

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
**Université A. MIRA - Bejaia**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département de Sciences Biologiques de l'Environnement**  
**Filière : Sciences Biologiques**  
**Option : Environnement et Santé Publique**



**Réf :.....**

Mémoire de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du diplôme

**MASTER**

*Thème*

**Aspects anatomo-histopathologiques de  
quelques espèces de poissons d'eau douce  
dans la région de Bejaia**

Présenté par :

**ACHAT Soraya & ZAROURI Samia**

Soutenu le : **21 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mme. Mouhoub- Sayah C.	MCA	Présidente
Mme. Djoudad - Kadji H.	MCA	Encadreur
Mme. Gharbi Salmi R.	MCB	Examinatrice

**Année universitaire : 2016 / 2017**

## REMERCIEMENT

*On tient d'abord à exprimer nos remerciements à Madame DJOUDAD-KAJI H. qui a fait preuve d'une grande volonté en assurant l'encadrement de ce travail en dépit de son temps fort chargé et de ses multiples occupations ; en bénéficiant de son expérience et ses précieux conseils.*

*Nos remerciements vont également à madame la présidente Madame MOUHOUB SAYAH C. et Madame Gharbi Salmi R, qui nous a honneur d'avoir accepté d'examiné notre travail.*

*Nos sincères gratitude à toute l'équipe de Laboratoire de Zoologie Appliqué et d'Ecophysiologie Animale L.Z.A.E.A de TARGUA OUZAMOUR et celle de la faculté de médecine ABOUDAOU, de nous avoir accueillies pour la réalisation de notre travail.*

*Enfin, on remercié vivement tous nos collègues qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. A toutes les personnes qu'ils nous idées de près ou de loin, et surtout qui sont participé à échantillonnages (Jighourtha, Hani, Moussa et surtout mon père Abd El Karim).*

## DEDICACES

*Je dédie cet humble travail*

*A la mémoire de ma MÈRE HASSINA aucun mot ne peut exprimer le respect et l'amour à son âme et que dieu puisse l'accueillir dans son vaste paradis.*

*A mon très chère PÈRE ABD KARIM qui n'a pas épargné aucun effort pour m'encourager durant toutes mes études, Dieu puisse maintenir pour moi et emplisse sa vie de santé et de bonheur.*

*A mon honorable belle MÈRE ZAHIA, qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*A mes chers frères (MAHFOUD, NASSIM, KHALED, FARES), FARINAS et sa femme SAMIRA et leur futur bébé.*

*A ma grande sœur WAHIBA et son mari BAREMTAN et ces petits enfants (NOUNA, FIFIA, SALAS, petite DIDOUCH).*

*A mon adorable sœur Saida et son fils MATINE, que dieu puisse remplisse sa vie de bonheur et de joie.*

*A ma très chère sœur SOUHILA qui m'accompagné dans tous les moments de ma vie.*

*A tous le reste du la famille, tous ceux et toutes celles qui m'ont accompagné et soutenu durant mes années de formation.*

*A mes amis(e) et tous mes collègues de la promotion SBE 2016/2017*

**SORAYA**

## DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail à ma honorable et aimable mère **BAYA** qui n'a pas épargné aucun effort pour m'encourager durant tout mon parcours scolaire : ta prière et bénédiction m'ont été un grand secours pour mener bien mes études. Je te dédie ce travail pour exprimer mon profond amour et que Dieu puisse te préserver pour moi et remplisse ta vie de santé et de bonheur.*

*A la mémoire de mon père **MOHAMED AMEZIANE**, aucun mot ne peut exprimer l'amour et le respect à ton âme. Que dieu te réserve une haute place dans son vaste paradis.*

*A ma très chère sœur la très aimable **TAOUS**: à laquelle je suis très attachée, c'est l'ange gardienne et ma fidèle accompagnante dans les moments cruciaux de cette vie.*

*A mon très cher mari **FARID** : sans son encouragement, sa patience et son aide ce travail n'aurait vu le jour. Sa gentillesse, son soutien moral et matériel et son profond attachement m'ont permis de réussir dans mes études.*

*A mes cousins et mes cousines qui ont aussi contribué à la réussite de ce travail.*

*A tous les membres de ma grande famille et mes amies particulièrement **THANINA** et **LEMVA** ne ratent pas d'occasion pour m'encourager et me soutenir tout au long de mon parcours et tous mes collègues de la promotion **SBE***

*2016/2017*

*Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de ma profonde affection.*

**SAMIA**

**LISTE DES ABREVIATIONS**

**LISTE DES FIGURES**

**INTRODUCTION..... 1**

**CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE**

**I.1. Généralités sur les eaux ..... 3**

**I.1.1. Définition de la pollution..... 3**

**I.1.2. Origines de la pollution ..... 3**

**I.1.2.1. Pollution industrielle..... 3**

**I.1.2.2. Pollution Agricole ..... 3**

**I.1.2.3. Pollution Domestique ..... 4**

**I.1.2.4. Pollution Naturelle ..... 4**

**I.1.3. Les paramètres d'évaluation de la pollution des eaux..... 4**

**I.2. Effet de la pollution sur les poissons ..... 4**

**I.2.1. Les malformations macroscopiques ..... 4**

**I.2.1.1. Les hémorragies..... 4**

**I.2.1.2. Les érosions ..... 6**

**I.2.1.3. Les lésions ..... 6**

**I.2.1.4. Les déformations (ou malformations) ..... 7**

**I.2.1.5. Enroulement des écailles ..... 8**

**I.2.1.6. Perte des écailles..... 8**

**I.2.1.7. Altération de la couleur..... 9**

**I.2.1.8. Exophtalmie ..... 9**

**I.2.1.9. Opacité des yeux..... 9**

**I.2.2. Les malformations microscopiques ..... 10**

**I.2.2.1. Histopathologie du foie ..... 10**

**I.2.2.2. Histopathologie des gonades ..... 12**

**I.2.2.3. Histopathologie des yeux ..... 15**

**I.3. Les causes principales des anomalies ..... 16**

---

**CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES**

<b>II.1.</b> Zones d'étude .....	<b>18</b>
<b>II.1.1.</b> Oued Soummam .....	<b>18</b>
<b>II.1.2.</b> Barrage de Tychi Haf .....	<b>18</b>
<b>II.1.3.</b> Oued Boussellam .....	<b>19</b>
<b>II.2.</b> Echantillonnage .....	<b>19</b>
<b>II.3.</b> Les poissons analysés .....	<b>20</b>
<b>II.3.1.</b> Le Barbeau <i>Barbus callensis</i> .....	<b>20</b>
<b>II.3.2.</b> La Carpe Commune <i>Cyprinus carpio</i> .....	<b>21</b>
<b>II.3.3.</b> Le Mulet <i>Mugil cephalus</i> .....	<b>21</b>
<b>II.3.4.</b> Le Gardon Galant <i>Rutilus pigus</i> .....	<b>21</b>
<b>II.3.5.</b> Le Rotengle <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	<b>21</b>
<b>II.3.6.</b> L'Anguille Argenté <i>Anguilla anguilla</i> .....	<b>21</b>
<b>II.4.</b> Travail au laboratoire .....	<b>22</b>
<b>II.4.1.</b> Mensurations .....	<b>22</b>
<b>II.4.2.</b> Examen macroscopique .....	<b>22</b>
<b>II.4.3.</b> Examen microscopique .....	<b>23</b>

**CHAPITRE III.RESULTATS ET DISCUSSIONS**

<b>III.1.</b> Examen macroscopique .....	<b>24</b>
<b>III.1.1.</b> Exophtalmie .....	<b>24</b>
<b>III.1.2.</b> Opacité .....	<b>24</b>
<b>III.1.3.</b> Hémorragies .....	<b>25</b>
<b>III.1.3.1.</b> Hémorragies des nageoires .....	<b>25</b>
<b>III.1.3.2.</b> Hémorragie d'anus .....	<b>26</b>
<b>III.1.3.3.</b> Hémorragie des yeux .....	<b>27</b>
<b>III.1.3.4.</b> Hémorragie du Corps .....	<b>27</b>
<b>III.1.3.5.</b> Hémorragie de la tête .....	<b>28</b>
<b>III.1.3.6.</b> Hémorragie de la bouche .....	<b>28</b>
<b>III.1.4.</b> Erosions .....	<b>29</b>
<b>III.1.4.1.</b> Erosion des nageoires .....	<b>29</b>
<b>III.1.4.2.</b> Erosion du corps .....	<b>29</b>
<b>III.1.5.</b> Lésions .....	<b>30</b>

<b>III.1.5.1.</b> Lésion des nageoires.....	<b>30</b>
<b>III.1.5.2.</b> Lésion du corps.....	<b>31</b>
<b>III.1.5.3.</b> Lésion de la tête .....	<b>31</b>
<b>III.1.5.4.</b> Lésion (plaie) cicatrisée.....	<b>32</b>
<b>III.1.6.</b> Déformations .....	<b>32</b>
<b>III.1.6.1.</b> Déformation de la bouche.....	<b>32</b>
<b>III.1.6.2.</b> Déformation des nageoires .....	<b>33</b>
<b>III.1.7.</b> Enroulement des écailles .....	<b>34</b>
<b>III.1.8.</b> Perte des écailles.....	<b>34</b>
<b>III.1.9.</b> Altération de la couleur .....	<b>35</b>
<b>III.1.10.</b> Altération du foie.....	<b>36</b>
<b>III.1.11.</b> Anomalies dans les gonades .....	<b>36</b>
<b>III.2.</b> Examen microscopique .....	<b>38</b>
<b>III.2.1.</b> Histopathologie hépatique .....	<b>38</b>
<b>III.2.2.</b> Histopathologie des gonades .....	<b>40</b>
<b>III.2.2.1.</b> Histopathologie des ovaires.....	<b>40</b>
<b>III.2.2.2.</b> Histopathologie des testicules .....	<b>41</b>
<b>III.2.3.</b> Histopathologie oculaire.....	<b>41</b>
<b>CONCLUSION ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>44</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>46</b>
<b>ANNEXES</b>	

**Ag-NP** : Anoparticules d'argent.

**ANBT** : Agence national des barrages et transferts.

**CV** : Veine central.

**DO** : Diamètre de l'œil.

**DOm** : Diamètre oculaire moyenne.

**FAO**: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**FUNASA**: Fondation national de la santé

**H** : Tissus hépatique

**HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques.

**LF** :Longueur à la fourche.

**LNC** : Longueur de la nageoire caudale.

**LNCm** : Longueur de la nageoire caudale moyenne.

**LPO** : Longueur de la portion ossifiée.

**LS** : Longueur standard.

**LT** : Longueur totale.

**LTE** : Longueur de la tête.

**LTEm** : Longueur de la tête moyenne.

**LTm** : Longueur total moyenne.

**NPI**: Nécrose pancréatique infectieuse

**NSO**: North Sea oil.

**Ovc**: Ovocytes.

**PE** : Poids éviscérés.

**PE** : Poids éviscérés.

**PEC** :Produits extra cellulaires

**PFm** :Poids du foie moyen.

**PF** : Parties fertile.

**PG** : Poids des gonades.

**PGm** :Poids des gonades moyenne .

**PO** : Poids oculaires.

**PF** : Poids du foie.

**POm** : Poids oculaire moyenne.

**PRO** : Distance préorbitaire.

**PSO** : Distance postorbitaire.

**Pst** : Parties stérile.

**PT**: Poids total.

**PTm**: Poids total moyen.

**RBC**: Globules rouges.

**S**:Sinusoïdes.

**St**: Stade.

**Te** : Testicule.

**V** : vacuolation.



<b>Figure 1</b> : Hémorragie du corps chez l'Anguille jaune <i>Anguilla anguilla</i> .....	5
<b>Figure 2</b> : Hémorragie de la nageoire pectorale et de son pédoncule chez une anguille jaune <i>Anguilla anguilla</i> .....	5
<b>Figure 3</b> : Anus hémorragique chez l'anguille argentée <i>Anguilla anguilla</i> .....	5
<b>Figure 4</b> : Hémorragie dans la chambre antérieure de l'œil .....	5
<b>Figure 5</b> : Erosion de nageoires chez la Tanche <i>Tincatinca</i> .....	6
<b>Figure 6</b> : Erosion cutanée face dorsale chez <i>Anguilla anguilla</i> .....	6
<b>Figure 7</b> : Lésion des nageoires pectorales chez <i>Catostomus commersonii</i> .....	6
<b>Figure 8</b> : Lésion du corps chez le Meunier noir <i>Catostomus commersonii</i> .....	7
<b>Figure 9</b> : Lésion au niveau de la tête chez <i>Moxostoma macrolepidotum</i> .....	7
<b>Figure 10</b> : Lésion cicatrisée chez le Perchaude <i>Perca flavescens</i> .....	7
<b>Figure 11</b> : Malformation de la mâchoire chez Tilapia de Nil <i>Oreochromis niloticus</i> .....	8
<b>Figure 12</b> : Déformation de la nageoire caudale chez <i>Barbus callensis</i> .....	8
<b>Figure 13</b> : Enroulement des écailles chez le Chevalier blanc <i>Moxostoma anisurum</i> .....	8
<b>Figure 14</b> : Perte des écailles chez télescope – noir <i>Auratus (Linnaeus, 1758)</i> .....	8
<b>Figure 15</b> : Anomalie pigmentaire chez une anguillette <i>Anguilla anguilla</i> .....	9
<b>Figure 16</b> : Exophtalmie : (A) Baret <i>Morone americana</i> . (B) Meunier noir <i>Catostomus commersonii</i> .....	9
<b>Figure 17</b> : Opacité : (A, B) chez le meunier rouge <i>Catostomus catostomus</i> .....	9
<b>Figure 18</b> : Foyers des nécroses de tissus hépatique(H) chez Brochet <i>Esox lucius</i> .....	10
<b>Figure 19</b> : Foyers des nécroses de tissus hépatique(H) dont les noyaux deviennent pycnotiques chez loup <i>Dicentrarchus labrax</i> et la daurade <i>Sparus aurata</i> .....	10
<b>Figure 20</b> :(A) Hyalinisation. (B) Congestion de la veine centrale (CV), et du sang convergent les sinusoides (S) avec des globules rouges (RBC). (C) vacuolation. (D) Gonflement cellulaire chez <i>Oreochromis mossambicus</i> .....	11
<b>Figure 21</b> : Foie exposé au NSO chez <i>Scophthalmus maximus</i> .....	11
<b>Figure 22</b> : Foie exposé au nonylphénol chez <i>Scophthalmus maximus</i> .....	12
<b>Figure 23</b> : Gonade des alevins traitée à 37°C avec de nombreuses cellules Apoptotiques chez la femelle de tilapias du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> .....	12
<b>Figure 24</b> : Gonade des alevins traitée à 37°C avec la présence de deux parties fertile et stérile chez le mâle de tilapias du Nil <i>Oreochromis niloticus</i> .....	12
<b>Figure 25</b> : Coupe histologique d'ovaire de <i>Trachurus trachurus</i> infesté par des nématodes et manifestant d'intersexe .....	13

<b>Figure 26 :</b> Coupe histologique d'une gonade intersexué chez <i>Trachurus trachurus</i> .....	13
<b>Figure 27 :</b> (A) Coupe d'ovaire exposé au NSO. (B) Coupe d'ovaire exposé au nonylphénol. (C) Coupe d'ovaire exposé au Mélange NSO/ Nonylphénol chez <i>Scophthalmus maximus</i> ....	14
<b>Figure 28 :</b> Coupes de testicule exposé au nonylphénol chez <i>Scophthalmus maximus</i> .....	14
<b>Figure 29 :</b> (A) Coupe d'ovaire de <i>Barbus callensis</i> intersexué. (B) Coupe de testicule de <i>Barbus callensis</i> intersexué.....	15
<b>Figure 30 :</b> Coupe de la lentille de la truite arc en-ciel <i>Oncorhynchus mykiss</i> montrant plusieurs metacercaires .....	15
<b>Figure 31 :</b> Colonies microbiennes végétant sur la sclérotique d'une plie .....	15
<b>Figure 32:</b> Réseau principal et affluents de la Soummam et localisation des stations d'échantillonnage .....	18
<b>Figure 33:</b> Barrage Tychi Haf ( <a href="https://www.google.dz/maps">https://www.google.dz/maps</a> ).....	19
<b>Figure 34 :</b> Oued Boussellam ( <a href="https://www.google.dz/maps">https://www.google.dz/maps</a> ). .....	19
<b>Figure 35 :</b> Les six espèces de poissons analysées : (A) <i>Barbus callensis</i> . (B) <i>Cyprinus carpio</i> . (C) <i>Mugil cephalus</i> . (D) <i>Rutilus pigus</i> . (E) <i>Scardinius erythrophthalmus</i> . (F) <i>Anguilla anguilla</i> . .....	20
<b>Figure 36 :</b> (A) Table de manipulation. (B) Présentation de différentes mesures de longueurs .....	22
<b>Figure 37 :</b> (A) Trousse de dissection. (B) La dissection du poisson .....	23
<b>Figure 38:</b> Exophtalmie : (A) mono latérale moins prononcée chez la <i>Cyprinus carpio</i> . (B) mono latérale bien prononcée et (C) moins prononcée chez <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	24
<b>Figure 39:</b> Opacité partielle des yeux : (A) monoculaire. (B) binoculaire chez <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	25
<b>Figure 40 :</b> Hémorragie des nageoires : (A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) chez <i>Anguilla anguilla</i> C) chez <i>Mugil cephalus</i> .....	26
<b>Figure 41:</b> Hémorragie de l'anus : (A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) chez <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	26
<b>Figure 42 :</b> Hémorragie oculaire : (A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) chez <i>Mugil cephalus</i> .....	27
<b>Figure 43:</b> Hémorragie du corps : (A) <i>Barbus callensis</i> . (B) chez <i>Rutilus pigus</i> . (C) chez <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	27
<b>Figure 44:</b> Hémorragie de la tête : (A) chez <i>Mugil cephalus</i> . (B) chez <i>Barbus callensis</i> .....	28
<b>Figure 45 :</b> Hémorragie de la bouche : chez <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	28
<b>Figure 46:</b> Erosions des nageoires : (A) chez <i>Mugil cephalus</i> . (B) chez <i>Rutilus pigus</i> . (C) chez <i>Scardinius erythrophthalmus</i> .....	29
<b>Figure 47:</b> Erosions du corps : (A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) et (C) chez <i>Anguilla anguilla</i> .	30

<b>Figure 48 :</b> Lésion des nageoires : (A), (B) chez <i>Barbus callensis</i> .....	<b>30</b>
<b>Figure 49:</b> Lésion du corps : (A), (B) chez <i>Barbus callensis</i> . (C) chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> .....	<b>31</b>
<b>Figure 50:</b> Lésion de la tête : (A) et (B) chez <i>Barbus callensis</i> .....	<b>32</b>
<b>Figure 51 :</b> plaie cicatrisé :(A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) chez <i>Anguilla anguilla</i> .....	<b>32</b>
<b>Figure 52 :</b> Déformation de la bouche : (A), (B) et (C) chez <i>Anguilla anguilla</i> .....	<b>33</b>
<b>Figure 53 :</b> Déformation des nageoires : (A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B), (D) chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> . (C) chez <i>Mugil cephalus</i> .....	<b>33</b>
<b>Figure 54 :</b> Enroulement des écailles : (A), (B) chez <i>Barbus callensis</i> .....	<b>34</b>
<b>Figure 55:</b> Perte des écailles : (A) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) chez <i>Rutilus pigus</i> .....	<b>35</b>
<b>Figure 56:</b> Altération de couleur : (A) chez <i>Anguilla anguilla</i> . (B) chez <i>Barbus callensis</i> ....	<b>35</b>
<b>Figure 57 :</b> Altération du foie : (A) et (B) chez <i>Anguilla anguilla</i> .....	<b>36</b>
<b>Figure 58 :</b> Foie trouée chez <i>Mugil cephalus</i> .....	<b>36</b>
<b>Figure 59 :</b> (A) Inflammation de gonade femelle chez <i>Barbus callensis</i> . (B) gonade femelle témoin chez <i>Barbus callensis</i> .....	<b>36</b>
<b>Figure 60 :</b> Couleur vert d'âtre des gonades males (A) claire et (B) foncé chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> .....	<b>37</b>
<b>Figure 61:</b> Enroulement de gonade male chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> .....	<b>37</b>
<b>Figure 62 :</b> Les anomalies détectées au niveau du foie: (A) et (B) centre de mélanomacrophages (* jaune), (C) Cholastase (flèche jaune) et (D) vacuolisation (* noire) chez <i>Mugil cephalus</i> . (E) multiplication des voies biliaires (flèche rouge) chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> . (F) dilatation des vaisseaux sanguins (* rouge) chez <i>Anguilla anguilla</i> . (G) et (H) nécrose chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> (flèche jaune).(I) et (J) nécrose chez <i>Mugil cephalus</i> (*jaune). (K) nécrose chez <i>Anguilla anguilla</i> (* noire).....	<b>39</b>
<b>Figure 63 :</b> Les anomalies au niveau des ovaires : (A) spermatocyte I (flèche rouge) et spermatozoïde (flèche jaune) chez <i>Barbus callensis</i> . (B) compartiment mâle (flèche jaune) chez <i>Barbus callensis</i> . (C) atrésie (* noire) chez <i>Barbus callensis</i> . (D) atrésie (*rouge) chez <i>Rutilus pigus</i> . (E) parasite (flèche jaune) chez <i>Barbus callensis</i> . (F) l'absence de nid germinatif (flèche jaune) chez <i>Barbus callensis</i> .....	<b>40</b>
<b>Figure 64 :</b> (A) Modification dans la structure des tubes séminifères (flèche jaune) chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> . (B) Compartiment inconnue sur la périphérie de testicule (flèche rouge) chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> .....	<b>41</b>
<b>Figure 65 :</b> (A) Endommagement de la couche striée de la rétine chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> (flèche noire). (B) détachement des couches de la rétine chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> et (C) chez <i>Mugil cephalus</i> (flèche bleue). (D) et (E) détérioration complète de l'œil chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> . (F) et (G) des cailloux sanguins chez <i>Scardinius erythropthalmus</i> (*noire). (H) Hémorragie de la rétine chez <i>Mugil cephalus</i> (flèche jaune)....	<b>42</b>

# *INTRODUCTION*

Le problème de la pollution des eaux représente sans aucun doute un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement par la civilisation technologique contemporaine. (Ramade, 2012).

En effet, la qualité de l'eau est altérée par une surcharge en matières organiques, par des substances toxiques provenant des activités agricoles et par des effluents industriels et domestiques rejetés dans le milieu récepteur sans traitement (Hamid *et al.*, 2007). Ces substances dangereuses sont cancérigènes, mutagènes et tératogènes même à de faibles concentrations et qui peuvent être bioaccumulables par les organismes vivants (Fent, 2007 ; EL Morhit, 2009).

Par conséquence, cette pollution entraîne des altérations diverses sur la morphologie des poissons (Girard et Elie, 2007 ; Richard *et al.*, 2016) et sur leurs physiologie (Aarab, 2004 ; Bourrachot, 2009 ; Van Dyk *et al.*, 2005).

Les communautés biologiques reflètent alors les conditions du bassin versant parce qu'elles sont sensibles aux changements de nombreux facteurs environnementaux (Karr, 1987). En revanche, plusieurs groupes taxonomiques permettent d'effectuer le suivi de la qualité des écosystèmes aquatiques notamment les poissons qui possèdent plusieurs attributs d'un bon indicateur environnemental (Berkman *et al.*, 1986 ; Harris, 1995).

En Algérie peu de données sont disponibles sur la situation des poissons, seuls quelques travaux comme ceux portant sur l'infestation des parasites chez l'Anguille *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) d'ElKala (Djebbari *et al.*, 2009 ; Nabil *et al.*, 2009) et l'étude de Bouhadiba (2011) portée sur l'accumulation de quatre éléments métalliques chez le Mulet *Mugil Cephalus* (Linnaeus, 1758) dans la baie d'Oran. Par ailleurs, d'autres enquêtes ont rapporté la mort massive des poissons dont les causes sont ignorées dans différentes wilayas telles que Guelma en 2009, Skikda en 2012, Tiaret en 2013, Oran en 2014, Béjaia « Tichy » en 2015, Naama en 2016, Annaba en 2016, Bejaia « Oued Soummam » en 2014 et 2016.

Au niveau de la wilaya de Béjaia, il a été réalisé deux études seulement sur les effets de la pollution sur la biologie des poissons, l'une a été accomplie par Ichalal *et al.* (2016) sur un intersexe induit par l'infestation parasitaire par les nématodes chez la Saur elle *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758) pêchée dans le golf de Béjaia et l'étude effectuée par Djoudad-Kadji *et al.* (2012) qui a rapporté une perturbation du système reproducteur du Barbeau *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) vivant dans l'oued Soummam suite à l'impact de la pollution de diverses origines.

En vu d'approfondir et de détailler cet aspect d'étude, il était nécessaire de lancer un travail sur l'effet de la pollution sur la biologie des poissons vivants dans quelques milieux d'eau douce dans la région de Béjaia.

Pour répondre alors à cette ambition scientifique, deux approches ont été appliquées afin de dépister et mettre en exergue les altérations possibles ; en premier, il a été effectué un examen macroscopique sur l'anatomie externe du corps et des organes et en second lieu, il a été réalisé un examen microscopique par l'étude des coupes histologiques réalisées sur des organes altérés notamment le foie, les yeux et les gonades.

Cette étude a concerné les espèces de poissons suivantes : (1) Barbeau *Barbus callensis* ; (2) Carpe commune *Cyprinus carpio* ; (3) Mulet *Mugil cephalus* ;(4) Gardon *Rutilus pigus* ;(5) Rotengle *Scardinius erythrophthalmus* ;(6) Anguille *Anguilla anguilla*.

Les milieux prospectés sont : (1) Oued Soummam ;(2) Barrage Tychi Haf ; (3) Oued Boussellam.

Ce manuscrit est divisé en trois chapitres, où le premier est consacré à la synthèse des connaissances bibliographiques sur différentes origines de la pollution et les anomalies macroscopiques et microscopiques. Alors que le deuxième chapitre a été dédié à l'étude expérimentale, où nous avons détaillé les protocoles d'échantillonnage et le matériel utilisé. Le troisième chapitre a été réservé pour les résultats obtenus et leurs discussions.

*CHAPITRE I: REVUE*

*BIBLIOGRAPHIQUE*

## I.1. Généralités sur les eaux

### I.1.1. Définition de la pollution

La notion de la pollution se définit comme une dégradation ou une perturbation du milieu, qui résulte en général de l'apport de matières ou de substances exogènes. Ses effets peuvent être des modificateurs ou destructeurs vis-à-vis du fonctionnement du milieu, selon la nature ou la quantité de polluant (Genin *et al.*, 2003).

Les déversements polluants peuvent modifier profondément les composantes physico-chimiques des milieux aquatiques récepteurs ainsi que les biocénoses peuplant ces milieux (Pesson *et al.*, 1980).

### I.1.2. Origines de la pollution

La mauvaise qualité de l'eau liée à la pollution industrielle, agricole ou naturelle, conduisent tout autant à un déséquilibre de l'écosystème.

#### I.1.2.1. Pollution industrielle

Suivant l'utilisation de l'eau dans les usines et leur processus, cette pollution provient par les activités humaines à une grande diversité des produits ou sous-produits, tels que (Faurie *et al.*, 2002) :

- 
- ✓ Eau chaudes (centres thermiques) ;
  - ✓ Les métaux ;
  - ✓ Les hydrocarbures (raffineries) ;
  - ✓ Les matières organiques et graisses (abattoirs, industries agroalimentaires) ;
  - ✓ Les produits chimiques (industries chimiques).
- 

Selon Faurie *et al.* (2002), il peut y avoir des effets très diversifiés sur les écosystèmes en fonction du type de substances rejetées, à savoir :

- 
- ✓ La destruction des réseaux trophiques (rejet des composés de cuivre) ;
  - ✓ La modification des peuplements animaux et végétaux (augmentation de température) ;
  - ✓ La disparition de la majeure partie de la faune, suite au lessivage d'aires de traitement du bois par les pesticides.
- 

#### I.1.2.2. Pollution Agricole

L'activité agricole est devenue plus intensive et plus performante. Cette intensivité est caractérisée principalement par les fortes teneurs en sels minéraux (phosphate, azote, potassium), La présence des substances oxydables issues des produits de délavage d'air (matières organiques, ammoniacale) et produits chimiques de traitement (produits phytosanitaires, nitrates) (Genin *et al.*, 2003).



### **I.1.2.3. Pollution Domestique**

Elle provient des eaux usées rejetées par des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement et comprennent les eaux ménagères et les eaux de vannes, elle se caractérise par une forte teneur en matière organique, des détergents, des sels minéraux et des germes fécaux (Genin *et al.*, 2003).

### **I.1.2.4. Pollution Naturelle**

Elles peuvent être à l'origine d'éruption volcanique, certains filons géologiques de métaux et des sources thermo minérales (Faurie *et al.*, 2002).

### **I.1.3. Les paramètres d'évaluation de la pollution des eaux**

La qualité des eaux est évaluée par un ensemble de paramètres physico-chimiques (conductivité, pH, turbidité, nitrates, azote, phosphore, demande biochimique en oxygène, cadmium, etc.) et biologiques (bactéries, virus, champignons, etc.). Le détail de cette section est donné dans les tableaux I et II (Annexe 1).

## **I.2. Effet de la pollution sur les poissons**

La perturbation d'environnement naturel par des polluants (activités urbaines, industrielles et agricoles) entraîne souvent une détérioration de la santé des poissons qui se manifeste par des malformations (érosion, lésion, déformation, etc...). Ainsi que les données annonçant un déclin important de la diversité des poissons (ichtyologique) (Djoudad-Kadji, 2014).

Les effets de la pollution sur les poissons sont largement documentés de part le monde chez plusieurs espèces d'eau douce ou marines. Ces effets sont classés à l'échelle macroscopique et microscopique ; selon que l'anomalie est située au niveau anatomique ou cellulaire/tissulaire et de l'organe touché par la perturbation.

### **I.2.1. Les malformations macroscopiques**

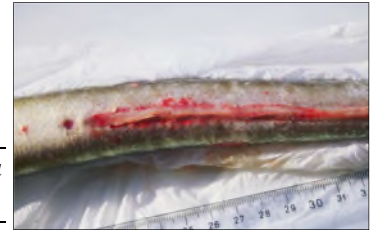
#### **I.2.1.1. Les hémorragies**

Effusion ou extravasation de sang hors des vaisseaux sanguins (appareil circulatoire) consécutive à un traumatisme ou à une lésion de ceux-ci, engendrée par diverses causes (Girard et Elie, 2007).

Plusieurs types d'hémorragies ont été distingués en fonction des organes atteints, les plus importants sont :

##### **a. Hémorragie du Corps**

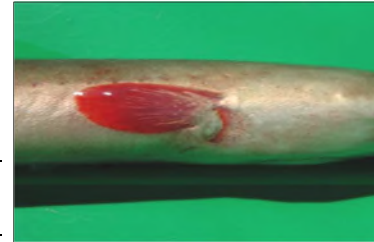
Elle est présentée par une extravasation de sang au niveau du corps (Figure 1) (Richard *et al.*, 2016).



**Figure 1 :** Hémorragie du corps chez l'Anguille jaune *Anguilla anguilla* (Girard et Elie, 2007).

**b. Hémorragie des nageoires**

Correspond à extravasation du sang au niveau de nageoire (Figure 2) (Girard et Elie, 2007).



**Figure 2 :** Hémorragie de la nageoire pectorale et de son pédoncule chez une anguille jaune *Anguilla anguilla* (Girard et Elie, 2007).

**c. Anus rouge ou saillant**

Inflammation de l'anus avec, éventuellement, prolapsus anal. Elle présente une zone inflammatoire ou hémorragique anale ou péri anale, comprenant une extériorisation partielle ou totale de l'anus (Figure 3) (Girard et Elie, 2007).



**Figure 3 :** Anus hémorragique chez l'anguille argentée *Anguilla anguilla* (Girard et Elie, 2007).

**d. Hémorragie oculaire**

Elle correspond à une effusion de sang à l'intérieur de l'œil. Présente des zones hémorragiques visibles dans ou autour de la chambre antérieure de l'œil, elle peut être diffuse ou non (Figure 4) (Girard et Elie, 2007).



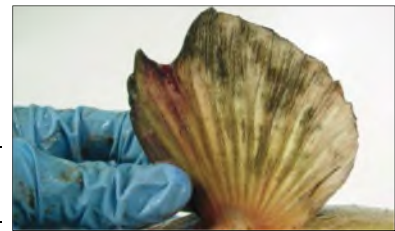
**Figure 4 :** Hémorragie dans la chambre antérieure de l'œil (Uhland *et al.*, 2000).

### I.2.1.2. Les érosions

L'érosion se définit généralement par la perte ou la destruction lente et progressive des tissus superficiels (Girard et Elie, 2007) tel que : la peau, les os, les cartilages, principalement au niveau des nageoires, mais elle peut aussi affecter les opercules, les arcs branchiaux et les barbillons (Richard *et al.*, 2016).

#### a. *Erosion des nageoires*

L'érosion des nageoires est probablement l'anomalie la plus fréquente chez les poissons qui vivent en eaux polluées (Figure 5) (Uhland *et al.*, 2000 ; Richard *et al.*, 2016).



**Figure 5 :** Erosion de nageoire chez la Tanche *Tinca tinca* (Richard *et al.*, 2016).

#### b. *Erosion du corps*

Elle est caractérisée par une perte de tissus au niveau de la peau (Figure 6) (Richard, 2016).



**Figure 6 :** Erosion cutanée face dorsale chez *Anguilla anguilla* (Girard et Elie, 2007).

### I.2.1.3. Les lésions

Les lésions désignent l'altération d'un organe, on les retrouve sur la peau des poissons. Elles se présentent souvent sous forme d'ulcérations cutanées, de dermatites, d'hématome et d'hémorragie (Richard *et al.*, 2016).

#### a. *Lésion des nageoires*

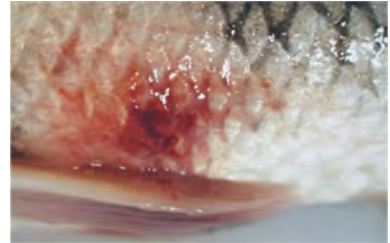
Correspond la détérioration de tissu au niveau des nageoires (Figure 7) (Richard *et al.*, 2016).



**Figure 7 :** Lésion des nageoires pectorales chez *Catostomus commersonii* (Richard *et al.*, 2016).

**b. Lésion du corps**

Présente une altération de tissu sur le corps de poisson accompagné ou non avec une hémorragie (Figure 8) (Richard *et al.*, 2016).



**Figure 8 :** Lésion du corps chez le Meunier noir *Catostomus commersonii* (Richard *et al.*, 2016).

**c. Lésion de la tête**

Elle est défini comme une détérioration caractérisée par la présence d'hémorragie ou non sur la tête du poisson (Figure 9) (Richard *et al.*, 2016).



**Figure 9 :** Lésion au niveau de la tête chez *Moxostoma macrolepidotum* (Richard *et al.*, 2016).

**d. Lésion (Plaie) cicatrisée**

C'est la modification cutanée plus ou moins visible témoignant de préparation d'une plaie, d'une perte de tissus à la suite d'une blessure (Figure 10) (Uhland *et al.*, 2000).



**Figure 10 :** Lésion cicatrisée chez le Perchaude *Perca flavescens* (Richard *et al.*, 2016).

**I.2.1.4. Les déformations (ou malformations)**

Il s'agit d'une déformation corporelles qui peuvent affecter une partie du corps (squelette, les rayons des nageoires, les mandibules, les opercules, la tête et la colonne vertébrale, etc. (La Violette *et al.*, 2003 ; Richard *et al.*, 2016).

**a. Déformation de la bouche**

Elles correspondent à des modifications de la forme de la bouche (mâchoire) (Figure 11) (Girard et Elie, 2007).



**Figure 11 :** Malformation de la mâchoire chez Tilapia de Nil *Oreochromis niloticus* (Hamdouni et Dhaouadi, 2014).

#### ***b. Déformation des nageoires***

Il se reflète par des séparations des rayons des nageoires et de leurs cassures dans certains cas (Figure 12) (Djoudad-Kadji, 2014 ; Hamdouni et Dhaouadi, 2014).



**Figure 12 :** Déformation de la nageoire caudale chez *Barbus callensis* (Djoudad-Kadji, 2014).

#### **I.2.1.5. Enroulement des écailles**

Ce type d'anomalie définit comme une désorganisation du patron normal des écailles (Figure 13) (Uhland *et al.*, 2000).



**Figure 13 :** Enroulement des écailles chez le Chevalier blanc *Moxostoma anisurum* (Richard *et al.*, 2016).

#### **I.2.1.6. Perte des écailles**

La perte d'écaille correspond à dépouiller la peau par de mucus, elle va laisser blanche sans généralement aucune trace (sang, rougeur ou revêtement blanchâtre quelconque) (Figure 14) (Voile De Chine, 2015).



**Figure 14 :** Perte des écailles chez télescope – noir *Auratus* (Linnaeus, 1758) (BDEA-Le forum, 2013).



### I.2.1.7. Altération de la couleur

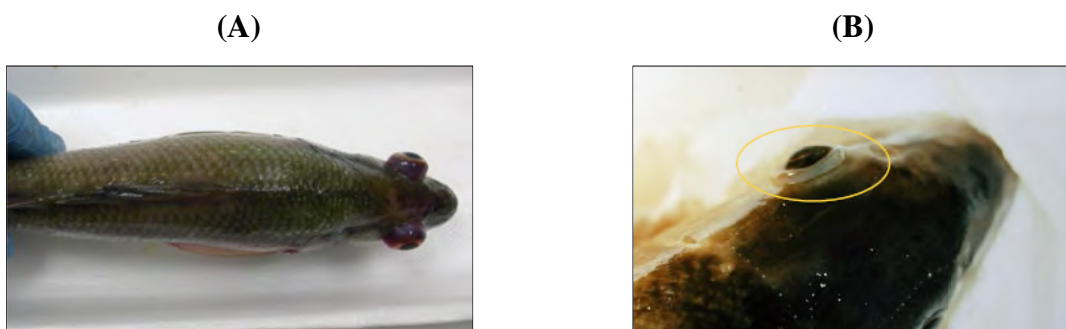
Modification partielle ou totale du patron normal de la pigmentation des tissus pour une espèce ou un stade donné, Chez par exemple l'anguille. On observe deux états la coloration anormale, décoloration ou coloration terne (Figure 15) (Girard et Elie, 2007).



**Figure 15 :** Anomalie pigmentaire chez une anguilllette *Anguilla anguilla* (Girard et Elie, 2007).

### I.2.1.8. Exophtalmie

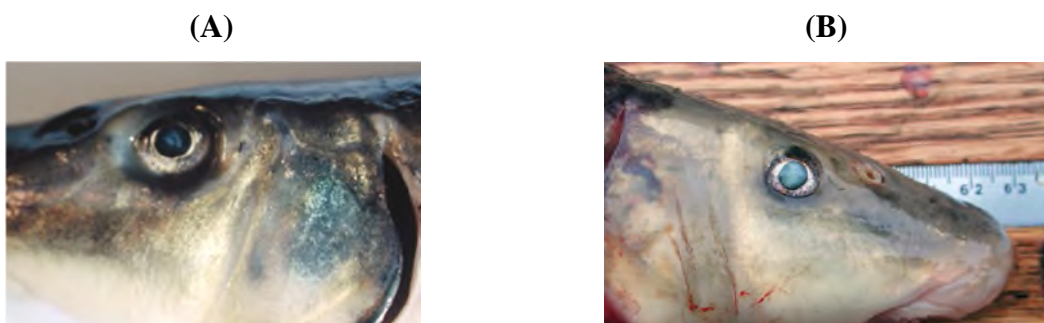
L'exophtalmie est notée comme étant une proptose, consiste en une saillie anormale de l'œil hors de son orbite, caractérisée par un gonflement de l'œil (Figure 1), peut être uni-ou bilatérales (Figure 16) (Girard et Elie, 2007 ; Richard *et al.*, 2016).



**Figure 16 :** Exophtalmie : (A) Baret *Morone americana*. (B) Meunier noir *Catostomus commersonii* (Richard *et al.*, 2016).

### I.2.1.9. Opacité des yeux

L'opacité est une perte de transparence de la cornée. Dans le cas de cataracte le cristallin de l'œil montre des petits points ou des lignes blanchâtres, dans le cas le plus sévère il perd progressivement sa transparence et devient opalescent puis complètement opaque et blanc (Figure 17) (Girard et Elie, 2007).



**Figure 17:** Opacité : (A ,B) (chez le meunier rouge *Catostomus catostomus* Richard *et al.*, 2016).

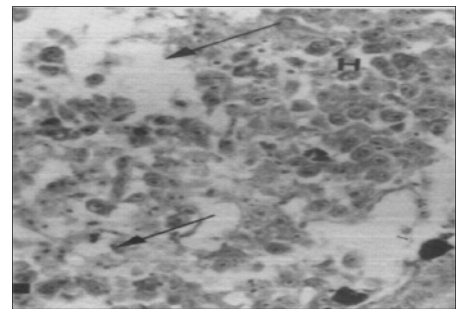
## I.2.2. Les malformations microscopiques

### 1.2.2.1. Histopathologie du foie

Le foie peut être exposé à l'agression de divers agents (biologiques ou chimiques), pour en savoir les endommagements cellulaires/tissulaires engendrés il serait intéressant de se focaliser sur les principaux agents les plus cités dans la littérature et d'énumérer la nature des différentes pathologies qui peuvent être constatées.

#### a. Virus NPI

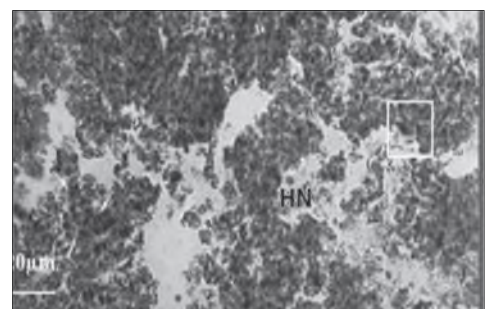
Ce virus est responsable des lésions hépatiques notables. Ces dernières peuvent aller jusqu'à une destruction presque totale du parenchyme hépatique (Figure 18) (Dorson *et al.*, 1987).



**Figure 18** : Foyers des nécroses de tissu hépatique(H) chez Brochet *Esox lucius* (Dorson *et al.*, 1987).

#### b. Bactérie

Chez le Loup *Dicentrarchus labrax* et la Daurade *Sparus aurata* l'attaque bactérienne de genre *Vibrio alginolyticus* se manifeste par une nécrose hépatique caractérisée par la dégénérescence des cellules dont les noyaux diminuent de taille et deviennent pycnotiques. Cette dégradation peut être due à l'action d'hydrolyse des produits extracellulaires (PEC) sécrétés par la bactérie (Figure 19) (Ben Kahla -Nakbi *et al.*, 2006).



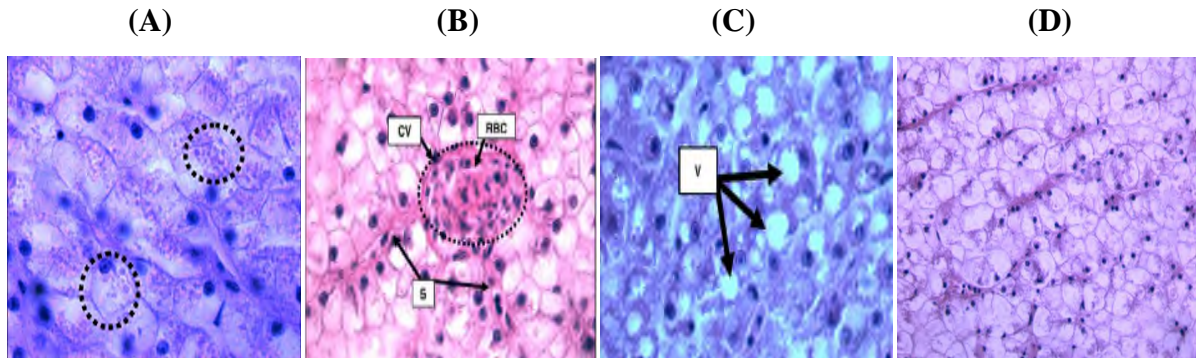
**Figure 19** : Foyers des nécroses de tissu hépatique(H) dont les noyaux deviennent pycnotiques chez le loup *Dicentrarchus labrax* et la daurade *Sparus aurata* (Ben Kahla -Nakbi *et al.* 2006).

#### c. Mélange (Cadmium, zinc)

Effet d'exposition du foie aux deux métaux chez *Oreochromis mossambicus* d'eau douce d'Afrique australe se traduit par divers changements histologiques comprenaient (Van Dyk *et al.*, 2007) :

- ✓ Hyalinisation ou dégénérescence des gouttelettes hyalines (Figure 20A).

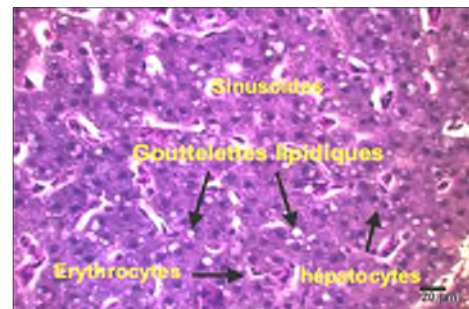
- ✓ La congestion des vaisseaux sanguins (Figures 20B) Augmentation de la vacuolation associée aux lipides (Figure 20C).
- ✓ Gonflement cellulaires (Figure 20D).



**Figure 20** : (A) Hyalinisation. (B) Congestion de la veine centrale (CV), et du sang convergent les sinusoides (S) avec des globules rouges (RBC). (C) vacuolation. (D) Gonflement cellulaire chez *Oreochromis mossambicus* (Van Dyk *et al.*, 2007).

#### d. NSO

Après exposition du foie de Turbot *Scophthalmus maximus* au NSO (North Sea oil), il a été constaté ce qui suit : la coloration des hépatocytes est très dense, et les sinusoides sont très dilatés. De nombreuses cellules sanguines sont présentes dans les veines hépatiques, ainsi que dans les sinusoides. Les hépatocytes contiennent de grands globules lipidiques et les limites de cellules sont difficilement observables (Figure 21) (Aarab, 2004).

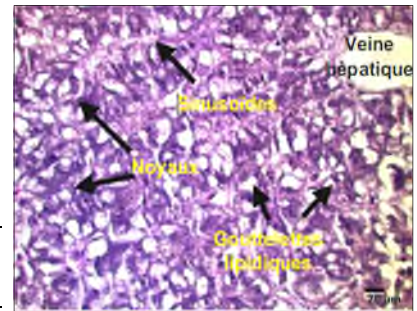


**Figure 21** : Foie exposé au NSO chez *Scophthalmus maximus* (Aarab, 2004).

#### e. Nonylphénol

Après exposition du foie de Turbot au nonylphénol, le parenchyme du foie montre des inclusions lipidiques très grandes menant à une stéatose hépatique. Les sinusoides sont très larges. Le cytoplasme des hépatocytes est très clair (Figure 22) (Aarab, 2004).





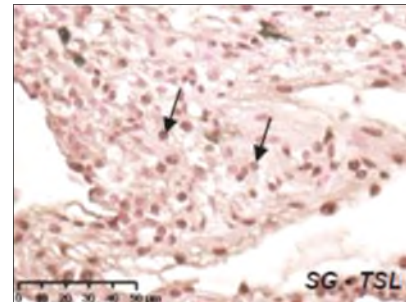
**Figure 22 :** Foie exposé au nonylphénol chez *Scopthalmus maximus* (Aarab, 2004).

### 1.2.2.2. Histopathologie des gonades

La perturbation de l'appareil reproduction des poissons a été liée à plusieurs causes, les plus citées dans la littérature sont données ci-dessous.

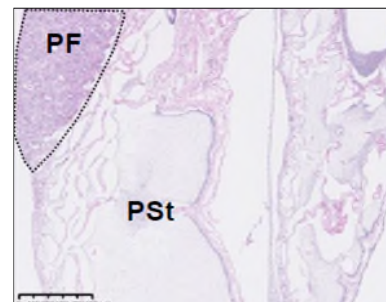
#### a. La température :

L'étude d'Almin(2015) a montré que les traitements à 37°C affectent la structure gonadique, provoquant une perte partielle ou totale des cellules germinales et par conséquent entraînant la stérilisation de ces gonades chez les femelles tilapias du Nil *Oreochromis niloticus*. Les traitements à 37°C sur des alevins, induisant la disparition complète des cellules germinales chez près de 85% des poissons (Figure 23).



**Figure 23 :** Gonade des alevins traitée à 37°C avec de nombreuses cellules Apoptotiques chez la femelle de tilapias du Nil *Oreochromis niloticus* (Almin, 2015).

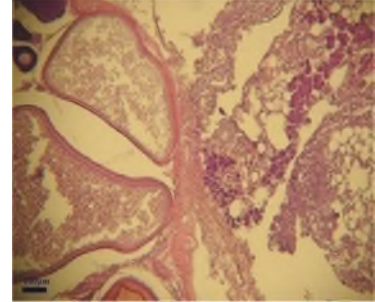
Chez les males de tilapias du Nil *Oreochromis niloticus* aussi ils ont démontré que les traitements à 37 ° C provoquent une désorganisation dans le testicule qui est dépourvus des cellules germinales et de spermatozoïdes (Figure 24) (Almin, 2015).



**Figure 24 :** Gonade des alevins traitée à 37°C avec la présence de deux parties fertile et stérile chez le mâle de tilapias du Nil *Oreochromis niloticus* (Almin, 2015).

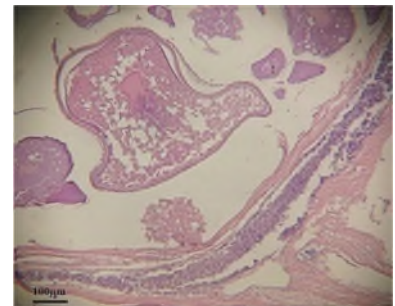
**b. Parasites**

L'étude histologique des femelles de *Trachurus trachurus*, pêchées dans le golf de Béjaia, infestées par les nématodes et macroscopiquement mono sexe, a révélé la présence de cellules germinales testiculaires disséminées dans le tissu ovarien (Figure 25) (Ichalal *et al.*, 2016).



**Figure 25 :** Coupe histologique d'ovaire de *Trachurus trachurus* infesté par des nématodes et manifestant d'intersexe (Ichalal *et al.*, 2016).

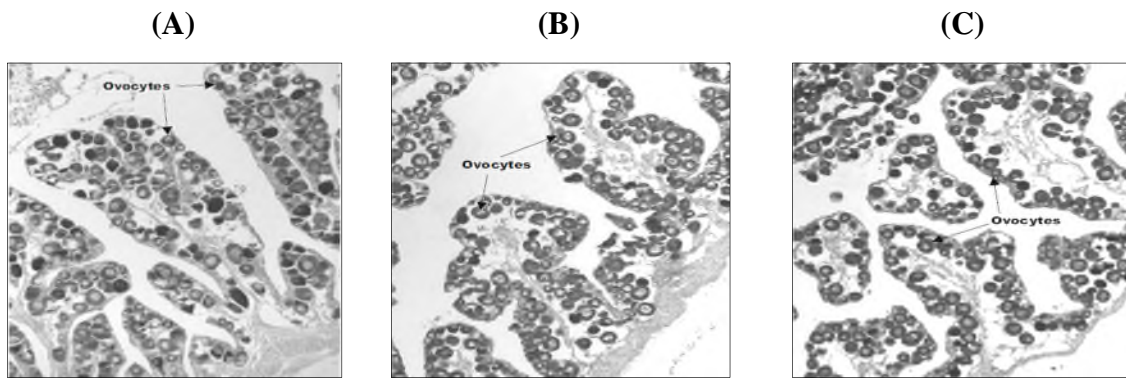
L'étude histologique avait également mis en évidence la présence de tissus fonctionnels mâles et femelles chez les individus macroscopiquement intersexués. Les fragments testiculaires présentaient des structures similaires aux tubes séminifères contenant des cellules germinales mâles à différents stades de la spermatogenèse semblables à ceux observés chez les mâles normaux, sauf qu'aucun spermatozoïde mature n'a été observé (Figure 26) (Ichalal *et al.*, 2016).



**Figure 26 :** Coupe histologique d'une gonade intersexuée de *Trachurus trachurus* (Ichalal *et al.*, 2016).

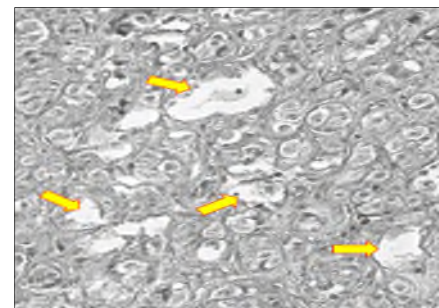
**c. NSO, nonylphénol, NSO/nonylphénol**

Chez les turbots *Scophthalmus maximus* femelles l'exposition au pétrole brut de la Mer du Nord (NSO) conduit à une réduction de la densité en ovocytes du tissu ovarien, cette baisse de la densité s'accompagne d'une importante vacuolisation du tissu ovarien. Une vacuolisation encore plus intense est observée chez les femelles exposées au nonylphénol et au mélange (Pétrole brut/ Nonylphénol) (Figure 27) (Aarab, 2004).



**Figure 27 :**(A) Coupe d’ovaire exposé au NSO. (B) Coupe d’ovaire exposé au nonylphénol. (C) Coupe d’ovaire exposé Mélange NSO/ Nonylphénol chez *Scophthalmus maximus* (Aarab, 2004).

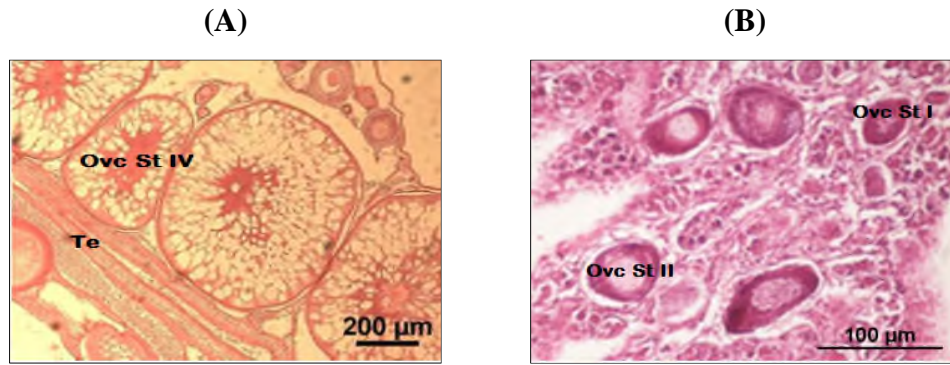
Par contre peu de perturbations sont observées chez les mâles après exposition au NSO et au mélange (NSO/Nonylphénol). Cependant, il a été noté une infiltration d’adipocyte (cellules grasses) dans le parenchyme spermatique dont l’accumulation peut conduire à une vacuolisation partielle du tissu testiculaire après exposition au nonylphénol (Figure 28) (Aarab, 2004).



**Figure 28 :** Coupes de testicule exposé au nonylphénol chez *Scophthalmus maximus* (Aarab, 2004).

#### ***d. Mixture de pollution***

Une étude effectuée dans l’oued Soummam (Béjaia) par Djoudad-Kadji (2014) avait démontré l’impact de divers composés polluants sur l’appareil reproducteur de *Barbus callensis*. La perturbation a été constatée par la présence d’un hermaphrodisme simultané dont une co-existence d’îlots cellulaires mâles et femelles a été mise en évidence au sein d’un même individu (Figure 29).

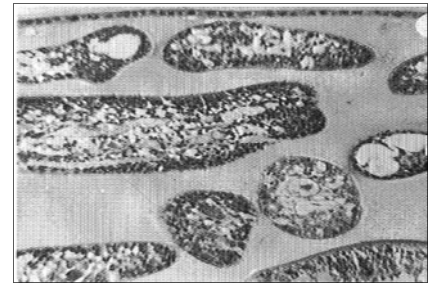


**Figure 29** : (A) Coupe d'ovaire de *Barbus callensis* intersexué. (B) Coupe de testicule de *Barbus callensis* intersexué. (Djoudad-Kadji, 2014).

### 1.2.2.3. Histopathologie des yeux

#### a. Parasite *Diplostomum spathaceum*

Les metacercaires s'implantent au niveau du cristallin de la truite arc en-ciel *Oncorhynchus mykiss*. Il peut y avoir rupture du cristallin et, à l'occasion, on peut observer une prolifération des cellules épithéliales au site d'entrée du parasite (Figure 30) (Hoglund, 1999).



**Figure 30** : Coupe de la lentille de la truite arc en-ciel *Oncorhynchus mykiss* montrant plusieurs metacercaires (Hoglund, 1999).

#### b. Microbiens ou Parasitaires

Les lésions périorbitaires sont souvent dues à des invasions microbiennes ou parasitaires. Plusieurs affections septicémiques entraînent une congestion de la choroïde ainsi qu'un abondant ou d'un d'exsudation, souvent mêlé de cellules inflammatoires provenant des tissus périorbitaires et accompagné des colonies locales de microbe végétant dans le conjonctif oedématisé ou dans la sclérotique adjacente (Roberts, 1979).



**Figure 31** : Colonies microbiennes végétant sur la sclérotique d'une plie (Roberts, 1979).



### I.3. Les causes principales des anomalies

Il se trouve dans la bibliographie un listing de diverses causes qui peuvent toucher la morphologie et la physiologie des poissons et qui sont à l'origine de la perturbation de ses différentes fonctions biologiques. L'interprétation de chaque situation d'anomalie diffère d'un auteur à un autre et d'une espèce de poisson à l'autre. Néanmoins, tous les auteurs s'accordent sur des infestations par des agents biologiques (algues, parasites, champignons, bactéries et virus) comme causes principales, ce qui est expliqué par le manque d'hygiène dans le milieu suite à la propagation de différents types de pollution. Les cas les plus documentés sont synthétisés ainsi :

- Il a été lié la pathologie d'*exophtalmie* chez les poissons à différents agents biologiques, tels que les virus et les bactéries (FAO), les parasites, les champignons (Schàperclaus, 1962).
- Présence d'une *opacité* partielle ou totale due à une infection bactérienne et virale ou mycosique (Girard et Elie, 2007) et parasitaire (*Monogènes*) (Rarahu *et al.*, 2008).
- L'*hémorragie oculaire* peut être liée à des maladies bactériennes causées par *Aeromonas salmonicida spp.* (Bellet, 1962 ; Uhland *et al.*, 2000), parasitaires (Girard et Elie, 2007).
- L'*hémorragie* observée également sur le *corps et les nageoires* pelviennes et pectorales ont été la conséquence d'attaque bactérienne par l'espèce *Aeromonas salmonicida* (Uhland *et al.*, 2000 ; Girard et Elie, 2007), et aussi à d'autres genres : *vibrio*, *pseudomonas*, *streptococci* et *micrococci* (Paperna, 1982).
- L'*hémorragie de l'anus* est liée aux bactéries (Le Baut et Maggi, 1981 ; Girard et Elie, 2007) et également par des infections virales et parasitaires (*Lernea cyprinacea*, *Anguillicola crassus*) (Girard et Elie, 2007).
- L'*érosion des nageoires caudales* sont causées par des bactéries *Vibrio anguillarum* (Breuil, 1991), par des ectoparasites arthropodes du genre *Argulus* (FAO, 2005) et également par le champignon *Ichthyophonus hoferi* (Schàperclaus, 1962).
- L'*érosion du corps* a été liée aux parasites et bactéries (Girard et Elie, 2007).
- La *lésion du corps et des nageoires* est causée par des agents infectieux, tels que les bactéries, les virus et les protozoaires. (Richard *et al.*, 2016). Au niveau de la nageoire dorsale on cite l'espèce *Mycobactérie flavobactérium* qui entraîne la

lésion et l'ulcération (Uhland *et al.*, 2000), quant au niveau du corps, les infections par des Monogènes, qui se fixent et entraînent des lésions (Rarahu *et al.*, 2008).

- Les **hémorragies au niveau de la tête** sont liées au germe de l'ordre des pseudomonales (Vigier, 1997).
- Les **plaies du corps** sont causées par la vibriose (Rarahu *et al.*, 2008).
- **Déformation des nageoires et de la bouche** sont causées par les virus, bactéries et spécifiquement par le parasite *Myxosporidies* et également par des toxines algales (Girard et Elie, 2007).
- **Perte des écailles** prend ses origines des attaques bactériennes (Uhland *et al.*, 2000) et l'endoparasite *Myxobolus spp* (FAO, 2005).
- **Enroulement des écailles** est causé par le parasitisme (Uhland *et al.*, 2000 ; Richard *et al.*, 2016).
- **Altération de la couleur** peut être causée par des infections virales, bactériennes, parasitaires (*Myxosporidies, microsporidies*) (Girard et Elie, 2007).

Des études ont rapporté également d'autres causes qui sont responsables des diverses altérations et anomalies constatées chez les poissons, à savoir :

- L'hypoxie ; excès de  $CO_2$ , la minéralisation insuffisante de l'eau, brûlures (*U.V. solaires*) et les engins de capture (Girard et Elie, 2007).
- Faibles températures et le stress (captures, élevage) (Vigneulle, 1986 ; Girard et Elie, 2007).
- Traumatisme (Uhland *et al.*, 2000 ; Richard *et al.*, 2016).
- Carences nutritionnelles (*vitamine B2, A, C, D, E, K*) (Tacon, 1995 ; Girard et Elie, 2007 ; Hamdouni et Dhaouadi, 2014).
- Agents Chimiques tels que ; les micropolluants (*HAP*), la radioactivité, la sursaturation gazeuse, la salinité, composés organochlorés (*pesticides, herbicides*) (Girard et Elie, 2007).
- Métaux lourds (*Cd, Pb*) (Girard et Elie, 2007).
- Exposition à l'éthanol (Ali *et al.*, 2011).

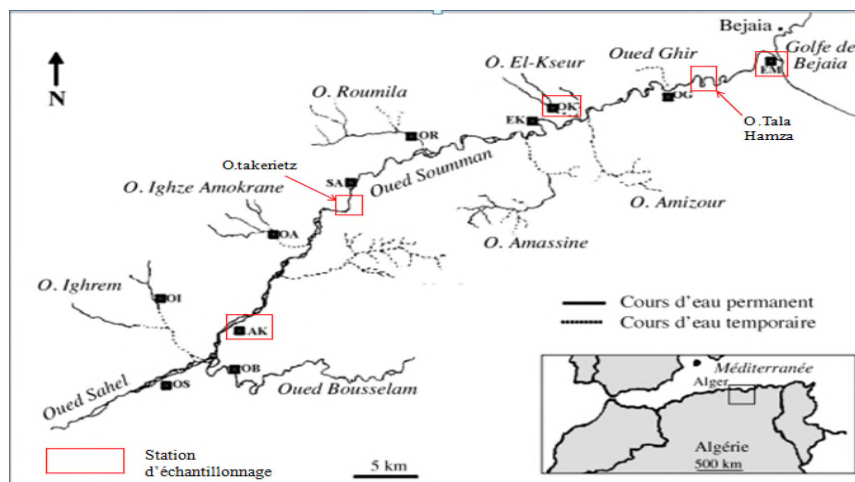
*CHAPITRE II: MATERIEL ET  
METHODES*

## II.1. Zones d'étude

Le travail d'analyse anatomo-histopathologiques a concerné un certain nombre de poissons pêchés dans trois sites différents :

### II.1.1. Oued Soummam

La Soummam est un des principaux cours d'eaux d'Algérie. Il résulte de la jonction en amont d'Akbou de deux rivières importantes : Boussellam qui prend naissance sur les hauts-plateaux de Sétif (Fermatou) orienté vers l'est, et Sahel formée par la confluence des rivières Ziane et Ed-Dous provenant de Bouira orienté vers l'Ouest (Figure 32). Cette rivière parcourt toute la vallée de la Soummam sur environ 90 km et débouche en mer à Bejaia (Benhamiche, 1997).



**Figure 32:** Réseau principal et affluents de la Soummam et localisation des stations d'échantillonnage (Bacha et Amara, 2007).

### II.1.2. Barrage de Tychi Haf

Le barrage de Tychi Haf est situé sur l'oued Boussellam à 10 kms au sud est de la ville d'Akbou. Il a été mis en eau en 2007. Ce barrage d'une capacité de 80 millions de m<sup>3</sup>, est destiné à l'irrigation des périmètres du Sahel (6 400 ha) et la Haute Soummam (43 hm<sup>3</sup>/an), alimentation en eau potable et l'industrielle des agglomérations situées sur le couloir Akbou-Bejaia (47 hm<sup>3</sup>/an) et pour l'écrêtement des crues de l'oued Boussellam (Figure 33)(ANBT).





**Figure 33:** Barrage Tychi Haf (<https://www.google.dz/maps>)

### II.1.3. Oued Boussellam

Oued Boussellam est l'un des deux principaux affluents de la Soummam ; il draine 54,9 % de la superficie totale du bassin à la mer (Djenba, 2015). Il prend sa source au djebel Meghris, au Nord de Sétif, coule d'abord du Nord vers le Sud puis il vire brusquement vers le Nord-Ouest. Il s'échappe des Hautes Plaines par les gorges creusées dans les calcaires du Guergour, dans la région de Bougaa. Plus au Nord, il décrit une grande courbure et joint à lui un important affluent, Oued Mahadjar, venant du Sud. Enfin, sa confluence dans la direction Ouest, avec son principal collecteur, Oued Soummam, s'effectue dans la région d'Akbou. (Figure 34)(Djenba, 2015).



**Figure 34 :** Oued Boussellam (<https://www.google.dz/maps>).

## II.2. Echantillonnage

Cinquante quatre individus de poissons ont été pêchés durant les mois de février et mars 2017. Les milieux prospectés étaient : le barrage de Tychi Haf, oued Boussellam et oued Soummam (sites : Akbou, Takarietz, Elkseur, Tala Hamza et l'embouchure).

Selon la disponibilité des espèces, nous avons capté 6 espèces différentes voir : 22 Barbeaux, 14 Mulets, 9 Rotengles, 6 Gardons, 2 Anguilles et une Carpe Commune à l'aide d'un filet et d'une Canne à pêche.

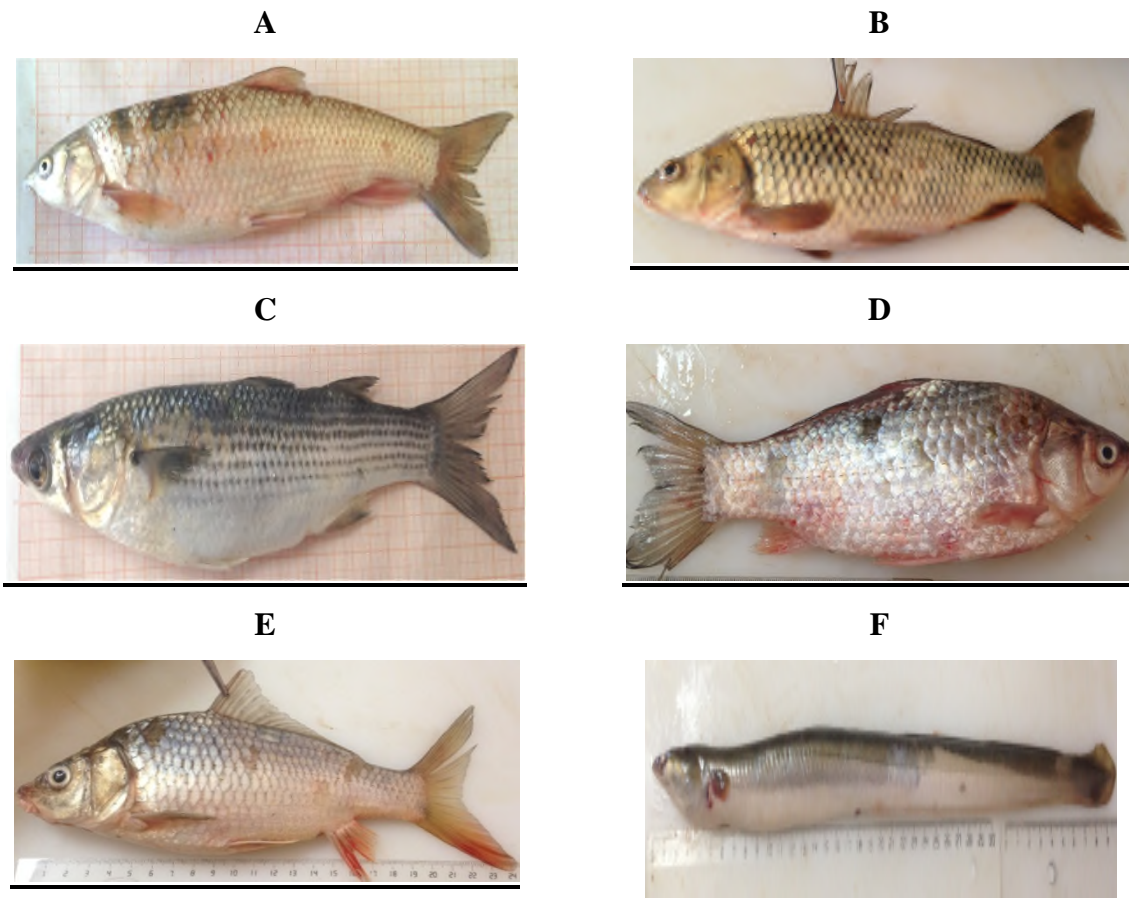
Ces individus sont transportés au laboratoire à l'aide d'une glacière afin d'effectuer l'examen macroscopique et microscopique.

### II.3. Les poissons analysés

Les poissons capturés dans les différentes stations sont les suivants:

#### II.3.1. Le Barbeau *Barbus callensis*

Le genre *Barbus* appartient à la famille des Cyprinidés. Il est doté en général d'un corps fusiforme, plus au moins comprimé, recouvert d'écailles cycloïdes, un œil petit, une bouche bordée d'épaisses lèvres mobiles et munies de deux paires de barbillons d'où le nom de Barbeau, une ligne latérale habituellement présente et complète, les dents pharyngiens bien développés, une nageoire dorsale à dernier rayon simple osseux denticulé ou non, dont la forme et les dimensions servent à la diagnose (Figure 35A)(Bouhbouh, 2002).



**Figure 35** : Les six espèces de poissons analysées : (A)*Barbus callensis*. (B)*Cyprinus carpio*. (C)*Mugil cephalus*. (D)*Rutilus pigus*. (E)*Scardinius erythrophthalmus*. (F)*Anguilla anguilla*.

### II.3.2. La Carpe Commune *Cyprinus carpio*

La carpe est un poisson appartient à la famille des cyprinidés leur corps allongé et trapu, lèvres épaisses, deux paires de barbillons à l'angle de la bouche, les plus courts sur la lèvre supérieure, de couleur variable (Figure 35B) (FAO).

### II.3.3. Le Mulet *Mugil cephalus*

Le mulet appartient à la famille des Mugilidae, leur corps est robuste, de forme cylindrique, légèrement comprimé latéralement. La tête est large et déprimée. La lèvre supérieure est mince et lisse, sans papilles. Une paupière adipeuse épaisse recouvre presque totalement l'œil. La seconde nageoire dorsale et l'anale ne sont recouvertes d'écailles que dans leur partie antérieure et sur leur base. Le dos est gris bleuté, les flancs et le ventre sont argentés. La nageoire anale et le lobe inférieur de la caudales ont jaunâtres. C'est une espèce cosmopolite des eaux chaudes et tempérées. Il atteint communément 60 cm de long, et exceptionnellement 120 cm, pour un poids de 8 kg (Figure 35C) (Seret, 2011).

### II.3.4. Le Gardon Galant *Rutilus pigus*

Une espèce de poisson appartient à la famille des Cyprinidae, il présente un corps plus élancé, un peu comprimé, tête petit, taille généralement entre de 20 à 30cm pour un poids de 250 g. Il vit dans les eaux profondes à courant lents (Figure 35D) (Muus et Dahlsom, 2011).

### II.3.5. Le Rotengle *Scardinius erythrophthalmus*

Ce poisson appartient à la famille des Cyprinidae, les nageoires : ventrale, anale et caudale ; sont rouge vif, yeux rouge, Tronc haut, comprimé. Les nageoires ventrales sont placées bien plus en avant que la dorsale, leur taille est comprise entre 20 et 30 cm pour un poids de 200g à 400g, il se trouve dans des lacs chauds et peut profonds ou dans des eaux à courant lent (Figure 35E) (Muus et Dahlsom, 2011).

### II.3.6. L'Anguille Argenté *Anguilla anguilla*

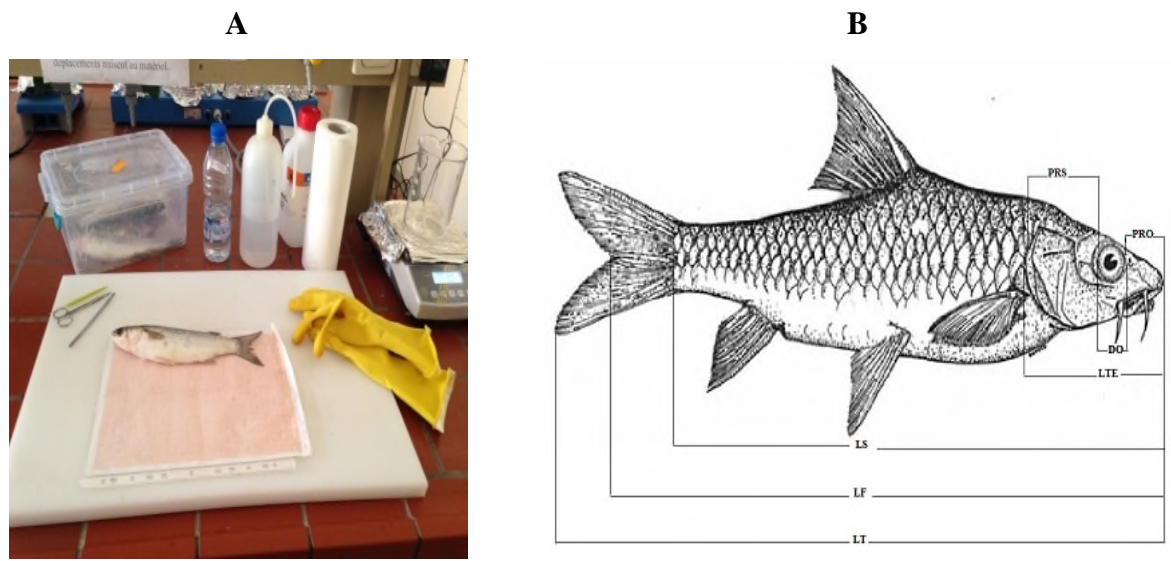
C'est une espèce de poisson appartient à la famille des Anguillidae, possède un corps serpentiforme, elle mesure de 29 à 51 cm pour les mâles, les femelles de 42 à 100cm et pesant jusqu'à 3.5kg. Présente des nageoires dorsale et anale contenue, et nageoires pectorales réduites, elles se reproduire en mer puis elles remonteront les cours d'eau douce (Figure 35F) (Muus et Dahlsom, 2011 ; Bacha et Amara, 2007).

## II.4. Travail au laboratoire

### II.4.1. Mensurations

Une fois au laboratoire, un ensemble de mensurations liées au corps et aux yeux de chaque individu ont été effectuées et cela à l'aide d'une règle graduée. Un total de 7 caractères morphométrique ont été mesurés, à savoir : la longueur totale (LT), la longueur standard (LS), la longueur à la fourche (LF), la longueur de la tête (LTE), la distance préorbitaire (PRO), la distance postorbitaire (PSO), le diamètre de l'œil (DO) (Figures 36A et B).

Des pesés ont été également effectuées par une balance de précision *Sartorius de 0.001g*, cela a concerné le poids total d'individu et après dissection : le poids éviscéré et le poids des gonades, du foie et des yeux.



**Figure 36 :** (A) Table de manipulation. (B) Présentation de différentes mesures de longueurs.

### II.4.2. Examen macroscopique

Toutes les anomalies atteignant l'anatomie des différentes parties du corps et organes des poissons ont été révélées par une observation soit à l'œil nu ou par l'utilisation d'une loupe binoculaire de marque *EUROMEX* si ceci était nécessaire. En parallèle aux observations, des photographies pour chaque situation d'anomalie ont été effectuées par l'utilisation d'un appareil photo *Leica d'une lentille de capture Lumix et de 10 pixels de résolution*.

Il est à noter que l'examen du foie et des gonades a été réalisé après dissection des spécimens. Ce travail s'est effectué à l'aide d'une paire de ciseaux, deux pinces, l'une courbée et l'autre pointue (Figure 37).





**Figure 37 :** (A) Trousse de dissection. (B) La dissection du poisson

### II.4.3. Examen microscopique

Cet examen a été réalisé par l'exploration de la technique histologique qui assure la description des détails des modifications internes des ovaires et des testicules, foie et d'œil, la réalisation de ces coupes a été effectuée suivant le protocole optimisé pour le barbeau par Djoudad-Kadji *et al.* (2011). Les étapes sont comme suit :

- **Fixation** : Elle a pour but d'immobiliser les structures des échantillons en respectant dans la mesure du possible la morphologie des structures. Après dissection, les organes (ovaires, testicules, foie, yeux) ont été fixés dans le formol à 10% qui a été préparé du 10 ml du formol commercial à 35% et 90 ml d'eau distillé.
- **Déshydratation** : Après fixation, les organes ont subi une déshydratation dans des bains d'éthanol de concentration croissante (70%, 80%, 95%, 100%).
- **Clarification et imprégnation** : les pièces ont suivi une clarification dans le xylène, une imprégnation puis une inclusion dans la paraffine (point de fusion : 55-57 °C).
- **Coupes** : Les blocs ont été débités au moyen d'un microtome de type *Leica RM2025*, L'épaisseur des coupes était de 3 µm. Les coupes réalisées ont été déposées sur des plateaux puis collées sur lames de verre avec de l'eau albumineuse en opérant sur une platine chauffante.
- **Hydratation** : L'hydratation a été effectuée dans trois bains d'éthanol de degrés décroissants (100 %, 90 % et 70 %) suivis d'un lavage à l'eau distillée.
- **Coloration des coupes** : par l'utilisation de l'hématoxyline : 5 min ; eau courante : rincer ; éosine à 1 % : 7 min ; eau courante : rincer.
- **Déshydrations et montage** : Juste après coloration les lames sont trempées dans trois bains d'éthanol absolu puis dans deux bains de xylène. Le montage a été réalisé entre lame et lamelle à l'Eukit.

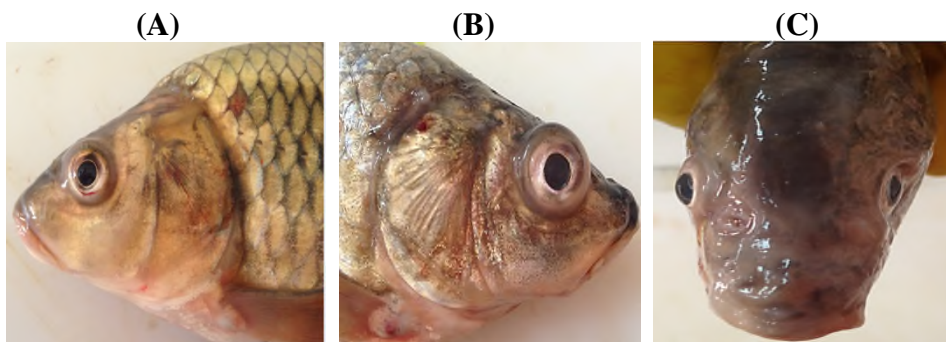
*CHAPITRE III: RESULTATS ET  
DESCUSSIONS*

### III.1. Examen macroscopique

L'examen macroscopique a révélé la présence de plusieurs anomalies qu'on peut répartir en différentes catégories selon la localisation anatomique.

#### III.1.1. Exophtalmie

La présence d'exophtalmie a été observée chez la Carpe commune *Cyprinus carpio* capturée dans Tala Hamza, elle est mono latérale moins prononcée avec un diamètre oculaire :  $DOM = 0,9$  cm et un poids oculaire :  $POm = 1,1$  g (Figure 38A). Le même type d'exophtalmie a été aussi constaté chez 6/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* Capturés au barrage de Tychi Haf qui ont en moyenne un  $DOM = 1,4 \pm 0,12$  cm et un  $POm = 1,11 \pm 0,20$  g dont 1/6 d'individus étaient caractérisés par un aspect bien prononcé de l'anomalie (Figure 38B).



**Figure 38:** Exophtalmie : (A) mono latérale moins prononcée chez la *Cyprinus carpio*. (B) mono latérale bien prononcée et (C) moins prononcée chez *Scardinius erythrophthalmus*.

Cette anomalie a été déjà signalée chez les poissons par plusieurs auteurs. Selon Dorson (1987) le virus de la NPI était à l'origine d'une exophtalmie notée chez les alvins de brochet *Esox lucius*. Alors que, Vigneulle (1985) avait au préalable suspecté la bactérie *Renibacterium salmoninarum* comme agent causal de cette anomalie chez le saumon salar *Salmo salar*, la truite arc-en-ciel; *Salmo gairdneri* et l'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis*.

D'autres causes de diverses origines ont été également avancées telles que : une sursaturation gazeuse, et un désordre métabolique (Girard et Elie, 2007) ; l'insuffisance d'eau en oxygène (Léger, 1936) ; après l'exposition du poisson à l'éthanol (Ali *et al.*, 2011) ; une insuffisance nutritionnelle (carence en vitamine A, E) (Tacon, 1995).

#### III.1.2. Opacité

On a observé une opacité partielle chez 6/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* pêchés dans le barrage de Tychi Haf avec un  $DOM = 1,44 \pm 0,08$  cm et une moyenne de  $POm = 0,98 \pm 0,13$  g, dont 5/6 présentent une opacité mono oculaire (Figure 39A) et 1/6 Rotengles

*Scardinius erythrophthalmus* présentent une opacité binoculaire (Figure 39B). Les pesées des yeux atteints étaient plus importantes que celles des yeux sains.



**Figure 39** : Opacité partielle des yeux : (A) monoculaire. (B) binoculaire chez *Scardinius erythrophthalmus*.

Cette anomalie a été enregistrée chez plusieurs espèces de poissons par exemple chez *Platax orbicularis* (Rarahu *et al.*, 2008) et chez le Meunier rouge *Catostomus catostomus* (Richard *et al.* 2016). Les causes peuvent être également diverses comme dans le cas d'exophtalmie. (Tacon, 1995) et Girard et Elie (2007) ont noté : le parasitisme oculaire, les infections bactériennes, virales ou mycosiques, les irritations, les traumatismes, les micropolluants (HAP) et les carences nutritionnelles (vitamines A ; B2 et C) comme facteurs responsables d'opacité chez les poissons.

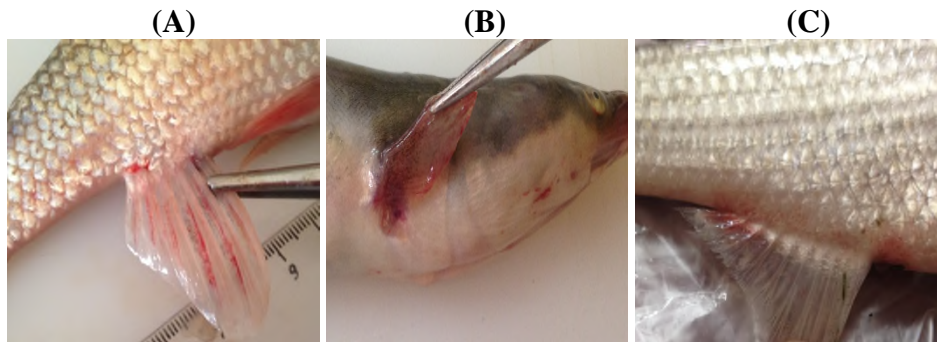
### III.1.3. Hémorragies

Il a été enregistré 5 catégories d'hémorragies.

#### III.1.3.1. Hémorragies des nageoires

Sur l'ensemble des spécimens analysés l'hémorragie a touché les nageoires de 3/22 Barbeaux *barbus callensis* pêchés à Tala Hamza, et Takarietz (oued Soummam) dont 1 nageoire pectorale, 2 anales, 2 pelviennes et 2 caudales  $LNCm = 2,75 \pm 0,35$  (Figure 40A) ; 4/6 Gardons *Rutilus rutilus* de Tala Hamza manifestant des hémorragies sur 1 nageoire pelvienne, 1 anale, 1 pectorale et 2 dorsales ; 1/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* sur la nageoire pectorale et dorsale ; 1/2 Anguilles *Anguilla anguilla* présente une hémorragie sévère sur la nageoire pectorale (Figure 40B) et enfin 1/14 Mulets *Mugil cephalus* présente une hémorragie sur la nageoire anale (Figure 40C).



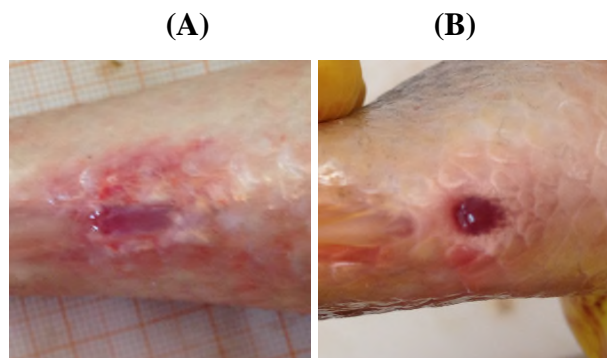


**Figure 40** : Hémorragie des nageoires : (A) chez *Barbus callensis*. (B) chez *Anguilla anguilla*, (C) chez *Mugil cephalus*.

D'après La Brut (2009) l'hémorragie peut être due à des infections bactériennes, virales et/ou par un ectoparasite (Schäperclaus, 1962).

### III.1.3.2.Hémorragie d'anus

Cette anomalie est représentée chez 9/22 Barbeaux *Barbus callensis* pêchés dans l'oued Boussellam et l'oued Soummam (Akbou, Tala Hamza, Takarietz) avec une longueur totale moyenne LTm=  $20,93 \pm 5,20$  cm et un poids total moyen de PTm=  $143,08 \pm 82,56$ g (Figure 41A) ; 4/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* du barrage Tychi Haf avec LTm de  $24,25 \pm 1,04$  cm et PTm de  $184,52 \pm 22,15$ g (Figure 41B) ; 5/6 Gardons *Rutilus pigus* de Tala Hamza avec LTm de  $16,34 \pm 0,90$ cm et PTm de  $81,68 \pm 14,78$ g ; 2/2 Anguilles *Anguilla anguilla* de l'embouchure de la Soummam avec LTm de  $38,6 \pm 3,39$  cm et PTm de  $104,1 \pm 25,88$  g. Enfin chez une Carpe commune *Cyprinus carpio* de Tala Hamza avec LT de 24cm et PT de 222,3g.



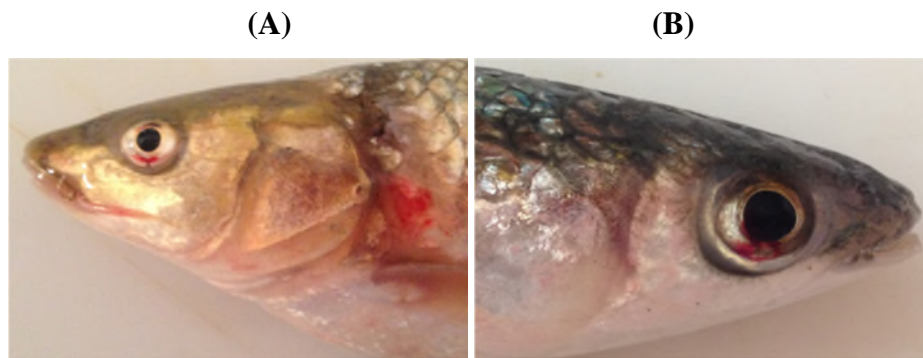
**Figure 41**: Hémorragie de l'anus : (A) chez *Barbus callensis*. (B) chez *Scardinius erythrophthalmus*.

D'après Le Baut et Maggi (1981) et Vigier (1997), cette hémorragie peut être liée aux bactéries, aux infections virales et parasitaires. Cependant une ingestion de corps solides (écrevisses) peut causée une hémorragie de ce type (Girard et Elie, 2007).

### III.1.3.3. Hémorragie des yeux

Les yeux les plus atteints sont ceux des Barbeaux *Barbus callensis* dans l'oued Boussellam et l'oued Soummam (Elkseur, Tala Hamza, Akbou) et qui a touché 8/22 spécimens avec un DOM=  $0,68 \pm 0,08$  cm et un POM=  $0,37 \pm 0,07$  g (Figure 42A) ; 2/14 Mulets *Mugil cephalus* de l'embouchure avec DOM= 1cm et POM= 0,9g (Figure 42B) et enfin 2/6 Gardons *Rutilus pigus* de Tala Hamza avec DOM=0,8 cm et POM= 0,4g.

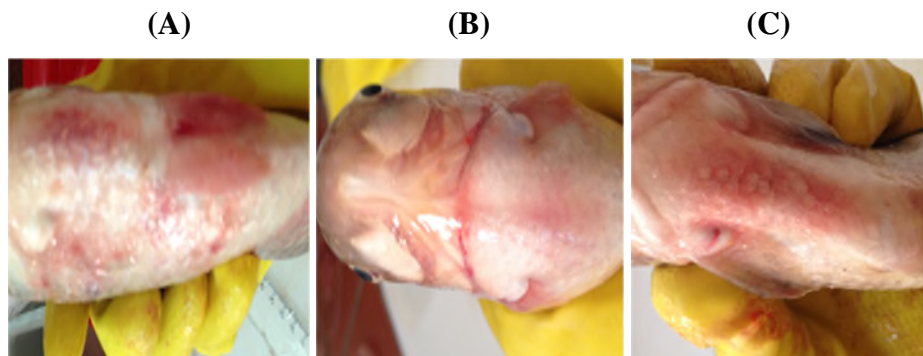
Cette hémorragie oculaire peut être d'origine bactérienne (Bellet, 1962 ; Uhland *et al.*, 2000), ou bien liée au parasitisme et au Traumatismes (captures, prédateurs) (Girard et Elie, 2007).



**Figure 42** : Hémorragie oculaire : (A) chez *Barbus callensis*. (B) chez *Mugil cephalus*.

### III.1.3.4. Hémorragie du Corps

Hémorragie du corps a été observée chez 3 espèces, cette pathologie est localisée sur la face ventrale du corps. A noter 8/22 Barbeaux *Barbus callensis* pêchés dans l'oued Soummam (Akbou, Tala Hamza, Elkseur) avec un LTm=  $21,47 \pm 2,55$  cm et PTm =  $171,84 \pm 53,90$  g (Figure 43A) ; 4/6 Gardons *Rutilus pigus* du barrage Tychi Haf avec un LTm =  $18,3 \pm 4,25$  cm et PTm =  $115,37 \pm 64,36$ g (Figure 43B) et 1/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* avec LT =  $23,5 \pm 195,5$  cm (Figure 43C).



**Figure 43**: Hémorragie du corps : (A) chez *Barbus callensis*. (B) chez *Rutilus pigus*. (C) chez *Scardinius erythrophthalmus*.

Ce type d'hémorragie a été rencontré chez *Anguilla japonica* dont la cause a été liée à une bactérie (Vigier, 1997). Il est possible également qu'un parasitisme, traumatismes, irritations (Girard et Elie, 2007) ou carence en vitamine C, K et infestations virales soient à l'origine de cette hémorragie (Tacon, 1995).

### III.1.3.5. Hémorragie de la tête

Elle est présentée chez 3 espèces qui regroupent 6/14 Mulets *Mugil cephalus* d'embouchure avec une longueur moyenne de la tête  $LTE_m = 5,3 \pm 0,41$  cm (Figure 44A) ; 5/22 Barbeaux *Barbus callensis* (Akhou, Tala Hamza, Takarietz) avec  $LTE_m = 4,46 \pm 0,62$  cm (Figure 44B) et 4/6 Gardons *Rutilus rutilus* du barrage Tychi Haf et Tala Hamza avec  $LTE_m = 3,84 \pm 0,92$  cm.



**Figure 44:** Hémorragie de la tête : (A) chez *Mugil cephalus*. (B) chez *Barbus callensis*.

La manifestation de cette hémorragie peut être causée par des agents infectieux, tels que l'entérobactérie (Vigier, 1997) ou les virus et les protozoaires (Richard *et al.* 2016).

### III.1.3.6. Hémorragie de la bouche

Elle est observée chez 2/22 Barbeaux *Barbus callensis* de oued Boussellam avec  $LTE_m = 3,51 \pm 0,70$  cm ; 2/7 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* de barrage de Tychi Haf avec  $LTE_m = 5,25 \pm 0,32$  cm (Figure 45).



**Figure 45 :** Hémorragie de la bouche : chez *Scardinius erythrophthalmus*.

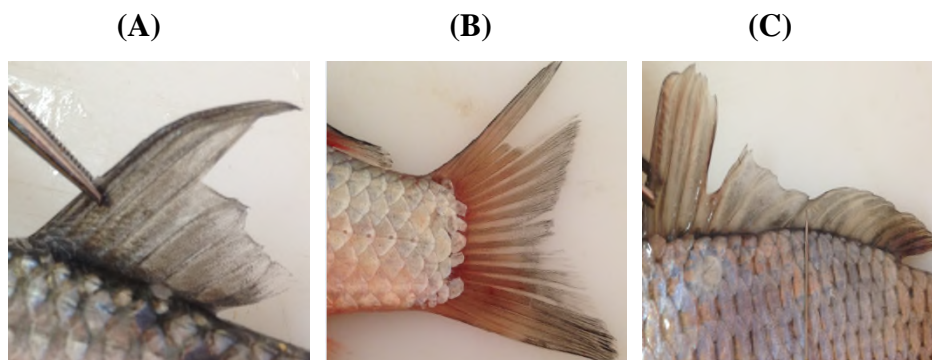
Les conditions d'environnements tels que la température et la salinité ainsi que d'élevage (stress) semblent être à l'origine de cette anomalie (Vigneulle, 1986). A cela s'ajoute les attaques d'origine bactériennes (Vigier, 1997 ; Labrut, 2009).

#### III.1.4.Erosions

Après le diagnostic des différentes espèces on a distingué 2 types d'érosions :

##### III.1.4.1.Erosion des nageoires

Il a été détecté la présence d'érosion de plusieurs types des nageoires sur 14/14 mulets *Mugil cephalus* d'embouchure dont 12 étaient pectorales, 12 anales, 11 pelviennes, 14 dorsales et 11 caudales avec une longueur moyenne de nageoire caudale LNCm=  $3,95 \pm 0,67$  cm (Figure 46A) ; 11/22 Barbeaux *Barbus callensis* (oued Boussellam, Akbou, Elkseur, Tala Hamza, Takarietz) sur les quels on compte 3 nageoires pectorales, 1 anale, 5 dorsales et 9 caudales avec LNCm de  $3,4 \pm 0,42$  cm ; 6/6 Gardons *Rutilus pigus* de barrage Tychi Haf et Tala Hamza dont 1 pectorale, 1 pelvienne, 6 dorsales et 2 caudales avec LNCm de  $2,36 \pm 1,23$  cm (Figure 46B) et 6/7 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* de barrage de Tychi Haf dont 5 dorsales et 2 caudales avec LNCm de  $3,7 \pm 0,28$  cm (Figure 46C).



**Figure 46:** Erosions des nageoires : (A) chez *Mugil cephalus*. (B) chez *Rutilus pigus*. (C) chez *Scardinius erythrophthalmus*.

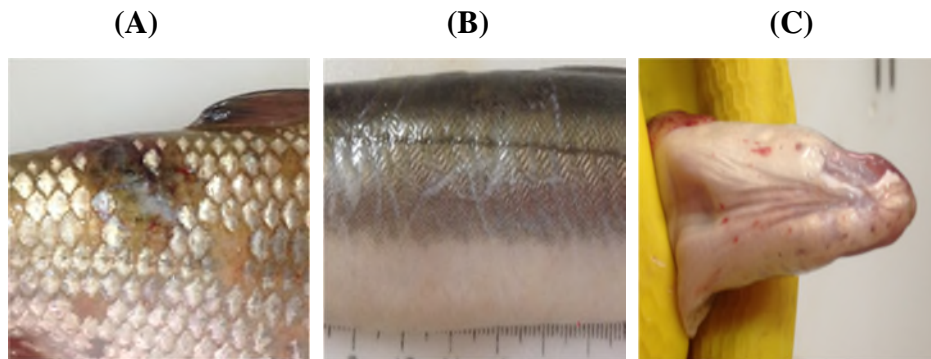
L'érosion des nageoires a été déjà signalée par différents auteurs pour laquelle diverses causes ont été supposées telles que : les champignons et les ectoparasites (*Argulose argulus spp*) (Schàperclaus, 1962) ; le cadmium (Girard, 1998) ; la carence en vitamine C (Tacon, 1995) et le *Vibrio anguillarum* (Breuil, 1991).

##### III.1.4.2. Erosion du corps

Parmi les espèces les plus touchées par ce type d'érosion on note 5/22 Barbeaux *Barbus callensis* (El kseur, Tala Hamza, Takarietz et Akbou) infectés tout au long du corps caractérisés par LTm de  $16,66 \pm 3,05$  cm et un PTm de  $97,06 \pm 67,14$ g (Figure 47A) ; 2/2 Anguilles *Anguilla*



*anguilla* de l'embouchure avec LTm de  $38,6 \pm 3,39$  cm et PTm de  $104,1 \pm 25,88$  g, pour une Anguille *Anguilla anguilla* l'érosion a été enregistrée sur le long du corps (Figure 47B) et l'autre au niveau de la tête (mâchoire) (Figure 47C) ; 2/2 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* de barrage Tychi Haf avec un LTm de  $24,15 \pm 2,47$  cm et un PTm de  $211,45 \pm 60,17$  g et 1/6 Gardons *Rutilus pigus* de Tala hamza avec LT de 18,8 cm et PT de 62,7 g.



**Figure 47:** Erosions du corps : (A) chez *Barbus callensis*, (B) et (C) chez *Anguilla anguilla*.

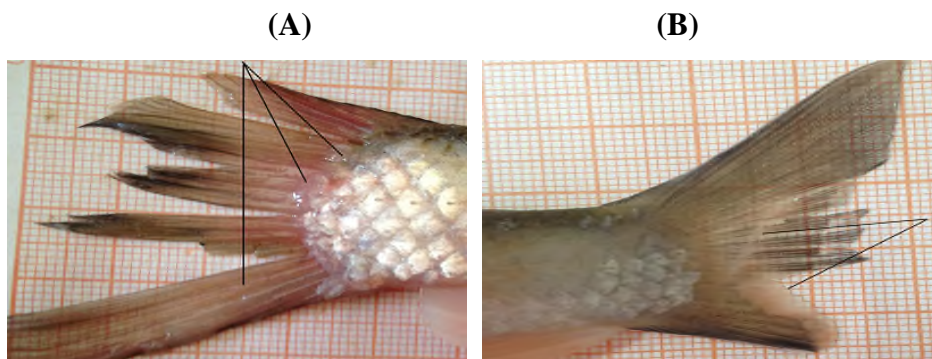
Ce type d'érosion a été également lié à différentes sources de perturbations citant l'infestation par différents agents tels que les bactéries et les parasites ; les carences nutritionnelles ou vitaminiques ; les facteurs environnementaux défavorables ; la pollution chimique (Girard et Elie, 2007).

### III.1.5. Lésions

On distingue 4 catégories de lésions en fonction de leur localisation :

#### III.1.5.1. Lésion des nageoires

On a détecté la présence de lésion sur la nageoire caudale de 4 Barbeaux *Barbus callensis* parmi 22 pêchés dans Akbou et Tala Hamza avec LNCm de  $3,2 \pm 0,97$  cm (Figures 48A et B).



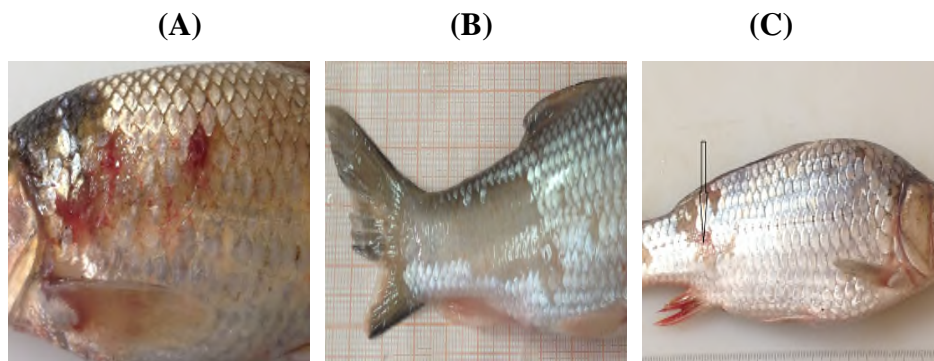
**Figure 48 :** Lésion des nageoires : (A), (B) chez *Barbus callensis*.

D'après Hoglund (1999) et Uhland *et al.* (2000) cette lésion est liée au Mycobactérie et aussi aux larves des trématodes (*Diplostomum spathaceum*).

### III.1.5.2. Lésion du corps

Cette anomalie a été révélée au niveau de 3/22 Barbeaux *Barbus callensis* collectés dans l'oued Soummam (Elkseur, Akbou) avec un LTm de  $20,63 \pm 4,20$  cm et PTm de  $133,5 \pm 64,11$  g. Il a été noté que des lésions dans certains endroits du corps ont été accompagnées d'une hémorragie (Figure 49A). Par ailleurs, une autre lésion non hémorragique a été détectée à l'extrémité du corps (Figure 49B). Ce type de lésion a été également observé chez 1/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* du barrage Tychi Haf qui présentent un LT= 24,3cm et PT= 200,9g (Figure 49C).

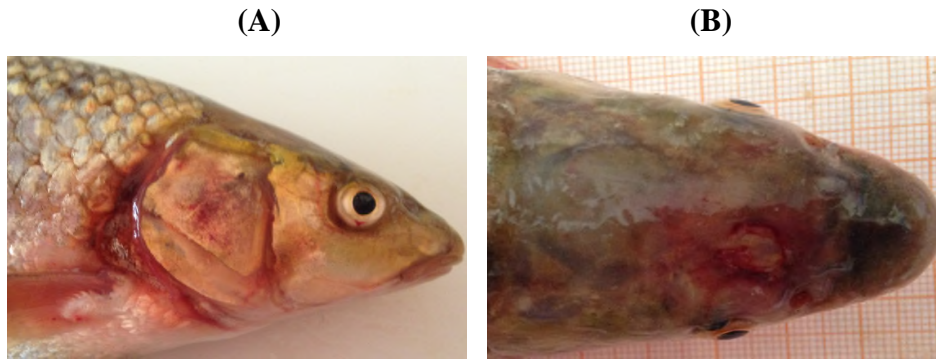
Selon Richard *et al.* (2016) cette lésion est souvent causée par des agents infectieux tels que les bactéries et virus, ainsi que par les Monogènes et les Cryptocaryons (Rarahu *et al.*, 2008).



**Figure 49:** Lésion du corps :(A), (B) chez *Barbus callensis*, (C) chez *Scardinius erythrophthalmus*.

### III.1.5.3. Lésion de la tête

Elle est présentée principalement sur 2/22 Barbeaux *Barbus callensis* qui ont été pêchés au niveau d'Akbou et Tala Hamza caractérisés par une LTEm=5 cm. cette lésion a été accompagnée d'une hémorragie au niveau d'opercule (Figure 50A) et l'autre sur la tête (Figure 50B).



**Figure 50:** Lésion de la tête : (A) et (B) chez *Barbus callensis*.

Ce dernier type de lésion peut prendre ses origines à partir d'entérobactérie *Yersinia ruckeri* ou suite à l'influence des conditions environnementales (température, salinité,...) et d'élevage (stress). (Vigneulle, 1986).

#### III.1.5.4. Lésion (plaie) cicatrisée

Cette anomalie a été enregistrée chez 1/22 Barbeaux *Barbus callensis* de Takarietz avec un LT= 27,1 cm et PT= 290,9 g et qui est localisée sur la face dorsale de son corps (Figure 51A) et également chez 1/2 Anguilles *Anguilla anguilla* avec LT = 41cm et PT=122,4g dont cette lésion entoure son corps (Figure 51B).

La formation des cicatrices peut être causée par les champignons du genre *Ichthyophonus hoferi* (Schàperclaus, 1962).



**Figure 51 :** plaie cicatrisé :(A) chez *Barbus callensis*. (B) chez *Anguilla anguilla*.

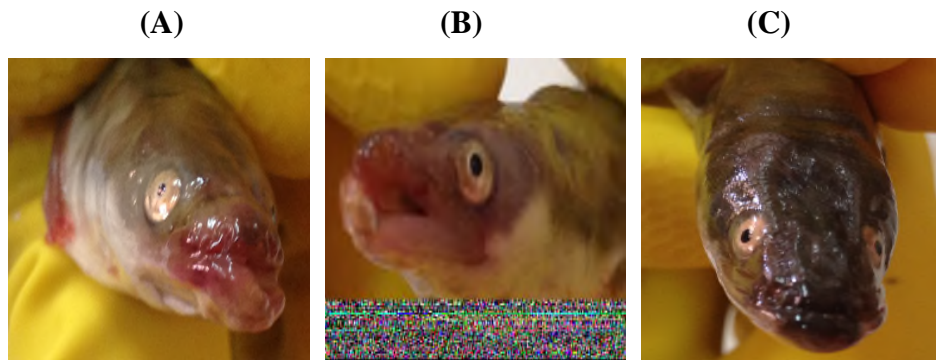
#### III.1.6.Déformations

Deux catégories de déformations ont été enregistrées :

##### III.1.6.1. Déformation de la bouche

Elle a été observée chez 2 Anguilles captées dans l'embouchure avec un LTEM de  $4,85 \pm 0,49$  cm, l'une est touchée au niveau de la mandibule (Figure 52A et 52B) et l'autre a montré une compression de la mâchoire (Figure 52C).

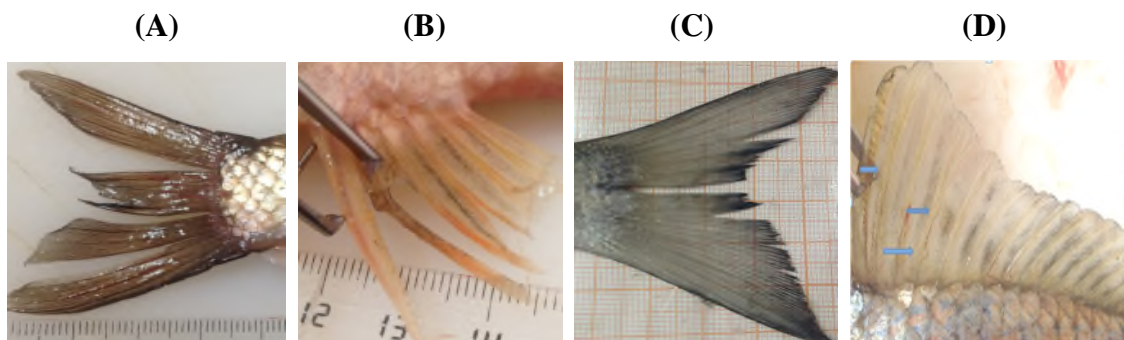




**Figure 52** : Déformation de la bouche : (A), (B) et (C) chez *Anguilla anguilla*.

### III.1.6.2. Déformation des nageoires

Ce type d'anomalie est présentée chez tout les spécimens sauf chez l'Anguille *Anguilla anguilla* de l'embouchure, elle est plus fréquente chez les Barbeaux *Barbus callensis* de oued Boussellam, Tala Hamza, Akbou et Takarietz, avec un effectifs de 11/22 individus, touchés au niveau des différentes nageoires (1 pectorales, 2 dorsales, 2 pelviennes et 10 caudales) avec LNCm de  $3.06 \pm 0.84$  cm (Figure 53A). la même déformation a été constatée chez 7/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* de barrage Tychi Haf (3 dorsales, 3 pectorales, 1 pelvienne et une caudale) avec LNCm = 4 cm (Figure 53B et D) ; chez 5/6 Gardons *Rutilus pigus* de Tala Hamza 1 pectorale, 1 anale, 1 pelvienne et 4 caudales dans LNCm =  $2,7 \pm 0,2$  cm ; chez 2/14 Mulets *Mugil cephalus* de l'embouchure 2 pectorales, 2 dorsales et 3 caudales avec LNCm =  $4,1 \pm 0,14$  cm (Figure 53C) et chez une Carpe commune *Cyprinus carpio* de Tala Hamza touchée au niveau de sa nageoire dorsale.



**Figure 53** : Déformation des nageoires : (A) chez *Barbus callensis*. (B), (D) chez *Scardinius erythrophthalmus*. (C) chez *Mugil cephalus*.

Les deux types d'anomalies citées précédemment peuvent être liées aux différents facteurs physiques tels que: une sursaturation gazeuse, hypoxie, température trop faible, salinité, radioactivité, chocs électriques. Composés organochlorés (pesticides, herbicides), métaux lourds (Cd, Pb) ou aux parasites, bactéries, virus ou traumatisme (capture, prédation et elle peut être

liée aussi aux carences nutritionnelles, notamment en vitamines (Girard et Elie, 2007) tels que les vitamines (A, C et D) (Hamdouni et Dhaouadi, 2014).

Schàperclaus (1962) a montré que l'exposition des poissons aux engrais (sels de potasse et d'ammonium) provoque l'écartement des nageoires.

### III.1.7. Enroulement des écailles

Il a été retrouvé lors de cet examen 1/22 Barbeaux *Barbus callensis* de Tala Hamza d'une LT de 24,2 cm et PT de 171,4 g qui a manifesté un enroulement des écailles (Figures 54A et B).



**Figure 54** : Enroulement des écailles : (A), (B) chez *Barbus callensis*.

Ce type pourrait être une séquelle d'une ancienne lésion cutanée (La Violette *et al.*, 2003) ou liées aux facteurs environnementaux comme la pollution ou le parasitisme (La Violette *et al.*, 2003 ; Richard *et al.*, 2016).

### III.1.8. Perte des écailles

On a observé la perte des écailles chez différentes espèces : 14/22 Barbeaux *Barbus callensis* (Akbou, Tala Hamza, Takarietz, Elkseur, oued Boussellam) avec LTm = 20,24±5,39 cm et un PTm = 132,36±77,55 g, la perte a touché presque toute la surface du corps (Figure 55A) ; la Carpe commune *Cyprinus carpio* de Tala Hamza avec un LT= 24 cm et PT= 222,3g ; 6/6 Gardons *Rutilus pigus* (barrage Tychi Haf, Tala Hamza) avec un LTm= 19,06 ±4.28 cm et PT= 126,26±65,50g (Figure 55B) et enfin 7/9 Rotengles de barrage Tychi Haf avec un LTm de 24,37±1,03 cm et PTm de 218,15±44,24 g.



**Figure 55:** Perte des écailles : (A) chez *Barbus callensis*. (B) chez *Rutilus pigus*

Selon la FAO, cette anomalie touche *Cyprinus carpio* par le Myxozoaire endoparasite (*Myxobolus spp*) qui est un protozoaire cnidosporidie et selon Uhland *et al.* (2000) elle est d'origine bactérienne ou due à un traumatisme.

### III.1.9. Altération de la couleur

Le changement de la pigmentation est éparpillé sur le long du corps et sur la tête, cela a été observé chez 5/22 Barbeaux *Barbus callensis* (Elkseur, Akbou) avec LTm =  $23,82 \pm 2,64$  cm et PTm =  $194,68 \pm 64,35$  g, sa localisation était sur la face dorsale du corps (à coté de la tête et à l'extrémité du corps) (Figure 56A) et chez 1/2 Anguilles *Anguilla anguilla* d'embouchure avec LT = 36,2 cm et PT = 85,8 g sur le long du corps (Figure 56B).

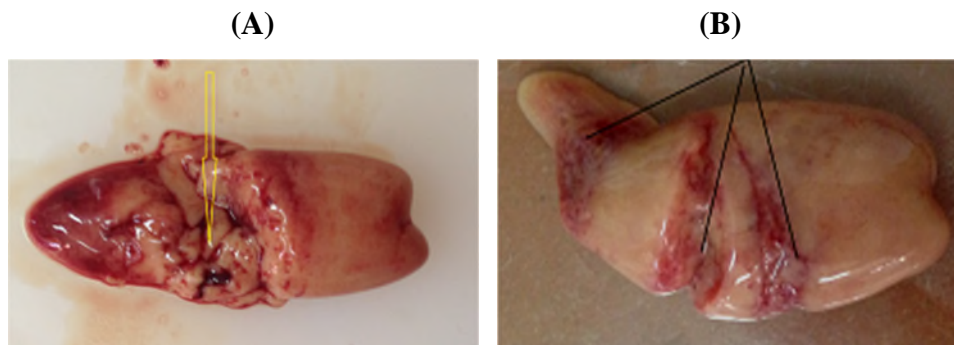
Elle peut être causée par des Infections virales, bactériennes et parasitaires (Myxosporidies, microsporidies), comme elle peut être d'origines physiologiques : stress (captures), physiques : hypoxie, excès de CO<sub>2</sub>, sursaturation gazeuse, minéralisation insuffisante de l'eau, accidentelles (hémorragies, traumatismes, irritations, cécité), génétique (maladies héréditaires), nutritionnelles : carences vitaminiques (Girard et Elie ,2007).



**Figure 56:** Altération de couleur : (A) chez *Anguilla anguilla*. (B) chez *Barbus callensis*.

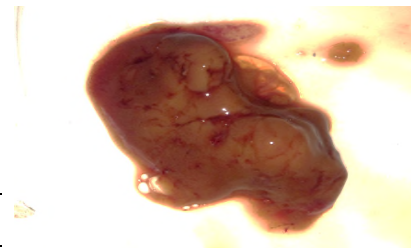
### III.1.10. Altération du foie

L'altération du foie a été enregistrée sauf chez les deux individus d'Anguille *Anguilla anguilla* capturés au niveau de l'embouchure de la Soummam caractérisés par un poids du foie moyen  $PFm = 2,55 \pm 0,77$  g ; une Anguille *Anguilla anguilla* a manifesté un foie totalement détérioré et endommagé (Figure 57A) et l'autre a présente un foie présentant une compartimentisation (Figure 57B).



**Figure 57** : Altération du foie : (A), (B) chez *Anguilla anguilla*.

On a détectée la présence des trous au niveau du foie chez un mulot *Mugil cephalus* pêché dans l'embouchure avec un PFm de 1,7g (figure 58).

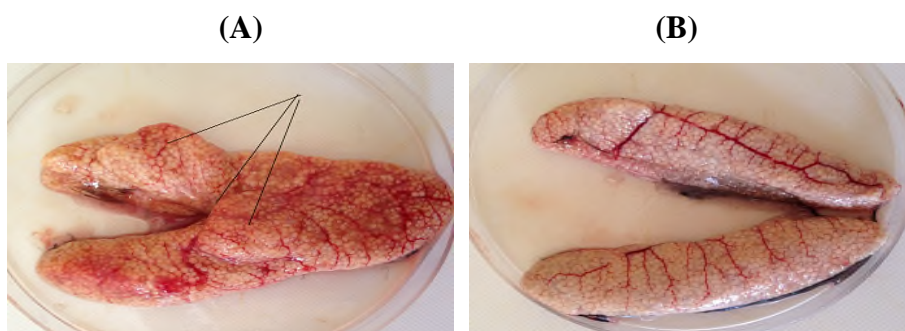


**Figure 58** : Foie trouée chez *Mugil cephalus*.

### III.1.11. Anomalies dans les gonades

#### A. Inflammation de gonades femelles (ovaires)

Lors de cette analyse, il a été constaté une inflammation sous forme d'un œdème au niveau d'un ovaire de *Barbus callensis* (Poids des gonades PG = 22,2 g) (Figure 59A).

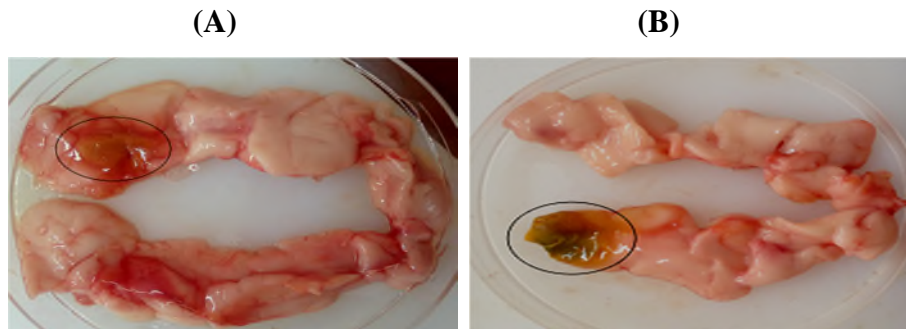


**Figure 59** : (A) Inflammation de gonade femelle chez *Barbus callensis*. (B) gonade femelle témoin chez *Barbus callensis*.



**B. Couleur verdâtre des gonades males (testicules)**

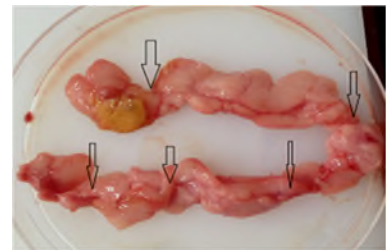
Il a été noté chez 6/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* de barrage Tychi Haf la présence des taches verdâtres sur les testicules, dont 4 (PGM de  $10,53 \pm 2,65$ g) ont manifesté des une texture coloriale clair (Figure 60A) et 2 (PGM de  $10,13 \pm 1,85$ g) ont eux des taches verdâtres foncées (Figure 60B).



**Figure 60 :** Couleur vert d'âtre des gonades males (A) claire et (B) foncé chez *Scardinius erythrophthalmus*.

**C. Enroulement de gonade male (testicules):**

Il s'est présenté chez 3/9 Rotengles *Scardinius erythrophthalmus* pêchés dans le barrage de Tychi Haf avec PGM de  $9,6 \pm 1,55$  g (Figure 61).



**Figure 61:** Enroulement de gonade male chez *Scardinius erythrophthalmus*.

## III.2. Examen microscopique

### III.2.1. Histopathologie hépatique

L'étude des coupes histologiques réalisées sur le foie des poissons a révélé diverses atteintes tissulaires qui sont illustrées dans les figures ci-dessous.

Chez *Mugil cephalus* on a détecté 3 types d'anomalies qui sont : (1) La présence des mélanomacrophages au niveau du tissu hépatique qui sont distribués presque sur toute la sphère du foie (Figures 62A et B). (2) La cholastase hépatique qui s'est manifestée par une pigmentation brune (Figure 62C). (3) La vacuolisation sous forme de granules lipidiques (Figure 62D).

Par ailleurs, il a été constaté d'autres pathologies notées chez différentes espèces qui sont principalement: (1) La multiplication des voies biliaires qui a caractérisé le tissu hépatique de *Scardinius erythrophthalmus* (Figure 62E). (2) La dilatation des vaisseaux sanguins détectée chez *Anguilla anguilla* (Figure 62F). (3) Plusieurs formes de nécroses ont touché diverses espèces à savoir : *Scardinius erythrophthalmus* sous forme d'une dilatation hépatique (Figures 62G et H) ; *Mugil cephalus* (Figure 62I et J) ; *Anguilla anguilla* dont la nécrose a été accompagnée d'hémorragie (Figure 62K).

Ces diverses altérations du foie chez les poissons ont été également rapportées par différents chercheurs et qui se distinguent en fonction de la nature d'exposition et le type d'agent causal.

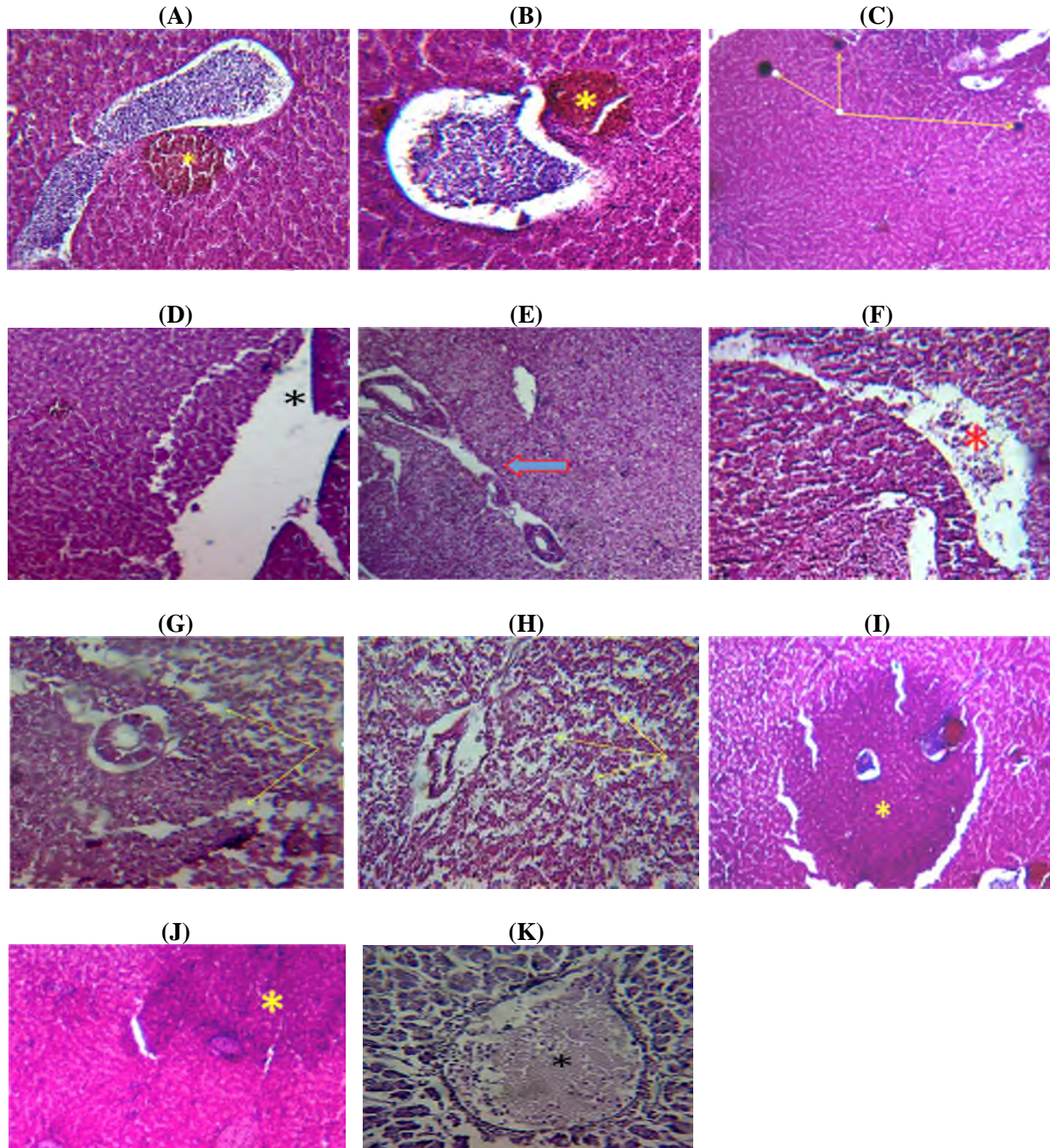
En effet, de nombreux centres de mélanomacrophages ont été observés chez le Dab *Limanda limanda* résultant d'une exposition aux divers contaminants (Giltrap *et al.*, 2017).

Par ailleurs, AL-Zaidan *et al.* (2015) ont relié l'apparition de la cholastase hépatique (montrée par la présence d'un pigment brun dans le cytoplasme des hépatocytes affectés) et les nécroses à l'exposition du poisson chat géant *Arius thalassinus* aux : métaux lourds ; organohalogéne et HAP. L'étude de Javed *et al.* (2016) a identifié l'existence d'une vacuolisation avec des granules lipidiques après exposition du foie de *Channa punctatus* aux métaux lourds. Sayed et Younes (2017) ont relié l'existence d'une dilatation des vaisseaux sanguins constatée chez le poisson chat africain *Clarias gariepinus* à la toxicité par des nanoparticules d'argent (Ag-NP).

Il a été ainsi signalé que la présence d'une bactérie induit la dégénérescence des cellules et les noyaux chez le loup *Dicentrarchus labrax* et la daurade *Sparus aurata* (Ben Kahla-Nakbi *et al.*, 2006).

Alors que, Dorson *et al.* (1987) ont suggéré au préalable que la présence des foyers de nécroses dans les tissus hépatiques chez le Brochet *Esox lucius* est causée par le virus NPI.

Cependant, Dick *et al.* (1976) ont rapporté que la multiplication des voies biliaires chez le turbot *Scophthalmus maximus* est causée par le syndrome hépatorénale qui est liée à des conditions alimentaires.



**Figure 62 :** Les anomalies détectées au niveau du foie : (A) et (B) centre de mélanomacrophages (\* jaune), (C) Cholastase (flèche jaune) et (D) vacuolisation (\* noire) chez *Mugil cephalus*. (E) multiplication des voies biliaires (flèche rouge) chez *Scardinius erythrophthalmus*. (F) dilatation des vaisseaux sanguins (\* rouge) chez *Anguilla anguilla*. (G) et (H) nécrose chez *Scardinius erythrophthalmus* (flèche jaune). (I) et (J) nécrose chez *Mugil cephalus* (\*jaune). (K) nécrose chez *Anguilla anguilla*. (\* noire).

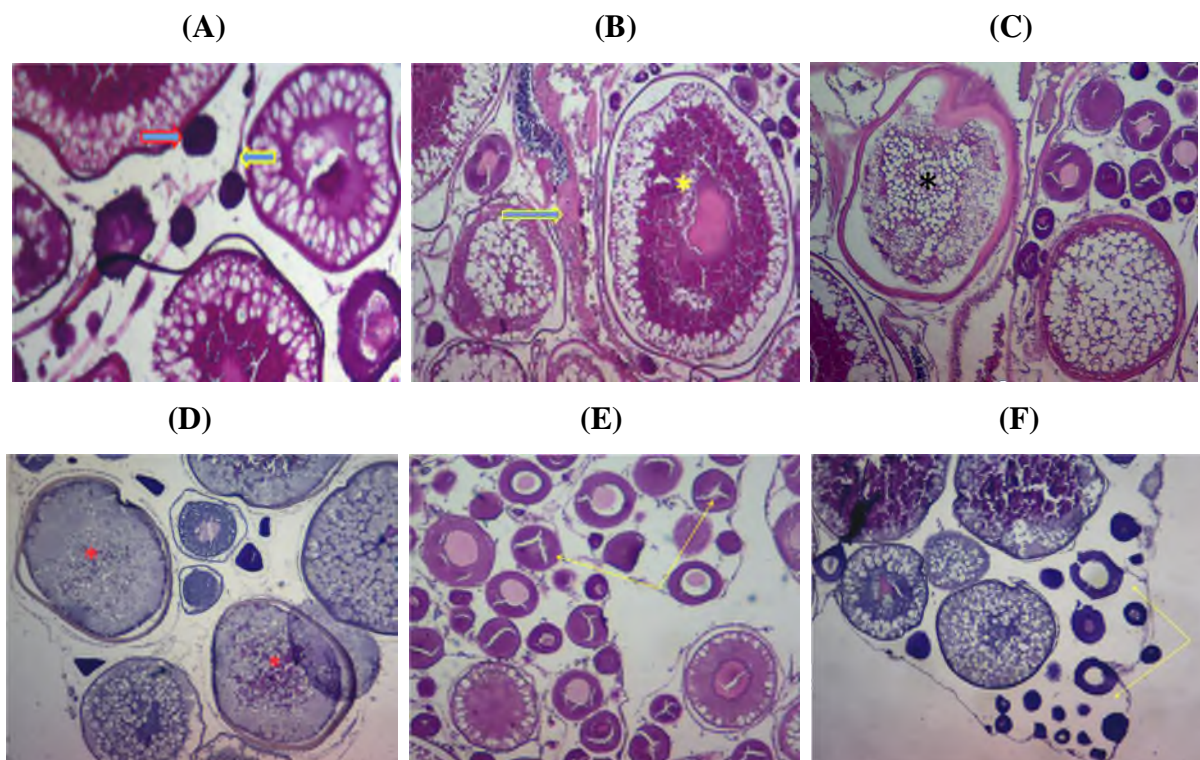


### III.2.2. Histopathologie des gonades

#### III.2.2.1. Histopathologie des ovaires

L'examen histologique nous a permis de constater l'existence d'intersexualité chez *Barbus callensis* qui est reflétée par la présence des spermatozoïdes et spermatocytes I à l'intérieure de l'ovaire (Figure 63A). Cette intersexualité avait montré une autre forme dans un autre où il a été noté la pénétration complète d'un compartiment mâle entrelacé avec les ovocytes (Figure 63B). En parallèle, diverses formes d'atrésies aux différents stades de développement ovocytaires chez *Barbus callensis* (Figure 63C) et *Rutilus pigus* (Figure 63D) ont été enregistrées.

Par ailleurs, la présence des parasites a été aussi observée dans les ovaires infestés de *Barbus callensis* (Figure 63E). Nous avons constatées également la présence d'ovogonies en d'hors du nid germinatif chez *Barbus callensis* (Figure 63F).



**Figure 63** : Les anomalies au niveau des ovaires : (A) spermatocyte I (flèche rouge) et spermatozoïde (flèche jaune) chez *Barbus callensis*. (B) compartiment mâle (flèche jaune) chez *Barbus callensis*. (C) atrésie (\* noire) chez *Barbus callensis*. (D) atrésie (\* rouge) chez *Rutilus pigus*. (E) parasite (flèche jaune) chez *Barbus callensis*. (F) l'absence de nid germinatif (flèche jaune) chez *Barbus callensis*.

La présence des formes atrétiques, l'absence du nid germinatif et l'hermaphrodisme ont été déjà observées chez *Barbus callensis* pêché dans l'oued Soummam dont la cause a été liée à

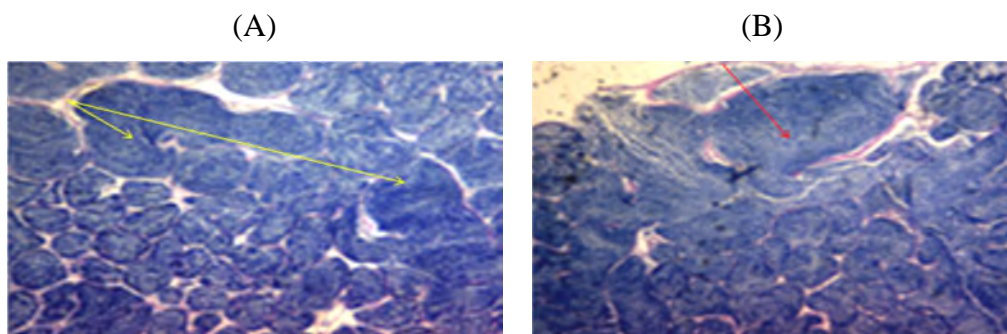
une mixture de pollution (Djoudad-Kadji *et al.*, 2012 ; Djoudad-kadji, 2014). Par ailleurs, Ichalal *et al.* (2016) ont constaté la présence d’hermaphrodisme chez *Trachurus trachurus* pêché dans le golf de Béjaia dont les parasites (nématodes) peuvent être à l’origine de cette anomalie.

### III.2.2.2. Histopathologie des testicules

Lors de l’analyse des coupes histologiques il a été observé une distribution anarchique des cellules spermatiques notant une détérioration partielle ou totale des tubes séminifères chez *Scardinius erythrophthalmus* (Figure 64A).

Il a été constaté également la présence d’une structure cellulaire étrange et difficile à déterminer localisée sur la périphérie du testicule de *Scardinius erythrophthalmus* (Figure 64B), qu’on peut probablement lié à la présence d’une partie verdâtre sur la gonade observée lors de l’examen macroscopique.

Ces observations peuvent être liées à l’effet de la pollution, dont les mêmes anomalies ont été signalées par Djoudad-Kadji *et al.* (2012) chez *Barbus callensis* de l’oued Soummam.



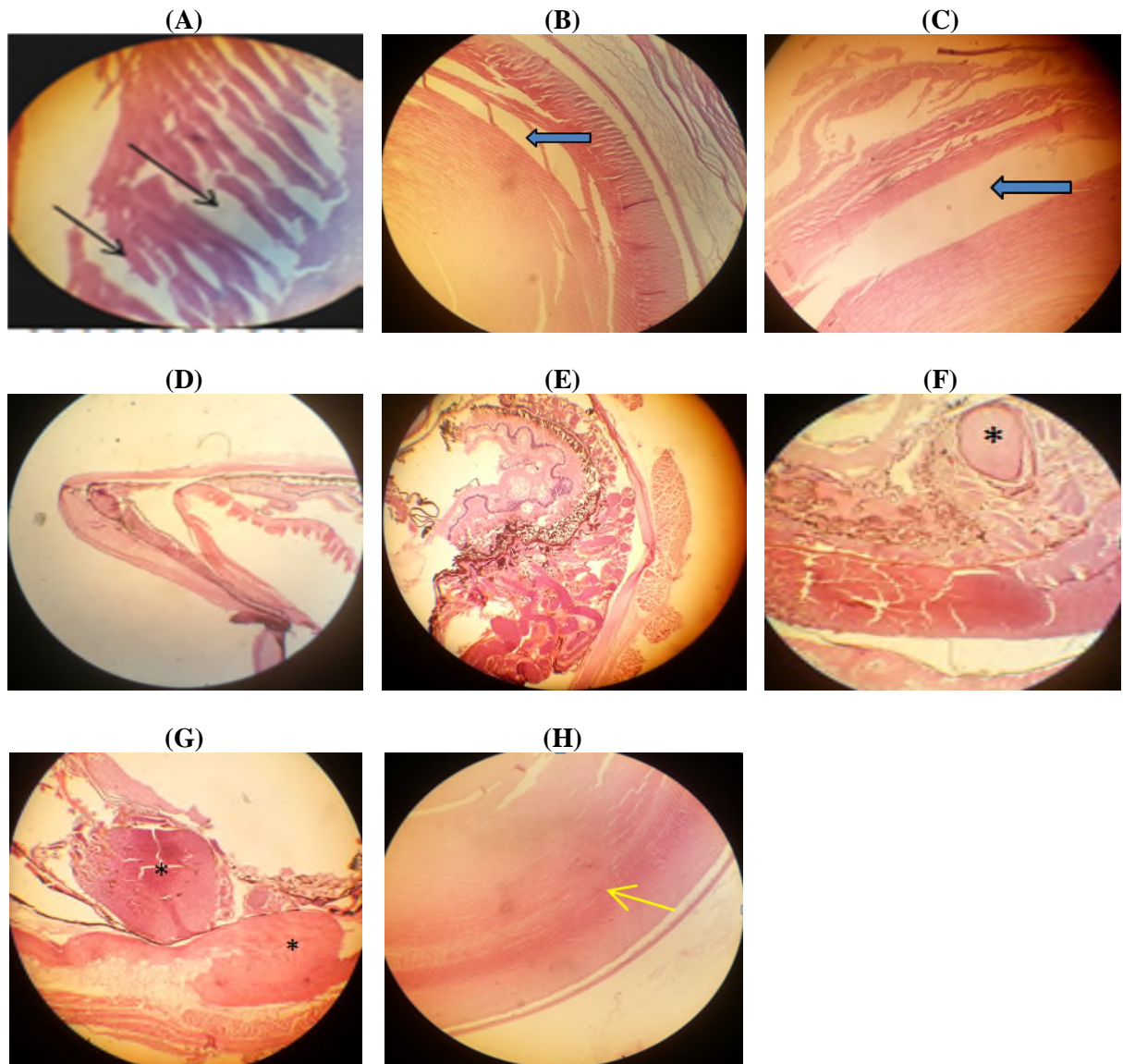
**Figure 64 :** (A) Modification dans la structure des tubes séminifères (flèche jaune) chez *Scardinius erythrophthalmus* (B) Compartiment inconnue sur la périphérie de testicule (flèche rouge) chez *Scardinius erythrophthalmus*.

### III.2.3. Histopathologie oculaire

L’examen des coupes histologiques, réalisées sur l’œil de *Scardinius erythrophthalmus* présentant une exophtalmique, a révélé diverses atteintes tissulaires qui se sont reflétées par un endommagement de la couche striée de la rétine (Figure 65A) ainsi qu’un détachement des couches rétiniennes (Figure 65B).

Alors que, l'œil qui avait présenté une opacité, toujours chez la même espèce, a montré une détérioration complète de toute la structure oculaire (Figure 65D, 65E) accompagnée des cailloux sanguins (Figure 65F, 65G).

Quant à l'analyse histologique de l'œil qui a présenté une hémorragie oculaire, chez *Mugil cephalus*, a manifesté des plages apparentes du sang au niveau de la lentille et les couches rétiniennes (Figure 65H), ainsi qu'un détachement de ces dernières (Figure 65C).



**Figure 65 :** (A) Endommagement de la couche striée de la rétine chez *Scardinius erythrophthalmus* (flèche noire). (B) détachement des couches de la rétine chez *Scardinius erythrophthalmus* et (C) chez *Mugil cephalus* (flèche bleue). (D) et (E) détérioration complète de l'œil chez *Scardinius erythrophthalmus*. (F) et (G) des cailloux sanguins chez *Scardinius erythrophthalmus* (\*noire). Hémorragie de la rétine (H) chez *Mugil cephalus* (flèche jaune).

L'histopathologie oculaire reste une piste chez les poissons très peu exploitée par les chercheurs. Néanmoins, quelques travaux ont signalés quelques altérations.

D'après l'étude réalisée par Raymond (1987) chez les espèces de poissons : *Lutjanus apodus* , *L. griseus* , *L. synajris*, *Trachinotus. falcatus*, *T. goodei*, il a été enregistré :

- ✓ Altération des couches internes de la rétine ;
- ✓ Altération de la couche nucléaire externe ;
- ✓ Altération de l'image des cornées et des bâtonnés ;
- ✓ Disparition de la limitante interne et de la couche de fibre nerveux ;
- ✓ Altération, voire disparition des couches depuis la limitante.

Par ailleurs, Huglend (1999) avait remarqué chez la truite arc en-ciel *Oncorhynchus mykiss* des ruptures du cristallin et une prolifération des cellules épithéliales au site d'entrée du parasite *Metacercaries*.

# *CONCLUSION ET PERSPECTIVES*



Dans le cadre de ce travail nous nous sommes attachées à étudier les effets de la pollution sur la biologie des Anguilles, Barbeaux, Rotengles, Gardons, Mulets et Carpes, vivants dans les eaux douces dans la région de Bejaia dont les milieux prospectés sont : oued Soummam, oued Boussellam, et le barrage de Tychi Haf. Cette étude s'est basée sur l'utilisation de deux approches ; l'une macroscopique et l'autre microscopique.

De la première approche, elles se sont découlées plusieurs pathologies enregistrées sur l'anatomie externe des poissons à savoir : l'exophtalmie, l'opacité, la perte des écailles, l'altération de la couleur, divers types d'hémorragies (corps, nageoires, bouche, tête, yeux, anus), les érosions (corps, nageoires), les lésions (corps, nageoires, tête, plaie cicatrisé), les déformations (nageoires, bouche). Quant aux organes internes, il a été noté : l'enroulement et la présence d'une tache verdâtre sur les testicules, et des œdèmes sur les ovaires et présence des altérations et des trous au niveau du foie.

Ce qui est de l'approche microscopique, il a été déduit également diverses altérations tissulaires et cellulaires lors de l'examen des coupes histologiques réalisées sur le foie, les yeux et les gonades.

Au niveau du foie il a été noté 5 types d'atteintes qui se manifestent par ; la présence des mélanomacrophages, la cholastase, une multiplication des voies biliaires, la vacuolisation avec des granules lipidiques et différentes formes de nécroses.

Quant aux gonades, il a été constaté dans les ovaires la présence d'intersexualité accompagnée de plusieurs formes d'atrésie, le parasitisme et dans quelques cas l'absence du nid germinatif. Alors que dans les testicules il a été enregistré une distribution anarchique des cellules spermatiques avec l'absence partielle ou totale des tubes séminifères, il a été constaté également la présence d'un compartiment étrange non identifié.

Les yeux des poissons n'ont pas été épargnés par des perturbations, on a noté à ce sujet une détérioration complète de toute la structure oculaire accompagnée des cailloux sanguins pour les yeux opaques. Les yeux exophtalmiques ont révélé un endommagement de la couche striée de la rétine ainsi qu'un détachement des couches rétinienne associée à une hémorragie oculaire.

A la lumière des résultats obtenus, il est à retenir que les altérations enregistrées à l'échelle morphologique ou histologique peuvent être utilisées comme un marqueur biologique témoignant de la dégradation des conditions du milieu et de la qualité des écosystèmes aquatiques prospectés.

Afin de mieux cerner la relation entre la qualité de l'eau et la santé des poissons, il serait utile d'investir des travaux dans des approches complémentaires à celles appliquées dans cette présente étude voire une analyse physico-chimique et microbiologique des eaux, sachant que la plus part des anomalies sont causées par une surcharge en composés chimiques et par des infestations par des agents biologiques.



*REFERENCES*  
*BIBLIOGRAPHIQUES*

- Aarab N., 2004 :** les biomarqueurs chez les poissons et les bivalves : de l'exposition à l'effet et du laboratoire au terrain. *Thèse de docteur l'université bordeaux* n° d'ordre : 2818 : 276 p.
- Ali S., Champagne D.L., Alia A., Richardson M.K., 2011:** Large-Scale Analysis of Acute Ethanol Exposure in Zebrafish Development: A Critical Time Window and Resilience. *PLoS ONE*, Volume 6 | Issue 5 | e 20037: 16 p.
- Almin M.R., 2015 :** Etude des mécanismes induits par de fortes températures stérilisantes chez un poisson tropical, le tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*. *Thèse doct. Université François-Rabelais de tours* : 265 p.
- Al-Zaidan A.S., Al-Sarawi H.A., Massoud M.S., Al-Enezi M., Smith A.J., Bignell J.P., Green M.J., Askem C., Bolam T.P.C., Barber J.L., Bersuder P., Lyons B.P., 2015:** Histopathology and contaminant concentrations in fish from Kuwait's marine environment. *Marine Pollution Bulletin* :pp: 637-645.
- Bacha M., Amara., 2007 :** Les poissons des eaux continentales d'Algérie. Étude de l'ichtyofaune de la Soummam. *Cybium*, 31(3) : pp : 351-358.
- Bellet R., 1962 :** la furunculose de la truite ou " septicémie hémorragique " *BULLETIN FRANÇAIS DE PISCICULTURE TRENTE-CINQUIÈME ANNÉE. N° 207* : pp : 45-66.
- Ben Kahla-Nakbi A., Lachkar-Kacem H., Elmnasser N., Cheriaa J., Bakhrouf A., 2006:** Aspects histopathologiques associés à l'infection du loup et de la daurade par *Vibrio alginolyticus* Mar. Life – VOL.16 :pp : 31-36.
- 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)* 0:180 p.
- Berkman H.E., Rabenc.F. I and Boyle T.P., 1986:** Biomonitoring of stream quality in agricultural areas: fish versus invertebrates. *Environmental Management*. vol10, no. 3: pp: 413-419.

- Bliefert C et Perraud R., 2004 :** Chimie de l'environnement, air, eau, sols, déchets. 1<sup>er</sup> édition. *De boeck* : 477p.
- Bonnard R., 2001 :** Le risque biologique et la méthode d'évaluation du risque, rapport final. *INERIS DRC-01-25419-ERSA-RBN-383/microb6.doc* :70p.
- Bourrachot S., 2009 :** Etude des effets biologiques de l'exposition à l'uranium chez le poisson zèbre (*D. rerio*). Impact sur les stades de vie. *Thèse Docteur de l'Université de Provence*. N° ISRN/IRSN-2009/119 : 217p.
- Bouhadiba C.S., 2011:** évaluation des concentrations des quatre métaux (pb, cd, cu, zn) chez mullet (*Mugil cephalus* Linné 1758) pêché dans les baies d'Oran et de béni saf. *Mémoire de magister a l'université d'Oran.* : 114p.
- Bouhbouh S., 2002:** Bio-écologie de *Barbus callensis* (Valencienne 1842) et *Barbus fritschi* (Günther 1874) au niveau du réservoir Allal El Fassi (Maroc). *Thèse Doct. Dhar El Mehraz Fes* : 168p.
- Breuil G., 1991 :** Fiche N 50 vibriose du bar *FICHES D'IDENTIFICATION DES MALADIES ET PARASITES DES POISSONS, CRUSTACES ET MOLLUSQUES* : pp: 1-4.
- Dick G C., Machin D., Roberts R. j., Anderson C.D., (1976):** the hepato-renal syndrome of cultured turbot. Its effect on a 2-year trial of farm reared turbot (*scophthalmus maximus*). *aquacultwe*: pp: 8241-249.
- Djebbari N., Boudjadi Z et Bensouilah M., 2009 :** L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L., 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi & Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-Est algérien). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Vie, 2009, n°31 (1)*: pp : 45-50.
- Djenba S., 2015 :** Influence des paramètres : géologique, géomorphologique et hydrogéologique sur le comportement mécanique des sols de la wilaya de setif. (algerie), *Thèse doctorat, Université Mohamed Kheider – Biskra* : 201p.

**Djoudad- Kadji H., 2014 :** caractérisation de la reproduction du poisson d'eau douce barbus barbus callensis au niveau de l'oued Soummam dans la région de Bejaia, *thèse de docteur de l'université a/mira de Bejaia (Algérie)* : 259p.

**Djoudad-Kadji H., Benslimane S., Chevalier C., Kadji B., Exbrayat J.-M., Iguer-Ouada M., 2011:** Visualisation des coupes histologiques des follicules ovariens de *Barbus callensis*: variation de fixateurs et de colorants. *Rev. Fr. Histotechnol.*, 24 (1): pp : 21-28.

**Djoudad-Kadji H., Benslimane S., Chevalier CH., Kadji B., Exbrayat J-M et Iguer-Ouada M., 2012 :** First observation of intersex in barbel *Barbus callensis* (Valenciennes, 1842) collected in Soummam River (Algeria). *Cybium*, 36(4): pp : 531-538.

**Dorson M., DE kinkelin P., Torchy C et Monge D., 1987 :** sensibilité du brochet (*esox lucius*) a différents virus de salmonidés (NPI, SHV, NHI) et au rhabdovirus de la perche *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 307 : pp : 91 – 101.

**EL Morhit M., 2009 :** Hydrochimie, éléments traces métalliques et incidences écotoxicologiques sur les différentes composantes d'un écosystème estuarien (Bas Lokkos). *Thèse Doc. Univ. Rabat* : 232p.

**Faurie C., Ferra CH., Médori P., Dévaux J., Hemptinne J-L, 2002 :** Ecologie approche scientifique et pratique. Partie 2 dynamique des écosystèmes : interactions, évolution des biocénoses, l'homme et écosystème *Lavoisier, 5eme édition* paris : pp : 131 -312.

**Fent K., 2007:** Ökotoxikologie. *Ed. Georg Thieme Verlag. Stuttgart* : pp : 14-18.

**Foin A., 2005 :** parasites et parasitoses des poissons d'ornement d'eau douce aide au diagnostic et propositions de traitement. *thèse de doctorat la faculté de médecine de CRETEIL*: 106p.

**FUNASA., 2013:** Fondation Nationale de la santé Manuel pratique d'analyse de l'eau/National Health Foundation – 4. *ed.* – Brasilia : 150 p.

**Gaujous D., 1995** : La pollution des milieux aquatiques Aide mémoire. 2<sup>ème</sup> Edition : Tec et Doc : 220p.

**Genin B., Chauvin CH., Menard F., 2003** : Cours d'eau et indices biologiques. Pollution-méthodes IBGN .chapitre 2 la qualité des eaux de rivière contexte et problèmes 2ème édition *Educagri* : pp : 21 41.

**Girard P., Elie P., 2007** : Manuel d'indentification des principales lésions anatomo-morphologiques et des principaux parasites externes des anguilles. Collection étude *Cemagref* bordeaux n° 110 : 81 p.

**Girard P., 1998** : le poisson sentinelle des milieux aquatiques : pertinence et optimisation des indicateurs sanitaires *BULL. FR. PECHE PISCIC. (1998)330-351* : pp : 429-443.

**Giltrap M., Ronan J., Bignell J.P., Lyons B.P., Collins E., Rochford H., Mchugh B., MCGovern E., Bull L., Wilson J., 2017**: integration of biological effects, fish histopathology and contaminant measurements for the assesement of fish health: a pilot application in Irish marine waters. *Marine Environmental Research* : 25p.

**Guiraud J., Galzy P., 1980** : l'analyse microbiologique dans les industries alimentaire, édition, de *L'USINE*, paris : p72-76.

**Hamdouni Y., Dhaouadi R., 2014**: Journée Nationale sur la valorisation des résultats de la Recherche dans le domaine de la Pêche et de l'Aquaculture, Tunisie, Suivi sanitaire et étude histologique des gonades du tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*, dans un élevage en circuit fermé : pp : 87-90.

**Hamid B. S., Nadine N., Antione G. El S, Rosette D., Samir M., Naim O., 2007** : Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban). *Revue des sciences de l'eau* 204: pp: 341-352.

**Harris, J.H., 1995**: The use of fish in ecological assessments *Australian Journal of Ecology*.20: pp: 65-80.

- Hoglund J., 1999 :** FICHE N° 53 Larves de *Diplostomum spathaceum* (Diplostornose) chez le poisson. Fiches d'Identification des Maladies et Parasites des Poissons, Crustacés et Mollusques : 4p.
- Ichalal K., Ramdane Z., Iguer-Ouada M., Kacher M., 2016:** First observation of intersex in *Trachurus trachurus* (Carangidae) from the Eastern Coast of Algeria: are nematodes the causative factor?. *Cybium*, 40(3): pp: 225-233.
- Javed M., Ahmad I., Usmani N., Ahmad M., 2016:** Studies on biomarkers of oxidative stress and associated genotoxicity and histopathology in *Channa punctatus* from heavy metal polluted canal. *Chemosphere* 151: pp: 210-219.
- Karr, J.R., 1987:** Biological monitoring and environmental assessment: A conceptual framework. *Environ. Manage.* 11: pp: 249-256.
- Léger L., 1936 :** les déceptions dans l'élevage de la truite, causes et remèdes. *Bulletin* : pp: 11-18.
- La Violette N., Fournier D., Dumont P., Mailhot Y., 2003 :** Caractérisation de communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune : 237 p.
- La Brut S., 2009 :** Sciences & pratique Animaux de compagnie >> Aquariophilie. Anomalies de l'examen externe : 3e étape d'une consultation de poissons d'ornement. *Dépêche Vétérinaire N° 1055* : 3p.
- Le baut C., Maggi P., 1981 :** contribution à l'étude des nécroses des poissons coordonné par le C.N.E.X.O. (contrat n° 77/1782) institut scientifique technique des pêches maritimes *Nantes* : 21p.
- Makhoukh M. Sbaa. M., Berrahou A., Clooster M.VAN., 2011:** Contribution à l'étude physicochimique des eaux superficielles de l'oued Moulouya (Maroc Oriental) *Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 09*.pp : 149-169.



- Muus B. J., Dahlsom P., 2011 :** Guide des poissons d'eau douce de pêche. édition *delachaux et niestlé*, paris : 224p.
- Nabil L., Abderrafik M., Boudjema S., 2009 :** Biodiversité des Parasites chez Anguilla Anguilla Linnaeus, 1758 Dans Le Parc National D'El Kala - Algérie. *European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.25 No.2:* pp: 300-309.
- Paperna I., 1982 :** parasites, infections et maladies du poisson en Afrique. *CPCA, Doc Tech.*, (7) : 202p.
- Pesson P., Leyaud G., Verrel J.L., Trocherie . F., Cabridence. R., Riviere G., Bovard P., Barroin G., Angeli N., Descy j.p et al., 1980 :** Pollution des eaux continentales indice sur les biocénoses aquatiques. 2<sup>e</sup> édition, *Gauthier – Villars*, paris : 345p.
- Ramade F., 2012 :** Eléments d'écologie, écologie appliqué: action de l'homme sur la biosphère : chapitre 5 la pollution des eaux continentales et océaniques. 7<sup>eme</sup> édition. *DUNOD*, paris : pp: 263-280.
- Rarahu D., Ambre V C., Marie-Estelle S., Nathalie C-L., 2008 :** Prophylaxie des poissons lagunaires en élevage Rapport final de la convention N° 7.0022 du23 mai 2007. *Ifremer* : 62p.
- Raymond J-C., 1987:** syndrome de perte des écailles sur les poissons vivant en cage à l'ADAM : pp: 164-172.
- Richard Y., Baillargeon J.P., Masse H., 2016 :** Guide de classification des anomalies externes des poissons d'eau douce du Québec. *ENSEMBLE* : 186 p.
- Rodier J et Coll., 2005 :** L'analyse de l'eau (eaux naturelles-eaux résiduaires-eau de mer).8<sup>eme</sup> édition. *DUNOD* : 1338p.
- Roberts. Ronald J., 1979 :** Pathologie du poisson .Edition *maloines .a. éditeur*. Paris: 317p.

- Sayed A.H., Younes H.A.M., 2017:** Melanomacrophage centers in *Clarias gariepinus* as an immunological biomarker for toxicity of silver nanoparticles. *Journal of Microscopy and Ultrastructure* : pp: 97-104.
- Schàperclaus P.W., 1962 :** les maladies des poissons « maladies non parasitaires » *BULLETIN FRANÇAIS DE PISCICULTURE TRENTE-CINQUIÈME ANNÉE. N°206* : pp : 5-17.
- Schàperclaus. P. W., 1962 :** les maladies des poissons *BULLETIN FRANÇAIS DE PISCICULTURE TRENTE-CINQUIÈME ANNÉE. N°205* : pp : 138-165
- Seret B., 2011 :** poissons de mer de l'ouest africain tropical. *IRD éditions.*, Marseille: 312p.
- Tacon A .G . J., 1995 :** Pathologie nutritionnelle des poissons. Signes morphologique des carences et intoxications alimentaires chez les poissons d'élevage .FAO .Rome : 77p.
- Uhland C., Mikaelian I., Martineau D., 2000:** Maladies des poissons d'eau douce du Québec. Guide de diagnostic. *Les presses de l'Université de Montréal* : 466 p.
- Van Dyk J. C., Pieterse G. M., Van Vuren J. H J., 2007:** Histological changes in the liver of *Oreochromis mossambicus* (Cichlidae) after exposure to cadmium and zinc. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 66: pp: 432–440.
- Vigier J. F., 1997 :** les pathologies des anguilles .Synthèse des connaissances sur la pathologie chez les différentes espèces du genre *Anguilla*. Editions *Quae* : 200p.
- Vigneulle M., 1986 :** 54 bactéries ichtyopathogènes en mariculture .GF.RBAM — Deuxième Colloque International de Bactériologie manne — *CNRS, Brest, 1-5 octobre 1984 IFREMER, Actes de Colloques, 3* : pp : 467-473.
- Vigneulle M., 1985:** Leaflet no. 21.bacterial kidney disease. FICHES D'IDENTIFICATION DES MALADIES ET PARASITES DES POISSONS, CRUSTACES ET MOLLUSQUES : 5p.

Vigneulle M., Bruno D. W., 2015: Bacterial kidney disease. *ICES Identification Leaflets for Diseases and of Fish and Shellfish*. Leaflet No. 21. p7.

**SITES WEB**

**ANBT:** Agence Nationale des Barrages et Transferts [http://www.soudouddzair.com/index.php?action=esmap\\_vect&table=chahidgis\\_barrage&id=66](http://www.soudouddzair.com/index.php?action=esmap_vect&table=chahidgis_barrage&id=66)

**Barrage tychi Haf** <https://google.dz/maps> .

**BDEA-Le forum 13 janvier 2013 :** <http://www.bdea.fr/t9382-perte-d-ecailles.carpio/fr>.

**FAO:** food and agriculture organization. <http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/cyprinus->

**Oued Bousellam** <https://google.dz/maps> .

**Voile de chine 10 mai 2015 :** [La perte d'écailles du poisson rouge - Voile de Chine](http://voiledechine.forumactif.org)  
voiledechine.forumactif.org > ... > MALADIES > Articles sur les maladies.

<http://elmiliadialkom.centerblog.net/85-dz-du-poisson-mort-dans-le-barrage-de-zit-el-anba-a-guelma->

<https://fr.sott.net/article/11283-Algerie-mort-mysterieuse-de-centaines-de-merous-a-Collo>

<http://ain-dzarit1911.over-blog.com/article-barrage-de-dahmouni-tiaret-algerie-mort-de-la-faune-de-la-flore-et-des-poissons-119798686.html>

<http://www.dknews-dz.com/article/2999-oran-mort-de-poissons-dans-la-zone-humide-oum-ghellaz-un-manque-doxygene-serait-a-lorigine.html>

<http://www.bejaiainfo.com/tichy-poissons-morts-decouverts-plage/>

<http://portail.cder.dz/spip.php?article5486>

<http://www.actualite-algerie.com/2016/08/11/annaba-dimportantes-quantites-de-poissons-morts-flottant-a-la-surface-de-leau/>

<https://web.facebook.com/aquaculture.dz/photos/a.201182043256859.48744.186313811410349/786827451358979/?type=1&theater>

<http://www.lematindz.net/mobile/news/21411-catastrophe-ecologique-de-loued-soummam-bejaia-ou-sont-les-responsables.html>

# *ANNEXES*

## Annexe 1 : Les paramètres d'évaluation de la pollution d'eau

Tableau I : Paramètres physico-chimiques

Paramètres	Définitions
<b>organoleptique</b>	Est un paramètre essentiel de la pollution esthétique. elle est due à la présence des substances dissoutes, des matières en suspension et des colorants d'origine chimique (sels, ferreux) et eutrophisation (Gaujous ,1995 ; Pesson <i>et al.</i> , 1980).
<b>Couleur</b>	
<b>Odeur</b>	La présence des matières organiques en décomposition est un signe de pollution qui est à l'origine des odeurs dans l'eau. Les substances sont en générales en quantité si minime quelle ne peuvent être mises en évidence par des méthodes d'analyse ordinaire (Rodier et Coll., 2005).
<b>Physiques</b>	Est un facteur écologique important du milieu qui agit sur la densité, est surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous (conductivité) (Rodier et Coll., 2005). Elévation de température peut perturber le milieu (pollution thermique), mais peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique (Gaujous, 1995).
<b>Température</b>	
<b>PH</b>	Le PH de l'eau représente son acidité ou son alcalinité. Il est lié à la nature des terrains traversés. Le ph est un élément important pour définir le caractère agressif incrustant d'une eau (Rodier et Coll., 2005).
<b>Conductivité</b>	Elle mesure la capacité d'eau à conduire le courant entre deux électrodes, elle varie selon la concentration ionique et la température d'eau, elle est importante lorsque la température augmente (Gaujous ,1995)
<b>Turbidité</b>	C'est l'inverse de la transparence d'eau, elle est caractérisé par la présence des matières en suspension (minérale ou organique), lorsque elle est élevée elle est considéré comme un signe de pollution (Gaujous ,1995).
<b>Chimiques</b>	C'est un phénomène d'auto épuration des eaux. Il représente la quantité d'oxygène nécessaire au micro organismes pour qu'ils décomposent les déchets biologiques en dioxyde de carbone, en eau et en minéraux à un temps donné (Bliefert et Perraud, 2004)
<b>Demande biochimique en oxygène (DBO)</b>	



<b>Demande chimique en oxygène (DCO)</b>	Paramètres qui donnent une indication sur les quantités des substances chimiquement oxydable présente dans l'eau. Elle traduit la quantité nécessaires pour oxydé chimiquement la matière organique (biodégradable ou non) (Bliefert et Perraud., 2004).
<b>Oxygène dissous (O<sub>2</sub>)</b>	Paramètre le plus sensible a la pollution, il nous renseigné sur le degré de la pollution et le degré d'eutrophisation d'un court d'eau (Makhoukh <i>et al.</i> , 2011).
<b>Mercure (Hg)</b>	Il existe naturellement en petites quantités, mais il peut engendrer des grandes sources des problèmes environnementaux lorsqu'il provient d'activité humaine (combustion de charbon et de pétrole, usage industrielles) (Ramade, 2012)
<b>Plomb(Pb)</b>	Il provient des rejets des usines (installations minières, usages des dérivés alkyles comme adjuvant et des carburants des moteurs automobiles), des ruissellements des eaux pluviales à la surface des terres agricoles (Ramade, 2012).
<b>Cadmium(Cd)</b>	Il existe dans la nature se forme de trace, il résulte de la combustion de carbone, pétrole et de la métallurgie des métaux non ferreux, engrais chimique et les superphosphates présente une source importante de pollution diffuse par cadmium (Ramade, 2012).
<b>Chrome(Cr)</b>	Il résulte le lessivage des terres agricoles, d'activité métalogique et d'utilisation et de fabrication de pigment et de matériaux réfractaires a base de ce métal (Ramade, 2012).
<b>Zinc(Zn)</b>	Il est à l' origine de corrosion des canalisations et des toitures, industries (métallurgies, savonneries).dosage par absorption atomique. Il provoque une toxicité aigue sur la plupart des organismes aquatiques a partir de quelque mg /l (Gaujous,1995).
<b>Cuivre(Cu)</b>	C'est un métal qui possède une teneur naturel jusqu'50 ug/l dans eau douce, il est à l' origine des traitements agricoles, industrielles corrosion des tuyaux, il provoque une altération des bronchites des poissons et aussi retarde la ponte des poissons (Gaujous, 1995).
<b>Arsenic(As)</b>	Il est à l' origine de traitement des minerais arsenicaux (cuivre), combustion des charbons ou des déchets, utilisation d'engrais phosphatés insecticides (Rodier et Coll., 2005).

<b>Chlorure (Cl<sup>-</sup>)</b>	Molécule inorganique, se trouve généralement dans la nature sous forme de potassium (KCL) et de sodium (Na Cl). il est utilisé comme indice de pollution. Ils ont une influence sur la faune et la flore aquatique. (Makhoukh <i>et al.</i> , 2011)
<b>Magnésium (Mg<sup>2+</sup>)</b>	Le magnésium est un élément indispensable a la vie joue un rôle dans la respiration et la photosynthèse, il est d'origine naturelle (dissolution des roches) ou industrielle (industries de la potasse de cellulose), la forte concentration peuvent engendrer la corrosion (Gaujous, 1995).
<b>Azote (N<sub>2</sub>)</b>	Est un composant essentiel de la matière vivant, il joue un rôle important dans la pollution, il se présente sous deux formes : minérale (nitrates, nitrites) et organique (protéines, acides aminé) (Makhoukh <i>et al.</i> , 2011).
<b>Aluminium(Al)</b>	Susceptible d'être retrouvé dans l'eau de distribution ne présente pas de caractère de toxicité pour les populations en général (Rodier et Coll., 2005).
<b>Fer (Fe)</b>	Le fer se trouve dans l'eau se forme d'hydroxyde colloïdal, au dessous d'un certain potentiel d'oxydoréductions le fer est réduit a état ferreux et solubilisé. En présence d'hydrogène sulfuré, il se forme un précipité de sulfure de fer donnant leur couleur noire (Pesson <i>et al.</i> , 1980).
<b>Nitrites (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b>	Ils sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ils disparaissent vite en milieu naturel, ils sont à l'origine industrielle (chimie colorant) (Gaujous., 1995).
<b>Nitrate(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	Le nitrate est le produit final de l'oxydation par les dérivés azotés, et représentent la forme d'azote au degré d'oxydation le plus élevé présent dans l'eau. Issus des engrais azoté, d'effluents domestique. (Makhoukh <i>et al.</i> , 2011 ; Gaujous, 1995)
<b>Soufre(S)</b>	Dans un milieu réducteur les sulfates sont transformés en sulfure ou en hydrogène sulfuré qui cause d'importantes nuisances (odeurs, corrosion toxicité) (Pesson <i>et al.</i> , 1980)
<b>Calcium (ca<sup>2+</sup>)</b>	Le calcium est généralement naturelles (dissolution des calcaires, gypses) la précipitation de calcaire dépend de la teneur en CO <sub>2</sub> et de PH. En eau douce, la productivité augmente avec la teneur en Ca, ils peuvent avoir à effet néfaste sur certains organismes (Gaujous, 1995).

<b>La dureté ou TH</b>	La dureté ou le titre hydrotimétrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques et de l'ion hydrogène. Et dans la plupart des cas elle est due aux ions calcium et magnésium (Rodier et Coll., 2005).
<b>Phosphore (p)</b>	Est un composé généralement dans l'eau et le sol, il est lié au caractère des terrains traversés et à la décomposition de la matière organique, provenant des lessives et des engrais. Il joue un rôle important dans la croissance des algues qui contribue à l'eutrophisation (Rodier et Coll., 2005).
<b>Fluor(F)</b>	C'est un composant qui ne se rencontre pas à l'état libre dans la nature la présence de fluor dans les eaux de surface lié aux rejets des unités de production d'acide phosphorique et d'engrais phosphatés et les usines d'aluminium (Rodier et Coll., 2005).
<b>Sulfates (SO<sub>4</sub>)</b>	L'Origine des sulfates peuvent être naturelles, proviennent de roches sédimentaire (gypse, la pyrite) et anthropiques issus de pétrole et l'utilisation d'engrais chimique (Gaujous., 1995).
<b>Silicates</b>	La silice est rencontrée dans l'eau, soit à l'état soluble, soit à l'état colloïdal, soit en suspension, sa faible solubilité est liée à la température, PH et la composition des minéraux.il est présenté dans les eaux des régions volcaniques, ils peuvent aussi prévenir d'un traitement des eaux (Rodier et Coll., 2005).
<b>Ammoniac</b>	Il existe dans l'eau diverse composée azoté. Une partie de ses composés et représenté par l'ammoniac sous deux formes : forme ionisé NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> et forme non ionisé NH <sub>3</sub> , les deux formes représentent l'équilibre acido-basique (Gaujous, 1995).

Tableau II : Paramètres biologiques

<b>Les coliformes fécaux (thermo-tolérants)</b>	Les coliformes fécaux présents sous-groupes des bactéries coliformes qui fermentent le lactose à $44,5 \pm 0,2$ c° sous 24 heures (FUNASA., 2013).
<b>Les Coliformes Totaux (bactéries coliformes)</b>	Ce sont des organismes bacilles gram-négatifs, aérobies ou anaérobies facultatifs, non sporulés, oxydase-négatifs, capables de développer en présence ferment le lactose. La majorité des bactéries coliformes appartiennent au genre Escherichia, Citrobacter, Klebsiella et Enterobacter (FUNASA, 2013).
<b>Streptocoques fécaux</b>	Se sont des bactéries à gram positif, sporulées, anaérobie présent sur la forme cocoïde. Leur mode de regroupement est en paires et en chainettes, il ferme les sucres (glucose)(Guiraud et Galzy ., 1980).
<b>salmonella</b>	Les salmonelles appartiennent à la famille des Enterobacteriaceae. Ces bactéries bacilles à Gram négatif, sont éliminées par les selles et peuvent contaminés les eaux (Gaujous., 1995).
<b>vibrion choléra</b>	Le vibrion sont des bactéries saprophyte font partie de la famille des vibrioaceas, sporulé, gram négatifs, très mobiles, incurvé en virgule, oxydase positif et aérobies ou anaérobies selon les espèces leur température optimale et de 20 - 30° pour les saprophytes et de 37° pour les pathogènes, il possède un métabolisme fermentatif de sucre sans production de gaz (Guiraud et Galzy., 1980).
<b>champignons</b>	Il s'agit d'organismes uni ou pluricellulaires, eucaryotes et qui dépendent pour leur nutrition carbonée de la présence de matière en décomposition. Ils vivent donc en saprophytes, parfois en symbiotiques mais aussi en parasites. Ils se propagent en diffusant des spores. Certains sont pathogènes (Bonnard, 2001).
<b>virus</b>	le virus se sont des entités particuliers qui ne possède ni noyau, ni capacité de synthèse, ce sont des parasite obligatoire d'une cellule vivante, Les virus ne sont constitués que d'une molécule d'ADN ou d'ARN entouré d'une capsid (Bonnard, 2001).
<b>parasite</b>	C'est un être vivant, animal, végétal, qui se développe aux dépens d'un autre être vivant, sans le détruire (Foin, 2005).



Annexe 2 :Tableau I : Classement des anomalies macroscopiques

Espèces	Anomalies	LT(CM)	PT(g)	DO(Cm)	PO(g)	LNC (cm)	LTE (cm)	PG (g)	PF (g)	
Rotengles	6 exophtalmies	-	-	1,4±0,12	1,11±0,20	-	-	-	-	
	6 opacités	-	-	1,44±0,08	0,98±0,13	-	-	-	-	
	2 érosions du corps	24,15±2,47	211,45±60,17	-	-	-	-	-	-	
	6 érosions des nageoires	5 dorsales	-	-	-	-	-	-	-	-
		2 caudales	-	-	-	-	3,7±0,28	-	-	-
	1 lésion du corps	24,3	200,9	-	-	-	-	-	-	
	1 hémorragie du corps	23,5	195,5	-	-	-	-	-	-	
	hémorragie des nageoires	1 pectorale	-	-	-	-	-	-	-	-
		1 dorsale	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 hémorragies de la bouche	-	-	-	-	-	5,25±0,32	-	-	
	4 hémorragies de l'anus	24,25±1,04	184,52±22,15	-	-	-	-	-	-	
	7 déformation des nageoires	3 dorsales	-	-	-	-	-	-	-	-
		3 Pectorales	-	-	-	-	-	-	-	-
		3 anales	-	-	-	-	-	-	-	-
		1 pelvienne	-	-	-	-	-	-	-	-
1 caudale		-	-	-	-	4	-	-	-	
7 Perte des écailles	24,37±1,03	218,15±44,42	-	-	-	-	-	-		
3 enrroulements des testicules	-	-	-	-	-	-	9,6±	-		



								1,55		
	1 développement inéquitable de deux parties de testicule		-	-	-	-	-	11,3	-	
	6 couleurs verts d'âtre chez testicule	4 clairs	-	-	-	-	-	10,5 3±2, 65	-	
		2 foncés	-	-	-	-	-	10,1 3±1, 85	-	
Anguilles	2 érosions du corps		38,6±3,39	104,1±25,88	-	-	-	-	-	
	1 hémorragie de nageoire pectorale		-	-	-	-	-	-	-	
	2 hémorragies de l'anus		38,6±3,39	104,1±25,88	-	-	-	-	-	
	2 déformations de la bouche		-	-	-	-	-	4,85± 0,49	-	-
	1 plaie cicatrisée		41	122,4	-	-	-	-	-	
	1 altération du couleur		36,2	85,8	-	-	-	-	-	
	2 altérations du foie		-	-	-	-	-	-	2,55 ±0,7 7	
Carpe commune	1 exophtalmie		-	-	0,9	1,1	-	-	-	
	1 érosion de la nageoire	1caudale	3,6	-	-	-	-	-	-	
	1 déformation de la nageoire	1dorsale	-	-	-	-	-	-	-	
	1 perte des écailles		24	222,3	-	-	-	-	-	
	1 hémorragie de l'anus		24	222,3	-	-	-	-	-	

	1 œdème d'une tache blanche sur le testicule	-	-	-	-	-	-	14,4	-	
Gardons	4 hémorragies des nageoires	1 pelvienne	-	-	-	-	-	-	-	
		1 anale	-	-	-	-	-	-	-	
		Pectorale	-	-	-	-	-	-	-	
		2 dorsales	-	-	-	-	-	-	-	
	4 hémorragies de la tête	-	-	-	-	-	3,84±0,92	-	-	
	4 hémorragies du corps	18,3±4,25	115,37±64,36	-	-	-	-	-	-	
	5 hémorragies de l'anus	16,34±0,90	81,68±14,78	-	-	-	-	-	-	
	2 hémorragies des yeux	-	-	0,8	0,4	-	-	-	-	
	6 pertes des écailles	19,06±4,28	126,26±65,50	-	-	-	-	-	-	
	1 érosion du corps	18,8	62,7	-	-	-	-	-	-	
	6 érosions des nageoires	1 pectorale	-	-	-	-	-	-	-	-
		1 pelvienne	-	-	-	-	-	-	-	-
		6 dorsales	-	-	-	-	-	-	-	-
		2 caudales	-	-	-	-	2,36±1,23	-	-	-
5 déformations des nageoires	1 pectorale	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1 anale	-	-	-	-	-	-	-	-	
	1 pelvienne	-	-	-	-	-	-	-	-	
	4 caudales	-	-	-	-	2,7±0,2	-	-	-	
	6 hémorragies de la tête	-	-	-	-	-	5,3±0,41	-	-	
	2 hémorragies des yeux	-	-	1	0,9	-	-	-	-	

Mulets	1 hémorragie de la nageoire anale		-	-	-	-	-	-	-
	1 Foie trouée		-	-	-	-	-	-	1,7
	14 érosions des nageoires	12 pectorales	-	-	-	-	-	-	-
		12 anales	-	-	-	-	-	-	-
		11 pelviennes	-	-	-	-	-	-	-
		14 dorsales	-	-	-	-	-	-	-
		11 caudales	-	-	-	-	3,95± 0,67	-	-
	2 déformations des nageoires	2 pectorales	-	-	-	-	-	-	-
		1 dorsale	-	-	-	-	-	-	-
		3 caudales	-	-	-	-	4,1±0, 14	-	-
Barbeaux	5 hémorragies de la tête		-	-	-	-	4,46± 0,62	-	-
	3 hémorragies des nageoires	1 pectorale	-	-	-	-	-	-	-
		2 anales	-	-	-	-	-	-	-
		2 pelviennes	-	-	-	-	-	-	-
		2 caudales	-	-	-	-	-	2,75± 0,35	-
	8 hémorragies du corps		21,47±2,5 5	171,84±53 ,90	-	-	-	-	-
	2 hémorragies de la bouche		-	-	-	-	-	3,51± 0,70	-
9 hémorragies des l'an		20,93±5,2 0	143,08±82 ,56	-	-	-	-	-	

8 hémorragies des yeux	-	-	0,68±0,0 8	0,37±0,0 7	-	-	-	-
3 lésions du corps	20,63±4,2 0	133,5±64, 11	-	-	-	-	-	-
4 lésions des nageoires caudales	-	-	-	-	3,2±0, 97	-	-	-
2 lésions de la tête	-	-	-	-	-	5	-	-
5 érosions du corps	16,66±3,0 5	97,06±67, 14	-	-	-	-	-	-
11 érosions des nageoires	3 pectorales	-	-	-	-	-	-	-
	1 anale	-	-	-	-	-	-	-
	5 dorsales	-	-	-	-	-	-	-
	9 caudales	-	-	-	-	3,4±0, 42	-	-
11 déformations des nageoires	1 pectorale	-	-	-	-	-	-	-
	2 dorsales	-	-	-	-	-	-	-
	2 pelviennes	-	-	-	-	-	-	-
	10 caudales	-	-	-	-	3,06± 0,84	-	-
5 altérations de couleurs	23,82±2,6 4	194,68±64 ,35	-	-	-	-	-	-
1 plaie cicatrisée	27,1	290,9	-	-	-	-	-	-
14 pertes des écailles	20,24±5,3 9	132,36±77 ,55	-	-	-	-	-	-
1 enroulement des écailles	24,2	171,4	-	-	-	-	-	-
1 inflammation de l'ovaire	-	-	-	-	-	-	22,2	-

**Résumé :** L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet des conditions du milieu sur la biologie des poissons d'eau douce de la région de Béjaia. Une démarche expérimentale a été suivie par un examen anatomo-histopathologique. Les résultats générés ont montré la présence de diverses altérations tant sur l'état morphologique qu'histologique. Des poissons ont manifesté des : exophtalmie, opacité, perte des écailles, altération de la couleur, hémorragies, érosions, lésions, déformations. Au niveau de leurs organes plusieurs détériorations cellulaires et tissulaires ont été notées au niveau du foie, gonades et yeux, allant de la présence d'intersexualité et des infestations parasitaires jusqu'à l'endommagement partielle ou total des tissus et des couches oculaires. Ces résultats constituent un indicateur biologique d'une dégradation de la qualité des écosystèmes prospectés.

**Mots clés :** Pollution, anatomo-histopathologie, poissons, anomalies, Béjaia.

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the effect of the conditions of the environmental conditions on the biology of freshwater fishes in the Bejaia region. An experimental approach was followed by an anatomical histopathology examination. The generated results showed the presence of various alterations both on the morphological and histological state. Fishes has demonstrated exophthalmia, opacity, loss of scales, alteration of the color, hemorrhage, erosions, injury, distortions. At the level of their organs several cellular and tissues deterioration were noted in the liver, gonads and eyes, from the presence of intersexuality and parasitic infections until the partial damage total of fabrics and ocular layers. These results constitute a biological indicator of deterioration in the quality of the ecosystems surveyed.

**Key words:** Pollution, anatomical histopathology, fishes, anomaly, Bejaia.

**ملخص :** يتمثل الهدف من هذه الدراسة في تقييم تأثير الظروف البيئية على الأحياء من أسماك المياه العذبة في منطقة بجاية. وقد أعقب النهج التجريبي فحص تشريحي-مرضي النسيجي. بحيث أسفرت النتائج عن وجود تشوهات مختلفة على الموضع المورفولوجي أو البنيوي والنسيجي على حد سواء. وقد أبدت الأسماك: جحوظ، تعتيم، فقدان الحراشف، تغيير في اللون، نزيف، تآكلات، تقرحات وتشوهات. وكما لوحظ على مستوى أعضائهم تلف في الخلايا والأنسجة في الكبد، الغدد التناسلية والعيون، وذلك انطلاقاً من وجود ثنائيي الجنس والإصابات الطفيلية حتى التلف الجزئي أو الكلي للأنسجة وطبقات العين. تشكل هذه النتائج مؤشراً بيولوجياً لتدهور نوعية النظم الإيكولوجية أو البيئية المستكشفة.

**كلمات المفتاح:** التلوث، التشريحي المرضي النسيجي، الأسماك، خلل، بجاية