

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université Abderrahmane Mira de Bejaia*  
*Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie*  
*Département des Sciences Biologiques de l'Environnement*

## Mémoire de fin de cycle

En vue d'obtention du Diplôme Master II

Option: Environnement et Santé Publique

## Thème

Etude comparative des follicules ovariens normaux et hermaphrodites de l'espèce *Barbus callensis* échantillonnée dans l'oued Soummam

Réalisé par :

- M<sup>lle</sup> Ait saidi Zahra
- M<sup>lle</sup> Hamidouche Nadjia

Membres de jury :

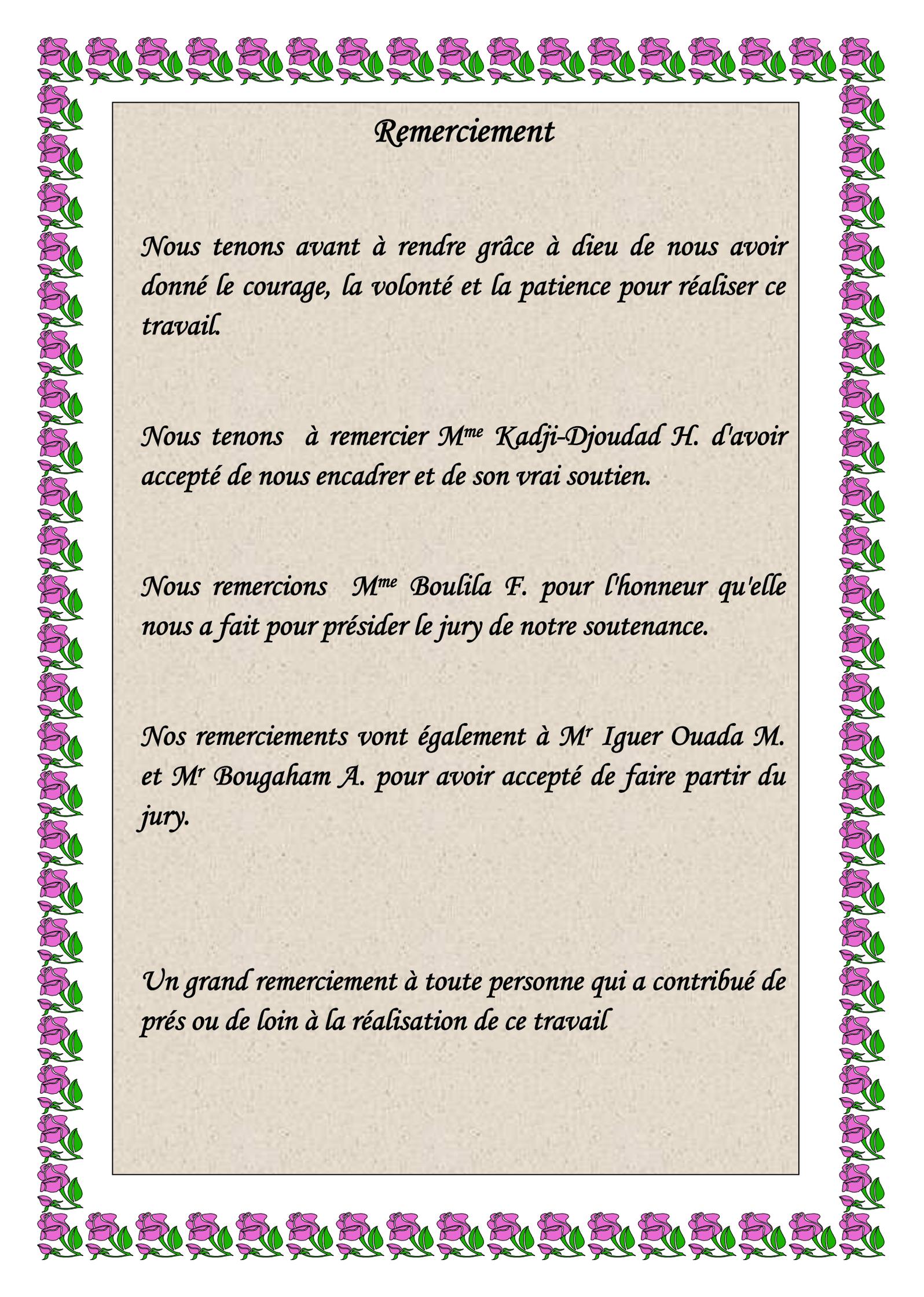
Présidente: M<sup>me</sup> Boulila F. (MCB UAMB)

Promotrice: M<sup>me</sup> Kadji-Djoudad H. (MAA UAMB)

Examineur: Prof. Iguerouada M. (MCA UAMB)

Examineur: M<sup>r</sup> Bougaham A. (MAB UAMB)

Année universitaire:2011/2012



## Remerciement

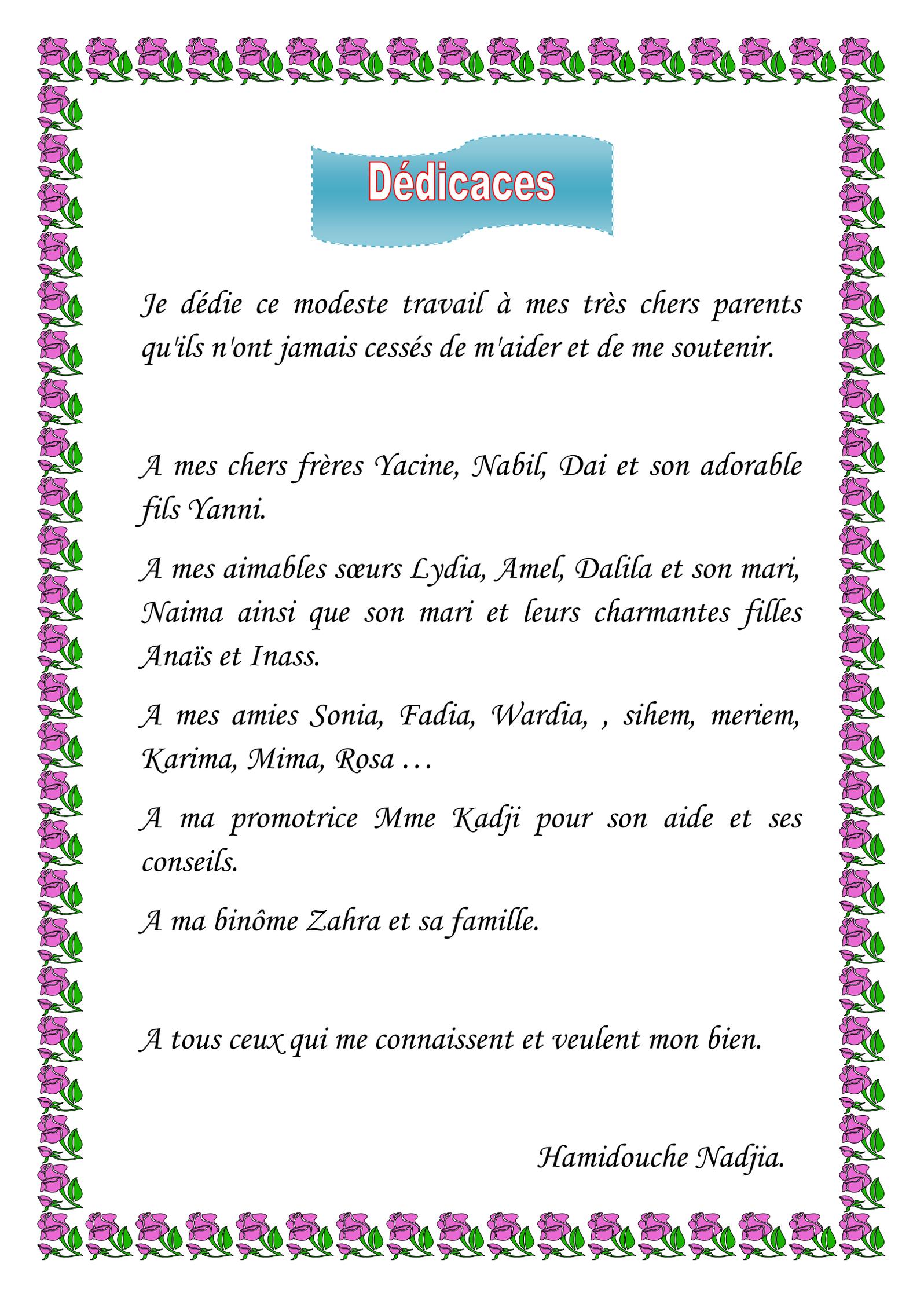
*Nous tenons avant à rendre grâce à dieu de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour réaliser ce travail.*

*Nous tenons à remercier M<sup>me</sup> Kadji-Djoudad H. d'avoir accepté de nous encadrer et de son vrai soutien.*

*Nous remercions M<sup>me</sup> Boulila F. pour l'honneur qu'elle nous a fait pour présider le jury de notre soutenance.*

*Nos remerciements vont également à M<sup>r</sup> Iguer Ouada M. et M<sup>r</sup> Bougaham A. pour avoir accepté de faire partir du jury.*

*Un grand remerciement à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail*



## Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents qu'ils n'ont jamais cessés de m'aider et de me soutenir.*

*A mes chers frères Yacine, Nabil, Dai et son adorable fils Yanni.*

*A mes aimables sœurs Lydia, Amel, Dalila et son mari, Naima ainsi que son mari et leurs charmantes filles Anaïs et Inass.*

*A mes amies Sonia, Fadia, Wardia, , sihem, meriem, Karima, Mima, Rosa ...*

*A ma promotrice Mme Kadji pour son aide et ses conseils.*

*A ma binôme Zahra et sa famille.*

*A tous ceux qui me connaissent et veulent mon bien.*

*Hamidouche Nadjia.*



# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A ceux qui donne sans recevoir, brûle pour que leurs enfants puissent voir la

Lumière du savoir :

A mes deux chers parents pour leur soutien, leur aide et surtout pour leurs conseils

A la mémoire de mon petit frère Chafaa

A mes chères sœurs : Kamir, Katia, Thilleli

A mes deux petits frères : Aissa et Chafaa

A MOUMENE que j'admire beaucoup, et je le remercie pour ses conseils et son soutien

A ma promotrice M<sup>me</sup> KADJI qui nous a beaucoup aider et encourager pour réaliser ce travail, ainsi que son fils « Abed el Salam » et M<sup>et</sup> Kadji.

A toute la famille

A mes meilleurs amis sans exception « Nadjia et sa famille, Linda, Yasmina, Fahima, Radia, Manel, Fouzia, Amel, Sabrina, Khlidja, Baya, Hassina, Wardia, Nawel, ... qui j'ai partagé le sentiment de fraternité et aussi

Grandi ensemble dans le respect et la confiance.

A tous mes amis et collègues de la promotion environnement et santé publique 2011/2012.

A toute l'humanité espérant que le message traversera les siècles.

AIT SAIDI ZAHRA.

# *SOMMAIRE*

# SOMMAIRE

---

## LISTE DES TABLEAUX

## LISTE DES FIGURES

## LISTE DES ABREVIATIONS

## INTRODUCTION.....1

### I.REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

#### I.1. PRESENTATION DU GENRE BARBUS ET DE L'ESPECE CALLENSIS.....3

##### I.1.1. Répartition géographique.....3

##### I.1.2. Description morphologique .....4

##### I.1.3. Position systématique.....5

##### I.1.4. Habitat .....5

##### I.1.5. Régime alimentaire.. .....6

##### I.1.6. Croissance.... .....6

##### I.1.7. Reproduction .....6

###### I.1.7.1. Période .....6

###### I.1.7.2. Ponte.....6

###### I.1.7.3. Maturité sexuelle.....7

###### I.1.7.4. Stades du développement ovocytaire .....7

#### I.2. LA POLLUTION DES EAUX.....9

##### 1.2.1. Définition de la pollution.....9

##### 1.2.1. Définition de la pollution aquatique.....9

#### 1.3. LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS .....9

##### I.3.1. Définition.....9

##### I.3.2. Origines .....10

###### I.3.2.1. Hormones naturelles ou de synthèse.....10

###### I.3.2.2. Substances anthropiques.....11

# SOMMAIRE

---

I.3.3. Mécanismes d'action .....	11
I.3.4. Effets .....	12
I.3.4.1. Sur l'animal.....	12
I.3.4.2. Sur la santé humaine.....	13
I.3.4.3. Sur la chaîne alimentaire.....	14
1.3.5. Résultats de quelques études effectuées sur les effets des PE sur les poissons...14	

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

II.1. MATERIELS ET METHODES.....	16
II.1.1. Présentation de la zone d'échantillonnage.....	16
II.1.2. Préparation des lames histologiques.....	17
II.1.2.1. Fixation.....	17
II.1.2.2. Coloration des coupes .....	18
II.1.2.3. Déshydratations et montage.....	18
II.1.3. Méthodologie suivie pour les mensurations ovocytaires.....	18
II.1.3.1. Triages des lames histologiques.....	18
II.1.3.2. Prises de photos.....	19
II.1.3.3. Organisation des données.....	20
II.1.3.4. Technique de mesure.....	21
II.1.4. Etude statistique.....	23
II.2. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	24
II.2.1. Variation du nombre d'ovocytes atrétiques en fonction des mois.....	24
II.2.2. Variation du nombre d'ovocytes sains en fonction des mois.....	25
II.2.3. Variation des diamètres ovocytaires en fonction des mois.....	27

# **SOMMAIRE**

---

II.2.4. Variation des diamètres des noyaux en fonction des mois.....	28
II.2.5. Analyse par une régression simple des corrélations bivariées des différents paramètres étudiés en fonction des deux types d'ovaires.....	29
II.2.6. Analyse par une régression simple des corrélations bivariées des différents paramètres étudiés au sein d'un même type d'ovaire.....	31
II.2.7. Classification hiérarchique ascendante des différents paramètres étudiés en fonction de chaque type d'ovaire.....	32
II.2.7.1. Ovaires normaux .....	33
II.2.7.2. Ovaires hermaphrodites.....	34
II.2.8. Analyse en composantes principales de la distribution simultanée de tous les paramètres confondus.....	35
<b>CONCLUSION</b> .....	37
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	39
<b>RESUME</b>	

## **LISTE DES TABLEAUX**

---

**Tableau I** : Partie d'une fiche technique pour le comptage d'ovocytes au sein d'ovaires normaux obtenu sur quinze champs d'observation pour chaque ovaire X' pendant le mois « X ».....21

**Tableau II** : Matrice de distances euclidiennes des différents paramètres étudiés au sein des ovaires sains.....33

**Tableau III** : Matrice de distances euclidiennes des différents paramètres étudiés au sein des ovaires hermaphrodite.....34

## LISTE DES FIGURES

---

<b>Figure 1:</b> Aire géographique de <i>B. callensis</i> .....	3
<b>Figure 2:</b> <i>Barbus callensis</i> . « A » présentation photographique, « B » présentation schématique.....	4
<b>Figure 3:</b> Répartition de <i>Barbus callensis</i> dans une rivière.....	5
<b>Figure 4:</b> Stades de développement ovocytaires de <i>Barbus callensis</i> . « A » : Stade I x100, « B » : Stade II x100, « C » : Stade III x40, « D » : Stade IV x40, « E » : Stade V x40, « F » : Stade VI x40. N : noyau, Nu : nucléole, TI : thèque interne, VL : vacuoles lipidiques, ILP : inclusions lipoprotéiques, GL globules lipoprotéiques: PV : plaquettes vitellines.....	8
<b>Figure 5:</b> Système hormonal chez les vertébrés.....	10
<b>Figure 6 :</b> Bioamplification des polluants dans la chaîne trophique.....	13
<b>Figure 7:</b> Exemple d'accumulation des pesticides dans la chaîne alimentaire.....	14
<b>Figure 8 :</b> Réseau principal et affluents de la Soummam.....	16
<b>Figure 9:</b> Triages des lames selon les mois et les types d'ovaires.....	19
<b>Figure 10:</b> technique de prise de photos des lames histologiques.....	19
<b>Figure 11 :</b> Photo sous microscope optique (×10) d'une lame graduée.....	22
<b>Figure 12 :</b> Intégration de la graduation sur une photo histologique.....	22
<b>Figure 13a :</b> Exemple de la technique de mensuration du diamètre de noyau d'un ovocyte.....	22
<b>Figure 13b :</b> Exemple de la technique de mensuration du diamètre d'un ovocyte.....	22
<b>Figure 13c :</b> Exemple de la technique de mensuration du diamètre d'ovocyte et du noyau sur une coupe histologique hermaphrodite.....	22
<b>Figure 14 :</b> Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction du nombre d'ovocytes atrétiques.....	24

## LISTE DES FIGURES

---

- Figure 15** : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction du nombre d'ovocytes sains.....25
- Figure 16** : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction des diamètres ovocytaires.....27
- Figure 17** : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction des diamètres des noyaux.....28
- Figure 18** : Courbes d'interactions des diamètres ovocytaires et des noyaux au sein d'un même type d'ovaire en fonction des mois. A gauche : ovaires normal. A droite ovaires hermaphrodites.....29
- Figure 19** : Nuages de points bidimensionnels des régressions simples effectuées entre les couplets de paramètres : ATR\_N/ATR\_H ; NBROV\_N/NBROV\_H ; DIAOV\_N/DIAOV\_H ; DIANO\_N/DIANO\_H.....30
- Figure 20** : Nuages de points bidimensionnels des régressions simples effectuées entre les couplets de paramètres au sein d'un même type d'ovaire : DIAOV\_N/NBROV\_N ; DIAOV\_H/NBROV\_H ; DIAOV\_N/DIANO\_N ; DIAOV\_H/DIANO\_H.....31
- Figure 21** : Classification hiérarchique ascendante, réalisée par les distances euclidiennes, des différents paramètres étudiés au sein des ovaires normaux .....33
- Figure 22** : Classification hiérarchique ascendante, réalisée par les distances euclidiennes, des différents paramètres étudiés au sein des ovaires hermaphrodites.....34
- Figure 23** : Cercle de corrélations de la distribution de tous les paramètres confondus au sein des deux types d'ovaires (normaux et hermaphrodites).....35

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

---

**ACP** : Analyse des Composantes Principales.

**ARN** : Acide Ribonucléique.

**ATR** : cellules atrétiques.

**ATR-H** : atrétique de cas hermaphrodite.

**ATR-N** : atrétique de cas normal.

**Br** : barbillon.

**CAH** : Classification Ascendante Hiérarchique.

**CPP** : Comité de la Prévention et de la Précaution.

**DDT** : dichlorodiphényltrichloroéthane.

**DIANO** : diamètre des noyaux.

**DIANO\_H** : diamètre des noyaux de cas hermaphrodite.

**DIANO\_N** : diamètre des noyaux de cas normal.

**DIAOV** : diamètre des ovocytes.

**DIAOV\_H** : diamètre des ovocytes de cas hermaphrodite.

**DIAOV\_N** : diamètre des ovocytes de cas normal.

**Dist**: distance.

**INERIS** : institut nationale de l'environnement industriel et des risques.

**NBR** : nombre d'ovocytes sains

**NBROV\_H**: nombre ovocytaire de cas hermaphrodite.

**NBROV\_N** : nombre ovocytaire de cas normal.

**ng/l** : Nano gramme sur litre.

**PCB** : Polychlorobiphényles.

**PE** : Perturbation Endocrinien.

**TBT** : tributylétain.

**UICN** : Union international pour la conservation de la Nature.

**X** : mois d'échantillon.

**X'** : nombre d'ovaire.

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

---

**X"** : nombre des lames.

**µm** : micron mètre.

.

# *INTRODUCTION*

## INTRODUCTION

---

L'eau recouvre 71 % de la surface terrestre et celle nécessaire à tous les aspects de la vie, qui est l'eau douce, ne représente que 2.8 %. Ces eaux comprennent les cours d'eau, les lacs et les eaux souterraines (Sylla, 2011).

Malheureusement, ces milieux sont devenus la première cible de l'homme qui a tout modifié et altéré par ses différentes activités. Il est responsable de la défragmentation et la disparition des habitats, en raison de la surexploitation des ressources due à la pêche et l'accélération du processus polluant par l'introduction de diverses toxines industrielles, agricoles et urbaines, ce qui fragilisent plus les écosystèmes (Trachsel, 2008).

Les eaux continentales en Algérie sont soumises à d'importantes perturbations anthropiques. Ces écosystèmes dulçaquicoles sont devenus le réceptacle final de toutes sortes de pollutions (physiques, chimiques ou biologiques). Par conséquent, les êtres vivants dans ces eaux sont les premiers exposés aux fortes concentrations des toxiques, induisant des modifications profondes des communautés ichtyologiques (Bacha et Amara, 2007).

Le Barbeau *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) qui est très fréquent dans l'oued Soummam (Bacha et Amara, 2007), est aussi affecté par ces xénobiotiques (Djoudad-Kadji, thèse en préparation). Ce poisson est considéré comme un parfait bioindicateur de pollution (Barbier, 2011).

Ce type de pollution, qui est appelée « Perturbateurs Endocriniens PE » produit une altération du système reproducteur de l'espèce, en causant d'apparentes mutations et des transformations, dont on retrouve des reversions du sexe « Hermaphrodisme ou Intersexe » menaçant ainsi, l'équilibre démographique, la qualité génétique et l'évolution des populations animales en générale, et des poissons en particulier (Jobling & al., 1998).

En effet, ce problème d'hermaphrodisme qui touche les organes reproducteurs des poissons, causés par les perturbateurs endocriniens, a été signalé de part le monde, y compris les populations sauvages telles :

- ✓ Le Gardon *Rutilus rutilus* (Linnaeus 1758) (Jafri, 1979 ; Purdom & al., 1994 ; Jobling & al., 1998 ; Beresford & al., 2004) et le Goujon *Gobio gobio* (Linnaeus 1758) (Van Earle & al., 2001) en Angleterre.

## INTRODUCTION

---

- ✓ Le Brème *Abramis brama* (Linnaeus 1758) aux Pays Bas (Lahr & al., 2006).
- ✓ Le Telapia *Oreochromis mossambicus* (Peters 1852) en Afrique du Sud (Barnhoorn & al., 2010).
- ✓ Le Barbeau *Barbus callensis* (Valenciennes 1842) à Béjaïa en Algérie (Djoudad-Kadji, thèse en préparation).

C'est dans ce contexte de problématique que s'inscrit cette étude, qui vise à vérifier l'état et la fonctionnalité ou non des gonades intersexuées synchroniques (présence simultanée des ovaires et testicules au sein d'un même individu) de *Barbus callensis*. Ceci, en comparant la partie femelle des gonades intersexuées à des ovaires normaux sectionnés à partir des individus ne présentant que l'appareil reproducteur femelle. Les spécimens étudiés ont été récupérés dans l'oued Soummam qui est très connu par sa grande prévalence en divers polluants provenant de plusieurs sources. (Bacha et Amara, 2007).

Pour ce faire, nous avons effectué des mensurations sur les diamètres ovocytaires ainsi que les noyaux. En plus, nous avons compté le nombre d'ovocytes sains présents sur chaque coupe histologique ainsi que les situations atrétiques. Ce travail a été réalisé équitablement sur des parties femelles intersexuées et normales.

Ce document est scindé en deux parties. La première est une revue bibliographique concernant le Barbeau et l'influence de la pollution sur la physiologie de sa reproduction. La seconde présente la partie expérimentale qui est constituée, à son tour, de deux sections: le détail de la méthodologie en matériels et méthodes et des résultats et discussions réservés aux différentes comparaisons et leurs explications.

*I. REVUE  
BIBLIOGRAPHIQUE*

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## I.1. PRESENTATION DU GENRE *BARBUS* ET DE L'ESPECE *CALLENSIS*

### I.1.1. Répartition géographique

Les Barbeaux appartiennent à la famille des cyprinidés. Cette dernière a attiré l'attention des scientifiques grâce à sa grande répartition dans le monde et son mode de reproduction. Elle compte plus de 2000 espèces avec approximativement 340 genre (Rafael et Doadrio, 1998), répartis en majorité en Asie, en Europe et en Afrique. Le genre *Barbus* est le plus diversifiés des cyprinidés avec 18 à 25 espèces européennes et 33 espèces africaines (Bruslé et Quignard, 2001).

Ce genre comptabilise à lui seul environ 800 espèces, dont fait partie *Barbus callensis*, qui est une espèce caractéristique de l'Afrique du Nord où elle est très bien représentée aussi bien en Algérie, au Maroc qu'en Tunisie. Son nom provient de l'origine du premier spécimen décrit, à savoir le lac Calle en Algérie (Djemali, 2005).

D'après El Gharbi & *al.* (1994), 14 espèces ont été identifiées au Maroc, dont 10 espèces appartiennent au sous genre *Barbus* et 4 espèces au sous genre *Labeobarbus*.

Endémique de l'Afrique du Nord, *B. callensis* peuple les cours d'eau tunisiens, algériens et marocains, de l'extrême nord jusqu'au sud de l'Atlas qui semble être la limite méridionale de son aire géographique (Figure 1) (Chaouachi et Ben Hassine, 1998).

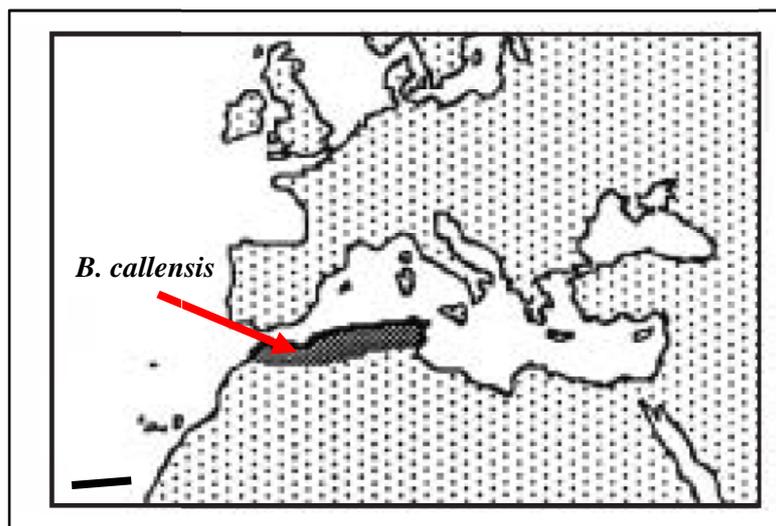


Figure 1 : Aire de distribution géographique de *B. callensis* (Chaouachi et Ben Hassine, 1998)

---

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## I.1.2. Description morphologique

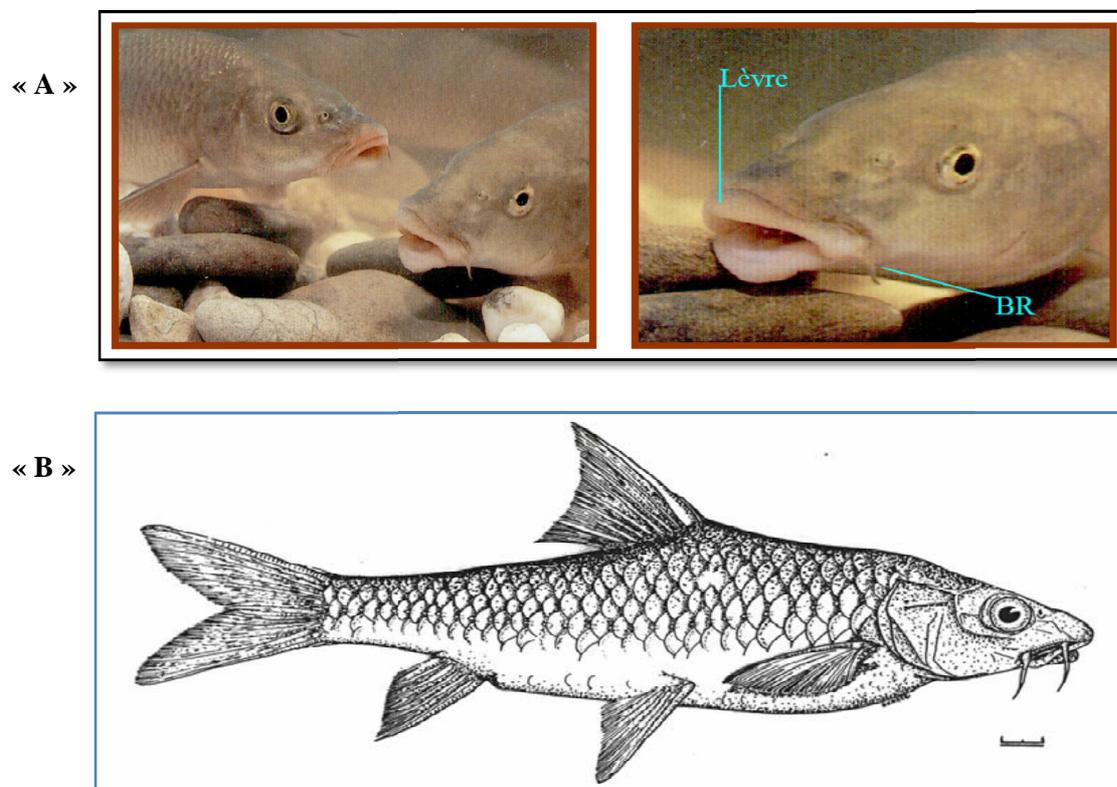
Le barbeau est un discret poisson de fond et de courant. Ce poisson possède un corps allongé, cylindrique et fin, recouvert d'écaillles cycloïdes. La forme de son ventre est adaptée à la vie sur le fond de la couleur blanche, son dos est brun sombre. Son œil est petit (Coppis, 2011).

Il est muni de deux paires de barbillons, d'où dénommées le nom « Barbeau ». Les lèvres de sa bouche sont épaisses et charnues qu'elles utilisent pour rechercher sa nourriture (Figure 2A) (Kraiem, 1983).

C'est un poisson de taille moyenne varie de 40 à 50 cm pour un poids de 300 g. Sa durée de vie peut atteindre 10 ans (Coppis, 2011).

*Barbus callensis*, est une espèce qui a des formes très effilées et un museau assez allongé. Au dessus du front, nous observons une dépression caractéristique. La couleur du corps est brun-jaunâtre à éclat métallique et le ventre argenté. La nageoire porte 4 rayons osseux simples dont le dernier est épineux (Figure 2B) (Kraiem, 1994).

---



**Figure 2 : *Barbus callensis* (Bouhbouh, 2002).**

« A » présentation photographique, « B » présentation schématique.

---

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

## I.1.3. Position systématique

Selon Nelson (1994) :

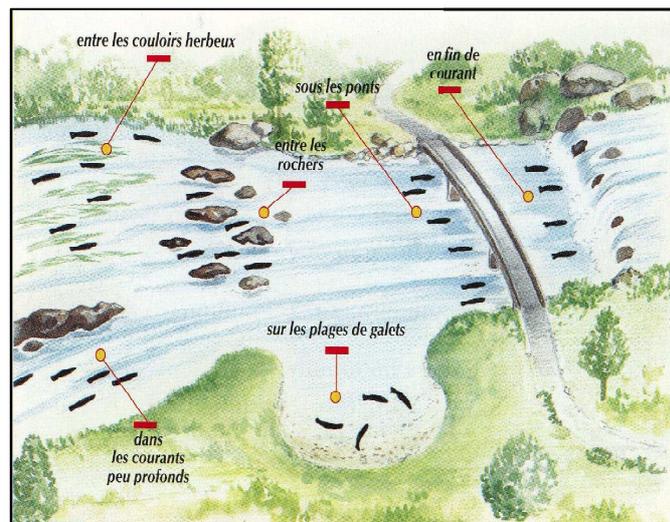
- ✓ **Phylum** : Cordes
- ✓ **Classe** : Osteichtyens
- ✓ **Sous-classe** : Actinopterygiens
- ✓ **Infra-classe** : Teleosteens
- ✓ **Ordre** : Cypriniformes
- ✓ **Sous-ordre** : Cyprinoides
- ✓ **Famille** : Cyprinides
- ✓ **Genre** : *Barbus*

**La position taxonomique de l'espèce sujette de cette étude est :  
*Barbus callensis* qui fait partie du genre *Barbus***

## I.1.4. Habitat (Figure 3)

*Barbus* est un genre rhéophile ; il est distribué dans les rivières assez large et fleuves aux eaux modérées avec une alternance de courant rapide et calme (Huet, 1954).

Comme il se trouve dans les eaux vives, fraîches, bien oxygénées sur fonds rocheux, caillouteux, graveleux ou sableux. Ce poisson grégaire vit en bans dans les



**Figure 3 : Répartition de *Barbus callensis* dans une rivière. ([atelierpeche.free.fr/5-Fiches%20poisson/cours/barbeau.pdf](http://atelierpeche.free.fr/5-Fiches%20poisson/cours/barbeau.pdf)).**

courants à proximité du fond. Les individus les plus jeunes sont localisés dans les zones peu profondes et peu courantes, alors que les plus vieux fréquentent des eaux plus profondes (Aarab, 2004).

D'après les études qui ont été faites, ils ont conclu que la croissance de l'espèce *Barbus callensis* du barrage apparait plus faible que celle de la rivière (Iounaci-daoudi, 2011).

# **I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## **I.1.5. Régime alimentaire**

Le barbeau est un poisson à activité diurne (Kraiem, 1994), fouisseur, omnivore et phyto-macro-benthophage. Il se nourrit de nombreuses proies benthiques: de larves d'insectes (diptères, éphéméroptères, gammarides), d'algues, de débris végétaux et des œufs de poissons, pour les tailles les plus petites (jeunes). Quant aux adultes, ils peuvent même consommer des crustacés (Djemali, 2005).

Selon l'âge, il peut développer une sélectivité dans le choix de la nourriture (Khalaf, 1985 ; Benabid, 1990). Il cesserait toute alimentation si la température approche les 0° (Coppis, 2011).

L'activité alimentaire du genre *Barbus* suit un rythme saisonnier : L'été et le printemps sont les saisons où le poisson a une activité alimentaire intense, tandis que durant l'automne et l'hiver, son intensité d'alimentation diminue (Cherghou & *al.*, 2002).

## **I.1.6. Croissance**

L'espérance de vie chez le genre *Barbus* est de 12 ans pour la femelle et 10 ans pour le mâle. Il a deux phases de croissance : juvénile et adulte, dont la croissance en taille suit un modèle linéaire rapide chez les jeunes et diminue avec l'âge. La croissance pondérale varie en sens inverse (Bouhbouh, 2002).

## **I.1.7. Reproduction**

### **I.1.7.1. Période**

Le genre *Barbus* présente une période de reproduction durant le printemps, elle s'étale de mars à juin dans des conditions favorables, quand la température atteint 14 à 16 °C. (Tazerouti et Belaid, 2010).

### **I.1.7.2. Ponte**

La ponte s'effectue dans des zones peu profondes dans des graviers propres, qui sont décidément le terrain de prédilection du poisson. Il pond jusqu'à 8000 œufs (Ait Iftane, 2011).

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## I.1.7.3. Maturité sexuelle

L'acquisition de la maturité sexuelle est relativement précoce chez les mâles (2 à 3 ans) et tardive chez les femelles (5 à 6 ans) (Kraiem, 1994 ; Coppis, 2011).

## I.1.7.4. Stades du développement ovocytaire

D'après l'examen histologique, l'ovaire de *Barbus callensis* présente un ensemble de follicules séparés par du tissu conjonctif et limité par la thèque externe. Cet examen a permis de déterminer six stades de développement ovocytaire (Figure 4) (Bouhbouh, 2002; Tazerouti & Belaid, 2010) :

---

✓ **Stade I :** Au sein de l'ovaire, nous observons un amas de cellules qui sont de deux types ; l'ovogonie qui est une cellule de petite taille avec un gros noyau excentrique, elle résulte à partir de la division mitotique de la cellule germinale. Elle va donner naissance à l'ovocyte I, qui a un noyau central plus gros présentant un ou plusieurs nucléoles et un cytoplasme toujours homogène avec des granules glucidique. Chaque ovocyte I est entouré d'une couche épaisse, la thèque interne.

✓ **Stade II :** La cellule augmente de volume et devient ovocyte II, son cytoplasme devient hétérogène (présence de vacuoles lipidiques périphériques), son noyau est central devient plus volumineux; avec nucléole périphérique et formation de l'ARN. Une double couche cellulaire à la thèque interne s'ajoute c'est la granulosa.

✓ **Stade III :** La taille des ovocytes augmente, son cytoplasme est entouré de membrane cytoplasmique, elle est envahie par les vacuoles lipidiques, son noyau pourvu de nombreux nucléoles périphériques. Il y a aussi apparition de deux zones ; centrale sombre, et une zone corticale claire, et l'ensemble des couches cellulaires ; la zona radiata, la granulosa et la thèque interne.

✓ **Stade IV :** Les inclusions lipoprotéiques fusionnent progressivement en globules, ces dernières repoussent les vacuoles lipidiques à la périphérie. Formation de chorion entre la thèque interne et la granulosa.

✓ **Stade V :** Les plaquettes vitellines 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, son noyau central dont la taille est diminué.

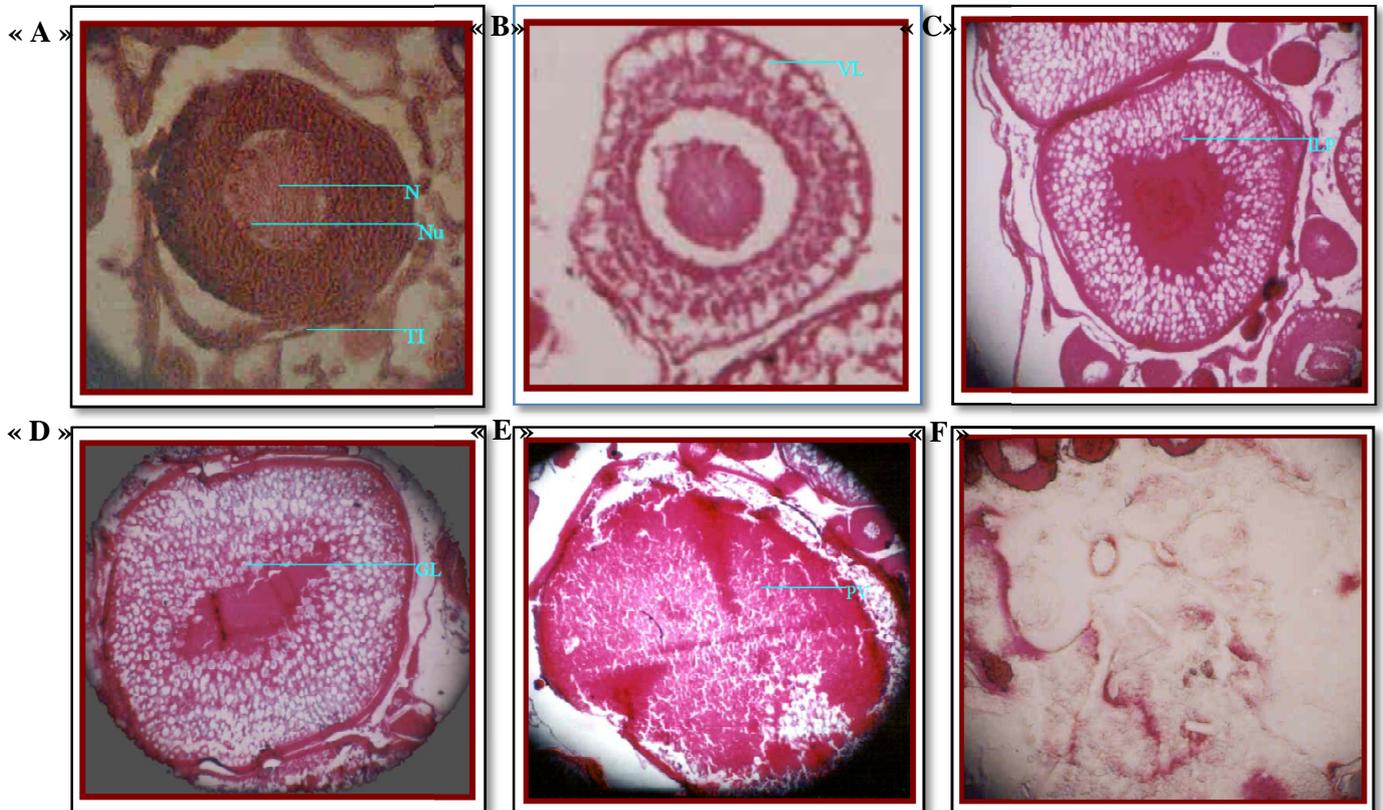
---

## I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

✓ **Stade VI** : Son diamètre atteint le maximum, le cytoplasme est envahi de globules vitellins, son noyau reste petit migre vers la périphérie, la zona radiata devient mince à cause d'augmentation de volume.

✓



**Figure 4 : Stades de développement ovocytaires de *Barbus callensis* (Bouhbouh, 2002).**

« A » : Stade I x100, « B » : Stade II x100, « C » : Stade III x40, « D » : Stade IV x40, « E » : Stade V x40, « F » : Stade VI x40. N : noyau, Nu : nucléole, TI : thèque interne, VL : vacuoles lipidiques, ILP : inclusions lipoprotéiques, GL : globules lipoprotéiques, PV : plaquettes vitellines.

L'observation microscopique dans la même gonade, avait montré des follicules qui ne sont pas au même stade de maturité, et cette structure ovarienne témoigne d'une ovogenèse asynchrone (Bouhbouh, 2002).

Après la ponte, les œufs sont libérés avec la zone transparente et laissent dans l'ovaire des lacunes poste-ovulatoire, L'ovocyte mûr non dégagé devient en atresie ; c'est la dégénérescence des cellules folliculaires. Ce phénomène peut être normal ou pathologique. L'ovocyte devient atrétique quand le noyau est en pycnose. Le vitellus va dissoudre dans le cytoplasme et l'ensemble des ovocytes va être progressivement disparaître (Bouhbouh, 2002).

# **I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

---

## **I.2. LA POLLUTION DES EAUX**

### **1.2.1. Définition de la pollution**

Le terme pollution désigne toutes actions susceptibles de dégrader l'environnement. C'est une modification défavorable du milieu naturel en totalité ou en partie, sous l'action humaine, elle cause des effets directs ou indirects, en modifiant les composantes physiques, chimiques ou biologiques (Marcel, 2002).

### **1.2.1. Définition de la pollution aquatique**

La pollution d'eau (superficielle ou souterraine) est une altération qui rend son utilisation dangereuse et/ou perturbe l'écosystème aquatique (Marcel, 2002).

La vie aquatique est mise beaucoup plus en danger puisque l'eau est le réceptacle final de tous types de polluants, qui jouent un rôle direct sur la régression des espèces piscicoles. Comme ils peuvent jouer un rôle indirect tel la modification de la physiologie de leur reproduction (Lévêque et Paugy, 2006).

Quelques molécules d'origine domestique, industrielle ou agricole peuvent modifier la différenciation sexuelle, ce qui est appelée « Perturbateurs Endocriniens » (Flammarion *et al.* 2001).

## **1.3. LES PERTURBATEURS ENDOCRINIENS**

### **I.3.1. Définition**

Les perturbateurs du système endocrinien (*les principales glandes endocrines chez l'homme et le poisson sont illustrées par figure 5*) sont des substances chimiques d'origine naturelle ou artificielle qui peuvent interférer avec le fonctionnement des glandes endocrines. Ces dernières sécrètent des substances biologiques hautement actives appelées hormones. Leur dysfonctionnement peut altérer de différentes fonctions telles que la croissance, le développement, le comportement, la production, l'utilisation et le stockage de l'énergie, etc. Certains perturbateurs sont reprotoxiques : ils peuvent nuire à la fertilité, ou perturber le développement du fœtus (CPP, 2003 ; Ait Alla & *al.*, 2007 ; Brosselin, 2006).

INERIS (2009) considère les PE comme des substances exogènes qui altèrent la fonction endocrine et induisent des effets nocifs sur la santé d'un être vivant, voire de

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

ses descendants. Les hormones régulent les fonctions de reproduction, de croissance, de développement, de maintien de l'environnement interne de l'organisme et de disponibilité énergétique.

---

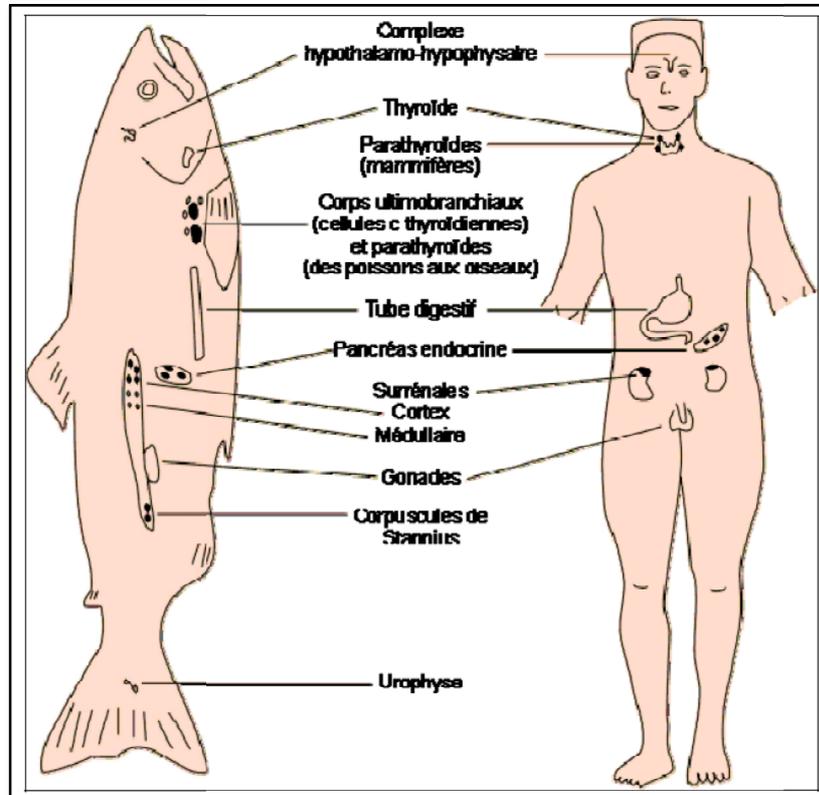


Figure 5 : Système hormonal chez les vertébrés (Ait Alla & al., 2007).

---

## I.3.2. Origines

### I.3.2.1. Hormones naturelles ou de synthèse

Elles comprennent les hormones ci-dessous, qui sont naturellement présentes dans l'organisme des hommes et des animaux (CPP, 2003 ; Ait Alla & al., 2007 ; INERIS, 2009) :

- 
- ✓ Les œstrogènes.
  - ✓ La progestérone.
  - ✓ La testostérone.
- 

Ainsi que celles Présentes dans certaines plantes, comme les germes de luzerne et le soja, et qui ont une activité semblable à celles des oestrogènes une fois ingérées par l'organisme qui sont:

- 
- ✓ Les phyto-oestrogènes.
-

## I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

L'organisme humain est capable de décomposer facilement et d'excréter rapidement ces substances. Elles restent très peu de temps dans l'organisme et ne s'accumulent pas dans les tissus comme c'est le cas de certaines substances anthropiques.

Les hormones de synthèse, y compris celles qui sont identiques aux hormones naturelles, telles que :

- 
- ✓ Les contraceptifs oraux.
  - ✓ Traitements hormonaux de substitution.
  - ✓ Certains additifs alimentaires pour animaux (par exemple).
- 

Sont spécialement conçues pour agir sur le système endocrinien et le moduler.

Des hormones naturelles ou des produits de synthèse se retrouvent dans les rejets humains, animaux, végétaux ou industriels. Une étude a montré que, dans l'eau, la principale source de perturbateurs endocriniens est constituée par les rejets humains (oestrogènes naturels...) suivie par les rejets industriels. Différentes substances soupçonnées de perturber le système endocrinien sont donc mélangées dans les milieux (CPP, 2003 ; Ait Alla & *al.*, 2007 ; Trachsel, 2008 ; INERIS, 2009).

### I.3.2.2. Substances anthropiques

Elles comprennent les produits chimiques conçus pour être utilisés dans :

- 
- ✓ L'industrie (par exemple, dans certains produits d'entretien industriels).
  - ✓ L'agriculture (par exemple, dans certains pesticides).
  - ✓ Des biens de consommation (par exemple, dans certains additifs des plastiques).
- 

Cette catégorie comprend aussi les substances chimiques qui sont des sous-produits industriels comme (Ait Alla & *al.*, 2007 ; Trachsel, 2008) :

- 
- ✓ Les dioxines, suspectées d'influer sur le système endocrinien de l'homme et de l'animal.
- 

### I.3.3. Mécanismes d'action

Les mécanismes d'action des PE sont multiples puisqu'ils peuvent agir sur l'ensemble des étapes de la régulation endocrine, depuis la synthèse des hormones jusqu'à l'action au niveau des tissus cibles (Baudiffier, thèse en préparation).

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

D'après CPP (2003), Brosselin (2006), Ait Alla & *al.* (2007) et INERIS (2009) une substance peut perturber le fonctionnement du système endocrinien de trois façons différentes :

- 
- ✓ Elle peut imiter l'action d'une hormone naturelle : elle se fixe sur le récepteur cellulaire et entraîne une réponse normale, appelée agoniste.
  - ✓ Elle peut se lier au récepteur hormonal et empêcher l'émission d'un signal, elle entrave alors l'action des hormones. Il s'agit d'une réponse antagoniste.
  - ✓ Elle peut gêner ou bloquer le mécanisme de production ou de régulation des hormones ou des récepteurs et ainsi modifier les concentrations d'hormones naturelles présentes dans l'organisme.
- 

## I.3.4. Effets

Certaines substances sont rémanentes (persistantes) et peuvent être transférées dans l'atmosphère, l'eau, les sédiments, les sols et les aquifères. L'interaction avec les compartiments biologiques joue également un rôle important, tant pour la biodégradation des substances que pour leur bioconcentration dans les chaînes alimentaires.

### I.3.4.1. Sur l'animal

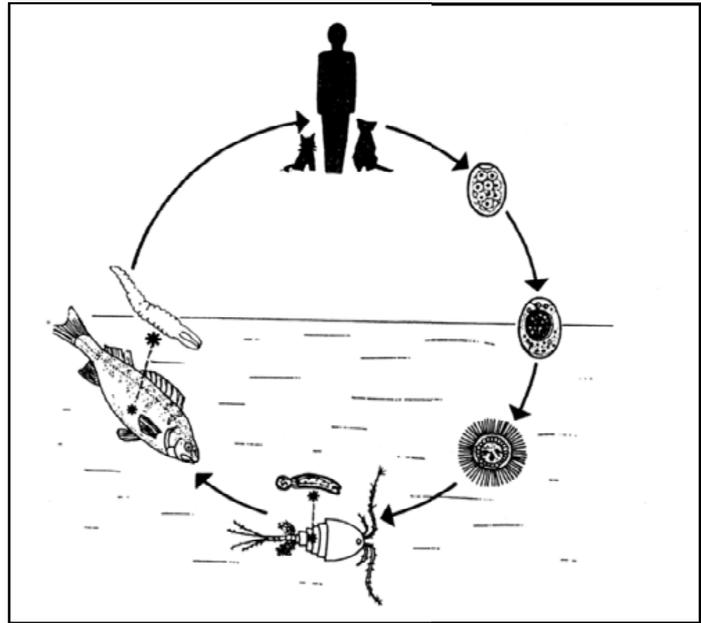
L'action des perturbateurs du système endocrinien sur les organismes vivants a initialement été mise en évidence chez les animaux (Brosselin, 2006) :

- 
- ✓ Amincissement de la coquille d'œuf des oiseaux exposés au DDT (dichlorodiphényltrichloroéthane)
  - ✓ Altération de la reproduction des phoques exposés aux PCB (Polychlorobiphényles).
  - ✓ Altération du développement sexuel chez les alligators exposés aux pesticides en Floride.
  - ✓ Effets sur la reproduction de certains poissons exposés aux effluents d'eaux usées de l'industrie du papier et de l'industrie chimique.
  - ✓ Masculinisation des serpents femelles exposés au TBT (tributylétain) qui est un agent anti-moussant de peinture.
-

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

## I.3.4.2. Sur la santé humaine

Les poissons infectés par les polluants peuvent entrer dans la chaîne trophique (Figure 6) s'il n'est pas dégradé ou éliminé, ce qui engendre la bioamplification. Cette dernière est l'augmentation de la concentration des polluants à chaque maillon de la chaîne trophique : de consommateur primaire jusqu'au consommateur supérieur (Lévêque & Paugy, 2006). Résultant des effets indésirables sur la santé humaine.



**Figure 6 : Bioamplification des polluants dans la chaîne trophique (Léger, 2007)**

Un certain nombre d'affections sont suspectées d'être la conséquence de l'exposition aux perturbateurs du système endocrinien (Brosselin, 2006) :

- ✓ Altération des fonctions de reproduction masculines : tendance à la baisse de la qualité et de la quantité du sperme observée dans certains pays.
- ✓ Troubles de la fonction reproductrice féminine en raison d'anomalies de la différenciation sexuelle, de la fonction ovarienne, de la fertilité, de l'implantation de l'embryon et de la gestation.
- ✓ Malformations du système reproducteur masculin : cryptorchidie (malposition des testicules), hypospadias (malposition de l'urètre).
- ✓ Troubles de la maturation sexuelle (par exemple: puberté précoce).
- ✓ Altération de la fonction thyroïdienne.
- ✓ Tumeurs des testicules, de la prostate et des seins.
- ✓ Pour les femmes enceintes, risque de mortalité intra-utérine et de retard de croissance fœtale.

# I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

## I.3.4.3. Sur la chaîne alimentaire

Certains pesticides, à titre d'exemple (Figure 7), s'accumulent au fil de la chaîne alimentaire pour se concentrer dans les derniers maillons (l'homme). Les carnivores et piscivores situés en bout de chaîne concentrent des doses de pesticides pouvant atteindre 10 000 fois celles des premiers maillons. Dans l'écosystème terrestre, la contamination du milieu en pesticides résulte majoritairement du lessivage, par les pluies et des terrains cultivés (Brosselin, 2006).

---

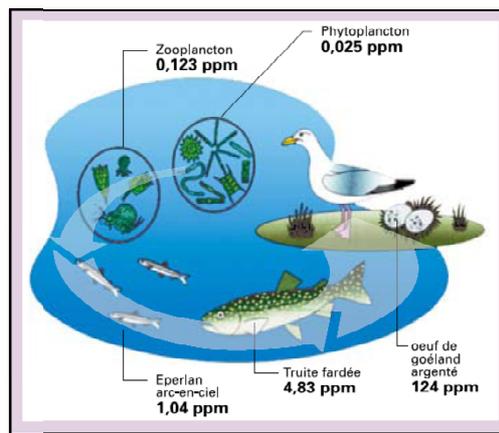


Figure 7 : Exemple d'accumulation des pesticides dans la chaîne alimentaire (Brosselin, 2006).

---

## 1.3.5. Résultats de quelques études effectuées sur les effets des PE sur les poissons

Des substances ayant une activité hormonale peuvent nuire de différentes manières à l'être humain, aux animaux et à des écosystèmes entiers. Des troubles de la fertilité dus à de tels perturbateurs endocriniens sont démontrés dans de nombreuses espèces animales, des poissons aux mammifères, dans l'eau et sur terre (Trachsel, 2008).

Chez les organismes aquatiques, l'exposition aux PE a été associée à des effets néfastes sur la reproduction des individus et des populations (Baudiffier, thèse en préparation).

Les concentrations des estrogènes dans les eaux de rivière avec quelques dizaines de ng/l occasionnent l'hermaphrodisme de certaines espèces de poissons (Haguenoer, 2010), ou des bouts d'œufs se forment dans les testicules des poissons (Beaulieu, 2011).

Nous citons à titre d'exemple des réalités de perturbation causées par ce type de pollution :

## I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

---

- ✓ Des chercheurs américains ont prouvé qu'une dose de  $227 \pm 22$  ng d'un DDT occasionne une féminisation des individus mâles après leur exposition à des œstrogènes (Edmunds & al., 2000).
- ✓ Des expériences ont démontré que la différenciation sexuelle et la croissance des jeunes stades de gambusie (poisson Poeciliidae) sont altérées lors d'expositions au 4-nonylphénol et à la 17 $\alpha$ -ethynylœstradiol et que ces effets étaient persistants (Dreze, 2001, 2002).
- ✓ Aux Etats Unis, chez la tranche, il a été observé qu'une injection d'œstrogènes a un effet sur la production d'œufs. Elle peut augmenter le nombre d'œufs produits, ou le contraire. Il a été également noté que seule la fécondité des femelles est touchée. Par ailleurs, les mâles ont continué à produire un sperme normal (Ait Alla & al., 2007).
- ✓ Dans une minorité de milieux aquatiques suisses étudiés jusqu'à présent, il a été mesuré des taux faibles à modérément élevés de vitellogénine chez les poissons mâles dans la zone d'influence de stations d'épuration. Ce qui permet de conclure à une contamination, de locale à régionale, des milieux aquatiques par des substances œstrogènes (Trachsel, 2008).
- ✓ Les expositions in vivo et ex vivo réalisées sur les gonades des poissons Zèbres ont permis de montrer des effets sur les expressions de gènes de la stéroïdogénèse et sur la production de stéroïdes, confirmant que les enzymes de la stéroïdogénèse sont des cibles moléculaires des substances chimiques (Baudiffier, thèse en préparation).
- ✓ Selon Djoudad-Kadji & al. (2011a), l'espèce *Barbus callensis*, n'a pas été épargné par l'influence des perturbateurs endocriniens. Des analyses profondes de l'appareil reproducteur ont révélé l'existence d'un hermaphrodisme (présentation des gonades males et femelles dans le même individu) tant à l'échelle macroscopique que microscopique.

---

*Les diverses activités humaines et les eaux usées qui polluent l'eau des oueds menacent la vie du Barbeau, qui est classé dans la liste rouge de l'UICN (Union international pour la conservation de la Nature) dans la catégorie "préoccupation mineure (Smith et Darwall, 2006).*

---

*II. PARTIE*  
*EXPERIMENTALE*

## *II.1. MATÉRIELS ET MÉTHODES*

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

### II.1. MATERIELS ET METHODES

Les coupes histologiques exploitées dans ce présent travail ont été réalisées dans le cadre de la préparation d'une thèse de doctorat en cotutelle entre l'Université de Béjaia (Algérie) et l'Ecole Pratique des Hautes Etudes de Paris (France), par Djoudad-Kadji.

#### II.1.1. Présentation de la zone d'échantillonnage

Les gonades sujettes d'une étude histologique ont été récupérées à partir des individus de *Barbus callensis* échantillonnés dans l'oued Soummam.

Cet oued se trouve dans la région de Béjaia, et représente l'un des principaux cours d'eau algériens. Il parcourt toute la vallée de la Soummam sur environ 90 km (Figure 8) (Benhamiche, 1997). En se référant à l'étude de Bacha et Amara (2007), ce cours d'eau peut être subdivisé en 11 stations d'échantillonnage. 10 de ces stations (90,90 %) hébergent *Barbus callensis* avec une même fréquence d'abondance. Seule la station de l'embouchure de l'oued vers la méditerranée ne montre aucune présence de cette espèce. Cela s'expliquerait par la salinité des eaux, qui constitue un facteur limitant pour la survie du barbeau lorsque son degré atteint 15 à 20 % (Kraiem et Pattee, 1988).

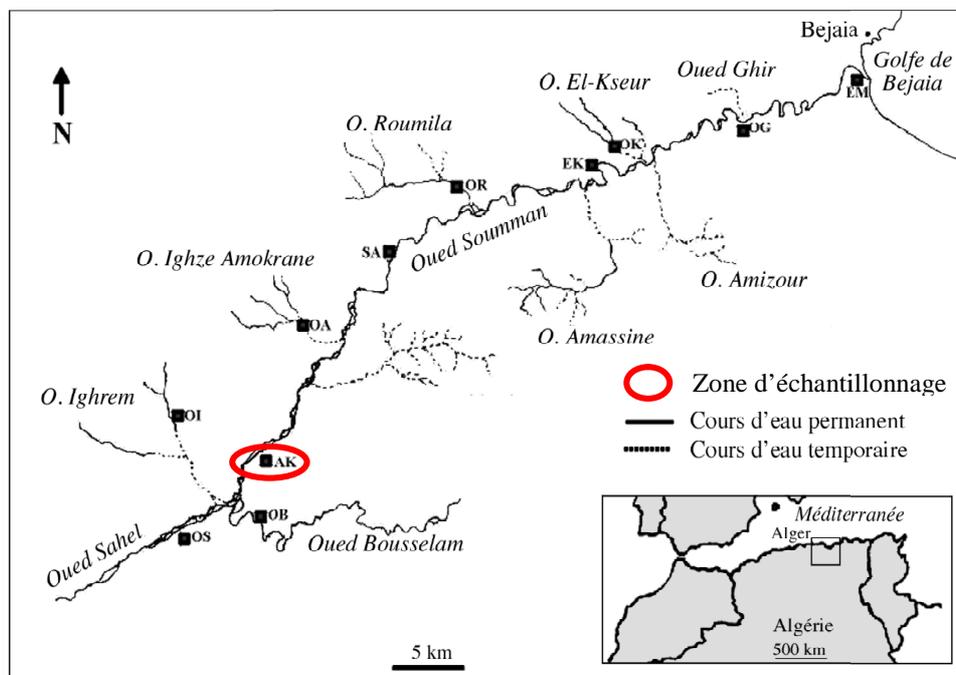


Figure 8 : Réseau principal et affluents de la Soummam (Bacah et Amara, 2007)

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

La zone réelle d'échantillonnage était en amont du cours d'eau, dans la station d'Akbou, qui est caractérisée par la jonction de deux cours d'eaux importants : Boussellam, orienté vers l'est qui prend naissance sur les haut-plateaux de Sétif, et Sahel, orienté vers l'ouest formé par la confluence des rivières Ziane et Ed-Dous provenant de Bouira (Benhamiche, 1997). Ces diverses confluences confèrent à cette station une diversité importante en espèces.

### II.1.2. Préparation des lames histologiques

La technique histologique appliquée pour la préparation des coupes de gonades de *Barbus callensis* est celle adaptée et validée par Djoudad-Kadji & al. (2011b). Ces auteurs ont démontré que l'association optimale, pour donner le détail des structures histologiques, est le liquide de Bouin comme fixateur et l'azan modifié comme coloration. Cette association est à recommander dans tout objectif visant à une étude détaillée de la dynamique des constituants ovariens de *Barbus callensis*. L'association formol/hématoxyline-éosine, ne donnant pas autant de détails, reste néanmoins tout à fait valable pour la mise en évidence de l'architecture générale des tissus, et son application notamment dans les études de biométries cellulaires et particulièrement celle concernant la dynamique de reproduction.

#### II.1.2.1. Fixation

Elle a pour but d'immobiliser les structures des échantillons en respectant, dans la mesure du possible, la morphologie des structures. Après dissection, des ovaires normaux et gonades intersexuées ont été sélectionnés et fixés dans deux solutions différentes :

- **Dans le formol à 10% pendant 24 heures, ce fixateur est composé de :**

---

- ✓ 10 ml de formol de commerce à 35% tamponnée;
  - ✓ 90 ml de l'eau distillée.
- 

- **Dans le liquide de Bouin pendant 6 heures, cette solution est composée de :**

---

- ✓ 75 ml d'acide picrique;
  - ✓ 25 ml de formol commercial à 36 %;
  - ✓ 5 ml d'acide acétique (ajouté extemporanément).
- 

Après fixation les gonades ont subi une déshydratation dans des bains d'alcool de concentration croissante (70-95-100 %), une clarification dans le xylène, une imprégnation et une inclusion dans la paraffine (point de fusion: 55-57 °C). Les blocs ont été débités au moyen d'un microtome de type Leica RM2025, l'épaisseur des

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

coupes était de 3  $\mu\text{m}$ . Les coupes réalisées ont été déposées sur des lames puis collées avec de l'eau albumineuse sur une platine chauffante. L'hydratation a été effectuée dans trois bains d'alcool de degrés décroissants (100%, 90% et 70%) suivis d'un lavage à l'eau distillée.

### II.1.2.2. Coloration des coupes

Deux techniques de coloration topographiques polychromes ont été utilisées :

- **Coloration à l'azan modifié**

- 
- ✓ Coloration par le rouge nucléaire pendant 15 minutes;
  - ✓ Rinçage à l'eau distillée;
  - ✓ Coloration par l'orange-G phosphomolybdique pendant 5 minutes;
  - ✓ Les coupes sont séchées entre deux papiers filtre et colorées par le bleu d'aniline pendant 7 minutes.

- **Coloration à l'hématoxyline/éosine**

- 
- ✓ Coloration par l'hématoxyline pendant 5 minutes;
  - ✓ Rinçage à l'eau courante;
  - ✓ Coloration en Eosine à 1% pendant 7 minutes;
  - ✓ Rinçage à l'eau courante.
- 

### II.1.2.3. Déshydratations et montage

Juste après coloration les lames sont trempées dans trois bains d'alcool absolu puis dans deux bains de xylène. Le montage a été réalisé entre lame et lamelle à l'Eukit.

### II.1.3. Méthodologie suivie pour les mensurations ovocytaires

#### II.1.3.1. Triages des lames histologiques

Ce travail a été réalisé sur 12 gonades femelles normales (à sexes séparés et individualisés) et 12 portions femelles prélevées à partir de gonades intersexuées (présence simultanée des deux sexes).

Les âges des individus varient entre 2<sup>+</sup> à 5<sup>+</sup> ans, ôtés dans des mois différents, à savoir (mai, juin, aout, septembre, octobre, décembre) 2010 et mars 2011.

Après avoir trié les lames histologiques du cas hermaphrodite, on les a classés selon leurs codes et en fonction des mois de l'année dont l'intersexe a été détecté

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

(Figure 9). Pour le cas normal, nous avons sélectionné le même nombre d'individus, de mêmes âges, longueurs et poids à des différences près, pour tous les mois contenant les individus intersexués. Cela afin de réaliser une comparaison équitable entre les deux cas (hermaphrodite et normale).

---



Figure 9 : Triage des lames selon les mois et les types d'ovaires

---

### II.1.3.2. Prises de photos

Pour les prises de photos, nous avons utilisé un microscope optique à grossissement ( $\times 10$ ) et un caméscope (Camileo p10) avec un zoom "0". Une moyenne de 15 champs d'observations ont été fixés pour chaque ovaire, dont une coupe histologique ou plus ont été utilisées en fonction de la grandeur de la gonade (Figure 10).

---



Figure 10 : Technique de prise de photos des lames histologiques

---

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

### II.1.3.3. Organisation des données

Les résultats ont été portés sur une fiche technique (Tableau I) contenant cinq colonnes réservées respectivement pour : le mois d'échantillonnage, le type de l'ovaire, le rang de l'ovaire (code), le numéro de la lame histologique, le nombre d'ovocytes, le nombre de cellules atrétiques, le diamètre ovocytaire et le diamètre des noyaux. Les colonnes ont été subdivisées ainsi :

- ✓ La 1<sup>ère</sup> colonne : 6 lignes (correspondant à 6 mois réels d'échantillonnage);
- ✓ La 2<sup>ème</sup> colonne : 2 lignes (correspond à deux cas : normal et hermaphrodite);
- ✓ La 3<sup>ème</sup> colonne : 24 lignes (correspondant au X' ovaire fois 6 mois d'échantillonnage);
- ✓ La 4<sup>ème</sup> colonne : 50 lignes (X" lames histologiques fois X' ovaires fois 6 mois d'échantillonnage);
- ✓ La 5<sup>ème</sup> colonne : 360 lignes (correspondant à 15 champs d'observation fois X" lames histologiques fois X' ovaires fois 6 mois d'échantillonnage);
- ✓ La 6<sup>ème</sup> colonne : 360 lignes (correspondant au nombre d'ovocytes compté sur chaque champs);
- ✓ La 7<sup>ème</sup> colonne : 360 lignes (correspondant au nombre de cellules atrétiques compté sur chaque champs);
- ✓ La 8<sup>ème</sup> colonne : 13912 lignes (correspondant au diamètre ovocytaire mesuré sur chaque ovocytes);
- ✓ La 9<sup>ème</sup> colonne : 13912 lignes (correspondant au diamètre des noyaux mesuré sur chaque ovocytes).

La symbolisation des colonnes en lettres « X' » et « X" » est due à la différence du nombre d'ovaire d'un mois à l'autre et du nombre de lames histologiques d'un ovaire à un autre.

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

Tableau I : Partie d'une fiche technique pour le comptage d'ovocytes au sein d'ovaires normaux obtenu sur quinze champs d'observation pour chaque ovaire X' pendant le mois « X » :

Mois	Cas	Ovaires	Lames	Champs	Nombre d'ovocytes
Mois X	<b>Normal</b>	Ovaire X' <sub>1</sub>	Lame X'' <sub>1</sub>	Champs 1	
				Champs 2	
				Champs 3	
				Champs 4	
				Champs 5	
				Champs 6	
				Champs 7	
				Champs 8	
				Champs 9	
				Champs 10	
				Champs 11	
				Champs 12	
				Champs 13	
				Champs 14	
				Champs 15	
		Ovaire X' <sub>n</sub>			

### II.1.3.4. Technique de mesure

Les mensurations ont été effectuées en respectant les étapes suivantes :

- ✓ Initialement, nous avons réalisé une photo pour une lame graduée au grossissement (x10) (Figure 11);
- ✓ Après, on a intégré une graduation de 10 microns sur toutes les photos des coupes histologiques prises précédemment, en utilisant le programme « Paint » (Figure 12);
- ✓ Ensuite, on introduit chaque photo de la coupe histologique dans le programme du logiciel « Image Tool »;
- ✓ Afin d'avoir un repère de mesure de diamètre, on a effectué un calibrage avec la graduation de 10 microns préalablement intégré dans les photos;
- ✓ Enfin, en glissant le curseur diagonalement sur l'ovocyte puis le noyau, le logiciel affiche un tableau marquant les diamètres ainsi que les moyennes obtenus (Figures 13a, 13b,13c ).

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

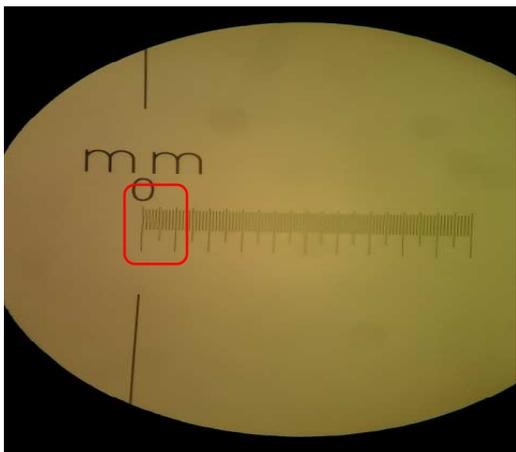


Figure 11 : Photo sous microscope optique ( $\times 10$ ) d'une lame graduée



Figure 12 : Intégration de la graduation sur une photo histologique

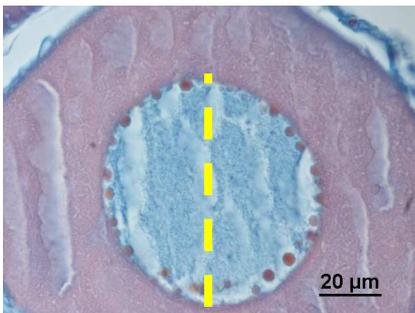


Figure 13a : Exemple de la technique de mensuration du diamètre de noyau d'un ovocyte.

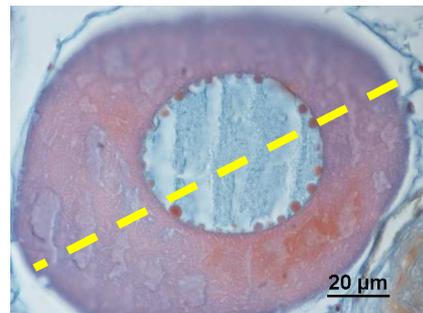


Figure 13b : Exemple de la technique de mensuration du diamètre d'un ovocyte.

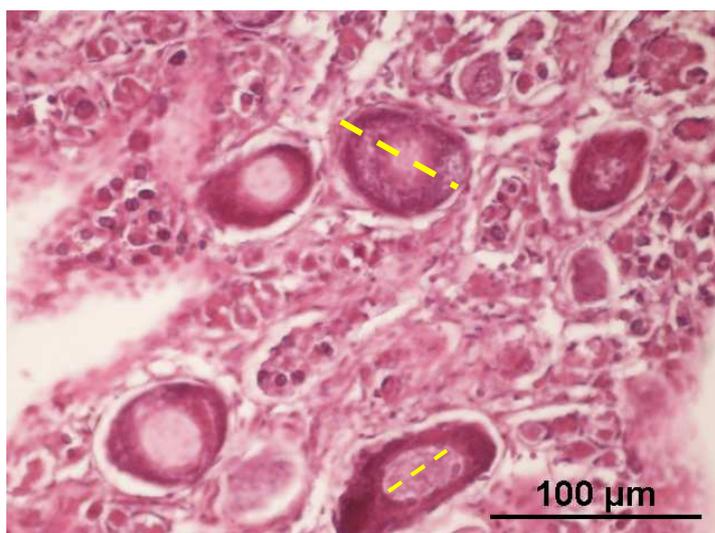


Figure 13c : Exemple de la technique de mensuration du diamètre d'ovocyte et du noyau sur une coupe histologique hermaphrodite

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

### II.1.4. Etude statistique

Cette étude a pour objectif la comparaison entre les ovaires normaux et hermaphrodites, afin de vérifier la fonctionnalité de ces derniers. Pour cela, on s'est basé sur l'étude des différentes variations et interactions des paramètres liés à l'ovogenèse, à savoir :

- 
- ✓ Le nombre de cellules atrétiques (ATR);
  - ✓ Le nombre d'ovocytes sains (NBR);
  - ✓ Le diamètre des ovocytes (DIAOV);
  - ✓ Le diamètre des noyaux (DIANO).
- 

Une série de méthodes statistiques a été appliquée à l'aide du logiciel Statistica 5.5, à savoir :

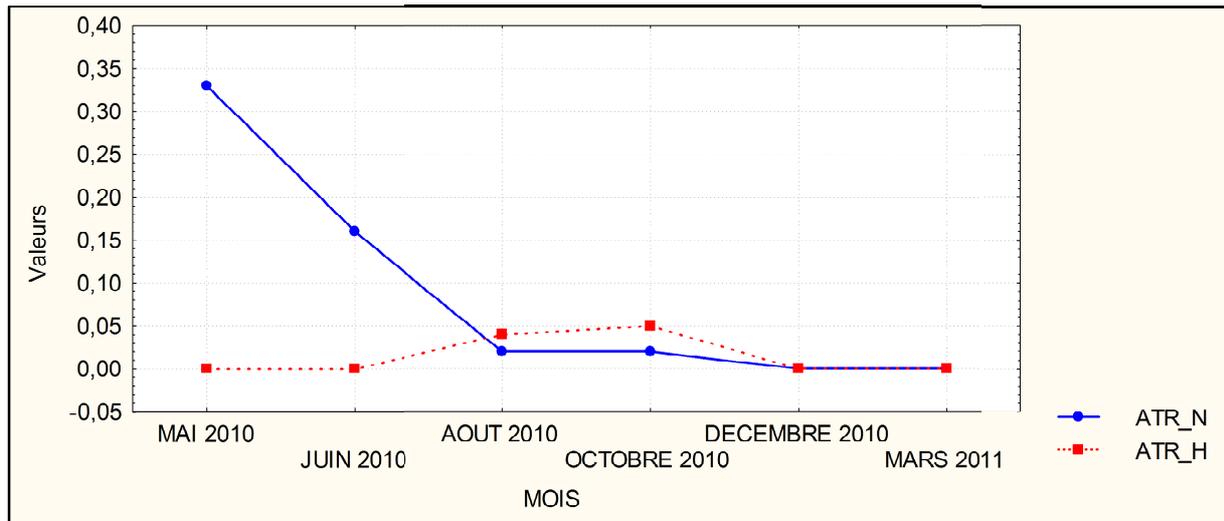
- 
- ✓ Une analyse descriptive, sous forme de courbes d'interactions, a été effectuée pour tous les paramètres étudiés en fonction des deux types d'ovaires;
  - ✓ Une analyse de régression sous forme de nuages de points bidimensionnels, afin d'étudier les corrélations bivariées et l'allure des ajustements linéaires des couplets : ATR\_N/ATR\_H; NBROV\_N/NBROV\_H; DIAOV\_N/DIAOV\_H; DIANO\_N/DIANO\_H; DIAOV\_N/NBROV\_N; DIAOV\_H/NBROV\_H; DIAOV\_N/DIANO\_N; DIAOV\_H/DIANO\_H;
  - ✓ Une analyse par une classification ascendante hiérarchique (CAH) a été également appliquée dans le but d'appuyer les résultats donnés par l'analyse de régression, en étudiant les distances euclidiennes entre les différents paramètres étudiés et de faire ressortir les groupes similaires au sein des deux types d'ovaires;
  - ✓ Une analyse en composantes principales (ACP), sous forme de cercle de corrélation, a été appliquée afin d'étudiées les relations simultanées entre tous les paramètres au sein des deux types d'ovaires confondus et leurs degrés de rapprochement.
-

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

### II.2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

#### II.2.1. Variation du nombre d'ovocytes atrétiques en fonction des mois

L'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites, en fonction du nombre d'ovocytes atrétiques, est illustrée par la figure ci-après :



**Figure 14 : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction du nombre d'ovocytes atrétiques.**

A partir de cette figure, on remarque un nombre élevé d'ovocytes atrétiques au sein des ovaires normaux en mois de mai, puis diminue jusqu'au mois d'août. A l'opposé, on constate un nombre très réduit et même nul pour les ovaires hermaphrodites durant cette période.

A partir du mois d'août (2010) jusqu'en mars (2011), il a été enregistré une stabilité des deux courbes.

Les proportions élevées de l'atrésie chez les femelles normales, durant le mois de mai, peuvent être expliquées par le fait que ce mois fait partie de la période de reproduction (Bouhbouh, 2002) dont les ovocytes sont majoritairement à leurs stades matures. Ainsi, une distinction des différents constituants de la cellule devient plus facile. Par conséquent, une simple anomalie menant vers un arrêt de croissance peut être marquée sans ambiguïté. En outre, l'augmentation de cette atrésie peut être un résultat de la dégénérescence, car les ovocytes non ovulés sont détruits par cette dernière (Prolonge-Chevalier, 2007).

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

Par contre, le nombre réduit constaté à partir du mois d'aout, peut être dû à la coexistence de follicules atrétiques et post-ovulatoires, dont la distinction est difficile (Mc Bride et Thurman, 2003). De plus, cette période correspond au repos sexuel de *B. callensis* (Bouhbouh, 2002), dont la régénération et l'apparition en grande masse des stades primitifs dominent les coupes histologiques observées.

Pour le cas hermaphrodite, l'atrésie n'était pas importante par rapport au cas normal. Cela revient à l'observation des ovocytes moins évolués sur les coupes histologiques étudiées. En effet, nous avons constaté une évolution ovocytaire normale seulement au niveau des trois premiers stades. Par conséquent, de nouvelles structures cellulaires n'ont pas eu lieu dans les portions femelles hermaphrodites, sachant que l'atrésie est plus facile à détecter dans ces conditions. Cela peut nous informer sur un arrêt précoce de l'évolution des ovocytes. Alors que, durant la période du repos sexuel, il a été enregistré des proportions égales avec le cas normal. Ce qui est expliqué par la régénération.

### II.2.2. Variation du nombre d'ovocytes sains en fonction des mois

L'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites, en fonction du nombre d'ovocytes sains, est illustrée par la figure ci-après :

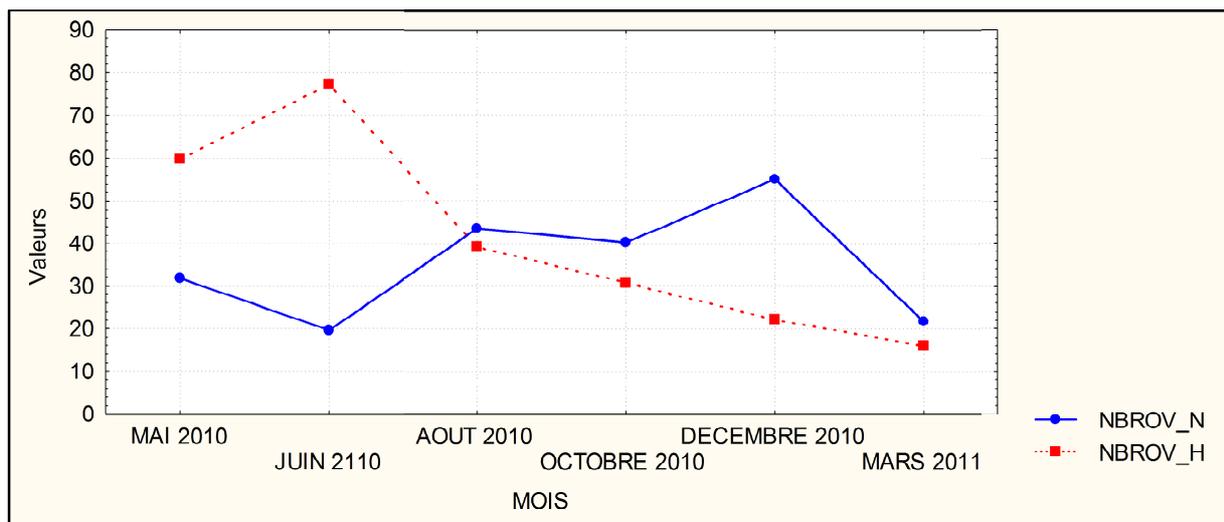


Figure 15 : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction du nombre d'ovocytes sains.

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

Ce graphe montre une diminution remarquable du nombre d'ovocytes sains dans le cas normal, durant les mois de mai et juin. A partir du mois d'août, on constate une élévation de ce nombre qui connaît une régression vers le mois de décembre.

Pour les ovaires hermaphrodites, un phénomène opposé a été enregistré. En effet, durant les mois de mai et juin le nombre était à son maximum et à partir du mois d'août, une régression du nombre a été marquée.

A la période de reproduction, les ovocytes du cas normal grossissent, et atteignent leurs tailles maximales occupant ainsi, un espace plus important sur les coupes étudiées. Ce qui explique les faibles proportions en ovocytes obtenues. En le comparant avec le cas hermaphrodite ; ce dernier est moins évolué induisant un nombre d'ovocytes plus grand car ils sont uniquement à leurs premiers stades d'évolution.

A la période du repos sexuel, les ovocytes du cas normal sont en phase de régénération, ce qui signifie qu'ils atteignent leurs premiers stades d'évolution et sont donc, de petites tailles. Engendrant une occupation minimale d'espace sur les coupes étudiées, expliquant leur surnombre.

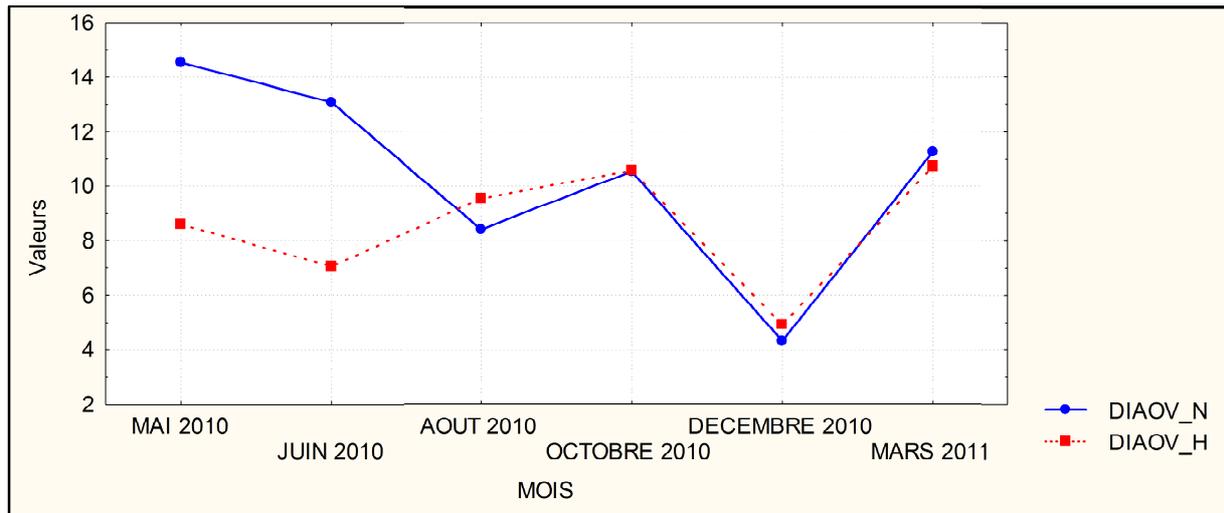
La diminution à nouveau du nombre d'ovocytes dans le cas normal à partir du mois de décembre est due à la reprise d'un nouveau cycle de reproduction.

Par ailleurs, dans les ovaires hermaphrodites, la constatation d'une élévation du nombre d'ovocytes durant la saison de reproduction, nous renseigne sur des individus de *B. callensis* à ovocytes aux premiers stades d'évolution, présentant un petit diamètre et occupant un espace réduit sur les coupes observées. Tandis que, la diminution de ce nombre durant le repos sexuel est expliquée par l'apparition d'une régénération d'un tissu mâle plutôt que des cellules femelles. Chose qui a engendré la diminution de l'espace occupé par les ovocytes. Ce phénomène a créé une anarchie marquante dans l'évolution de ces portions femelles hermaphrodites, cela peut être expliqué par un déséquilibre hormonal causé par des perturbateurs endocriniens (Jafri, 1979 ; Purdom & al., 1994 ; Jobling & al., 1998 ; Beresford & al., 2004)

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

### II.2.3. Variation des diamètres ovocytaires en fonction des mois

L'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites, en fonction des diamètres ovocytaires, est illustrée par la figure ci-après :



**Figure 16 : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction des diamètres ovocytaires.**

Les diamètres ovocytaires des ovaires normaux ont connu leurs maximums durant le mois de mai, puis une régression a été marquée jusqu'au mois de décembre où on a constaté nouvellement une augmentation des diamètres. Les mêmes observations sont ressorties à partir de la courbe du cas hermaphrodite, mais avec des diamètres inférieurs par rapport au cas normal et cela pendant la période de reproduction.

L'accroissement des diamètres ovocytaires, durant le mois de mai pour le cas normal, est dû au stock de protéines vitellines dans l'ovocyte (Tyler et Sumpter, 1996). Sachant que ce mois constitue la période intense de l'activité sexuelle de *B. callensis* dont les ovocytes connaissent leur développement maximal (Bouhbouh, 2002). La diminution de ces diamètres à partir du mois de juin n'est qu'une conséquence de la ponte (Prolonge-Chevalier, 2007). Quant à la phase du repos sexuel (à partir du mois d'aout), les diamètres ovocytaires diminuent en raison de la régénération où la plus

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

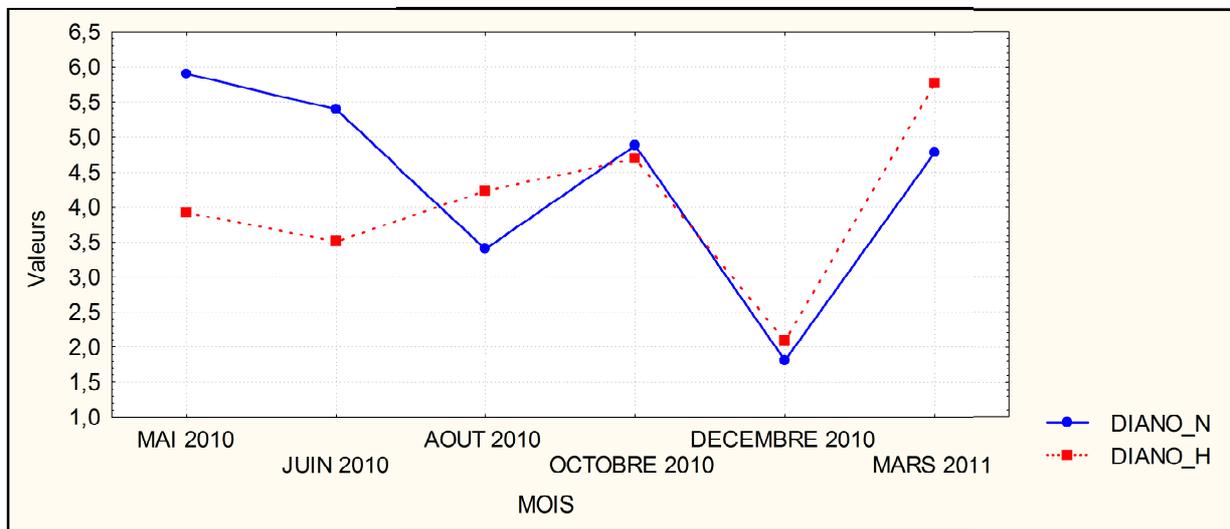
part des ovocytes sont réduits aux stades primitifs (Bouhbouh, 2002). La reprise d'augmentation des diamètres, à partir de décembre, est causée par le renouvellement d'un cycle de reproduction (apparition de stades plus évolués).

L'augmentation exceptionnelle des diamètres durant le mois d'octobre peut être expliquée par la présence d'individus à reproduction tardive.

Les diamètres ovocytaires du cas hermaphrodite ont suivi la même allure que dans le cas normal, mais avec des mesures inférieures. Cela n'est pas dû au hasard car les ovocytes du cas hermaphrodites connaissent une évolution certes, mais moindre par rapport au cas normal. Alors que, durant la phase de repos, la superposition des deux courbes est due à la présence des mêmes stades d'évolution au sein des deux types d'ovaires.

### II.2.4. Variation des diamètres des noyaux en fonction des mois

L'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites, en fonction des diamètres des noyaux, est illustrée par la figure ci-dessous:

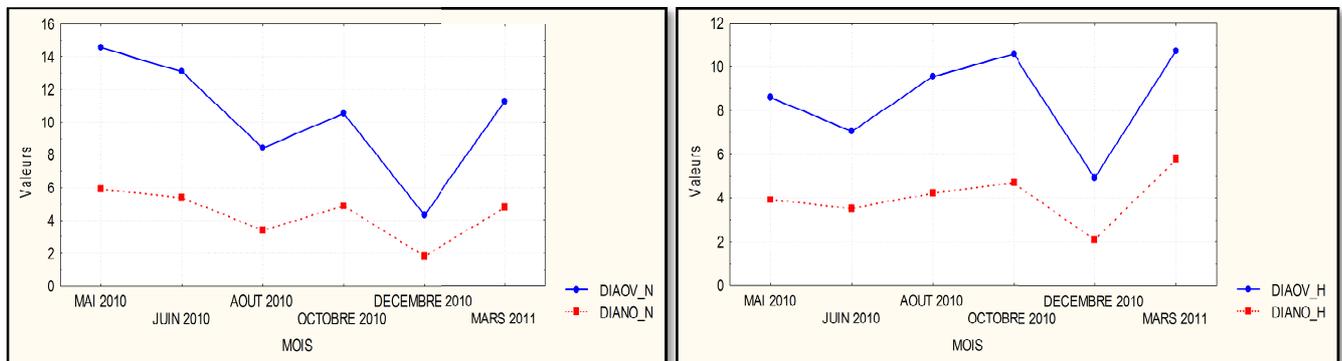


**Figure 17 : Courbes d'interaction des variations mensuelles entre les ovaires normaux et hermaphrodites en fonction des diamètres des noyaux.**

L'allure de ces courbes nous rappelle bien celle observée précédemment pour les diamètres ovocytaires dans les deux types d'ovaires.

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

Les diamètres des noyaux du cas hermaphrodite ont suivi la même allure que dans le cas normal, mais avec des mesures encore réduites.



**Figure 18 : Courbes d'interactions des diamètres ovocytaires et des noyaux au sein d'un même type d'ovaire en fonction des mois. A gauche : ovaires normal. A droite ovaires hermaphrodites.**

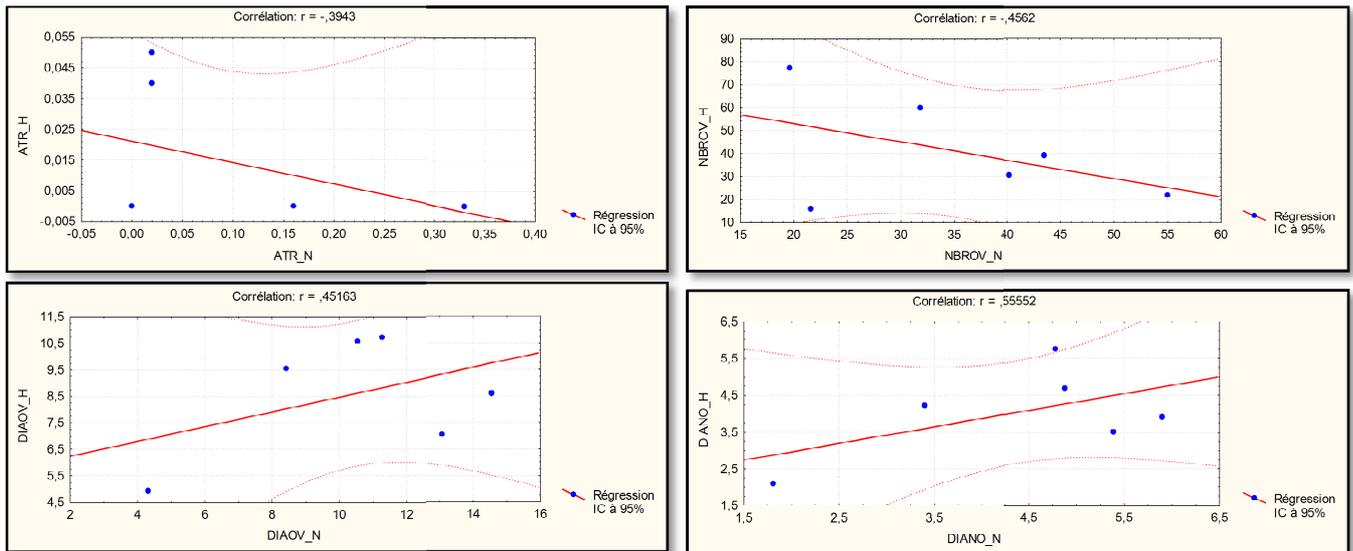
Effectivement, la figure ci-dessus démontre bien qu'au sein des deux types d'ovaires, les courbes d'interactions ont une ressemblance positive : le diamètre du noyau augmente si le diamètre ovocytaire accroit. Si ce dernier est réduit, le diamètre du noyau sera aussi restreint. En parallèle, on constate que les diamètres ovocytaires et nucléaires du cas normal sont toujours plus grands que ceux du cas hermaphrodite.

Il est admis qu'à l'élargissement du diamètre ovocytaire, le diamètre du noyau l'accompagne. Ce diamètre atteint sa taille maximale au moment de la maturation ovocytaire à cause de la synthèse intense d'ARN. Arrivant à la ponte, le noyau se rompt puis se régénère en phase de repos (Prolonge-Chevalier, 2007).

### II.2.5. Analyse par une régression simple des corrélations bivariées des différents paramètres étudiés en fonction des deux types d'ovaires

Les figures ci-après, représentent les corrélations bivariées ainsi que le degré d'ajustement linéaire des paramètres étudiés précédemment, en fonction des deux types d'ovaires (normaux et hermaphrodites) :

## II. PARTIE EXPERIMENTALE



**Figure 19 : Nuages de points bidimensionnels des régressions simples effectuées entre les couples de paramètres : ATR\_N/ATR\_H ; NBROV\_N/NBROV\_H ; DIAOV\_N/DIAOV\_H ; DIANO\_N/DIANO\_H.**

L'application d'une régression nous a permis de déduire le degré d'ajustement et de similarité entre les deux types d'ovaires, en se basant sur les différents paramètres étudiés. L'intérêt de cette analyse réside au niveau de ses démonstrations combinées entre schéma et chiffre.

A partir des nuages de points bidimensionnels ci-dessus, on note ce qui suit :

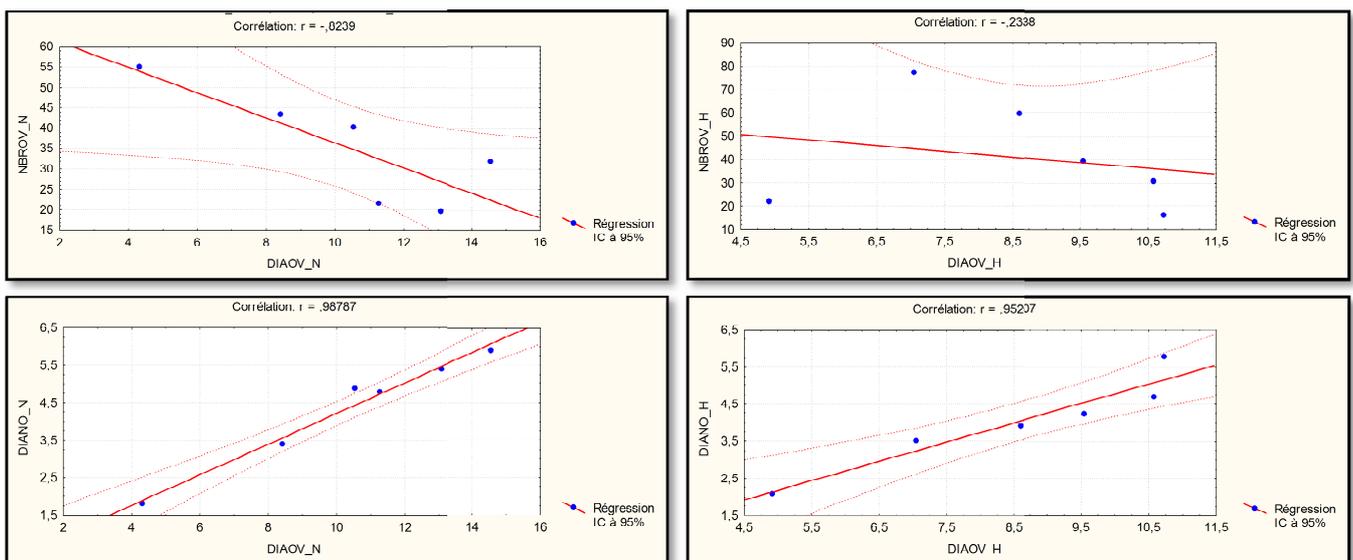
- ✓ La corrélation entre les ovocytes atrétiques du cas normal et du cas hermaphrodites est faible dans le sens négatif (- 0.39). Cela explique les courbes d'interactions retrouvées précédemment, entre le nombre de cellules atrétiques au sein des ovaires normaux et hermaphrodites, dont on a constaté une atrésie presque nulle durant la saison de reproduction pour les ovaires hermaphrodites, au moment où ce phénomène est tout à fait naturel, et d'ailleurs, ces proportions étaient très élevées dans le cas normal.
- ✓ La corrélation entre le nombre d'ovocyte des deux types d'ovaire est moyenne dans le sens négatif (- 0.45). Ce coefficient confirme en grande partie l'interaction inverse marquée ultérieurement durant les phases de : maturation, repos et régénérations, où les nombres d'ovocytes sains, dans les ovaires hermaphrodites, étaient en anarchie dans leurs répartitions. Cela est justifié par la présence d'un tissu germinal mâle.

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

- ✓ Une corrélation positive moyenne (+ 0.45) a été enregistrée entre le diamètre ovocytaire des deux types d'ovaire (normal et hermaphrodite). Cette similarité moyenne n'est qu'un résultat d'une évolution ovocytaire observée dans les deux cas mais pas avec la même ampleur. En effet, les ovocytes hermaphrodites s'arrêtent au niveau des premiers stades de développement, alors que les diamètres les plus importants se retrouvent aux stades plus avancés.
- ✓ Une ressemblance de (+ 0.55) a été notée entre les diamètres des noyaux des deux types d'ovaires. C'est une logique qui s'impose, en raison d'une présence d'un même coefficient de corrélation lors de la comparaison des diamètres ovocytaires. Ce qui a été justifié ultérieurement, par une proportionnalité dans la prise du diamètre entre l'ovocyte et le noyau. Cependant, le cas hermaphrodite présente toujours des diamètres inférieurs dus à l'absence des stades supérieurs sur les coupes histologiques étudiées.

### II.2.6. Analyse par une régression simple des corrélations bivariées des différents paramètres étudiés au sein d'un même type d'ovaire

Les figures ci-après, représentent les corrélations bivariées ainsi que le degré d'ajustement linéaire des paramètres étudiés précédemment, pris au sein d'un même type d'ovaire (normal ou hermaphrodite) :



**Figure 20 : Nuages de points bidimensionnels des régressions simples effectuées entre les couples de paramètres au sein d'un même type d'ovaire : DIAOV\_N/NBROV\_N ; DIAOV\_H/NBROV\_H ; DIAOV\_N/DIANO\_N ; DIAOV\_H/DIANO\_H.**

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

Cette régression tente de démontrer le degré de similarité des différents paramètres au sein d'un même type d'ovaire, afin de comprendre la direction de la cinétique des variations observées lors de la réalisation des courbes d'interaction. Les nuages de points obtenus ont permis de constater ce qui suit :

- ✓ Une forte corrélation (- 0.82) dans le sens négatif a été obtenue entre le nombre d'ovocyte et le diamètre ovocytaire pour les femelles normales. Ce résultat témoigne d'une parfaite proportionnalité inverse due à une évolution d'un paramètre au détriment d'un autre. C'est-à-dire, quand les diamètres ovocytaires sont plus grands, le nombre d'ovocytes sera réduit est vice versa. Ce qui est une évidence dans l'ovogénèse.
- ✓ Par contre, le nombre d'ovocytes et le diamètre ovocytaire, dans les portions femelles hermaphrodites, ont une faible corrélation dans le sens négatif (- 0.23). Cela affirme bien l'anarchie observée dans les coupes histologiques étudiées, dont les signes d'une activité sexuelle sont totalement défailants.
- ✓ Une très forte corrélation (+ 0.98) dans le sens positif, a été enregistrée entre les diamètres ovocytaires et les diamètres des noyaux, dans le cas normal. Ce coefficient confirme, d'une part, l'interaction parfaite retrouvée précédemment, et d'autre part, témoigne d'une évolution normale des ovocytes durant tous les mois étudiés.
- ✓ Le même degré de similarité a été marqué dans le cas hermaphrodite avec une corrélation de (+ 0.95), entre les diamètres ovocytaires et les diamètres des noyaux. Cela est encore une évidence d'un début d'ovogénèse mais qui s'est achevée seulement en deuxième et rarement en troisième stade de développement.

### II.2.7. Classification hiérarchique ascendante des différents paramètres étudiés en fonction de chaque type d'ovaire

Les figures ci-après, représentent les dendrogrammes et leurs matrices de distances, obtenus par une CAH, concernant les paramètres précédemment étudiés, pris en même temps et au sein d'un même type d'ovaire (normal ou hermaphrodite) :

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

### II.2.7.1. Ovaires normaux

Tableau II : Matrice de distances euclidiennes des différents paramètres étudiés au sein des ovaires normaux.

	ATR_N	NBROV_N	DIAOV_N	DIANO_N
ATR_N	0.00	3.71	1.62	1.83
NBROV_N	3.71	0.00	4.27	4.25
DIAOV_N	1.62	4.27	0.00	0.35
DIANO_N	1.83	4.25	0.35	0.00

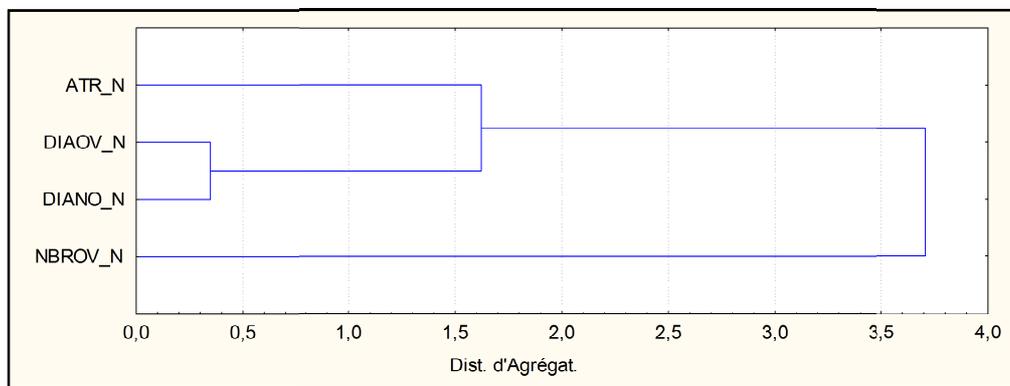


Figure 21 : Classification hiérarchique ascendante, réalisée par les distances euclidiennes, des différents paramètres étudiés au sein des ovaires normaux.

En plus des coefficients de corrélation bivariés donnés par la régression simple, additionné la notion de distance euclidienne, donnée par la classification ascendante hiérarchique, on pourra distinguer simultanément des groupements de paramètres en fonction de leurs ressemblances, qui sont illustrés par un dendrogramme.

La CAH réalisée ci-dessus, pour les ovaires normaux, a classé les paramètres comme suite :

- ✓ Le groupe de paramètres le plus proche et qui a présenté 0,35 distance euclidienne (tableau II) était DIAOV\_N / DIANO\_N (quand les diamètres ovocytaires grandissent, les diamètres des noyaux les suivent et vis versa). Ce classement a bien démontré et confirmé les résultats retrouvés précédemment en analysant les paramètres en couplets.
- ✓ Les distances entre le nombre de cellules atrétiques et les diamètres ovocytaires et les noyaux sont respectivement 1,62 et 1,83 distance

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

euclidienne, constituant ainsi un paramètre qui se rapproche intimement au premier groupe. Cette déduction n'est qu'une conséquence de la facilité de la distinction des cellules atrétiques, durant la saison de reproduction, conditionnée par l'atteinte des ovocytes de leurs derniers stades d'évolution. Expliquant ainsi l'élévation de l'atrésie durant le mois de mai, observée sur la courbe d'interaction réalisée ultérieurement.

- ✓ Quant au nombre d'ovocytes sains, il a été isolé totalement des autres paramètres, en donnant des distances plus élevées (Tableau II). Cela témoigne d'une évolution proportionnellement inverse révélée auparavant par les coefficients de corrélation ainsi que les courbes d'interaction.

### II.2.7.2. Ovaires hermaphrodites

Tableau III : Matrice de distances euclidiennes des différents paramètres étudiés au sein des ovaires hermaphrodites.

	ATR_H	NBROV_H	DIAOV_H	DIANO_H
ATR_H	0.00	3.47	2.17	2.68
NBROV_H	3.47	0.00	3.51	3.52
DIAOV_H	2.17	3.51	0.00	0.69
DIANO_H	2.68	3.52	0.69	0.00

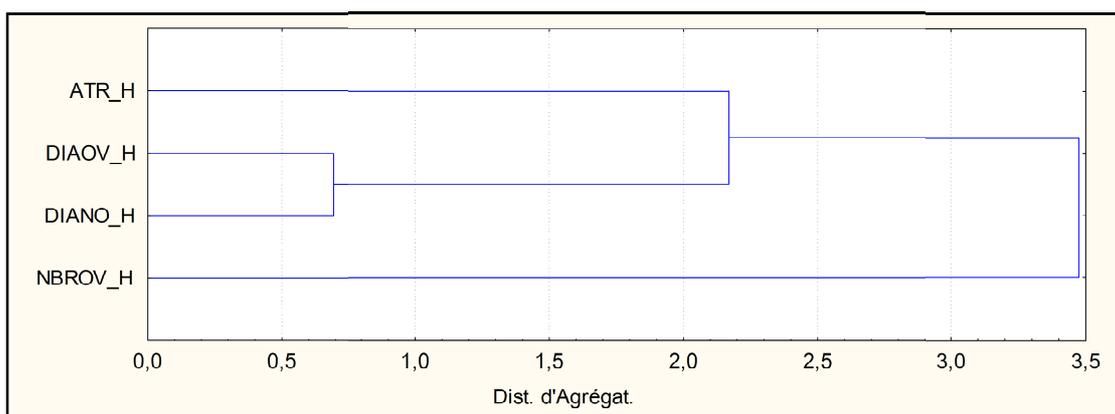


Figure 22 : Classification hiérarchique ascendante, réalisée par les distances euclidiennes, des différents paramètres étudiés au sein des ovaires hermaphrodites.

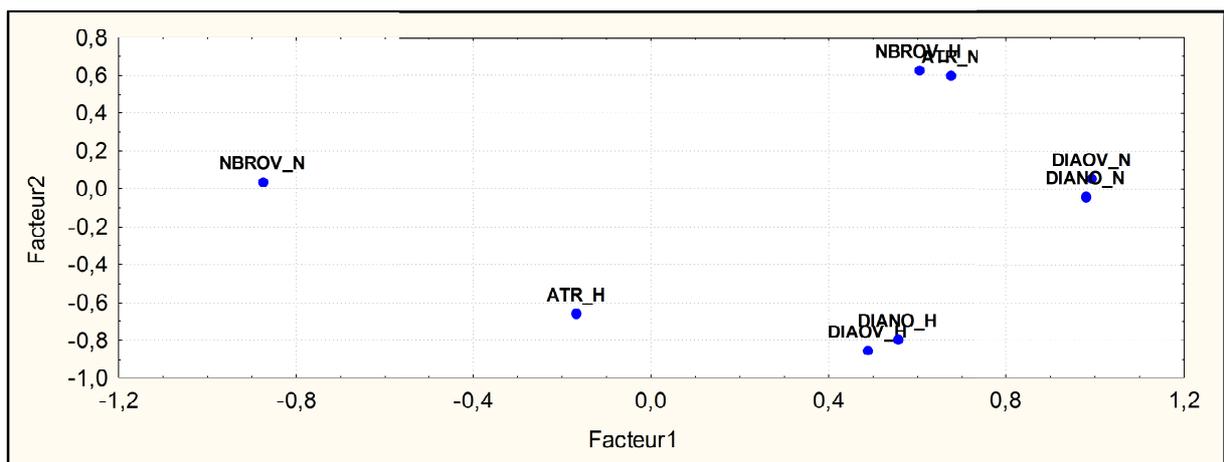
## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

Les paramètres étudiés dans les ovaires hermaphrodites ont présenté le même classement que dans les ovaires normaux. Cependant, des différences dans les distances ont été constatées et qui peuvent être expliquées par la différence dans la masse de données relatives aux deux types d'ovaires, ainsi qu'au désordre de la cinétique de variation retrouvé lors des différentes analyses liées aux cas hermaphrodite.

### II.2.8. Analyse en composantes principales de la distribution simultanée de tous les paramètres confondus

La figure ci-après, représente la distribution de tous les paramètres confondus au sein des deux types d'ovaires (normal et hermaphrodite), sous forme d'un cercle de corrélations, obtenue par l'application d'une analyse en composantes principales.



**Figure 23 : Cercle de corrélations de la distribution de tous paramètres confondus au sein des deux types d'ovaires (normaux et hermaphrodites).**

---

Le cercle de corrélations ci-dessus donné par l'ACP récapitule l'ensemble des constatations retirées à partir de toutes les analyses réalisées. C'est un graphique qui rassemble tous les paramètres qui se ressemblent sous forme d'amas.

La première vérité qui ressort c'est bien celle du regroupement des diamètres ovocytaires et ceux des noyaux que se soit dans le cas normal ou hermaphrodite. En parallèle, dans le cas normal, on constate que le nombre de cellules atrétiques se place

## II. PARTIE EXPERIMENTALE

---

dans le même périmètre que les diamètres avec une faible distance. Cette cohérence entre ces paramètres est une évidence de l'ovogenèse. (Prolonge-Chevalier, 2007).

La deuxième vérité qu'on vient de vérifier par cette analyse: c'est l'emplacement opposé du nombre d'ovocytes dans le cas normal par rapport aux diamètres des ovocytes et des noyaux. Cela étant une conséquence d'une alternance dans l'occupation de l'espace dans l'ovaire, en fonction des différentes phases de l'ovogenèse.

Cet argument n'est pas à retenir dans le cas hermaphrodite, dont on observe la coexistence du nombre d'ovocytes ainsi que des diamètres dans la même surface du cercle, mais avec une distance importante et un coefficient de corrélation très faible. En plus, on remarque l'isolement, du côté inverse, du nombre de cellules atrétiques. Cela confirme le trouble dans l'organisation des différentes structures ovocytaires remarquées lors de l'étude des portions femelles des gonades intersexuées.

En dernier, ce cercle de corrélation a pu ressortir un rassemblement inattendu entre le nombre ovocyttaire du cas hermaphrodite et les follicules atrétiques du cas normal. Ce qui n'est pas logique. Cela est justifié uniquement par l'égalité des proportions obtenues dans les deux paramètres. Mais ce groupe ne signifie rien scientifiquement.

*CONCLUSION*

## CONCLUSION

---

Cette étude a été portée sur le problème d'hermaphroditisme observée chez l'espèce *Barbus callensis* de l'oued Soummam. L'objectif du travail était la vérification de la fonctionnalité ou non des organes reproducteurs des individus intersexués. A cet effet, une comparaison a été menée entre des ovaires normaux et des portions d'ovaires de gonades intersexuées, en se basant sur des indices permettant d'évaluer l'évolution des différentes phases de l'ovogenèse, au cours des mois où l'hermaphroditisme a été détecté. Ces indices sont :

- ✓ Le nombre de cellules atrétiques.
- ✓ Le nombre d'ovocytes sains.
- ✓ Les diamètres des ovocytes et des noyaux.

L'utilisation de différentes illustrations graphiques, coefficients de corrélations ainsi que les distances euclidiennes obtenus par l'application d'analyses statistiques bivariées et multivariées, lors de diverses comparaisons, nous a permis de déduire des différences marquantes entre le cas normal et hermaphrodite.

Pour les femelles normales, une organisation parfaite et logique a été observée sur les coupes histologiques étudiées. Cela a été confirmé par les courbes d'évolutions par interactions des différents paramètres analysés, et qui ont vérifié une évidence connue dans l'ovogenèse. En effet, le nombre de cellules atrétiques, les diamètres ovocytaires et des noyaux ont connu leurs maximums durant la saison de reproduction, dont le nombre d'ovocytes a connu son minimum. Alors que durant la période du repos sexuel et de régénération, ces paramètres ont montré une cinétique inverse d'évolution.

Pour les ovaires sectionnés à partir d'individus intersexués on a noté, sur les coupes histologiques, une anarchie et un trouble dans l'organisation du tissu femelle qui a été envahi par un tissu germinal mâle. Pour les paramètres liés à l'activité ovogénique, on a enregistré :

- ✓ Une élévation légère des diamètres ovocytaires et des noyaux durant la saison de reproduction, limitée qu'au premier et deuxième stade d'évolution et rarement au troisième, présentant ainsi une corrélation moyenne avec les ovaires normaux.
- ✓ Une évolution anormale du nombre d'ovocytes par rapport aux diamètres ovocytaires et des noyaux. Ce nombre a connu une augmentation durant

## CONCLUSION

---

la saison de reproduction parallèlement aux diamètres, ce qui n'est pas le cas en ovogénèse. Une diminution dans le nombre a été marquée durant la phase du repos ainsi qu'une occupation d'espace par un tissu germinal mâle en pleine activité régénératrice. Par conséquent, une corrélation négative très faible a été obtenue par comparaison aux femelles normales.

- ✓ Les cellules atrétiques étaient presque absentes durant la saison de reproduction, témoignant d'une absence totale des ovocytes aux derniers stades d'évolution. Ce paramètre a noté encore une corrélation négative et faible avec le cas normal.

Cet ensemble de déductions résultantes d'une comparaison équitable entre les gonades intersexuées (portions femelles) et les gonades femelles normales nous ramène à soupçonner une non fonctionnalité des gonades hermaphrodites. Cependant, des études plus approfondies sont indispensables afin de confirmer la stérilité des individus intersexués de *Barbus callensis* de l'oued Soummam. En touchant tous les aspects liés à l'activité sexuelle depuis le substrat jusqu'à l'organisation hormonale.

Cette situation peut mettre cette espèce ou même d'autres espèces de poissons en péril. Pour la conservation adéquate des ressources ichtyologiques, il est nécessaire :

- ✓ D'installer des stations d'épurations pour minimiser le maximum des polluants.
- ✓ De prévenir toute dégradation supplémentaire.
- ✓ De préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques.
- ✓ D'identifier et d'évaluer les facteurs responsables du déclin de l'ichtyofaune algérienne.
- ✓ Des mesures de gestion pourront être recommandées et appliquées.

*REFERENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

1. **Aarab N., 2004.** Les biomarqueurs chez les poissons et les bivalves : de l'exposition à l'effet et du laboratoire au terrain. Thèse doctorat, Université Bordeaux1, 92p.
2. **Ait Alla Y., Aymard C., Carrel R., Markour S., 2007.** Impact des perturbateurs endocriniens sur la faune. Master Sciences et Génie de l'Environnement, M2 SAGE, Université Paris-Est LEESU ENPC, 21p.
3. **Ait Iftane T., 2011.** La pêche à la ligne. *Ed. El Amal. Algérie.* 89p.
4. **Bacha M., Amara R., 2007.** Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Etude de l'ichtyofaune de la Soummam, *Cybiu.*, 3(3) : 351-358.
5. **Barbier G., 2011.** Rapport sur les perturbateurs endocriniens, le temps de la précaution. Assemblée Nationale N° 3662, *Sénat n° 765. Paris,* 41p.
6. **Barnhoorn I.E.J., Vandyk J.C., Pieterse G.M., Bornman M.C., 2010.** Intersex in feral indigenous freshwater *Oreochromis mossambicus*, from various parts in the Luvuvhu River, Limpopo Province, South Africa. *Ecotox. Environ. Saf.*, doi:10.1016/j.ecoenv.2010.07.026, (in press).
7. **Baudiffier D., thèse en préparation.** Effets des perturbateurs endocriniens sur la stéroïdogenèse dans les gonades de poissons zèbres. Rapport d'une thèse de Doctorat, Université de Rennes.1-2.
8. **Beaulieu N., 2011.** Article Poisson hermaphrodite dans le saint-laurent. Vol 11. N° 1. *Ed Quartier libre.*
9. **Benabid M., 1990.** Bioécologie de deux espèces du barbeau (*Barbus barbus callensis* (Gthr.) et *Barbus Labeobarbus frifschii*(Val.)) d'un cours d'eau du Haut-Atlas du Maroc. Thèse de 3ème cycle, Fac. Sci. Marrakech : 170p.
10. **Benhamiche N., 1997.** Modélisation de la relation pluie-relief en vue de la cartographie par Krigeage : cas du bassin versant de la Soummam. Thèse de magistère en Sciences agronomiques, hydrologie, *Institut national agronomique El- Harrach (Alger).*180 p.
11. **Beresford N., Jobling S., Williams R., Sumpter J.P., 2004.** Endocrine disruption in juvenile roach from English rivers: a preliminary study. *J. Fish. Biol.*, 64: 580–586.
12. **Bouhbouh S., 2002.** Bio-Ecologie de *Barbus callensis* (Valencienne 1842) et *barbus fritschi* (Günther 1874) au niveau du réservoir allal el fassi (Maroc). Thèse doctorat Es-Sciences, faculté des sciences dhar el mehraz fes. Université Sidi Mohamed ben abdallah.197p.
13. **Brosselin P., 2006.** Perturbateurs du système endocrinien. *Rapport d'AFSSET.* 4p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

14. **Bruslé J., Quignard J.P., 2001.** Biologie des poissons d'eau douce européens. *Ed. Tec et Doc.* 249-266.
15. **Chaouachi B., Ben hassine O.K., 1998.** Le barbeau *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poisson, Téléostéen) de la lagune de l'Ichkeul. *Arch. Ins. Past. Tunis.*, **75** (3/4), 211-218.
16. **Cherghou S., Khodari M., Yaâkoubi F., Benabid M., Badri A., 2002.** Contribution à l'étude du régime alimentaire du barbeau (*Barbus barbuis callensis* Valenciennes, 1842) d'un cours d'eau du Moyen-Atlas (Maroc) : Oued Boufekrane. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, vol. 15, n° 1, 153-163.
17. **Coppis J., 2011.** Le manuel parfait marin d'eau douce. [En ligne]. [http://www.voileasciez.fr/resources/manuel+du+parfait+marin+d\\$27eau+douce.pdf](http://www.voileasciez.fr/resources/manuel+du+parfait+marin+d$27eau+douce.pdf). (Consulté le 19.02.2012).
18. **CPP, 2003.** Les perturbateurs endocriniens : quels risques ? *Rapport Ministère de l'Ecologie et du Développement durable de France*, 15p.
19. **Djemali I., 2005.** Evaluation de la biomasse piscicole dans les plans d'eau douce tunisiens : Approches analytique et acoustique. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. *INAT, INSTM.* 14p.
20. **Djoudad-kadji H., Benslimane S., Chevalier C., Kadji B., Exbrayat J.M., Iguer-Ouada M., 2011a.** L'hermaphrodisme observé chez *Barbus callensis* de l'Oued Summam est-il un bio-indicateur de pollution ? *Congrès A.F.H., Strasbourg, Abstracts.*
21. **Djoudad-kadji H., Benslimane S., Chevalier C., Kadji B., Exbrayat J.M., Iguer-Ouada M., 2011b.** Visualisation des coupes histologiques des follicules ovariens de *Barbus callensis* : variation de fixateurs et de colorants. *Revue Association Française d'Histotechnologie, (AFH), 24(1) : 21-28.*
22. **Djoudad-Kadji H., thèse en préparation.** Caractérisation de la reproduction du poisson d'eau douce *Barbus barbuis callensis* au niveau de l'Oued Soummam dans la région de Béjaïa. Thèse de Doctorat en co-tutelle, Université de Béjaïa, Algérie, Ecole Pratique des Hautes Etude de Paris, France.
23. **Dreze V., 2001.** Effets de deux perturbateurs endocriniens (le 4-nonylphénol et la 17 a-éthynylœstradiol) chez un poisson, la gambusie (*Gambusia holbrooki*). Étude à différents niveaux d'organisation biologique. Thèse de Doctorat, Mention Toxicologie de l'environnement, Université de Metz, 161 p.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

24. **Dreze V., 2002.** Effets de deux perturbateurs endocriniens (le 4-nonylphénol et la 17  $\alpha$ -éthynylœstradiol) chez un poisson, la gambusie (*Gambusia holbrooki*). Étude à différents niveaux d'organisation biologique. *Cybiuim.*, 26(4): 308p.
25. **Edmunds J.S., & al, 2000.** *Environmental Health Perspectives*, 108, 219, rapporté dans *La Recherche*.
26. **EL Gharbi S., Birgi E., Lambert A., 1994.** Monogènes Dactylogyridae parasites de cyprinidae du genre *Barbus* d'Afrique du nord. *Systematic parasitology*. 27:45-70.
27. **Flammarion P., Noury P., Brion F., Garric J., Babut M., Palazzi X., 2001.** Anomalies histologiques dans les gonades de poissons d'eau douce mâles dans le Rhône à l'aval de Lyon. *Etude Cemagref/ Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. Lyon*. 30p.
28. **Haguenoer G.M., 2010.** Perturbateurs endocriniens problèmes liés à l'eau. *Académie nationale de pharmacie*. 16p.
29. **Huet M., 1954.** Biologie, profils en long et en travers des eaux courantes. *Bulletin Français de pisciculture* N°175.
30. **INERIS, 2009.** Perturbateurs endocriniens et biosurveillance des milieux aquatiques. *Rapport Européen sur la maîtrise des risques pour un développement durable*, 14p.
31. **Jafri S.I.H., Ensor D.M., 1979.** Occurrence of an intersex condition in the roach *Rutilus rutilus* L. *J. Fish. Biol.*, 14: 547–549.
32. **Jobling S., Nolan M., Tyler C.R., Brighty G., Sumpter J.P., 1998.** Widespread sexual disruption in wild fish. *Environ. Sci. Technol.*, 32: 2498–2506.
33. **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.
34. **Kraiem M.M., 1983.** Les poissons d'eau douce de Tunisie. Inventaire commenté et répartition géographique. *Bull. Inst. Nat. Sci. Tech. Ocanogr. Pêche Salambô*, 10: 107 - 124.
35. **Kraiem M.M., 1994.** *Systématique, biogéographie et bio-écologie de Barbus callensis Valenciennes, 1842 (poisson, Cyprinidae) de Tunisie*. Thèse de doctorat d'état es sciences biologiques. *FST*. 209p.
36. **Kraiem M.M., 1994.** Analyse de la variabilité morphométrique et méristique des populations de *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Poissons, Cyprinidés) de Tunisie. *Bull. Fran. Pêche pisc.*, 334 : 201-212.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

37. Kraiem M.M., Pattee E., 1988. Salinity tolerance of the barbel, *Barbus callensis* Valenciennes, 1842 (Pisces: Cyprinidae) and its ecological significance. *Hydrobiologia*, 166: 263-267.
38. Lahr J., kuiper R.V., Van mullem A., Verboom B.L., Jol J., Schout P., Grinwis G.C.M., Rankouhi T.R., Pieters J.P.E., Gerritsen A.A.M., Giesy J.O., Vethaak A.D., 2006. A Field Survey of Estrogenic Effects in Freshwater and Marine Fish in the Netherlands. *Soci. Environ. Toxicol. Chem.*, 6: 151-178.
39. Léger N. Dupouy-Camet J.;Ferté H.; Bourdoiseau G.; Latour P.; Bayssade-Dufour C.; Pinel C.; Caumes E; Mercier B; Favre J.;Duncat J; Maucci E.; Zanella D.; Calignon H.; Guichard V.; Cauchie P., 2007. Dermatite cercarienne et bothriocéphlose, deux risques liés à des parasites et communs aux lacs alpins. *Guide technique.Alpine lakes network*. France.
40. Lévêque C., Paugy D., 2006. Les eaux continentales africaines. *IRD*. Paris.573p.
41. Lounaci-Daoudi D., 2011. Croissance de *Barbus callensis* du barrage de Taksebt et de l'oued Aissi (Tizi Ouzou).*Université de Mouloud Mammeri. Tizi Ouzou*.
42. Marcel M., 2002, Larousse agricole.
43. Mc BRIDE R.S., THURMAN P.E., 2003. Reproductive biology of *Hemiramphus brasiliensis* and *H. balao* (Hemiramphidae): maturation, Spawning frequency, and fecundity. *Biol. Bull.* 204: 57-67.
44. Nelson J.S, 1994. Fish of world. Ed. John wileysons. New York. 600p.
45. Prolonge-Chevalier C., 2007. Étude histologique du développement sexuel del'apron du Rhône *Zingel asper* L., percidé endémique menacé d'extinction. Thèse de doctorat, Discipline Sciences de la vie, Ecole Pratique des Hautes Etudes , Paris.211p.
46. Purdom C.E., Hardiman P.A., Bye V.J., Eno N.C., Tyler C.R., Sumpter J.P., 1994. Estrogenic effects of effluent from sewage treatment works. *Chem. Ecol.*, 8: 275–285.
47. Rafael Z., Doadrio I., 1998. Phylogenetic relationships of Iberian Cyprinids: Systematic and biogeographical implications. *Proc. R. Soc Lond.B* 265, 1365-1372.
48. Smith K. G., Darwall William R.T., 2006.Statut de conservation et répartition géographique des poissons d'eau douce endémiques du bassin méditerranéen.in *Programme d'évaluation de la biodiversité d'eau douce de l'UICN*.
49. Sylla I., 2011. Rumeurs et frayeurs autour de l'eau dans le monde. *ENDA Lead Africa*, Senegal, 1-2.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

**50. Tazerouti F., Belaid B., 2010.** Étude structurale de la gonade femelle de *barbus callensis* (Valenciennes, 1842) poisson téléostéen, cyprinidae. *2<sup>ème</sup> Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie & 4<sup>èmes</sup> Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie*. 32p.

**51. Trachsel M., 2008.** Perturbateurs endocriniens dans les eaux usées et dans le milieu aquatiques. *Programme national de recherche, Fondation National de Suisse, document final.1*, 16p.

**52. Tyler C.R., Sumpter J.P.** 1996. Oocyte growth and development in teleosts. *Rev. Fish Biol. Fisch.*, **6**: 287-318.

**53. Van Aerle R., Nolan M., Jobling S., Christiansen L.B., Sumpter J.P., Tyler C.R., 2001.** Sexual disruption in a second species of wild cyprinid fish (the gudgeon, *Gobio gobio*) in United Kingdom freshwaters. *Toxico. Environ. Chem.*, **20**: 2841-2847.

### Sites internet

**54. Barbeau** [En ligne]. [atelierpeche.free.fr/5-Fiches%20poisson/cours/barbeau\\_pdf](http://atelierpeche.free.fr/5-Fiches%20poisson/cours/barbeau_pdf). (Consulté le 19.02.2012).

## **Résumé :**

*Barbus callensis*, est un cyprinidé endémique de l'Afrique du nord menacé d'extinction. Il est inscrit sur la liste rouge de l'UICN. Le but de ce travail était de vérifier la fonctionnalité ou non des individus intersexués, par le moyen d'étude de coupes histologiques. Une comparaison équitable entre des gonades intersexuées (portions femelles) et des gonades femelles normales a été établie par application de plusieurs méthodes statistiques. Les résultats obtenus ont démontré une différence apparente entre les deux cas, en se basant sur l'activité d'ovogenèse, ce qui nous ramène à soupçonner une non fonctionnalité des gonades hermaphrodites. Cependant, des études plus approfondies sont indispensables afin de confirmer la stérilité des individus intersexués de *Barbus callensis* de l'oued Soummam, en touchant tous les aspects liés à l'activité sexuelle depuis le substrat jusqu'à l'organisation hormonale.

**Mots clés :** hermaphroditisme, *B. callensis*, histologie, ovogenèse, fonctionnalité.

## **Abstract :**

*Barbus callensis*, is an endangered endemic cyprinid of North Africa. It is listed on the IUCN Red List. The aim of this investigation was to verify the functionality or not of the intersex individuals by means of histological cuts study. A fair comparison between gonadal intersex (female portions) and normal female gonads was established by applying several statistical methods. The results attest of an obvious difference between both cases, on the basis of ovogeneses activity which leads us to suspect an unfunctionality of hermaphrodite gonads. However, more extensive studies are essential to confirm the intersex individuals' sterility of Oued Soummam *Barbus callensis*, by touching all the aspects linked to the sexual activity from substratum to the hormonal organization.

**Key words:** hermaphroditism, *B. callensis*, histology, ovogenesis, functionality.