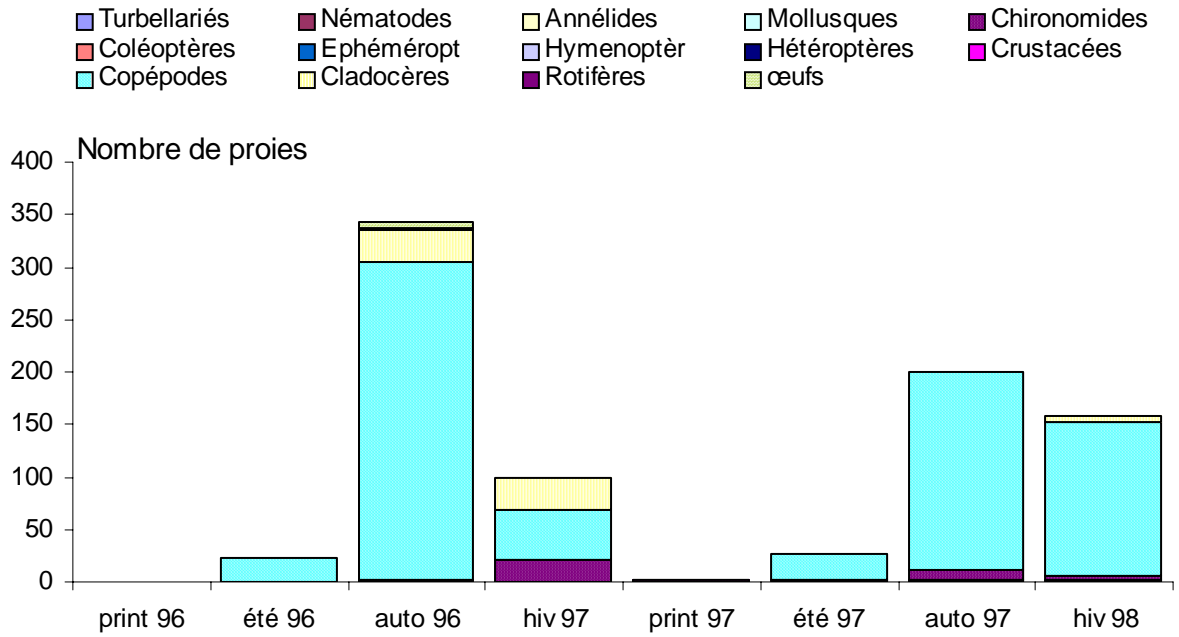


Figure 46a : Intensité de prédation en fonction des saisons
chez *Barbus callensis*.

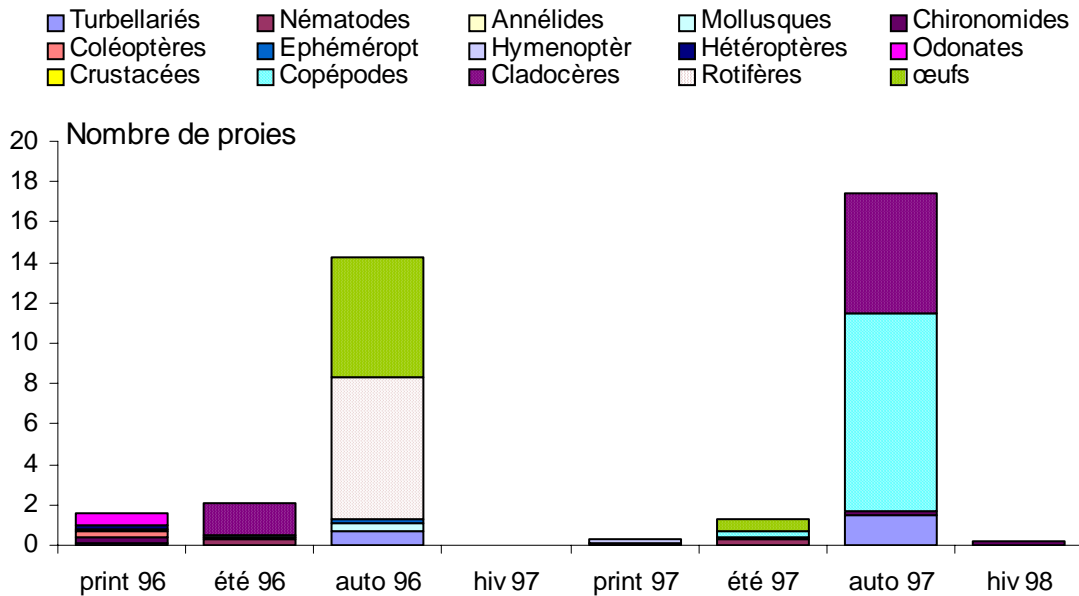


Figure 46b : Intensité de prédation en fonction des saisons
chez *Barbus fritschi*.

Nous avons constaté que par sa prédation sur le zooplancton, le *Barbus callensis* peut jouer un rôle déterminant dans la structure de l'écosystème lacustre en favorisant la dominance des Rotifères par rapport aux grands Cladocères (LAMMENS, 1988 ; PONT & al., 1989 ; JAMET & al., 1990). De même que le Barbeau est responsable de la réduction du broutage par suite de la consommation du zooplancton herbivore en particulier Cyclops, Daphnia et Bosmina (DERRAZ, sous presse).

2 - 5 - Importance des proies dans le régime alimentaire

L'importance des proies dans le régime alimentaire a été étudiée par l'indice alimentaire de Lauzane (IA), qui tient compte à la fois du pourcentage d'occurrence et du pourcentage volumétrique. Il peut varier de 0 à 100 (LAUZANE, 1975 et 1976) :

IA < 10 : □ proie secondaire

10 < IA < 25 □ proie d'importance non négligeable

25 < IA < 50 □ proie essentielle

I.A > 50 □ proie largement dominante

Tableau XVI : Indice alimentaire chez *Barbus fritschi*.

Proies	Indice alimentaire	Types de proies
Odonates	0,003	Secondaires
Coléoptères	0,009	Secondaires
Némathélminthes	0,038	Secondaires
Débris végétaux	0,159	Secondaires
Vase	71,322	Dominantes

Tableau XV : Indice alimentaire chez *Barbus Callensis*.

Proies	Indice alimentaire	Types de proies
Némathélminthes	0,01393	Secondaires
Cladocères	0,02020	Secondaires
Chironomidae	0,05922	Secondaires
Débris végétaux	0,1529	Secondaires
Vase	8,6156	Secondaires
Copépodes	15,1118	Importantes

Globalement, au niveau du réservoir Allal El Fassi, le *Barbus callensis* présente un régime alimentaire omnivore à tendance zoophage. Par contre au niveau de l'oued N'fis (Maroc) (BENABID, 1990) et de l'oued Ghézala (Tunisie) (KRAÏM, 1994) cette même espèce manifeste une tendance alimentaire zoophage dominée par les larves d'insectes. Au niveau de l'oued Boufekrane (Maroc), elle est omnivore à tendance phytophage (CHERGHOU, 2001).

Quant à *Barbus fritschi*, son régime alimentaire est omnivore dominé par le sédiment. Une étude de ce dernier a montré qu'il est composé de 50 à 71% de matière organique (BOUCHELTA, communication personnelle). Au niveau de l'oued N'fis, cette espèce a une tendance alimentaire phytophage (BENABID, 1990).

Le changement de tendance alimentaire en fonction du milieu témoigne de l'opportunisme du Barbeau et sa grande capacité d'adaptation aux conditions trophiques de n'importe quel écosystème où il vit.

Au terme de cette étude, il est important de signaler l'impact du Barbeau sur la structure et le fonctionnement du réservoir. En effet, de part leur régime alimentaire omnivore, les deux espèces peuvent participer à la libération du phosphore soluble et d'azote, surtout lorsque les poissons sont jeunes. De même, la consommation de sédiment accélère la libération de phosphore directement assimilable par les algues (BRABAND & al., 1990).

Conclusion

L'étude du régime alimentaire du Barbeau du réservoir Allal El Fassi a révélé, que ce poisson présente un rythme saisonnier de son activité alimentaire.

L'automne est la saison où le Barbeau développe une activité alimentaire importante ; période correspondant à l'abondance et à la disponibilité de la nourriture en raison du brassage des eaux du réservoir, d'où les faibles valeurs de la vacuité observée. Cette dernière augmente en période printanière et en été probablement due à la désoxygénation des eaux profondes qui prive les poissons du benthos d'une part et à la coïncidence avec la période de fraie d'autre part. Avec l'âge, l'activité alimentaire diminue.

Le spectre alimentaire est diversifié, chez *B. callensis* il se compose essentiellement de zooplancton dont le plus grand pourcentage est celui des Copépodes, chez *B. fritschi* il est dominé par la vase.

L'intensité de prédation diminue avec l'âge chez les deux espèces. Elle est importante en automne, faible au printemps et en été.



**CONCLUSION
GENERALE**

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les eaux du réservoir Allal El Fassi présentent une stratification thermique et chimique durant 6 mois de chaque année, avec une presque anoxie au fond et une turbidité qui peuvent être critique pour la survie des *Cyprinidés*.

Les pêches mensuelles par filets maillants ont montré que l'espèce la plus abondante est le *Barbus callensis*. Le mâle de *Barbus fritschi* n'a jamais été capturé durant des deux années d'étude (1996 – 1998), la femelle qui fuit les basses températures a été absente au mois de décembre.

Le réservoir est caractérisé par une bonne représentation des Barbeaux appartenant aux groupes d'âges IV à VII, témoignant de la présence de populations jeunes et la faible abondance des individus âgés. la population est composée d'individus femelles des deux espèces dont les plus âgées ont 12 ans et d'individus mâles de *Barbus callensis* dont les plus âgés ont seulement 10 ans. La formation des anneaux d'arrêt de croissance est cyclique et se produit au mois de décembre. Lors de leur premier hiver, les individus de *Barbus callensis* ont 7 mois et ceux de *Barbus fritschi* ont 8 mois. La croissance des individus se fait en 2 stades (juvénile et adulte), la vitesse de croissance en taille et en masse est plus importante chez les juvéniles et diminue ensuite avec l'âge. La croissance en taille est linéaire.

Nos résultats sont comparables à ceux enregistrés dans L'oued Nfis et dans le réservoir Driss premier. Le même modèle de croissance linéaire a été observé chez le Barbeau de la Tunisie et chez le Barbeau d'Algérie.

Le coefficient de condition chute avec l'âge, mais varie peu suivant les saisons et le sexe.

Le cycle sexuel des deux espèces passe par six stades de maturité, avec une période de fraie printanière. Le fraie peut se manifester avec un léger décalage dans le temps entre les deux espèces. Ce décalage est fonction essentiellement de la température. La ponte est fractionnée et s'effectue en plusieurs étapes ce qui favoriserait la survie des œufs. Le sex-ratio varie en faveur des mâles de *Barbus callensis* en raison de l'absence du mâle de l'autre espèce. Ceci laisse supposer la possibilité de l'existence au niveau du réservoir d'une population monoparentale, dans laquelle les mâles de *Barbus callensis* déclencheraient le développement des œufs de *Barbus fritschi* dont la fécondité s'avère plus élevée que celle de *Barbus callensis*.

L'alimentation des espèces varie avec les saisons et avec l'âge. Le *Barbus callensis* a un régime alimentaire omnivore à tendance zoophage, sa nourriture est constituée en grande partie de zooplancton de grande taille (Cladocères et Copépodes). *Barbus fritschi* a une alimentation omnivore dominée par la vase (sédiment).

L'automne est la saison où le Barbeau développe une activité alimentaire importante ; période correspondant à l'abondance et à la disponibilité de la nourriture en raison du brassage des eaux du réservoir, d'où les faibles valeurs de la vacuité observée. Cette dernière augmente en période printanière et en été probablement due à la désoxygénation des eaux profondes qui prive les poissons du benthos d'une part et à la coïncidence avec la période de fraie d'autre part. Avec l'âge, l'activité alimentaire diminue.

L'intensité de prédation diminue avec l'âge chez les deux espèces. Elle est importante en automne, faible au printemps et en été.

Par sa prédation, le *Barbus callensis* peut modifier la composition stoechiométrique du zooplancton par suite de l'élimination des grands herbivores et jouer ainsi

un rôle déterminant dans la structure de l'écosystème lacustre en favorisant la dominance des Rotifères par rapport aux grands Cladocères.

La consommation de sédiment par *Barbus fritschi* peut accélérer la libération de phosphore directement assimilable par les algues. De ce fait les deux espèces peuvent contribuer indirectement à l'accélération de l'eutrophisation du milieu.

Vue les résultats obtenus au niveau de la croissance et du régime alimentaire, le réservoir Allal El Fassi reste un milieu peu productif.

Le Barbeau, malgré son importante répartition dans les eaux douces marocaines, reste un poisson très peu recherché pour la consommation et ce à cause de la qualité très moyenne de sa chair. Cependant, nous pouvons améliorer la qualité de notre ichthyofaune autochtone par l'introduction d'espèces de meilleure valeur culinaire et marchande, pour aboutir non seulement à un équilibre piscicole et prévoir les risques d'eutrophisation, mais aussi enrichir le milieu en espèces nobles ayant une valeur économique importante et encourager la pêche sportive.

PERSPECTIVE

Au terme de cette étude, d'autres aspects de la biologie des deux espèces sont à étudier : la dynamique des populations, la répartition des niches écologiques de chaque espèce et l'évaluation du stock au sein du réservoir Allal El Fassi.

Il s'avère nécessaire d'apporter un protocole expérimental, afin d'étudier ultérieurement la reproduction chez *Barbus fritschi* et comprendre les mécanismes de la gynogénétique.

Une étude approfondie de la systématique du Barbeau marocain, par les méthodes ostéologiques, parasitologiques et moléculaires est indispensable.

BIBLIOGRAPHIE



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AL-HAKIM A. W. H. ; AL-MEHDI M. I. A. & AL-SALAMAN A. H. J., 1980.**
Determination of age, growth and sexual maturity of *Barbus grypus* in the Dukan reservoir of Iraq. *College of Sci, Univ.Bagdad*.60p.
- ALMACA C., 1967.** Estudio das populações portuguesas do Gén.*Barbus* Cuvier 1817 (Pisces, Cyprinidae). *Rev. Fac. Ciên. Lisboa*, 14 (2) : 151-400.
- ALMACA C., 1970a.** Sur la spéciation des barbeaux nord Africains. *Bull. Mus. His. Nat. Paris*, serie 2, 42(5) : 853-856.
- ALMACA C., 1970b.** Sur les barbeaux (genre et sous genre *Barbus*) de l'Afrique du nord. *Bull. . Mus. His. Nat. Paris*, serie 2, 42(1) : 141-158.
- ALMACA C., 1972.** Sur la systématique des barbeaux (genre et sous genre *Barbus*) de la péninsule Ibérique et de l'Afrique du nord. *Arch. Mus. Boc.*, serie 2(3) : 319-346.
- ALMACA C., 1976.** Remarks on the biogeography of euro-mediterranean *Barbus* (Cyprinidae, pisces). *Bull. Ecol.*, 19 (2-3) : 23-30.
- ALMACA C., 1990.** Neogene Circum-Mediterranean paleogeography and Euro-Mediterranean *Barbus* biogeography. *Arq. Mus. Bio.I*, (4) : 585-611.
- ARRIGNON J., 1976.** Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. 3^{ème} édi. *Bordas*. Paris : 340p.

- BAGENAL T.B., 1973.** Ageing of fish. Proceeding of an international symposium *Univ. Reading*. England. 1-234.
- BAUCHOT R. & BAUCHOT M.L., 1978.** Coefficient de condition et indice pondéral chez les Téléostéens. *Cybium*. 3^{ème} serie, 4 : 3-16.
- BEAUMONT A. ; HOURDRY J. ; VERNIER J.-M. & WEGNEZ M., 1994.** Développement. *Collection Dunod*, Paris : 11-15
- BENABID M., 1990.** Bioécologie de deux espèces du barbeau (*Barbus barbuis callensis*(Gthr.) et *Barbus Labeobarbus frifschii*(Val.)) d'un cours d'eau du Haut-Atlas du Maroc. *Thèse de 3^{ème} cycle, Fac. Sci. Marrakech* : 170p.
- BENT J M. & PRESBEN D., 1991** Guide des poissons d'eau douce et pêche. *Edit. Delachaux et Niestlé*; Neuchatel Suisse : 242p.
- BERREBI P., 1981.** Contribution à l'étude du sous genre *Labeobarbus* (genre *Barbus*, poissons *Cyprinidés*) au Maroc. *bull. inst. Sci. Rabat*, 5 : 59-72.
- BERREBI P. ; CATTANEO-BERRIBI G. & LE BRUN N., 1993.** Natural hybridization of two species of tetraploid barbels : *Barbus meridionalis* and *Barbus barbuis* (osteichthyes, Cyprinidae) in southern France. *Biol. J. LINN. SOC.*, vol.48,(4) : 319-333.
- BERREBI P., 1994.** Hybridation between French barbels *Barbus barbuis* and *B. meridionalis*. Range and significance of the phenomenon. *Collect. Enquêtes Dossiers*, vol. 13 (2)

- BERREBI P. ; KRAIEM M. M. ; DOADRIO I. ; EL GHARBI S. & CATTANEO-BERRIBI G., 1995.** Ecological and genetic differentiation of *Barbus callensis* population in Tunisia. *J. Fish. Biol.* Vol 47 : 850-864.
- BERREBI P. & RAB P., 1998.** The *Barbus intermedius* species flock in lake Tana (éthiopia) : cytogenetic and molecular genetic data. *Italian. J Zool.* vol 65 : 15-20.
- BERREBI P. & VALIUSHOK D., 1998.** Genetic divergence among morphotypes of lake Tana (Ethiopia) barbel. *Biol. J. Limn. Soc.*, vol 64 (3) : 369-384.
- BERTRAND H., 1954.** Les insectes aquatiques d'Europe (Genres : larves, nymphes, imagos). *Encycl Entomol.* (A) XXXI. Paris, vol 2 : 551p.
- BOËT PH., 1980.** L'alimentation du poisson-chat (*Ictalurus melas* RAF.) dans le lac de Creteil. *Ann. limnol.* 16 (3) : 255-270.
- BOËT PH. & LE LOUARN H., 1985.** La croissance du poisson, techniques d'étude. Gestion des lacs et retenues artificielles. *INRA.* Paris : 125-142.
- BOUCHELTA Y. ; ALAOUI MHAMDI M. ; KHATTABI H. & ALEYA L., 2000.** Mise en évidence de l'assimilation de phosphore particulaire par les protistes chlorophylliens : optimisation méthodologique *Cah. Techn. I.N.R.A.*, 44, 13 – 15.
- BOUCHELTA Y. ; AZOUZI A. ; ALAOUI MHAMDI M., 2001.** Variations spatiales des facteurs abiotiques du réservoir Allal El Fassi. *Ann. Chim. Sci. Mat.*, 26pp, S105 – S110.
- BOUGIS P., 1952.** Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus Barbatulus L.* et *Mullus surmuletus L.*). *Arch. Zool. Exp. Gen.* 89 : 59-174.

- BOUHADDIOUI A., 1997.** Bilans biogéochimiques de l'azote et du phosphore et dynamiques des populations phytoplanctoniques de la retenue du barrage Allal El Fassi. *Thèse de 3^{ème} cycle. Fac Sci et Tec Fès Maroc* : 188 p.
- BOUHBOUH S., 1995.** Contribution à l'étude de la croissance du peuplement piscicole de la retenue de barrage Idriss 1^{er}. *Mémoire de DEA Fac. Sci.D E M Fès Maroc* : 90 p
- BOUGIS P., 1952.** Recherches biométriques sur le rouget (*Mullus barbatus* L. et *Mullus surmuletus* L.). *Arch. Zool. Exp. Gen.* 89 : 59-174.
- BOULENGER G.A., 1919.** Sur deux nouveaux poissons du Maroc appartenant au genre *Barbus*. *Ibid*, 44 : 321-325.
- BRABAND A. ; FAAFENG B.A. ; NILSSEN J.P.M., 1990.** Relative importance of phosphorus supply to phytoplankton production : fish excretion versus external loading. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47 : 364 – 372.
- BREMOND & PERRODON 1979.** Paramètres de la qualité des eaux . Direction de la prévention des pollutions. Service des problèmes de l'eau. *2^{ème} édition* Paris : 259p.
- CARTIER D. & MAGNIN E., 1967.** Développement des gonades génitales des *Amica calva* (L.) de la région de Montréal. *Le naturaliste Can.* 94 (4) : 381-387.
- CHENUL A. ; GALTIER N. & BERREBI P., 1999.** A test of hypothesis of an autopolyploid vs. Allopolyploid origin for a tetraploid lineage : application to the genus *Barbus* (Cyprinidae). *Heredity*, Vol. 82, n°4 : 373-380.

- CHERGHOU S., 2001.** Bioécologie du Barbeau : *Barbus callensis* (GÜNTHER, 1874) d'un cours d'eau du Moyen-Atlas (Maroc) : Oued Boufekrane
Thèse Doct Es Sci, Fac. Sci. Marrakech : 177p.
- CHERGUI H. ; PATTEE E. ; ESSAFI K. & ALAOUI MHAMDI M., 1999.**
Maroccan Limnology Wetzel, R. G. and Gopal, B. (Editors) *Limnology in Developing Countries 2* : 235-330.
- C. N. H. P., 1995.** Rapport scientifique du Centre. National. D'Hydrobiologie. et de Pisciculture. Azrou Maroc.
- COLLARES-PEREIRA M.J. & MADEIRA J.M., 1990.** Cytotaxonomic studies in Iberian Cyprinids. III. Karyology of *Barbus* Cuvier, 1817, With some reconsiderations on the karyological evolution of cyprinidae. *Caryologia*. Vol. 43, 1 : 17-26
- CRESPIN L. & BERREBI P., 1994.** L'hybridation naturelle entre le barbeau commun et le barbeau meridional en France : compte rendu de dix années de recherche. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (334) : 177-189.
- CRESPIN L. ; BERREBI P. & LEBRETO N J., 1999.** Asymetrical introgression in a fresh water fish hybrid zone revealed by a morphological index of hybridization. *Biol. J. Linn. Soc.*, vol 67 (1) : 57-72.
- DAGET J. ; GOSSE J.P. & THYS VAN DEN AUDENAERDE D.F.E., 1984.**
Check list of the freshwater fishes of Africa. *C.L.O.F.F.A. 1, O.R.S.T.O.M.* vol 1 : 410p.
- DAGET J. & LE GUEN J. C., 1975.** Les critères d'âge chez les poissons In LAMOTTE M et BOURLIERE F., Problèmes d'écologie : la démographie de populations de vertébrés. *Masson Ed.* Paris : 253-291.

- DAMIRI L., 2001.** Dynamique des populations et variations métaboliques du microphytobenthos du réservoir Allal El Fassi (SEFROU). *Thèse Doct Es Sci. Fac. Sci. D E M Fès Maroc* : 140p.
- DANIEL C., 1981.** Les poissons plats en baie de Douarnez. *Thèse de doctorat Es Sci Nat Univ de Bretagne occidentale fac. Sci. & Tec. De Brest* : 476p.
- DARLINGTON P J., 1957.** Zoogeography : the geographical distribution of animals. Wyley. New-york : 675p.
- DERRAZ K. ; ELALAMI R. ; ATIKI I. & ALAOUI M'HAMDI M. 2000.** Impact du zooplankton métazoaire sur le phytoplankton et les protozoaires ciliés dans le réservoir Sahela (Maroc). Actes du congrès de la *C.I.L.E.F.2000* Clermont-Ferrand, France : 16-21.
- DO-CHI T., 1977.** Détermination statistique de l'âge : Quelques méthodes de décomposition d'un échantillon en composantes Gaussiennes. *Océanis, V., fac10* : 503-530.
- DOADRIO I., 1990.** Phylogenetic relationships and classification of western palearctic species of the genus *Barbus* (*Osteichthys, cyprinidae*) *Aqu. Liv. Res.*, 3 : 265-282.
- DOADRIO I. ; GUEGAN J-F. ; ALBERT J-J., 1994.** Freshwater fish fauna of north Africa and its biogeography in Tengels. *Ann. Mus. Afr. Centr. Zool.* 275 : 21-34.
- DUBOIS C., RICHEUX C. TOURENQ J. N. & LE JOLIVET C., 1994.** Régime et comportement alimentaire du gardon (*Rutilus rutilus* (L.)) et de la perche (*Perca fluviatilis* L.) de la retenue de Pareloup-I. Les alevins. *Hydroécol. Appl.* Tome 6, vol 1-2 : 227-242.

- EL GHARBI S. ; LAMBERT A. ; BERREBI P., 1993.** Le genre *Barbus* (sous-genres *barbus* et *labeobarbus*) au Maroc. Génétique et parasitologie. *Cah. Ethol. Fondam. Appl. Anim. Hum.*, vol 13 (2) : 223-226.
- ELMEZDI Z., 1985.** Etude hydrobiologique des khetaras de la région de Marrakech. Thèse de 3^{ème} cycle, *Univ.Cadi Ayyad. Fac. Sci.* Marrakech : 118p.
- ENCINA L. ; GRANADO-LORENCIO C., 1997.** Seasonal changes in condition nutrition, gonad maturation and energy content in barbel, *Barbus scaleteri*, inhabiting a fluctuating river. *Environ. Biol. Fish.* Vol 50., (1) : 75-84.
- ESCOT C. & GRANADO-LORENCIO C., 1997.** Allocation of resources in an European cyprinid during maturation period as measured by nucleic acids. *Environ. Biol. Fish.* Vol. 49, n° 3 : 351-359.
- ESCOT C. & GRANDO-LORENCIO C., 1999.** Comparaison of four methods back-calculating growth using otoliths of a European barbel, *Barbus sclateri* (Guenther) (Pisces : *Ccyprinidae*). *Mar. Freshwat. Res.*, vol 50 (1) : 83-88.
- EXBRAYAT J.M., 1986.** Spécialisation histologique. Enseignement pratique. *Fac. Cath. Sci. Lyon* : 47p.
- GABE M., 1968.** Technique histologique. *Edit. Masson et Cie.*, Paris : 1113p.
- GERDEAUX D.,1985.** Statistiques des pêches exceptionnelles de corégones dans les eaux françaises du Léman en 1984. Note sur la croissance du corégone. Rapport Inst de Limnologie, I.L.20/85, 10p. in POURRIOT R. & MEYBECK M., 1995. Limnologie générale. *Collection d'écologie 25.* Paris : 389-402 p.

- GILES T. & GIGUERE L. A., 1992.** Relation longueur/écaille allométrique chez le saumon atlantique (*Salmo salar*) durant la phase marine. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, Vol. 49 : 46-51.
- GILLET C., 1985.** Le déroulement de la fraie des principaux poissons lacustres. Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles *INRA*, édit : *GERDEAUX D. & BILLARD R.*, Paris : 167-185.
- GOUBIER J., 1975.** Biogéographie, Biométrie et Biologie du sandre *Lucioperca lucioperca* (L.), *Osteichthynn Percidé*. Thèse d'état, *Univ. Claude Bernard*, Lyon : 259p.
- GOUBIER J., 1977.** Maturité sexuelle du sandre *Lucioperca lucioperca* (L). *Bull. fr. Pesci.*, 264 : 113-120
- GOUBIER J. & SOUCHON Y., 1979.** Contrôle de l'époque de reproduction du brochet par retard de maturation. *Bull. Fr. Pesci.*, 286 : 247-254.
- GRUVEL A., 1932.** Etat actuel de l'industrie des pêches au Maroc. *faune des colonies françaises*, 5 (2) : 147-187.
- HAIDA S. ; AIT FORA A. ; PROBST J-L. & SNOUSSI M., 1999.** Hydrologie et fluctuations hydroclimatiques dans le bassin versant du Sebou entre 1940 et 1994. *Cah Séch*, vol 10, n°3 : 221-226.
- HASLER W.W., 1958.** The fecundity, sex ratio and maturity of the Sauger, *Stizostedion canadense canadense* (Smith) in Norris reservoir Tennessee. *J. of the Tennessee. Academy of Sci.*, 33 (1) : 32-38.
- HUNT P.C. & JONES J.W., 1975.** Apopulation study of *Barbus barbus* L. in the river Severn. England. III. Growth. *J. Fish. Biol.*, 7 ; 361-376.

- HYNES H. B. N., 1950.** The food of fresh water sticklebacks. In LAUZANE L., 1976 - Régime alimentaire et relations trophiques des poissons du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M. série hydrobiol.* vol X(4) : 267-310.
- HYSLOP E.J., 1980.** Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17 : 411-429.
- JABARI EA., 1998.** Structure et dynamique des populations zooplanctoniques de la retenue de barrage Allal El Fassi. *Thèse 3^{ème} cycle Es Sci. Fac. Sci. D E M Fès Maroc* : 191p.
- JAMET J-L. ; GARAVAGLIA C. ; DAL MOLIN R. & SARGOS D., 1990.** Fécondité, croissance et régime alimentaire de la Perche adulte (*Perca fluviatilis*, L) du lac De Monate (Italie Du Nord). *Riv. Idrobiol.*, 29, 2.
- JAMET J-L. & LAIR N., 1991.** An example of diel feeding cycle of two percids, perch (*Perca fluviatilis*) and ruffe (*Gymnocephalus cernuus*) in eutrophic Lake Aydat (France). *Ann. Sci. Nat. , Zool, Paris.* Vol. 12 : 99-105.
- JAMET J-L., 1995.** Reproduction, condition and food of adult arctic charr (*Salvelinus alpinus*, L) in lake Pavin (Massif central, France). *Hydrobiologia* 300/301 : 279-288.
- JING L. ; YA-PING Z. ; CHUN-LING Z. ; WU-HAN X. & SHUN-YOU H., 1998.** Genetic diversity in Crucian carp (*Carassius auratus*). *Kunming Satellite Conference, 18 th ICG August* : 16-18.
- KARTAS F. & GUIONARD J. P., 1984.** La fécondité des poissons téléostéens. *Edit. Masson.* Paris : 121p.

- KHALAF G., 1985.** Etude de quelques aspects du régime alimentaire de *Capoeta damascina* (Cyprinidae) dans les cours d'eau Libanais. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* Vol 22 : 2631-2635.
- KRAIEM M. M., 1979.** Ecologie du barbeau fluviatilile *Barbus barbus* (L., 1758), (poisson, Cyprinidae) dans le haut Rhône français. *Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Lyon I* : 69p.
- KRAIEM M. M. ; PATTEE E., 1980.** La tolérance à la température et au déficit en oxugène chez le barbeau (*Barbus barbus* L.) et d'autre espèces provenant des zones piscicoles voisines. *Arch. Hydrobiol.* 88 : 250-261.
- KRAIEM M. M., 1980a.** Etude comparative de la condition physique du Barbeau (*Barbus barbus*, L.) (poissons, *Cyprinidae*) dans deux rivières françaises : le Rhône et L'Allier. *Bull. Off. Nat. Pêch. de Tunisie.*, vol 4. (1) : 67-81.
- KRAIEM M. M., 1980b.** Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut-Rhône français XXI, contribution à l'étude du régime alimentaire de *Barbus barbus* (L.1758) (poisson cyprinidae). *Bull. fr. de pisciculture.*, 278 :1-10.
- KRAIEM M. M., 1994.** Systématique, biogéographie et bio-écologie de *Barbus callensis* VALLENCIENNE, 1842 (poisson, *Cyprinidé*) de Tunisie. *Thèse Doct Es Sci. Fac. Sci. Tunisie* : 227.
- KRAIEM M. M. & BERREBI P., 1994.** Analyse de la variabilité morphométrique et méristique des populations de *Barbus callensis* (poissons, cyprinidés) de Tunisie. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (334) : 201-212.
- LAHAYE J., 1962.** L'ovogenèse chez *Alosa finta*. *Rev. Trav. Inst. Pêche marti.*, 26 (4) : 389-408.

- LA LANCETTE L. M., 1975.** The seasonal cycle in the germinal cells (testes and ovaries) of the white sucker, *Catostomus Commersoni*, of Gamelin Lake, Québec. *Le naturaliste canadien*. vol 102 (6) : 725-736.
- LAMOTTE M. & BOURLIERE F., 1971.** Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux aquatiques. *Masson & Cie* : 294p.
- LAUZANNE L., 1975.** Régime alimentaire d'*Hydrocyon Forskalii* (pisces Characidae) dans le lac Tchad et ses tributaires. *Cah. O.R.S.T.O.M., Série Hydrobiol.* vol IX (2) : 105-121.
- LAUZANNE L., 1976.** Régimes alimentaires et relations trophiques des poissons du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., Série Hydrobiol.* vol X (4) : 267-310.
- LEA E., 1910.** On the methods used in the Herring investigation. *Publ. Circ. Cons. Expl. Mer.*, 53 : 7-174.
- LE CREN E.D., 1951.** The length – weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *J. Anim. Ecol.*, 20 : 210-219.
- LEE R. M., 1920.** A review of the methods of age and growth determination in fishes by means of scales. *Fishery Invest.* London, Ser. 2-4: 2-32.
- LE MOIGNE A., 1997.** Biologie du développement 4^{ème} édit *Masson* Paris, Milan, Barcelone, 2-62.
- LÉVÊQUE C. & DAGET J., 1984.** Cyprinidae. p.217 – 342. In J.-P. Go : D.F.E. Thys van den Audenaerde (eds) *Check-list of the freshwater fishes (CLOFFA)* ORSTOM, Paris and MRAC, Tervuren. Vol. 1.

- LUCAS M.C. & BATLEY E., 1996.** Seasonal movements and behaviour of adult barbel *Barbus barbus*, a riverine cyprinid fish : implications for river management., *J. Appl. Ecol.* vol : 33 (6) : 1345-1358.
- LUCENA J. ; FUENTES M. C. & RODRIGUEZ MUNOZ J. M., 1983.** Etude somatométrique de la composition corporelle du barbeau (*Barbus barbus sclateri* Gunther) barrage de la conception. *Vie et milieu*, 33 (1) : 17-24.
- MAISE G. & CARMIE H., 1987.** Influence de la température sur l'ovulation de l'ombre commun *Thymalus thymalus*. *Bull. Fr. Pêche. Piscic.*, 305 : 54-60.
- MARTIN J., 1981.** Le moyen Atlas central étude géomorphologique. *Edit du service géologique du Maroc* Rabat : 445p.
- MASON J. C., 1985.** The fecundity of the walleye pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas), spawning in canadian waters. *J. fish. Biol.*, 27 : 335-346.
- MATHEEUWS A. ; GERMIN M. ; DETOLLENAERE A. & MICHA J.C., 1981.** Etude de la reproduction du gardon (*Rutilus rutilus*) et des effets d'une élévation provoquée de la température en Meuse sur cette reproduction. *Hydrobiologica*. (85) : 271-282.
- MELHAOUI M., 1994.** Ecologie des ressources halieutique des eaux continentales à intérêt économique : Anguillidae salmonidae. Thèse doctorat d'état Es Sci . *univ. Med 1^{er}* Oujda : 155p.
- MEUNIER J. F., 1988.** Détermination de l'âge individuel chez les ostéichthyens à l'aide de la squelettologie : Historique et méthodologie. *Œcol. Gener.*, Vol. 9, n° 3 : 299-329.

- MEZHININ F.I., 1979.** Development of the sex cells in the early ontogeny of common perch, *Perca fluviatilis*. *J. Ichtyol.*, 18 (1) : 71-86.
- MICHA J C., 1971.** Densité de population, âge et croissance du Barbeau *Barbus barbus* (L.) et de l'Ombre *Thymallus thymallus* (L.) dans L'Ourthe. *Ann. Hydrobiol.*, 2(1) : 47-68.
- MOUNEIMNE N., 1981.** Remarques sur la relation longueur-poids et le facteur de condition chez les poissons. *Cybiurn 3éme série.*, 5 (4) 77-85.
- MOUSLIH M., 1987a.** Colonisation des étangs à truites du Moyen-Atlas par le rotengle : *Scardinius erythrophthalmus* (pisce, cyprinidae). *Actes. Inst. Agron. Vet.* , Vol. 7 (3 & 4)
- MOUSLIH M., 1987b.** Les pêcheurs de salmonides sur les plans d'eau du Moyen-Atlas. *Actes. Inst. Agron. Vet.* , Vol. 7 (1 & 2).
- MOUSLIH M., 1989.** Peuplements Ichtyologiques des lacs du Moyen-Atlas Marocain, Région d'Azrou. *Cybiurn.*, 13 (1) : 13-24.
- MOUSLIH M., DE BONT A. F. & MICHA J. Cl., 1994.** Les suites de l'introduction de poissons dans des eaux au Maroc. *Verh. Internat. Verein.Limnol.* 25 : 2180-2181.
- MUTAMBUE S., 1996.** Study of ovarian structure in *Barbus holoteania*, Boulenger, 1904 (Pices, cyprinidae) from the river basin (Zaire). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 340 : 15-24.
- MUTAMBUE S. & TOURENQ., 1996.** First observations about ovarian structure and fecundity of *Barbus holotaenia* Boulenger, 1902 (pisces cyprinidae) from the luki river basin (Zaire). *Annl Limnol.*, vol 32 (4) : 251-258.

- NISBET M. et VERNEAUX J., 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et propositions de classes en tant que base d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de limnologie*. T.6. Fasc.2 : 161-190.
- PELLEGRIN J., 1921.** Les poissons des eaux douces de l'Afrique du Nord : Maroc, Algérie, Tunisie, Sahara. *Mém. Soc. Sci. Nat. Maroc*, 1, 2 : 261p.
- PELLEGRIN J., 1924.** Batraciens et poissons du Maroc oriental recueillis par M. ch. Alluaud. Description d'un barbeau nouveau. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 49 : 457-461.
- PELLEGRIN J., 1930.** Les barbeaux de l'Afrique du Nord Française : description d'une espèce nouvelle. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 19 (1) : 10.
- PERRIN J. F., 1980.** Structure et fonctionnement des écosystèmes du Haut- Rhône Français. Etude des préférences alimentaires de la loche franche (*Noemacheilus barbatulus*) par une méthode des points modifiée. *Hydrobiol.* 71 : 217-224.
- PHILLIPART J. C., 1971.** Age et croissance de la vandroise, *Leuciscus leuciscus* (L) dans l'Outre et la La Berwine. *Ann Soc. Roy. Zoo. Belgique*. Fas 1-2.
- PHILLIPART J.C., 1972.** Dynamique et production des populations de poissons dans la zone à barbeau de l'Ourthe. Résultats préliminaires . *Ann. Soc. Roy. Zool. Belg.*, 103 (1) : 61-77.
- PHILLIPART J. C., 1975.** Dynamique des populations de poissons d'eau douce non exploitées. In LAMOTTE et BOURLIERE (Ed). Problèmes d'écologie ; la démographie des populations de Vertébrés. *Masson et Cie*. Paris : 443.

- PHILLIPART J. C., 1977.** Contribution à l'hydrobiologie de l'Ourthe. Dynamique des populations et production de quatre espèces de poissons Cyprinidae : *Barbus barbus* (L.), *Chondrostoma nasus* (L.), *Leusiscus cephalus* (L.) et *Leusiscus leusiscus* (L.). *Thèse de doctodat en Sc zoologique, Univ Liège* : 225p.
- PHILLIPART J. C., 1982.** Mise au point de l'alevinage controlé du *Barbus barbus* (L.) en Belgique. Perspective pour le repeuplement des rivières. *Cah. Ethol. Appliquée* 2 (2) : 173-202.
- PLATEAU H., 1948.** Les introductions de poissons nouveaux dans le lac du barrage de l'oued n'fis. *Bull. Soc. Sci. Nat. Du Maroc* 28 : 1-5.
- PONCIN P. ; MELARD CH. & PHILLIPART J.C., 1987.** Utilisation de la température et de la photopériode pour contrôler la maturation sexuelle en captivité de trois espèces de poissons cyprinidés européennes : *Barbus barbus* (L), *Leuciscus cephalus* (L) et *Tinca Tinca* (L). Résultats préliminaires. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* (304) : 1-12.
- PONCIN P., 1994.** Four years research on the reproductive behaviour and Hybridization of *barbus barbus* (L, 1758) au *Barbus meridionalis* (Risso, 1826). *Bull. FR. PECH PISCIC.*n°334 : 169-176.
- PONCIN P. ; JEANDARME J. & BERREBI P., 1994.** A behaviouval study of hybridization between *Barbus barbus* and *Barbus meridionalis*. *J. Fish. Biol.* ,vol 45, (3) : 447-451.
- PONT D. ; CHAPPAZ R. ; BRUN G. & CHAMPEAU A., 1989.** Interaction zooplancton-poisson dans une retenue oligotrophe de mise en eau récente (Ste-Croix, Provence, France). *Rev sci de l'eau*, 2 : 777-792.

- PONTON D. & GERDEAUX D.,1988.** Quelques aspects de l'alimentation de deux espèces de poissons planctonophages du lac Léman : le Corégone (*Coregonus schinzii palea* CUV. Et val.) et le Gardon (*Rutilus rutilus* (L.)). *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 308 : 11-23.
- PONTON D. & STROFFEK S., 1987.** Régime alimentaire des alevins de Gardon (*Rutilus rutilus* (L.)) dans un port du lac Léman. Comparaison avec la nourriture disponible. *Schweiz. Z. Hydrol.* 49/3 : 329-342.
- PRIGNON C. ; MICHA JC. & GILLET A.,1996.** Biological and environmental characteristics of fish passage at the Tailfer Dam on the Meuse river. *Fish Migration and Fish Bypasses, Fishing News Books* : 69-84.
- RAFAEL Z. & DOADRIO I., 1998.** Phylogenetic relationships of Iberian Cyprinids : Systematic and biogeographical implications. *Proc. R. Soc Lond.B* 265 : 1365-1372.
- RAMDANI M. & MELHAOUI M., 1992.** Les poissons : *Encyclopédie du Maroc*.
- RAOUI M., 2001.** Contribution à l'étude de la dynamique du bactérioplancton et de l'activité de la phosphatase alcaline des communautés bactériennes et algales dans le réservoir Allal El Fassi *Thèse Doct Es Sci. Fac. Sci.D E M Fès Maroc* : 132.p.
- REYES-MARCHANT P. ; CRAVINHO A. & LAIRE N., 1992.** Food and feeding behaviour of roach (*Rutilus rutilus*, Linné.1758) juveniles in relation to morphological change. *J. Appl. Ichthyol.*, 8 : 77-89.
- RICKER W. E., 1958.** Handbook of computations for biological statistics of fish populations. *Bull Fish Res. Bd Can.*, 119 : 300p.

- RICKER W. E., 1971.** Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd Edit. *I.B.P. Handbook n°3. Blackwell Sci. Public.* Oxford, 348 p.
- ROBB A.P., 1982.** Histological observations on the reproductive biology of the haddock, *melanogrammus aeglefinus* (L.). *J. Fish. Biol.*, 20 : 397-408.
- RODIER J., 1996.** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer. 8^{ème} édit *Dunod* Paris : 1365p.
- ROGER B. ; JACQUES R. ; PATRICK K. & JEAN-CLAUDE M., 1999.** Etude comparative de la stratégie de reproduction du Gardon (*Rutilus rutilus* L) et du goujon (*Gobio gobio* L) sous des conditions thermiques contrôlées : Relation entre la température et l'ovogenèse. *Boletim do Instituto de Pesca, Sao Paulo*, 25 (unico) : 31- 43.
- TACHET H., BOURNAUD M. & RICHOUX PH., 1980.** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique. Univ. Claude Bernard Lyon I. A.F.L. Ministère de l'environnement. : 155p.
- TRAVADE F., ENDERLE M. J. & GRAS R., 1985.** retenues artificielles : gestion hydraulique et ressources piscicoles. Gestion piscicole des lacs et retenues artificielles. *I.N.R.A. Paris.*, 15 : 15-37.
- TREASURER J.W. & HOLIDAY F.G.T., 1980.** Some aspects of the reproductive biological description of the reproductive cycle. *J. Fish. Biol.*, 13 : 451-460.
- TSIGENOPOULOS C S., KARAKOUSIS. Y & BERREBI P., 1999.** The North Mediterranean *Barbus* lineage : phylogenetic hypotheses and taxonomic implications based on allozyme data. *J. Fish. Biol.* vol 54 (2) : 267-286.

- VAN DER W., 1997.** Some observations on the fish life in a seasonal sand river. *South. Afr. J. Aquat. Sci.*, Vol 23, (1) 95-102.
- VARADI L. ; HIDAS A. ; VARKONYI E. & HORVATH L., 1993.** Intersting phenomena in hybridization of carp (*Cyprinus carpio*) and rosy barb (*Barbus conchoni*). *Aquaculture*, vol,129 (1-4) : 211-214.
- VELLAS F. ; FERRONI J.M. ; BAU F. & PARENT J.P., 1994.** Recherches sur l'état physiologique des poissons de la retenue de Pareloup : données relatives à cinq années d'étude. *Hydroécol. Appl.* Tome 6, Vol 1-2 : 257-292.
- VIVIER P., 1948.** Notes sur les eaux douces du Maroc et sur leur mise en valeur. *Bull. Fr. Pisc.*, 150 : 1-27.
- YAHYAOUI, 1988.** Etude expérimentale de la croissance de la civelle d'anguille (*Aguilla anguilla* L). effet de la salinité et de l'alimentation et l'influence du tri au cours d'élevage. *J Appl Ichtyol.* , 4 : 1-13.
- ZARDOYA R. & DOADRIO I., 1998.** Pylogenetic relationships of Iberian cyprinids : systematic and biogeographical implications. *Proc. R. Soc. Lond., Ser. B : Biol. Sci.* vol : 265 (1403) : 1365-1375.
- ZARDOYA R. & DOADRIO I., 1999.** Molecular evidence on the evolutionary and biogeographical patterns of European cyprinids. *J. Mol. Evol.* vol 49 (2) : 227-237.
- ZOU, CUI, GUI & YANG., 2001.** Growth and feed utilization in two strains of gibel carp, *Carassius auratus gibelio* : paternal effects in a gynogenetic fish. *Journal of Applied Ichthyology* 17 (2) : 54-58.

ZOUAKH D. E., 1995. Etude macroinvertébrés et des poissons de l'oued El-Harrach et de ses affluants appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux. *Thèse de 3^{ème} cycle. Univ. Sci. et Technologie Houari Boumediene : 93p.*

ANNEXE



ANNEXE

Liste de la faune prélevée au niveau du réservoir Allal El Fassi.

Zooplancton	Macroinvertèbrés
<p>Rotifera</p> <p><u>Asplanchnidae</u></p> <p>Asplanchna girodi</p> <p>Asplanchna herricki</p> <p>Pompholyx sulcata</p> <p><u>Brachionidae</u></p> <p>Anuraeopsis fissa</p> <p>Brachionus calyciflorus</p> <p>Epiphanes macrourus</p> <p>Keratella tropica</p> <p>Keratella cochlearis</p> <p><u>Synchaetidae</u></p> <p>Polyarthra dolichoptera</p> <p>Polyarthra vulgaris</p> <p>Polyarthra minor</p> <p>Synchareta oblonga</p> <p>Ascomorpha ovalis</p> <p><u>Testudinellidae</u></p> <p>Filinia longiseta</p> <p>Filinia terminalis</p> <p>Filinia opoliensis</p> <p><u>Lecanidae</u></p> <p>Lecane monostyla</p> <p>Lecane lecane</p> <p><u>Trichocercidae</u></p> <p>Trichocerca similis</p> <p>Trichocerca pusilla</p> <p><u>Gastropididae</u></p>	<p>PLATHELMINTHES :</p> <p><u>Triclares</u></p> <p>ANNELIDES :</p> <p><u>Oligochètes</u></p> <p><u>Achètes</u></p> <p>MOLLUSQUES :</p> <p><u>Planorbidae</u></p> <p>ARTHROPODES :</p> <p><u>Crustacés :</u></p> <p>- Limnadiida</p> <p>- Atyidae</p> <p><u>Insectes :</u></p> <p>- Ephéméroptères</p> <p>Heptageniidae</p> <p>Caenidae</p> <p>-Odonates :</p> <p>Coenagrionidae</p> <p>Cordulegasteridae</p> <p>Libellulidae</p> <p>- Hétéroptères :</p> <p>Gerridae</p> <p>Corixidae</p> <p>Aphélocheiridae</p> <p>- Hyménoptères :</p> <p>- Coléoptères :</p> <p>Hidrophilidae</p> <p>Gyrinidae</p> <p>Elmidae</p>

*Liste de la faune prélevée au niveau du réservoir Allal El Fassi
(suite).*

Zooplankton	Macroinvertèbrés
<p style="text-align: center;">Gastropus minor</p> <p><u>Bdelloïdae</u></p> <p style="text-align: center;">Rotaria rotaria</p> <p><u>Hexarthridae</u></p> <p style="text-align: center;">Hexarthra mira</p> <p>Crustacea</p> <p>Cladocera</p> <p><u>Sididae</u></p> <p style="text-align: center;">Diaphanosoma brachyurum</p> <p><u>Daphanidae</u></p> <p style="text-align: center;">Daphnia galeata</p> <p style="text-align: center;">Ceriodaphnia dubia</p> <p><u>Bosminidae</u></p> <p style="text-align: center;">Bosmina longirostris</p> <p>Cyclopoïda</p> <p><u>Cyclopidae</u></p> <p style="text-align: center;">Acanthocyclops robustus</p> <p><u>Eucyclopinae</u></p> <p style="text-align: center;">Tropocyclops prasinus</p> <p style="text-align: center;">Paracyclops fimbriatus</p> <p>Calanoïda</p> <p><u>Diaptomidae</u></p> <p style="text-align: center;">Diaptomus cyaneus</p>	<p>- Diptères :</p> <p style="text-align: right;">Chironomidae</p> <p style="text-align: right;">Tanypodinae</p> <p style="text-align: right;">Diamesinae</p> <p style="text-align: right;">Chironomini</p> <p style="text-align: right;">Tanytarsini</p> <p style="text-align: right;">Chaoboridae</p>

LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1 : Répartition du genre <i>Barbus</i> au Maroc.....	8
Figure 2 : Situation géographique du réservoir Allal El Fassi.....	10
Figure 3 : Situation géographique du bassin versant de l'oued Sebou.....	12
Figure 4 : Variations mensuelles des précipitations au niveau du réservoir A. E. F.....	13
Figure 5 : Variations mensuelles des apports et des restitutions de l'eau au niveau du réservoir Allal El fassi.....	15
Figure 6 : Situation géographique du réservoir Allal El Fassi.....	16
Figure 7 : Présentation de différentes mesures de longueur et zone de prélèvement des écailles.....	22
Figure 8 : Mensuration réalisée sur l'écaille.....	25
Figure 9 : Variations mensuelles de la température au niveau du réservoir A. E. F.....	33
Figure 10 : Variations mensuelles de la transparence au niveau du réservoir A. E. F.....	34
Figure 11 : Variations mensuelles de la conductivité au niveau du réservoir A. E. F.....	35
Figure 12 : Variations mensuelles des concentrations de l'oxygène dissous au niveau du réservoir Allal El Fassi.....	36
Figure 13 : Variations mensuelles des valeurs du pH au niveau du réservoir A. E. F.....	37
Figure 14 : Variations mensuelles des concentrations du calcium au niveau du réservoir Allal El Fassi.....	38
Figure 15 : Variations mensuelles des concentrations du magnésium au niveau du réservoir Allal El Fassi.....	39
Figure 16 : Abondances relative en nombre des espèces capturées au niveau du réservoir Allal El Fassi.....	42
Figure 17 : Pourcentage des biomasses des espèces capturées au niveau du réservoir Allal El Fassi.....	43

Figure 18a : Structure de taille des populations de <i>Barbus Callensis</i>	48
Figure 18b : Structure de taille des populations de <i>Barbus Callensis</i>	49
Figure 19a : Structure de taille des populations de <i>Barbus fitschi</i>	50
Figure 19b : Structure de taille des populations de <i>Barbus fitschi</i>	51
Figure 20 : Variations temporelles de l’allongement marginal des écaillesdu Barbeau du réservoir Allal El Fassi.....	55
Figure 21 (a, b, c et d) : Relation entre la longueur du poisson et le rayon de son écaille chez le Barbeau :	
Figure 21 (a et b).....	59
Figure 21 (c et d).....	60
Figure 22 (a, b, c et d) : Accroissement linéaire en fonction de l’âge chez le Barbeau :	
Figure 22a.....	65
Figure 22 (b et c).....	66
Figure 22d.....	67
Figure 23 (a, b, c, et d) : relation longueur-masse chez le Barbeau :	
Figure 23 (a et b).....	69
Figure 23 (c et d).....	70
Figure 24 (a, b, c et d) : Accroissement pondéral en fonction de l’âge chez le Barbeau.	
Figure 24 (a et b).....	74
Figure 24 (c et d).....	75
Figure 25(a, b, c et d) : Croissance linéaire en fonction de l’âge suivant le modèle de Von Bertalanffy chez le Barbeau :	
Figure 25 (a et b).....	78
Figure 25 (c et d).....	79

Figure : 26 (a, b, c, et d) : Variation du diamètre des ovocytes en fonction du temps chez *Barbus fritschi* :

Figure 26a.....	97
Figure 26(b et c).....	98
Figure 26d.....	99

Figure 27(a, b, c et d) : Variation du diamètre des ovocytes en fonction du temps chez *Barbus callensis* :

Figure 27a et b.....	100
Figure 27c et d.....	101

Figure 28 : Variations mensuelles du rapport gonadosomatique chez le Barbeau.....103

Figure 29 : Variations du rapport gonadosomatique en fonction de la taille chez le Barbeau.....106

Figure 30a : Variations du rapport gonadosomatique et du rapport hépatosomatique chez *Barbus callensis*.....107

Figure 30b : Variations du rapport gonadosomatique et du rapport hépatosomatique chez *Barbus fritschi*.....108

Figure 31 : Age de la première maturité sexuelle chez le Barbeau.....109

Figure 32 : Variations mensuelles du sex-ratio chez le Barbeau.....110

Figure 33 : Variations du sex-ratio avec l'âge chez le Barbeau.....111

Figure 34 : Relation entre la fécondité absolue et la longueur chez le Barbeau.....112

Figure 35 : Variations du coefficient de vacuité en fonction de la taille.....118

Figure 36 : Variations du coefficient de vacuité en fonction des saisons.....120

Figure 37a: Abondance relative des différentes proies de macroinvertèbrés.....122

Figure 37b: Abondance relative des différentes proies de microinvertèbrés.....122

Figure 38a: Abondance relative des différentes proies de macroinvertèbrés.....123

Figure 38b: Abondance relative des différentes proies de microinvertèbrés.....	123
Figure 39 : Pourcentage volumétrique des divers items constituant le spectre alimentaire bu Barbeau.....	124
Figure 40 : Pourcentage volumétrique des divers items constituant le spectre alimentaire bu Barbeau.....	125
Figure 41 : Variations du coefficient d'occurrence en fonction de la taille Chez <i>Barbus callensis</i>	126
Figure 42 : Variations du coefficient d'occurrence en fonction de la taille Chez <i>Barbus fritschi</i>	127
Figure 43 : Variations d'occurrence en fonction des saisons chez <i>Barbus callensis</i>	128
Figure 44 : Variations d'occurrence en fonction des saisons chez <i>B. fritschi</i>	129
Figure 45a : Intensité de prédation en fonction de la taille chez <i>B. Callensis</i>	130
Figure 45b : Intensité de prédation en fonction de la taillechez <i>B. fritschi</i>	131
Figure 46a : Intensité de prédation en fonction des saisonschez <i>B. callensis</i>	132
Figure 46b : Intensité de prédation en fonction des saisonschez <i>B. fritschi</i>	132

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau I : Caractéristiques morphométriques du réservoir Allal El fassi.....	11
Tableau II : Crues observées à la station Azzaba.....	14
Tableau IIIa : Age des individus au moment de la formation des anneaux d'arrêt de croissance <i>B. callensis</i>	56
Tableau IIIb : Age des individus au moment de la formation des anneaux d'arrêt de croissance <i>B. fritschi</i>	57
Tableau IV : les équations de régression liant les L_T avec les L_F et L_{ST}	58
Tableau V : Equation de régression de la relation entre la longueur totale (mm) et le rayon antérieur de l'écaille (mm).....	61
Tableau VIa : Croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau : <i>Barbus callensis</i> femelle.....	63
Tableau VIb : Croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau : <i>Barbus</i> <i>callensis</i> mâle.....	63
Tableau VI c : Croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau <i>Barbus callensis</i> sexes réunis.....	64
Tableau VI d : croissance linéaire rétrocalculée chez le Barbeau : <i>Barbus fritschi</i> femelle.....	64
Tableau VII a : Croissance pondérale rétrocalculée chez <i>Barbus callensis</i> femelle.....	72
Tableau VII b : Croissance pondérale rétrocalculée chez <i>Barbus callensis</i> mâle.....	72
Tableau VII c : Croissance pondérale rétrocalculée chez <i>Barbus callensis</i> sexes réunis..	73
Tableau VII d : Croissance pondérale rétrocalculée chez <i>Barbus fritschi</i> femelle.....	73
Tableau VIII : Accroissement dominant chez les différents groupes d'âge.....	77
Tableau IX : Valeurs de l'équation de Von Bertalanffy chez le Barbeau.....	77

Tableau X : Variation du coefficient de condition absolu moyen (K) avec la longueur chez le Barbeau.....	80
Tableau XI : Valeurs du coefficient de condition relatif moyen (Kr) en fonction des saisons chez <i>Barbus fritschi</i>	81
Tableau XII : Valeurs du coefficient de condition relatif moyen (Kr) en fonction des saisonschez <i>Barbuscallensisi</i>	82
Tableau XIII : coefficient de condition relatif moyen (Kr) en fonction des sexes chez <i>Barbus callensis</i> du reservoir Allal El Fassi.....	83
Tableau XIV : Les différentes proies identifiées dans les contenus stomacaux.....	116
Tableau XV : Indice alimentaire chez <i>Barbus Callensis</i>	133
Tableau XVI : Indice alimentaire chez <i>Barbus fritschi</i>	134

LISTE DES PLANCHES

	Page
Planche 1 : <i>Barbus callensis</i>	3
Planche 2 : Réservoir Allal El Fassi.....	9
Planche 3 : Vue des bassins versants du réservoir Allal El Fassi.....	17
Planche 4 : <i>Barbus (Barbus) callensis</i> (VALENCIENNE, 1842).....	45
Planche 5 : <i>Barbus (Labeobarbus) fritschi</i> (GÜNTHER, 1874).....	46
Planche 6 : Ecaille de <i>Barbus callensis</i> (X20) individu âgé de 5 ans.....	53
Planche 7 : Ecaille de <i>Barbus fritschi</i> (X18) individu âgé de 7 ans.....	53
Planche 8 : Coupe au niveau d'un ovaire au stade I (X 400).....	87
Planche 9 : Ovogonie (objectif 100).....	88
Planche 10 : Ovocyte I_(objectif 100).....	88
Planche 11 : Ovocyte II_(objectif 100).....	88
Planche 12 : Ovotide au stade III (objectif 40).....	89
Planche 13 : Système membranaire d'un ovotide au stade III (X 1000).....	89
Planche 14 : Ovotide au stade IV (objectif 40).....	90
Planche 15 : Système membranaire d'un ovotide au stade IV (objectif 100).....	90
Planche 16 : Ovotide au stade V (objectif 40).....	91
Planche 17 : Système membranaire d'un ovotide au stade V (objectif 100).....	91
Planche 18 : Coupe au niveau d'un ovaire au stade VI (objectif 40).....	92
Planche 19 : Coupe au niveau d'un testicule au stade I (objectif 10).....	93
Planche 20 : Coupe au niveau du tube séminifère d'un testicule au stade I (objectif 100).....	93

Planche 21 : Coupe au niveau d'un testicule au stade II (objectif 100).....	94
Planche 22 : Coupe au niveau d'un testicule au stade III (objectif 40).....	94
Planche 23 : Coupe au niveau d'un testicule au stade IV (objectif 40).....	95
Planche 24 : Coupe au niveau d'un testicule au stade V.....	95
Planche 25 : spermatozoïdes au niveau du spermiducte (objectif 100).....	96
Planche 26 : Coupe au niveau d'un testicule au stade VI (objectif 40).....	96

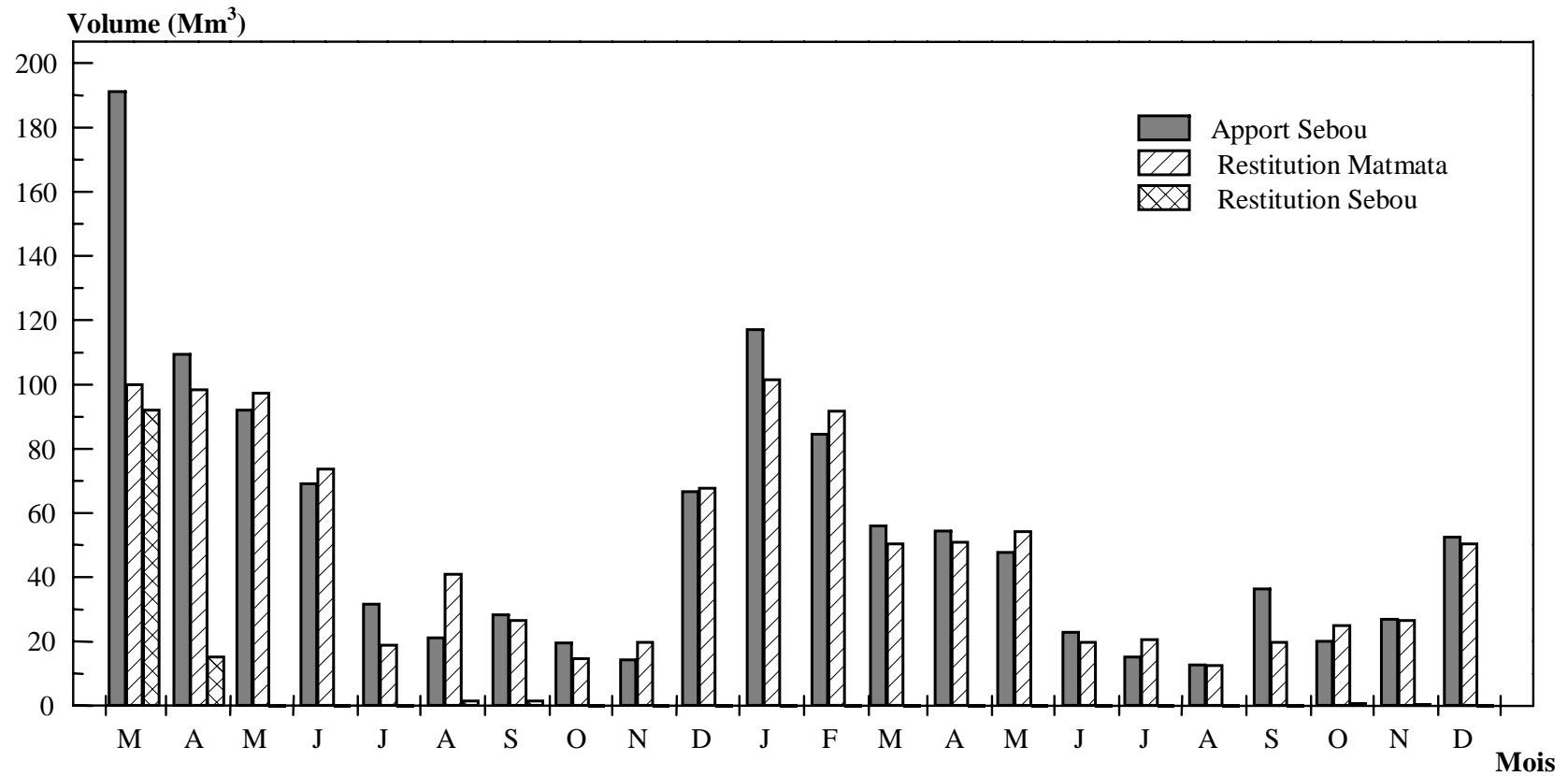


Figure 5 : Variations mensuelles des apports et des restitutions de l'eau au niveau du réservoir Allal El fassi de Mars 96 à Décembre 97

Origine : Direction Régionale de l'Hydraulique de Fès (1996-1997).

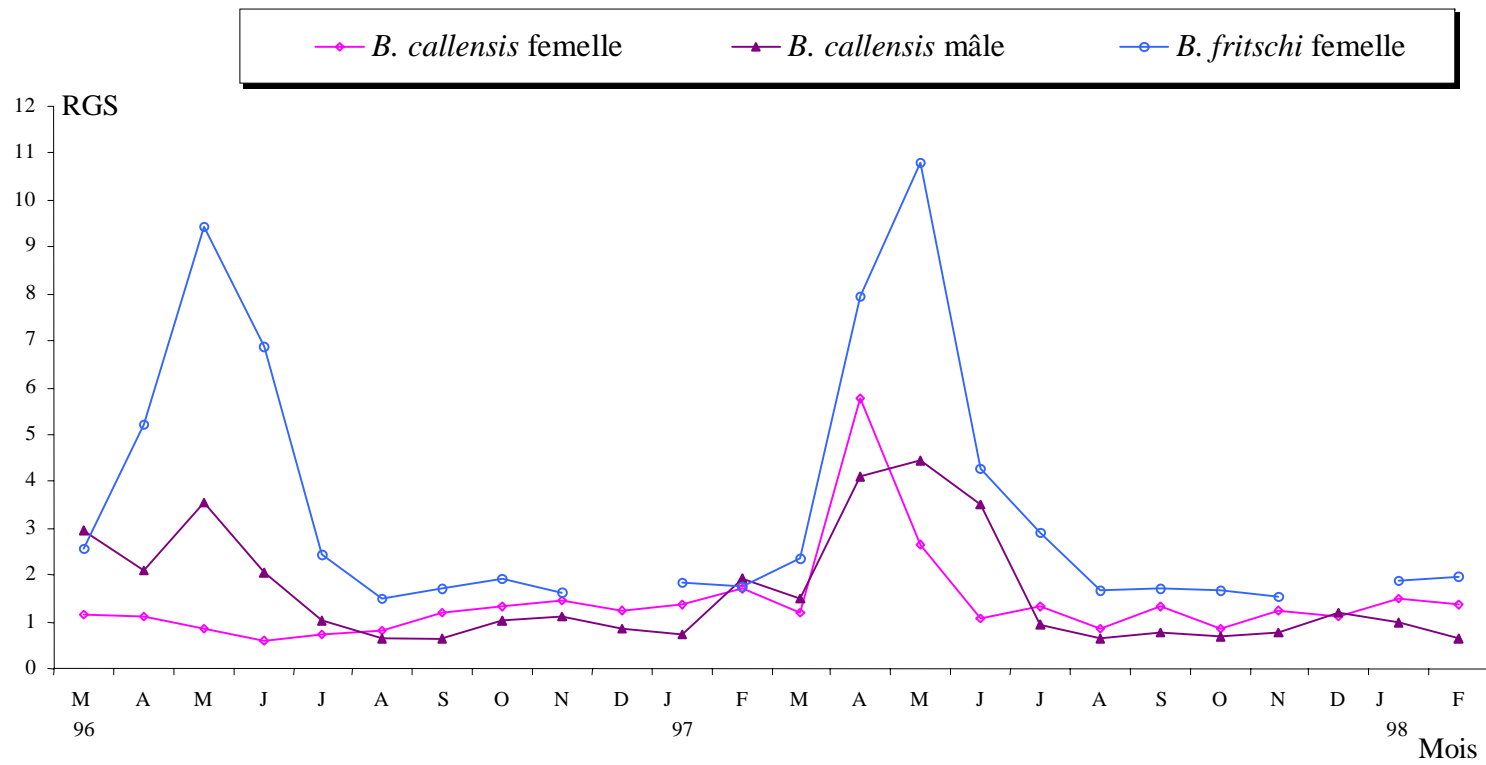


Figure 28 : Variations mensuelles du rapport gonadosomatique chez le Barbeau

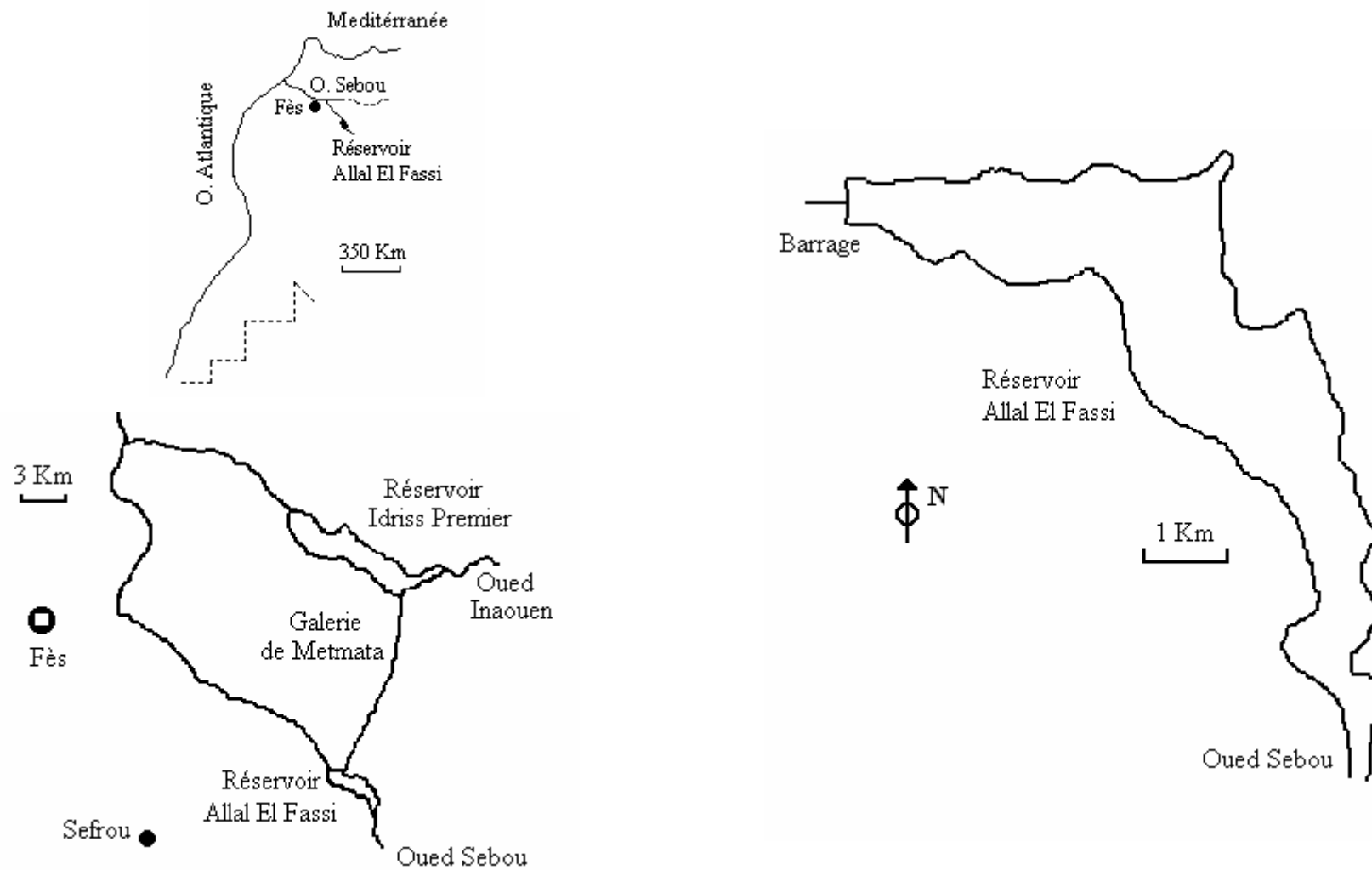


Figure 2 : Situation géographique du réservoir Allal El Fassi