

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



جامعة عمار تليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUCAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Option : Parasitologie

THEME

Les eaux douces dans l'étage bioclimatique semi-aride : rôle des sédiments, algues et poissons dans la dépollution et la bio- surveillance de l'écosystème

Préparé par :

Aouir Fatima

Devant le jury composé de :

Président : Mr .Saidi Radhwane

MCA Univ-Laghouat

Examineur : Mr .Mokhtar- Mohamed Rahmani

MAA Univ-Laghouat

Encadreur : Mr. Chaibi Rachid

MCA Univ-Laghouat

Année universitaire : 2019-2020

Résumé

Le présent travail vise à étudier la qualité des eaux des deux oueds (O. Tadjmout à Laghouat et O.Taadmit à Djelfa) et de tester d'une nouvelle méthode pour les décontaminer par l'utilisation des différents compartiments de ces derniers (sédiment, algue et le squelette de poisson).

L'évaluation de la qualité physico-chimique des eaux, nous a permis de dire que l'eau des différents sites étudiés est variée entre moyenne et bonne qualité.

L'examen microscopique de 39 poissons (*Barbus*) dont 10 mâles, 24 femelles et 5 indéterminés nous a permis d'identifier 2 genres de parasite appartenant à 2 groupes taxonomiques, 1 genre est de Plathelminthe (*Bothriocephalus sp*) et 1 genre de Némathelminthe (*Philometra sp*).

Le traitement des eaux par l'utilisation des substances biodégradables par l'adsorption donne des résultats très motivants (90%) et ceci nous a orientés de pensée et de réfléchir d'une façon stricte pour faire des études approfondies afin de réduire les coûts de traitement classique.

Mots clés : Physico-chimique, parasite, poisson, algue, sédiment, biodégradable, Oueds.

Abstract

This work aims to study the water quality of the two wads (O. Tadjmout in Laghouat and O.Taadmit in Djelfa) and to test a new method to decontaminate them by using the different compartments of these (sediment, algae and fish skeleton).

The evaluation of the physico-chemical quality of the waters, allowed us to say that the water of the different sites studied varies between medium and good quality.

The examination microscopic of 39 fish (*Barbus*) including 10 males, 24 females and 5 undetermined we identified 2 genus of parasites belonging to 2 taxonomic groups, 1 genus is Plathelminthe (*Bothriocephalus sp*) and 1 genus of Némathelminthe (*Philometra sp*).

Water treatment through the use of biodegradable substances gives very motivating results (90%) and this has guided us to think in a strict way to do through studies in order to reduce the costs of conventional treatment.

Keywords: Physico-chemical, parasite, fish, algae, sediment, biodegradable, wads.

ملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة جودة مياه واديين: وادي تاجموت بالأغواط و وادي تعضيمت بالجلفة، وتجريب طريقة جديدة لتطهيرها باستخدام مختلف الأقسام المكونة لهذه الأودية (الرواسب، الأعشاب البحرية والهياكل العظمية للأسماك). وقد سمح لنا تقييم النوعية الفيزيائية والكيميائية لمياه الموقعين بالقول بأنها مياه ذات نوعية متوسطة إلى جيدة. فحص 39 سمكة *Barbus* مجهرياً: 10 ذكور و 24 أنثى و 5 غير محددتين سمح لنا بتحديد جنسين (02) من الطفيليات التي تنتمي إلى مجموعتين تصنيفيتين، جنس واحد من *Nemathelminthe (Philometra sp)* و جنس واحد من *Plathelminthe (Bothriocephalus sp)*.

معالجة المياه من خلال استخدام المواد القابلة للتحلل الحيوي بطريقة الامتصاص أعطت نتائج محفزة جداً (90%) وهذا يقودنا للتفكير بطريقة صارمة للقيام ببحوث عميقة من أجل خفض تكاليف المعالجة التقليدية.

الكلمات المفتاحية: الفيزيوكيميائية، الطفيلي، السمك، الطحالب، الرواسب، التحلل الحيوي، الوادي.

Remerciements

Je rends d'abord grâce à Dieu le tout puissant pour m'avoir donné la santé, le courage, la force et la patience de réaliser ce modeste travail.

Elhamdelillahe

« O mon Seigneur, accroit mes connaissances. »

(Ta-Ha verset 114)

« Lis, au nom de ton Seigneur qui a crée(1)

Qui a crée l'homme d'une adhérence(2)

Lis, ton seigneur est le très noble(3)

Qui a enseigné par la plume(4)

A enseigné à l'homme ce qu'il ne savait pas(5) »

(L'adhérence verset 1-5)

Remerciements.....

☀ Mes chaleureux remerciements et ma profonde gratitude s'adresseront à Mr CHaibi Rachid ,mon promoteur, d' avoir accepté de diriger ce travail. Malgré ses nombreuses responsabilités il n'a cessé de m'apporter aide et soutien en faisant l'effort d'être toujours disponible afin de me permettre de mener à bien ce travail. Un grand merci à vous Monsieur.

☀ Je tiens à souligner mes extrême gratitude à mon mari Abdelhakim pour sa compréhension, sa gentillesse, son soutien et son aide, merci beaucoup Abdou.

Mes remerciements vont aussi :

☀ Aux membres de jury: Monsieur Saidi Radwane et Monsieur Mokhtar Rahmani tous de l'université de Laghouat. Recevez mes plus vifs remerciements pour avoir accepté de juger ce travail.

☀ A Monsieur Mechraoui Brahim :chef de service du laboratoire de l'algérienne des eaux, pour sa générosité et sa grande patience.

☀ Aux techniciens du laboratoire de génie civil et aux ingénieurs du laboratoire de département de biologie-ENS.

Enfin, j'exprime mes vifs remerciements à tous ceux qui ont porté un intérêt particulier à l'état d'avancement de mon travail en apportant leur contribution qu'elle soit matérielle ou morale.

Merci

Dédicaces



Je dédie ce modeste travail :

A mon cher mari Abdelhakim, dont l'appui et la compréhension m'ont permis de finir ce travail. Il a été une source constante d'encouragement, d'affection, de tendresse soutien et de joie.

A mes très chers enfants, Alae errahmene et Barae eddine, pour donner du goût et du sens à ma vie.

Merci d'être présents dans ma vie :

Que Dieu vous garde !

Fatima

Table des matières

Résumé	
Remerciements	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
INTRODUCTION	01
CHAPITRE I : GENERALITES	
1. Les milieux aquatiques.....	03
1.1. Organisation des milieux aquatiques.....	03
1.2. Fonctionnement des écosystèmes aquatiques.....	03
1.2.1. Flux de matière et d'énergie.....	03
1.2.2. Structure des réseaux trophiques.....	03
1.2.3. Les transferts de contaminants.....	04
1.2.3.1. La bioaccumulation.....	05
1.2.3.2. La bioconcentration.....	05
1.2.3.3. La bioamplification	05
2. Agents perturbateurs des cours d'eaux	05
2.1. Origine des polluants.....	06
2.2. Types de polluants.....	07
2.2.1. Pollution microbiologique.....	07
2.2.2. Pollution chimique.....	08
2.2.3. Pollution physique.....	08
3. Surveillance et contrôle environnemental des écosystèmes	08
3.1. Bio-indicateurs et qualité des écosystèmes aquatiques.....	09
3.2. Principaux bio-indicateurs.....	09
3.2.1. Poisson.....	09
3.2.2. Algue.....	10
4. Décontamination /Décoloration des milieux aquatiques.....	11
4.1. Définition de l'adsorption.....	12
4.2. Les colorants.....	12
4.2.1. Historique.....	12
4.2.2. Définition.....	13
4.2.3. Utilisations et applications des colorants.....	13
4.2.4. Les colorants et leurs impacts environnementaux.....	13
4.2.4.1. Aspect toxicologique.....	14
4.2.4.1.1. Toxicité sur la santé humaine.....	14
4.2.4.1.2. Toxicité sur les milieux aquatiques.....	15
4.2.4.1.3. Toxicité sur les poissons.....	15
4.2.5. Caractéristiques physico-chimiques du vert brillant et de bleu de méthylène.....	15

4.2.5.1. Le vert brillant.....	15
4.2.5.2. Le bleu de méthylène.....	16

CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

1. Présentation des zones d'étude.....	17
1.1. Les critères de choix.....	17
1.2. Situation géographique des régions d'étude.....	17
1.3. Synthèse climatique.....	18
2. Planning des sorties et échantillonnage.....	21
3. Protocoles expérimentaux.....	24
3.1. Matériel utilisé.....	24
3.2. Méthodes.....	24
3.2.1. Analyse physico-chimiques de l'eau.....	24
3.2.2. Méthode d'étude de l'ichtyofaune.....	26
3.2.2.1. Morphométrie	26
3.2.2.2. Méthodes d'étude parasitologique et épidémiologique.....	30
3.2.3. Analyses des polluants et élimination des colorants.....	31
3.2.3.1. Séchage des matériaux.....	31
3.2.3.2. Protocole expérimentale d'adsorption.....	34
3.2.3.2.1. Etude de l'adsorption du VB, du VM et du BM sur les différents adsorbants étudiés.....	35
3.2.3.2.2. Influence des facteurs sur la décoloration.....	35
3.2.3.2.2.1. Influence de la concentration initiale en colorant.....	35
3.2.3.2.2.2. Influence de la granulométrie.....	35
3.2.3.2.2.3. Influence du temps de contact.....	37
3.2.3.3. Calcul de la quantité (qe) adsorbée à l'équilibre.....	37
3.2.3.4. Détermination du taux de colorant éliminé (% élim).....	37
4. Exploitation et analyse statistique des données.....	37
4.1. Exploitation par des paramètres et des indices écologiques et biologiques.....	37
4.1.1. Paramètres écologiques.....	37
4.1.2. Analyse des aspects épidémiologiques.....	38

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

1. Qualité physicochimique de l'eau.....	41
1.1. Résultats.....	41
1.2. Discussions.....	42
1.3. Conclusion.....	48
2. Résultats de l'étude ichtyologique.....	49
2.1. Dimorphisme sexuel et relation taille poids.....	49
2.2. Age et croissance.....	50
2.3. Résultat de sex-ratio.....	51
3. Résultat d'étude de la parasitofaune.....	51
3.1. Inventaire des espèces parasites.....	51

3.2. Calcul des indices épidémiologiques.....	55
3.2.1. Evaluation des indices épidémiologique par espèce de parasite.....	55
3.2.2. Variations des indices épidémiologiques des espèces parasites en fonction du sexe.....	56
3.3. Discussion.....	58
4. Résultat d'élimination des colorants.....	59
4.1. Sélection des colorants.....	59
4.2. Influence des facteurs sur la décoloration.....	60
4.2.1. Influence de la concentration initiale en colorant.....	60
4.2.2. Influence de la granulométrie.....	61
4.2.3. Influence du temps de contact.....	62
CONCLUSION.....	63
Références bibliographiques.....	65
Annexe.....	76

Liste des figures

N	Titres	Pages
1	Réseau trophique d'un écosystème aquatique	4
2	Représentation schématique des différents types de rejets et de pollutions	6
3	Morphologie du genre <i>Barbus sp</i>	10
4	Conséquences de la bioaccumulation après déversement de substances toxiques (insecticides) dans un cours d'eau	14
5	La situation géographique des sites d'étude	18
6	Climagramme pluviométrique d'Emberger.	20
7	Prélèvement d'eau.	22
8	Collecte des algues.	22
9	Echantillonnage des poissons	23
10	Différents prélèvements	23
11	Organigramme expliquant les différentes étapes dans ce travail.	24
12	Mesure de la longueur totale	26
13	Prise de poids	27
14	les étapes de la détermination de l'âge	27
15	La corrélation entre les longueurs et les annaux des écailles.	28
16	Etapes de la dissection des poissons	29
17	Etapes de l'analyse du tube digestif	30
18	Séchage de la moelle épinière	31
19	Séchage des sédiments et des algues	31
20	Observation macroscopique des algues étudiées	32
21	Observation microscopique des différentes algues étudiées	33
22	Protocole expérimentale d'adsorption des colorants dans ce travail	34
23	Adsorption du vert brillant, du vert de malachite et du bleu de méthylène sur les différents adsorbants étudiés	36
24	Rapport entre la prévalence et l'intensité.	39
25	Variations des températures (T °C) de l'eau dans les stations prospectées	42
26	Variations du pH de l'eau dans les stations prospectées	43
27	Variations de la Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$) de l'eau dans les stations prospectées	44
28	Variations de la teneur en Nitrites (mg/l) dans les stations prospectées	46
29	Variations de la teneur en Nitrates (mg/l) dans les stations prospectées	47
30	Variations des Orthophosphates(mg/l) dans les stations prospectées	48
31	Relation taille-poids chez le <i>Barbus</i> des sites prospectés	49
32	Courbe théorique de la croissance linéaire et pondérale du genre <i>Barbus</i>	50
33	Pourcentage des mâles, femelles et indéterminés du <i>Barbus sp</i> .	51
34	Photos représentatives des différentes parties du corps chez <i>Bothriocephalus sp</i>	52-54
35	Photo du genre <i>Philometra sp</i>	55
36	Evaluation des indices épidémiologique par espèce de parasite	56
37	Valeurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> dans Oued Taadmit	57
38	Valaurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des <i>Barbus sp</i> dans l'Oued Tadjmout	58
39	Rendement d'élimination du VB, du VM et du BM sur les différents adsorbants étudiés.	59
40	Influence de la concentration initiale en colorant sur le taux de décoloration à l'équilibre	60
41	Influence de la granulométrie des matériaux sur l'adsorption des colorants	61
42	Influence du temps sur l'adsorption des colorants	62

Liste des tableaux

N	Titre	Pages
1	Les analyses réalisées dans ce travail	21
2	Appareillages et méthodes d'analyse et de mesures des différents paramètres physico-chimiques de l'eau.	25
3	Variations des paramètres physicochimiques de l'eau dans l'oued Tadjmout et ceux de Taadmit	41
4	Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée	44
5	Systématique des différentes espèces de parasites récoltés	51
6	Evaluation des indices épidémiologique par espèce de parasite	55
7	Variations des paramètres parasitaires en fonction de sexe	56
Annexes		
1	Comparaison des technologies de dépollution des effluents textiles en fonction des avantages et des inconvénients.	76
2	Les principales caractéristiques physico-chimiques du vert brillant	77
3	Les principales caractéristiques physico-chimiques du bleu de méthylène.	78
4	Les caractéristiques typologiques des sites d'études.	78
5	Matériels utilisé dans cette étude	79
6	Résultat des analyses chimiques de l'eau des sites prospectés	83
7	Résultats de l'étude ichtyologique	84

Liste des abréviations

ADE Algérienne des eaux.

C₁₆H₁₈N₃ClS Bleu de méthylène

L Longueur total.

Cm Centimètre.

λ_{max} Longueur d'onde maximale (nm).

μm Micromètre.

μs Micro siemens

Cond Conductivité électrique.

g Gramme.

mg Milligramme.

MES Matières en suspension.

L litre.

ML Millilitre.

NO₂⁻ Nitrites.

NO₃⁻ Nitrates.

PH Potentiel Hydrogène.

PO₄⁻³ Ortho-phosphate.

PT Poids total.

Q_e Quantité du colorant adsorbée à l'équilibre (mg/g).

t Temps (min).

V Volume de la solution .

C₂₇H₃₄N₂O₄S Vert brillant.

C₂₃H₂₅N₂ Vert de malachite.

W Masse totale.

ω Vitesse d'agitation (tr/min).



INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les questions environnementales constituent aujourd'hui des défis majeurs pour la survie de l'humanité. Les récents bouleversements climatiques à travers le monde avec leurs corollaires de destructions des biens matériels et même de perte en vie humaine ont contribué à renforcer la recherche sur la conservation de l'équilibre des écosystèmes. Les écosystèmes aquatiques, précisément ceux continentaux, font l'objet d'un intérêt particulier à travers de nombreuses conventions inter-états (**Dermel et Medjdoub, 2014**).

L'eau est un élément vital, indispensable, sans elle il n'y aurait aucune vie possible sur terre. Elle a toujours guidée le déplacement des populations à proximité des ressources en eau, elle est le berceau des civilisations. En effet la majorité des activités industrielles utilisent de grandes quantités d'eau et déversent dans l'écosystème des quantités importantes d'eaux usées. La croissance démographique conjuguée avec le développement économique et industriel font en sorte que la demande en eau ne cesse d'augmenter et donc sa pollution (**Dermel et Medjdoub, 2014**).

La pollution des eaux par des matières diverses, organiques ou nom : colorants, métaux lourds et d'autres substances toxiques est un problème mondial et un réel danger pour la flore et la faune aquatiques et cause de sérieux problèmes à l'humanité. Ces polluants sont susceptibles de se concentrer chez les organismes vivants à des niveaux parfois supérieurs à leurs taux dans le biotope (eau et sédiment) et peuvent donc entraîner des problèmes d'ordre écologique, sanitaire et économique. La réduction de la teneur de ces micropolluants toxiques est extrêmement importante en termes de protection des milieux naturels et d'amélioration de la qualité des eaux.

La présence de colorants dans les eaux est une préoccupation majeure pour des raisons toxicologiques et esthétiques. La production mondiale des colorants est estimée à plus de 800 000 t.an-1 (**Ben Mansour et al ,2011**). Les industries telles que le textile, le cuir, le papier, les plastiques utilisent et consomment d'importantes quantités d'eau pour colorer leurs produits. Cela a généré d'importantes quantités d'eaux usées et colorés. La présence même de très petites quantités de certains colorants dans l'eau est visible et indésirable.

Dans l'eau beaucoup de colorants sont stables et difficilement biodégradables (**Forgacs et al, 2004 ; Rai et al, 2005**).

En conséquence, le traitement des effluents contenant ce colorant s'impose. Au cours de ces trois dernières décennies, plusieurs méthodes biologiques, physiques et chimiques ont été rapportées pour la décoloration des eaux usées; quelques-uns, cependant, ont été acceptés par certaines industries.

Parmi les nombreuses techniques d'élimination de colorant. La technique de l'adsorption est la méthode la plus favorable pour l'élimination des colorants est devenue une méthode analytique de choix, très efficace et simple dans son utilisation (**Ahmed et Dhedan, 2012**). Le principe du traitement par adsorption est de piéger les colorants par un matériau solide appelé adsorbant. C'est dans cette optique que le thème de ce mémoire a été proposé, afin d'évaluer les capacités d'adsorption des os des poissons et des deux compartiments des eaux douces.

Dans le cadre d'une perspective de bio surveillance des cours d'eau de notre région (Laghouat et Djelfa), nous avons adopté un protocole complémentaire de bio-indication et de bio-traitement (ce deuxième plan sera testé pour la première fois dans notre région et en Algérie. cette présente étude vise à la fois:

- caractérisation typologique, physicochimique et biologique de deux cours d'eau de notre région; Oued Tadjmout et Oued Taadmit
- d'utilisé le poisson, les parasites et les algues comme des bio-indicateurs de la qualité et la bonne santé de l'écosystème
- de tester pour la première fois l'efficacité des os de squelette de poisson, le sédiment et les algues comme un moyen de décoloration et d'élimination des colorants des milieux aquatiques

Notre mémoire est subdivisé en deux grandes parties : une partie généralité qui rassemble des données théoriques sur les milieux aquatiques et les agents qui perturbent leur équilibre ainsi que les bio-indicateurs et leurs utilisations pour la surveillance de la qualité de ces écosystèmes. Une partie pratique qui est partagée en deux chapitres : matériels et méthodes puis résultats et discussion .Enfin, le mémoire se termine par une conclusion et une liste de références bibliographiques.



CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Les milieux aquatiques

1.1. Organisation des milieux aquatiques

Les écosystèmes aquatiques ont donné naissance à la Vie il y a près de 4 milliards d'années. Ils sont caractérisés par la présence d'un fluide beaucoup plus dense et visqueux que l'air. On a l'habitude de séparer les écosystèmes aquatiques en continentaux (eaux douces, rivières, fleuves, lacs, réservoirs...), lagunaires et côtiers, incluant les estuaires, les lagunes, les marais littoraux..., et en marins, rassemblant tous les milieux salés, de la côte au grand large. Ces écosystèmes fournissent des éléments nutritionnels, des substances à haute valeur ajoutée pour des médicaments, produits cosmétiques, des sondes moléculaires ou encore à offrir des modèles plus simples et originaux pour la recherche fondamentale et finalisée, afin de résoudre des questions agronomiques ou biomédicales.

1.2. Fonctionnement des écosystèmes aquatiques

1.2.1. Flux de matière et d'énergie

Les transferts d'énergie et de matière dans les écosystèmes s'effectuent via les chaînes alimentaires d'une façon univoque dans le sens des producteurs primaires, organismes autotrophes, vers les consommateurs et vers les décomposeurs. Ces trois catégories d'organismes constituent, au plan écologique, les trois règnes fonctionnels des écosystèmes naturels (**Ramade, 1998**). Dans les écosystèmes aquatiques, le flux d'énergie entrant est constitué principalement par le rayonnement solaire qui permet aux producteurs primaires (phytoplancton et macrophytes aquatiques) de convertir les minéraux dissous dans l'eau en matière organique et, donc, en énergie biochimique (**Ramade, 1998**). Cette énergie est ensuite incorporée dans les chaînes alimentaires constituées de guildes trophiques rassemblant des organismes aquatiques à la base de la nature des proies consommées (planctophages insectivores, piscivores) et/ou du mode de consommation (filtreurs, broyeurs, collecteurs) (**Lévêque, 2001**). Enfin, les microorganismes (bactéries et champignons) présents dans les eaux et les sédiments décomposent et minéralisent la matière organique après la mort des organismes.

1.2.2. Structure des réseaux trophiques

La biocénose des écosystèmes aquatiques est très diverse puisque, au sein d'un même écosystème, différentes zones de peuplement apparaissent en lieu étroit avec les conditions physiques du milieu (la profondeur et la luminosité dans les lacs, le courant dans les cours d'eau). D'une manière générale, le développement des êtres vivants est dépendant de la croissance des végétaux qui, grâce à la photosynthèse, peuvent produire leur matière organique à partir des matières minérales du milieu et du CO₂ atmosphérique en utilisant

l'énergie lumineuse. Les microalgues ou phytoplancton appartiennent à ce groupe des producteurs primaires et servent de nourriture aux herbivores (le zooplancton) qui alimentent à leur tour les carnivores. Une telle chaîne trophique peut s'illustrer sous forme de la pyramide écologique de la figure 1.

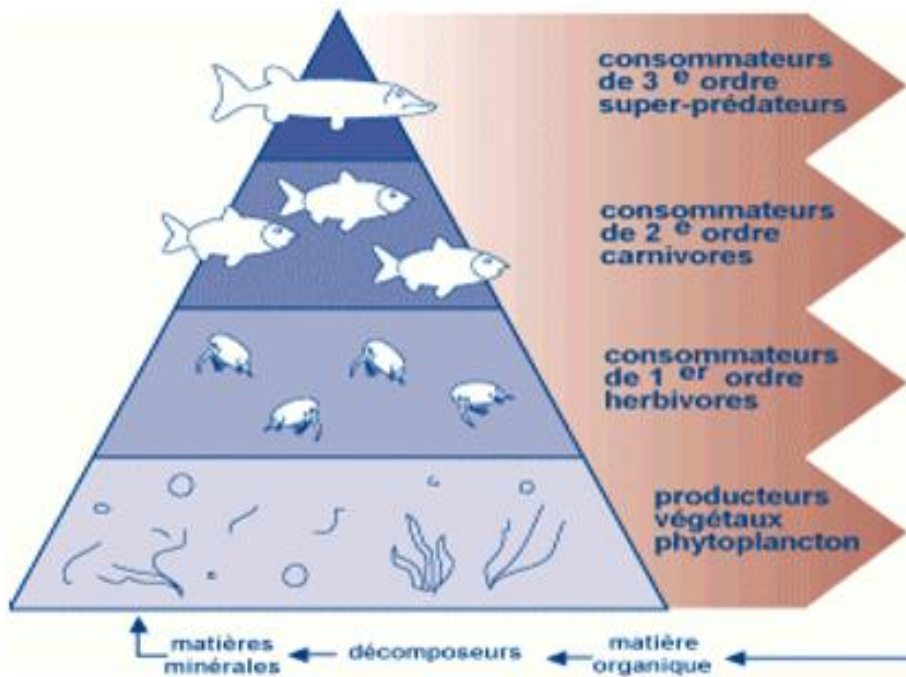


Figure 1: Réseau trophique d'un écosystème aquatique (Perrodin, 2011).

Les populations denses de micro biote et les petits animaux habitants la couche de surface aquatique sont la base d'une chaîne alimentaire vaste. (Hardy, 1991). Les matières toxiques peuvent s'accumuler dans les sédiments et affecter les organismes qui y vivent, peuvent s'accumuler en suite dans les poissons qui s'en nourrissent ; donc remonter dans les niveaux trophiques et causer des problèmes le long de la chaîne alimentaire (Nsikak, 2008). L'accumulation des produits chimiques dans les tissus par les organismes détritiques peut en principe endommager les processus des sols et la biodiversité locale indirectement si leurs activités et leurs démographies sont compromises, et directement si les résidus sont transférés par lombrics aux organismes occupants différents niveaux trophiques (Morgan et al, 2001).

1.2.3. Les transferts de contaminants

En réalité la contamination de l'écosystème aquatique ne se limite pas à la zone située à proximité de la source polluante mais touche également par le biais des échanges inter compartimentaux (eau, sédiment, faune et flore).

1.2.3.1. La bioaccumulation

Est le processus par lequel un organisme vivant absorbe une substance à une vitesse plus grande que celle avec laquelle il l'excrète ou la métabolise. Elle désigne la somme des absorptions d'un élément par voie directe, alimentaire, par les espèces animales aquatiques (**Ramade, 1992**).

1.2.3.2. La bioconcentration

La bioconcentration est un cas particulier de bioaccumulation, elle est définie comme le processus par lequel une substance ou un élément se trouve présent dans un organisme vivant, à une concentration supérieure à celle de son milieu environnant. C'est donc l'accroissement direct de la concentration d'un contaminant lorsqu'il passe de l'eau à un organisme aquatique, le facteur de concentration FC est défini comme une constante issue du rapport de la concentration d'un élément dans un organisme en état d'équilibre à sa concentration dans le biotope (**Ramade, 1992**).

1.2.3.3. La bioamplification

La bioamplification est une concentration d'un toxique après consommation de plus petits organismes de la chaîne par le plus grand; il s'agit dans ce cas de la possibilité pour un toxique d'être cumulé dans la chaîne trophique, si le toxique n'est pas dégradé ou éliminé, il risque de s'accumuler de plus en plus au niveau de chaque maillon de la chaîne alimentaire (**Boutiba, 2004**).

Donc, la bioaccumulation se déroule en deux temps :

- la bioaccumulation par l'individu, ou bioconcentration,
- la bioaccumulation entre individus, ou bioamplification.

2. Agents perturbateurs des cours d'eaux

Les milieux aquatiques sont susceptibles d'être affectés par un éventail très large de polluants qui peuvent être classés selon leur origine, leur nature et leur capacité à persister dans le milieu.

La pollution résulte de l'ajout, dans un écosystème, d'une substance qui perturbe l'équilibre. S'agissant des eaux, la pollution se caractérise par le déversement, l'écoulement, les rejets directs ou indirects de matières de toute nature et, plus généralement tout phénomène susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques qu'il s'agisse d'eaux superficielles, souterraines ou des eaux de mer (**Faurie et al, 2003**).

2.1. Origine des polluants

Selon Edwards et al (2000), Les rejets polluants présentent principalement trois origines distinctes : Domestique y compris urbaine, agricole et industrielle, avec ou sans traitement en station d'épuration avant rejet dans le milieu naturel. Du fait de ces différentes sources d'effluents polluants, les composés susceptibles de parvenir au milieu naturel sont très variés (Fig 2).

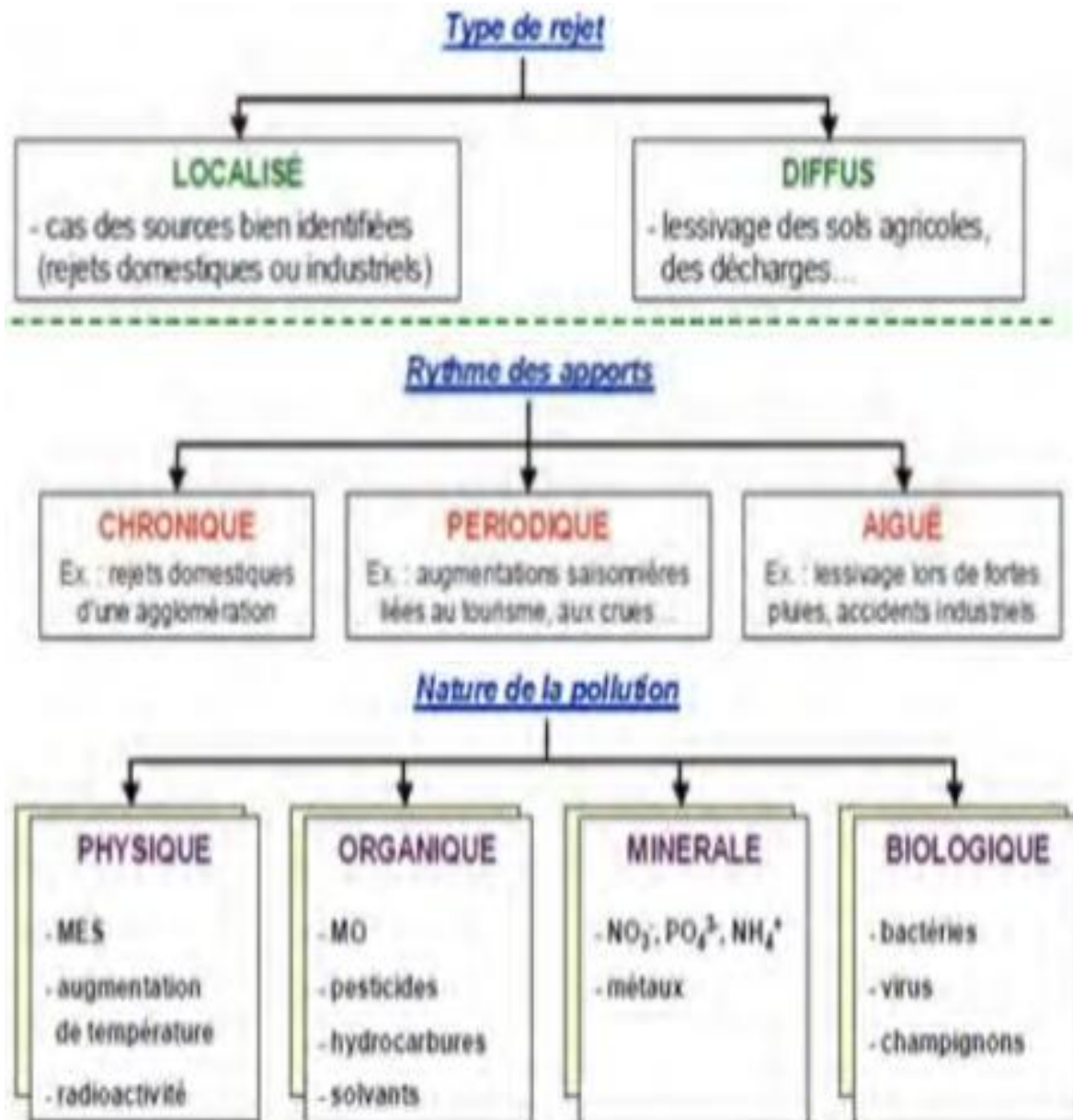


Figure 2: Représentation schématique des différents types de rejets et de pollutions (Edwards et al ,2000)

Les eaux usées domestiques sont caractérisées par de fortes teneurs en matières organiques, en composés minéraux tels que NH_4^+ et PO_4^{3-} , en détergents et en germes fécaux. En milieu urbain, les eaux pluviales qui ruissellent se chargent de matières minérales en suspension, d'hydrocarbures et de divers détritiques solides.

La pollution d'origine agricole résulte des effluents d'élevage et de l'emploi de pesticides et d'engrais organiques ou minéraux pour la fertilisation des terres. Ces composés peuvent être lessivés lors des précipitations et entraînés vers les milieux aquatiques. La pollution industrielle est très diversifiée. Selon le type d'activité concerné, les rejets peuvent être composés de matières organiques, d'hydrocarbures, et de diverses substances chimiques.

Les polluants toxiques affectent les organismes, alors que les polluants trophiques affectent le fonctionnement de l'écosystème.

2.2. Types de polluants

2.2.1. La pollution microbiologique

La pollution microbiologique résulte de la présence dans l'eau de microorganismes qui sont véhiculés par l'eau et sont responsables de beaucoup de maladies hydriques (**Belhaj, 2001**). Les micro-organismes se nourrissent de matière organiques et ils consomment l'oxygène dissous contenu dans l'eau. C'est ainsi qu'un excès de matières organiques implique une désoxygénation de l'eau et provoque la mort de poissons par asphyxie. La quantification de la quantité des matières organiques se fait essentiellement par la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et par la Demande Biochimique en Oxygène (DBO). La matière organique peut être à l'état libre ou en association plus ou moins étroite avec les constituants minéraux. Une grande quantité de matière organique est généralement accumulée dans les sédiments anaérobies. C'est une composante essentielle du sédiment en raison de son rôle trophique vis-à-vis du compartiment microbien et de son rôle d'adsorption des contaminants. Elle est donc importante dans le contrôle de la biodisponibilité des polluants (**Neto, 2007**). L'eau peut être un milieu favorable aux développements des bactéries (*Vibrionacea, Enterobacteriaceae, ...etc*) et virus (Virus de la poliomyélite, Virus de l'hépatite A, etc) nuisibles à la santé humaine des populations qui l'utilisent pour leurs besoins. Les parasites sont eux aussi la cause de plusieurs autres maladies (Ascaridiose, Fasciolose, Ankylostomose....etc) (**Camara, 2017**).

2.2.2. Pollution chimique

➤ Pollution par les matières azotées et phosphatées

Selon leur forme, ces matières ont des effets différents. L'azote organique contribue à la désoxygénation de l'eau. L'azote ammoniacal est gênant pour la fabrication d'eau potable et génère danger pour les poissons. L'azote nitrique amène une surproduction d'algues avec des inconvénients écologiques et esthétiques très graves. Les phosphates favorisent la prolifération d'algues et contribuent à la surproduction de végétaux, aux mauvaises odeurs, et aux mortalités piscicoles (**Chagner, 2013**).

➤ Pollution par les métaux et métalloïdes

Les éléments métalliques sont présents normalement à des faibles teneurs dans les sols, les sédiments, les eaux de surface et les organismes vivants (**Holmstrom et al, 2000**). Ce qui constitue le fond géochimique d'un certain environnement, ils peuvent être répartis selon deux grandes catégories.

- La première réunit tous les éléments présents à l'état de trace mais indispensables à la vie des organismes. Ils sont rassemblés sous le terme d'oligo-éléments (Cu, Zn, Co, Fe, Mn, Ni, V, Mo, Se, Sn) (**SEC, 2012**).

- La deuxième catégorie regroupe tous les éléments inutiles à la vie des organismes vivants dans les milieux aquatiques, ces éléments sont des micropolluants. Ils entraînent des nuisances même s'ils sont rejetés en quantités très faibles, à cause de l'existence du phénomène de bioaccumulation (**Holmstrom et al, 2000**).

2.2.3. Pollution physique

La pollution physique est liée aux facteurs influents sur l'état physique de l'eau tels que la température, le pH, la conductivité électrique, le solide totale dissous (TDS), la présence des particules ou mousses, radioactivité et le changement de l'effet réfractaire de l'eau.

3. Surveillance et contrôle environnemental des écosystèmes

La préservation de la qualité de l'eau est un enjeu très important sur les plans environnemental, économique et sociopolitique. Le suivi environnemental des écosystèmes aquatiques revêt donc une grande importance. Pour ce faire, il est crucial d'utiliser des indicateurs environnementaux fiables et adéquats. Le principal avantage des indicateurs biologiques réside dans le qu'ils permettent d'évaluer les impacts des différentes perturbations spatiotemporels sur la faune et la flore aquatique puisqu'ils « reflètent le temps total d'exposition au polluant, contrairement aux indicateurs physico-chimiques qui prennent les valeurs des paramètres de façon instantanée et localisée » (**Benoit-Chabot, 2014 ;Markert et al,2003**).

La bio-indication réfère donc à un processus d'analyse de divers indicateurs biologiques qui s'inscrit dans la bio-surveillance et l'évaluation de la qualité des écosystèmes (EPA, 2002)

3.1. Bio-indicateur et qualité des écosystèmes aquatiques

Selon la définition de **Banaru et perez (2010)**, reprise par plusieurs auteurs, un bio-indicateur est un « organisme ou ensemble d'organismes qui, par référence à des variations biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permet, de façon pratique et sûre de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un éco complexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modification, naturelles ou provoquées ».

3.2. Principaux bio-indicateurs

Selon **Benoit-Chabot (2014)**, il existe sept (07) catégories principales de bio-indicateurs utilisés dans le domaine de la bio-indication, soit les macro-invertébrés benthiques, les poissons, les algues, les zooplanctons, les macrophytes, les bactéries et les oiseaux.

3.2.1. Poisson

Les poissons sont largement utilisés dans la détection de contamination aquatique chimique (**Burger, 2006 ; Adams, 2002 ; Azevedo et al, 2009**), sont nettement plus utilisés pour décrire l'état des écosystèmes d'eau douce, en particulier les rivières et les lacs, que celui des écosystèmes marins (**USEPA, 2008 ; Mansouri et Khenache, 2016**). Ils sont présent dans la grande majorité des milieux aquatiques et jouent un rôle clé à plusieurs niveaux de la chaîne trophique, des consommateurs primaires aux carnassiers (**Valade, 2010**). Enfin, en plus de l'importance économique et récréative des espèces visées par les activités de pêche, le grand public leur attribue une valeur patrimoniale et esthétique, un élément non négligeable pour la reconnaissance de l'importance des activité de suivi environnemental (**Vindimian et Garric, 1993**).

Le genre *Barbus*, objet de cette étude, a un corps allongé, la tête est massive, la bouche est bordée d'épaisse lèvres et portent 4 barbillons sur la lèvre supérieure. Nageoire caudale à bord postérieure très échancré. Le plus long rayon de la nageoire dorsale est ossifié, avec le bord supérieur dentelé. La nageoire dorsale et la nageoire anale sont courtes. 55-65 écailles le long de la ligne latérale. Dos brun-noir, flancs dorés, ventre blanchâtre, nageoires gris orangés. Longueur totale : 30 à 50 cm jusqu'à 90 cm. Poids : 1-3 Kg jusqu'à 8,5 Kg. Le dimorphisme sexuel se caractérise par une taille plus importante chez les femelles adultes que chez les males (**Gana, 2014**) (Fig 3).



Figure 3 : Morphologie du genre *Barbus sp* (photo originale, 2020).

Le Barbeau habite les cours d'eau à fond caillouteux-graveleux ou l'eau est fraîche et bien oxygénée (Spillman, 1961 ; Persat et Berrebi, 1990). Il se nourrit essentiellement de la faune et de la flore : vers, mollusque, larve d'insectes, écrevisses, œufs et alevin d'autre poisson (Muus et Dahlstrom, 1968). Sa reproduction a lieu au cours des mois de mai à juillet. La femelle dépose de 3000 à 5000 œufs qui adhèrent au gravier et à la pierre. Leur développement s'effectue en 10-15 jours d'après le (Spillman, 1961 ; Muus et Dahlstrom, 1968).

3.2.2. Algues

Ils sont définies comme étant des organismes photosynthétiques simples, typiquement autotrophes qui assurent 45% de la production végétale (Leclercq, 2009), pluri ou unicellulaires et sont considérées comme source de vie puisqu'elles y produisent de la matière organique et de l'oxygène (Bouguenoune et Amirat, 2018 ; Snoussi et Chibani, 2018). Elles sont essentiellement aquatiques dans les eaux douces ou marines, et certaines vivent sur la neige ou la glace des régions polaires et des hautes montagnes. D'autres au contraire supportent dans les eaux des sources thermales des températures élevées (algues thermophiles) (Snoussi et Chibani, 2018). Elles comprennent 20 000 à 30 000 espèces dans le monde, soit 18% du règne végétal (Ramade, 2002).

Une cellule algale est composée par une paroi partiellement cellulosique, un petit noyau et des plastes pigmentés qui confèrent au thalle de l'algue sa couleur rouge relative aux algues rouges, une pigmentation jaune relative aux algues brunes, les algues vertes à pigmentation verte et les organismes procaryotes à savoir les bactéries bleues ou cyanobactéries communément appelées algues bleues (Zehlila, 2017).

-Les algues marines sont utilisées dans le monde depuis des millénaires par les populations littorales pour leurs hautes valeurs nutritives, ils constituent aujourd'hui un enjeu majeur de développement économique. C'est devenu une application de routine dans certains pays en

tant que complément en alimentation animale, plus particulièrement en alimentation des ruminants (**Zitouni, 2015**).

-En industrie agroalimentaire: les principales substances extraites d'algues de la famille des agars, des carraghénanes et des alginates ayant des propriétés gélifiante et stabilisante intéressent de nombreux secteurs industriels (**Borvon, 2007**).

- En pharmaceutique et en cosmétique: de nombreuses spécialités pharmaceutiques intègrent dans leur formulation des colloïdes algaux comme excipients (sirops, enrobage des pilules et dragées) (**Person, 2010**). Les extraits d'algues présentent également des propriétés anti-UV et anti- oxydantes qui sont utilisés dans différentes crèmes pour la peau (**Poirier, 2012**).

-En agriculture et en alimentation: les algues sont utilisées directement sur les sols pour les enrichir en sels minéraux, ou utilisées en extraits comme bio engrais (**Dabouineau, 2004**).

- En bio indication: Grace à leur taux de reproduction élevé et à leur cycle de vie très court, les algues intègrent rapidement les changements environnementaux, ce qui en fait de bons bio-indicateurs de contrôle de la pollution et de traitement des eaux usées (**Philips, 1997**).

- Autres utilisations: les algues sont utilisées dans différents domaines: fabrication des colles, peintures, isolants thermiques et biocarburants (**EPA ,2012 ; Benoit-Chabot, 2014 ; Bastide, 2006**).

4. Décontamination /Décoloration des milieux aquatiques

Les colorants, présents dans les rejets et les eaux usées représentent un véritable danger pour l'homme et son environnement, en raison de leur stabilité et de leur faible biodégradabilité due à leur structure moléculaire aromatique (**Ravikumark, 2005**). L'adsorption est un phénomène d'interface pouvant se manifester entre la surface d'un solide et les molécules du milieu environnant. Ce phénomène est utilisé pour retenir les molécules indésirables existantes dans un fluide ou encore pour récupérer les éléments précieux tels que l'or soluble dans un liquide (**Elabed, 2007**).

Différentes techniques de dépollution des eaux usées chargées de colorants ont été développées (Tab1, annexe), cependant les procédés physico-chimiques tels que la coagulation, la floculation, la filtration membranaire et l'adsorption sur certains matériaux sont les plus employés.

Généralement, l'utilisation du charbon actif dans le processus d'adsorption est très sollicitée, à cause de sa capacité élevée d'adsorption et sa grande surface spécifique, mais ce procédé est très coûteux (**Tsai et al, 2005 ; Weng et al ,2007 et Derafa ,2014**) .

Pour cette raison, une grande attention a été focalisée par la suite sur l'utilisation de nouveaux adsorbants à base de matériaux naturels abondants plus respectueux de l'environnement tels que les argiles (**Hamouda et al ,2007**) , la zéolithe (**Reungoat ,2007**) les grignons d'olive(**Pagnanelli et al,2003**) ,le son de blé(**Farajzadeh et Monji,2004**) ,et la sciure de bois(**Naiya et al,2009**) .

Le travail présenté dans ce chapitre, a pour objectif principal de valoriser deux matériaux naturels très abondants dans les cours d'eau algériennes: une algue et un poisson (*Barbus*), leur application dans le domaine de l'adsorption des colorants cationiques largement utilisés dans l'industrie (le vert brillant VB et le bleu de méthylène BM). Nous avons évalué l'influence des paramètres suivants sur l'adsorption de colorant : le type du colorant, la granulométrie, la concentration des solutions de colorant et le temps de contact.

4.1. Définition de l'adsorption

L'adsorption est une technique prometteuse due à la facilité d'emploi et au faible coût comparée à d'autres applications dans le processus de traitement des composés biorécalcitrants tels que les colorants acides, particulièrement si l'adsorbant est peu coûteux et aisément disponible (**Yeddou et al, 2012**).

L'adsorption peut être aussi définie comme étant le phénomène de fixation des atomes ou des molécules sur la surface du solide. Elle permet d'extraire un soluté d'un solvant liquide ou gazeux. L'adsorption est due à des sites chargés sur la surface de l'adsorbant, La capacité d'adsorption est directement liée au nombre de ces sites par unité de surface (**Derafa,2014**). Les interactions de surface entre l'adsorbant et l'adsorbat dépendent fortement de la nature chimique des constituants mis en jeu. Les quantités adsorbées quant à elles, dépendent non seulement de la surface des matériaux, mais également de la température et de la concentration (**Compe, 2004**).

4.2. Les colorants

4.2.1. Historique

L'évolution de l'industrie des colorants a été étroitement liée à la découverte de la mauvéine (aniline, colorant basique) par William Henry Perkin en 1856 et de la fuchsine par Verguin en 1858. Aujourd'hui il y a plus de 10000 colorants, ce nombre important a nécessité l'établissement d'un système de classification, un index des colorants en anglais a été mis au point par la « society of dyers and colorists » et par l' «American Association of textile chemists and colorists» noté (colour Index C.I.), qui décrit les caractéristiques essentielles de chaque colorant ainsi qu'une description des principaux domaines d'utilisation (**Perrin et Pierre ,1999**).

4.2.2. Définition

Les matières colorantes sont un assemblage de groupes chromophores, auxochromes et de structures aromatiques conjuguées (cycles benzéniques, anthracène, perylène, etc.). Ces groupements sont capables de transformer la lumière blanche dans le spectre visible de 380 à 750 nm, en lumière colorée par réflexion sur un corps, ou par transmission ou diffusion (Perrin et Pierre, 1999).

4.2.3. Utilisations et applications des colorants (Crepy, 2004)

- Dans l'industrie :
- Textile : de la fourrure, du cuir (textile à usage vestimentaire) ;
- Des matières plastiques (pigments);
- Du bâtiment : peintures (pigments);
- Pharmaceutique (colorants) ;
- Des cosmétiques;
- Agroalimentaire (colorants alimentaires);
- De l'imprimerie (encre, papier).

4.2.4. Les colorants et leurs impacts environnementaux

Beaucoup de colorants sont visibles dans l'eau même à de très faibles concentrations ($< 1\text{mg.L}^{-1}$). Le rejet des eaux résiduaires dans l'écosystème est une source dramatique de pollution, d'eutrophisation et de perturbation non esthétique dans la vie aquatique et par conséquent, présente un danger potentiel de bioaccumulation (Fig 4) qui peut affecter l'homme par transport à travers la chaîne alimentaire.

Beaucoup d'études ont montré que ces composés chimiques présentaient des effets cancérogènes pour l'homme et l'animal (Pagnanelli et al, 2003). Leur toxicité est en fait due à la teneur en groupements cancérogènes qui causent une altération du code génétique avec mutation et risque de cancer (Rehman et al. 2013).

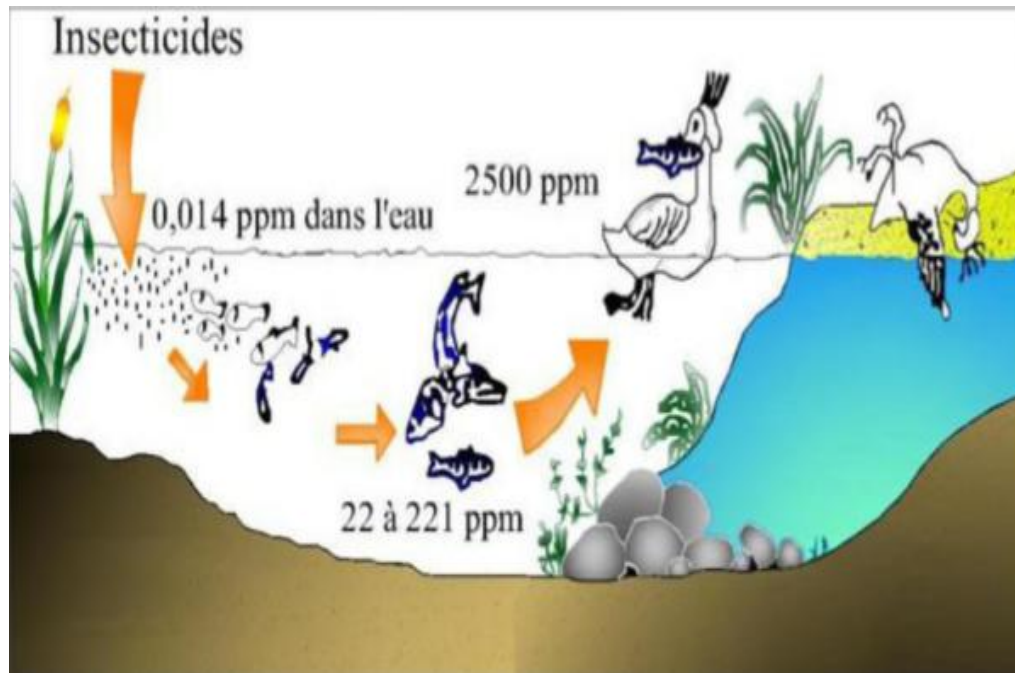


Figure 4: Conséquences de la bioaccumulation après déversement de substances toxiques (insecticides) dans un cours d'eau (Servais, 1999).

4.2.4.1. Aspect toxicologique

Les colorants sont des composés difficilement biodégradables par les microorganismes, ils sont toxiques et nocifs pour l'homme et les animaux.

4.2.4.1.1. Toxicité sur la santé humaine

Plusieurs travaux de recherche sur les effets toxiques des colorants sur la santé humaine ont été développés (Abouzaid, 2001). En effet, des chercheurs ont montré que :

- les colorants aminés sont souvent aptes à provoquer des irritations de la peau et des dermatites (eczéma et ulcération).
- Des réactions allergiques, asthme ont été observés chez les ouvriers d'usine de fabrication des colorants
- Certains colorants entraînent des risques cancérigènes, des tumeurs urinaires et plus spécialement les tumeurs bénignes et malignes de la vessie (Desoille et al, 1987).
- Les colorants à base tartrazine développent des réactions adverses comme le prurit, l'œdème, l'urticaire et la rhinite.
- Les colorants azoïques sont aussi responsables d'apparition de l'hépatomes chez l'homme (Hansser, 1984).

- Les colorants métallifères peuvent causer des dégâts sur les réseaux d'assainissement et des perturbations des traitements biologiques dans les stations d'épuration à cause de leur toxicité élevée (Norseth, 1981).

4.2.4.1.2. Toxicité sur les milieux aquatiques

Un certain nombre de colorants présente un caractère toxique sur le milieu aquatique provoquant la destruction directe des communautés y vivant (Asfour, 1985), Cette toxicité, pourrait être liée à la diminution de l'oxygène dissout dans ces milieux. Par ailleurs, Leur très faible biodégradabilité, due à leur poids moléculaire élevé et à leurs structures complexes, confère à ces composés un caractère toxique pouvant être élevé ou faible (Rais et Rajeev, 2010). Le bleu de méthylène est toxique pour les algues et les petits crustacés à partir des concentrations de 0,1 mg/l et 2 mg/l respectivement (Meink et al, 1977). La fuchsine, en concentration supérieure à 1mg/L, exerce un effet de ralentissement sur l'activité vitale des algues (Brinmann et Kuhn, 1959). Les colorants cationiques (ou basiques) sont généralement très toxiques et résistent à toute oxydation. En effet, d'autres études ont montrés que le colorant cationique (sandocryl orange) est très toxique pour les micro-organismes. Les rejets des usines de teinturerie et de textile sont à l'origine de diverses pollutions telles que : l'augmentation de la DBO5 et de la DCO, diminuant la capacité de réaération des cours d'eau et retardant l'activité de photosynthèse (Poots et al, 1978).

4.2.4.1.3. Toxicité sur les poissons

Le poisson est un très bon modèle de l'essai de toxicité, non seulement parce qu'il est un bon indicateur des conditions générales des eaux, mais aussi parce qu'il est une source d'alimentation importante pour l'homme. Ainsi, l'analyse des données disponibles de la toxicité, par rapport au poisson, sur plus de 3000 produits commercialisés par des firmes membres de l'association des colorants indique qu'environ 98% ont des valeurs de concentration létale CL50 supérieures à 1 mg/L. Les 2% restants se décomposent sur 27 structures chimiques différentes y compris 16 colorants basiques parmi lesquels 10 sont de type triphénylméthane (Tooby et al, 1958).

4.2.5. Caractéristiques physico-chimiques du vert brillant et de bleu de méthylène

4.2.5.1. Le vert brillant

Le vert brillant (VB) est l'un des colorants cationiques les plus importants, il est également employé en textile et dans l'impression de papier, tache biologique, agent dermatologique et médecine vétérinaire (Nandi et al, 2009). Il cause plusieurs effets sur les êtres humains comprenant l'irritation à l'appareil gastro-intestinal, des brûlures d'œil, nausée et vomissement,

irritation à la région respiratoire et irritation à la peau (**Mittal et al, 2008**).

Le vert brillant peut former aussi des produits dangereux comme les oxydes de carbone, oxydes d'azote, et oxydes de soufre dus à la décomposition sur le chauffage (**Mane et al, 2007**). L'ensemble des caractéristiques physico-chimiques du vert brillant est récapitulé dans le tableau 2 (Annexe).

4.2.5.2. Le bleu de méthylène

Le bleu de méthylène est le colorant cationique (**Cenens et Schoonheydt, 1988**) le plus couramment utilisé dans la teinture du coton, du bois et du papier (**Rafatullaha et al, 2010 ; Uddin et al, 2009**). Il existe comme une poudre vert foncé sous plusieurs formes hydratés: monohydraté, dihydraté, trihydraté et pentahydraté (**Rager et al, 2012**) le plus courant c'est le trihydraté (**Beer et al, 2006**). Le tableau 3 (Annexe) résume les principales caractéristiques physico-chimiques de ce colorant.

Le bleu de méthylène est couramment utilisé comme modèle de contaminant organique en raison de sa structure moléculaire stable (**Huang et al, 2010**). Il est utilisé intensivement dans différents domaines tel que: la chimie, la médecine, l'art dentaire et l'industrie des colorants.

Citons quelques usages de ce composé:

- ✓ un colorant vital, il colore certaines structures histologiques.
- ✓ il accélère la réduction des méthémoglobines.
- ✓ un antiseptique (**Dutta et al, 2001**), un antirhumatismal (**Beer et al, 2006**).
- ✓ un limiteur optique combiné à un polymère, pour la protection des yeux contre les lasers intenses (**Sukumaran et Ramalingam, 2011**).

Le bleu de méthylène peut provoquer des brûlures oculaires responsables de blessures permanentes aux yeux de l'homme et des animaux, son inhalation peut donner lieu à des difficultés respiratoires et son ingestion par la bouche produit une sensation de brûlure, provoque des nausées, des vomissements, transpiration et sueurs froides abondantes (**Ghosh et Bhattach, 2002**).



**CHAPITRE II:
MATÉRIELS ET MÉTHODES**

1. Présentation des zones d'étude

1.1. Les critères de choix

Notre choix est répond aux critères suivants :

- Importance socioéconomiques des deux plans d'eau
- Le caractère permanent et les différentes formes de vie auteurs des oueds (biocénoses, écosystèmes, présence de la faune et de la flore)
- Utilisation de l'eau dans agricultures d'une part et les rejets des eaux usées d'autre part.

1.2. Situation géographique des régions d'étude

Les prélèvements effectués le long de toute la période d'étude appartiennent à deux régions distinctes du point de vue climatique et écologique. Oued Tadjmout dans la wilaya de Laghouat et Oued Taadmit dans la wilaya de Djelfa.

❖ Tadjmout

D'une superficie totale de 620 Km², la commune de Tadjmout fait partie administrativement de la Daïra d'Ain Mahdi, et a 45Km de la wilaya de Laghouat.

Au niveau régional, elle appartient à la région de planification Hauts Plateaux Centre. Délimité au Nord par la wilaya de Tiaret, Houita et al Khneg au Sud, à l'Ouest Oued M'zi, Ain Mahdi, Sidi bouzid et Baidha, et à l'Est Sidi Makhoulouf (Fig5) (**A.N.I.R.E.F, 2011**).

Le barrage de Tadjmout est situé à l'Ouest de la commune Tadmout, à 6Km au Nord du chef-lieu de la commune. Ce site s'étend sur une superficie de 1437 m², construit en 1949. Le barrage inféro-flux de Tadjmout représente une curiosité parmi les rares au monde, il est réservé à l'irrigation des jardins environnants (**Anonyme, 2014**).

Le barrage est alimenté avec un débit par les apports d'eau douce arrivant des deux oueds ; Oued M'zi et Oued Mseka, le débit est en fonction des saisons. Le barrage a été établi, selon les méthodes américaines les plus modernes, sur un fleuve souterrain, pour permettre une luzernière et des jardins. Le tableau 4(annexe) représente quelques caractéristiques typologiques du barrage (**Anonyme, 2014**).

❖ Taadmit

La commune de Taadmit est située à 60 Km au sud-ouest de Djelfa, à la limite de la wilaya de Laghouat. Elle est limitée au Nord par la commune de Zaafrane et Bniyaakoub, au Nord-Est par la commune de Djelfa, à l'Est Ain El Ibel, au Sud par la wilaya de Laghouat et à l'Ouest par la commune de Douis.

Oued Taadmit est un type naturel d'eau douce à écoulement permanent. Le débit est variable en fonction des saisons, la profondeur de l'oued est variable entre quelques

centimètres en période chaude et 2 à 3 mètres en période pluvieuse. Le site d'étude est un site qui subissant plusieurs phénomènes de coloration d'eau en fonction de l'augmentation de la température (Fig5) (Tab 4, annexe).

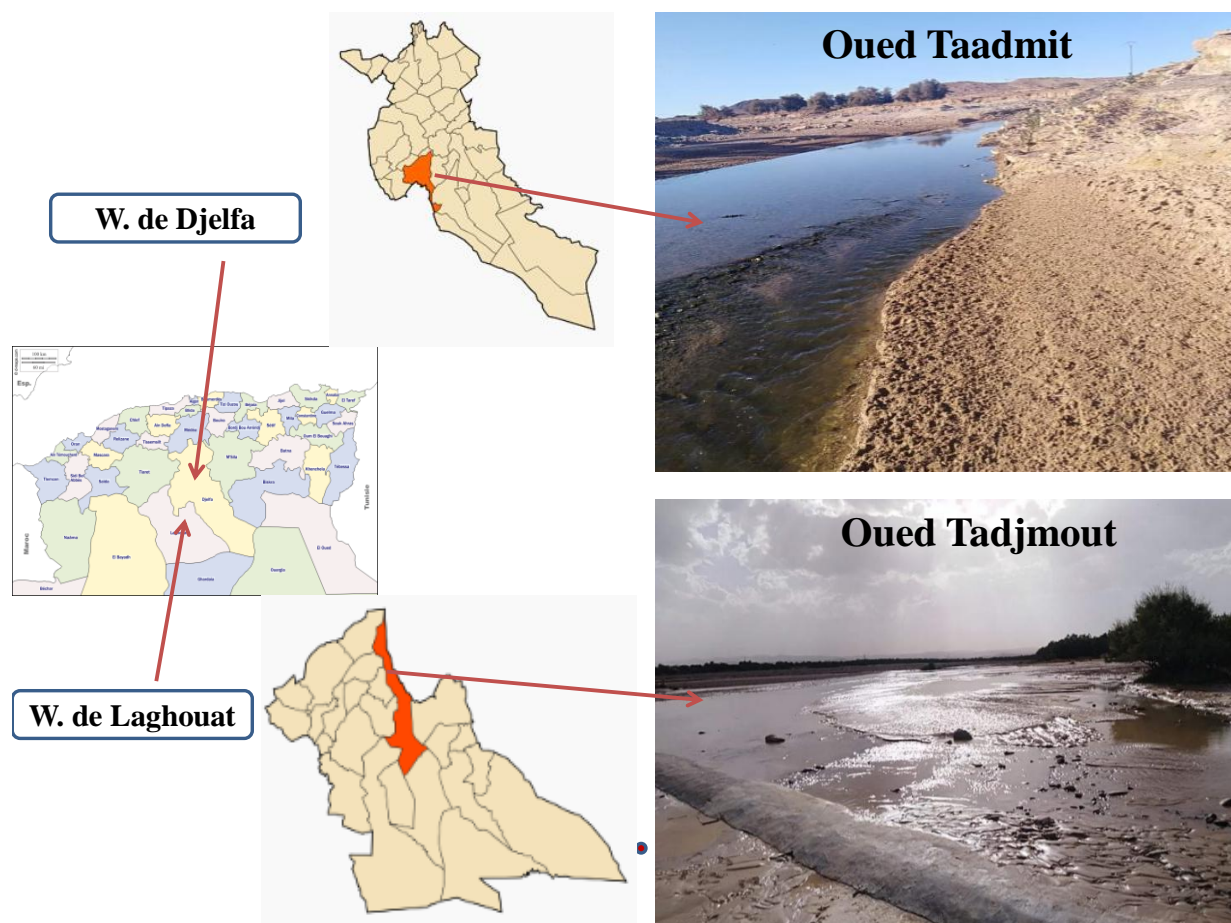


Figure 5 : La situation géographique des sites d'étude.

1.3. Synthèse climatique

❖ Climagramme d'EMBERGER :

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER (Q) permet la classification des différents climats méditerranéens (Dajoz, 2003). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique Q en ordonnées et d'autre part la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en abscisses. Ce quotient est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 2003). Il est défini par la formule simplifiée suivante (Stewart, 1969) :

$$Q = 3.43 \times \frac{P}{M-m}$$

P : pluviométrie annuelle en mm.

M : température moyenne maximale de mois le plus chaud en °C.

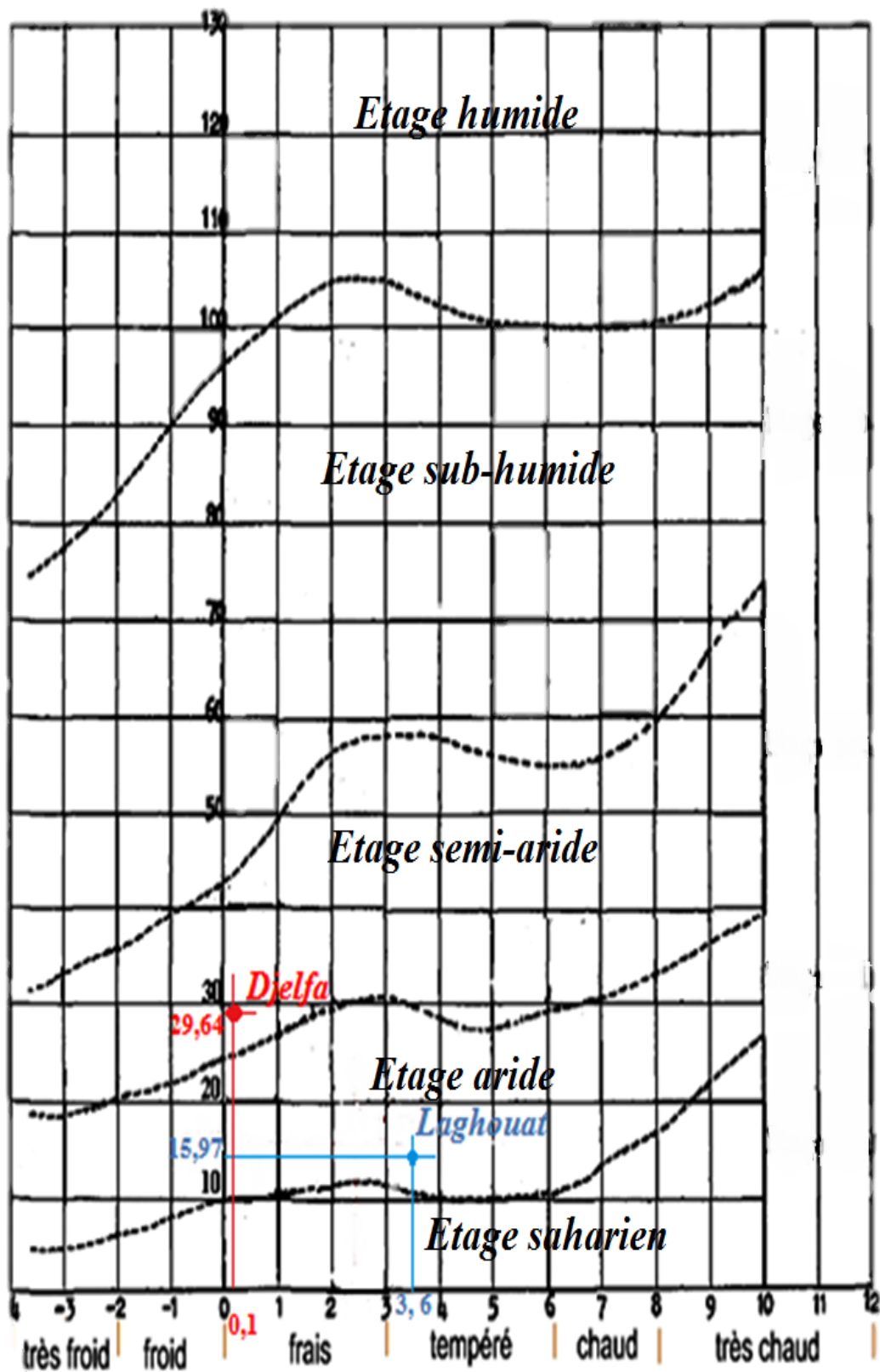
m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C.

Afin de déterminer l'étage bioclimatique de la région de Laghouat et Djelfa et les situer dans le climagramme d'EMBERGER, nous avons calculé le quotient pluviothermique Q avec les données climatiques déclarés par **Abdelaziz (2012)**.

$$Q_1 = 3,43 \times \frac{171,35}{(40,4 - 3,6)} = 15,97 \text{ (Laghouat)}$$

$$Q_2 = 3,43 \times \frac{299}{(34,7 - 0,1)} = 29,64 \text{ (Djelfa)}$$

Par conséquent, nous pouvons classée la région de Laghouat dans l'étage bioclimatique aride, cependant la région de Djelfa est classée dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais.



(Emberger., 1950).

Figure 6: Climagramme pluviométrique d'Emberger.

Dans le but de déterminer l'état de santé des hydrosystèmes de la région, cette partie du mémoire traite trois principaux axes:

- le premier s'intéresse par la qualité physico-chimique de l'eau
- le deuxième par l'étude de quelques aspects morphologiques et démographique des poissons capturés d'une part et par l'étude du phénomène de parasitisme d'autre part.
- le troisième et le dernier point, s'intéresse par l'application d'une nouvelle méthode de traitement et d'adsorption des polluants (colorant) par l'utilisation des algues, des squelettes de poisson. et de sédiment.

2. Planning des sorties et échantillonnage

Les oueds de Tadjmout (Laghouat) et de Taadmit (Djelfa) sont prospectés entre Novembre et Décembre 2019 et pour chaque site, nous avons réalisés quatre types d'échantillons; l'eau, le poisson, le sédiment et ceux des algues (Tab1)

Tableau 1 : Les analyses réalisées dans ce travail

Types d'échantillonnages	Analyse demandé
L'eau	Physico-chimique
poisson	Morphométrie Parasitisme Utilisation de squelette comme absorbant des polluants (colorant)
Algues	absorbant des polluants (colorant)
Sédiments	absorbant des polluants (colorant)

❖ **Eau**

L'eau est prélevée en plain courant de surface dans des bouteilles en plastiques d'un volume de 1,5 L pour les analyses physico-chimiques (Fig 7).



Figure7: Prélèvement d'eau (Original 2019).

❖ Algues

Les algues sont prélevées à la main. Nous avons ramassé entre 300 à 500 g d'algues. Elles sont nettoyées, débarrassées des épiphytes et lavées pour éliminer les particules de sables, pressées puis collectées dans des sacs en plastique étiquetés (Laplace-Treytore et al, 2014 ; Zidane et al, 2006) (Fig 8).



Figure 8: Collecte des algues (Original 2019).

❖ Sédiments

Les sédiments sont prélevés en raclant les premiers cm en surface à l'aide d'une louche en inox. Les échantillons (300 à 500g) sont collectés dans des sacs en plastique étiquetés.

❖ Poissons

Pour l'échantillonnage des poissons, nous avons utilisé la pêche au filet maillon. Les échantillons sont collectés dans des boîtes bien fermées (Fig 9).



Figure 9 : Echantillonnage des poissons (Original 2019).



Figure 10 : Différents prélèvements (Original 2019).

3. Protocoles expérimentaux

3.1. Matériel utilisé

Les détails concernant tous les appareils, les verreries et les solutions utilisées sont notés dans le tableau 5(annexe).

3.2. Méthodes

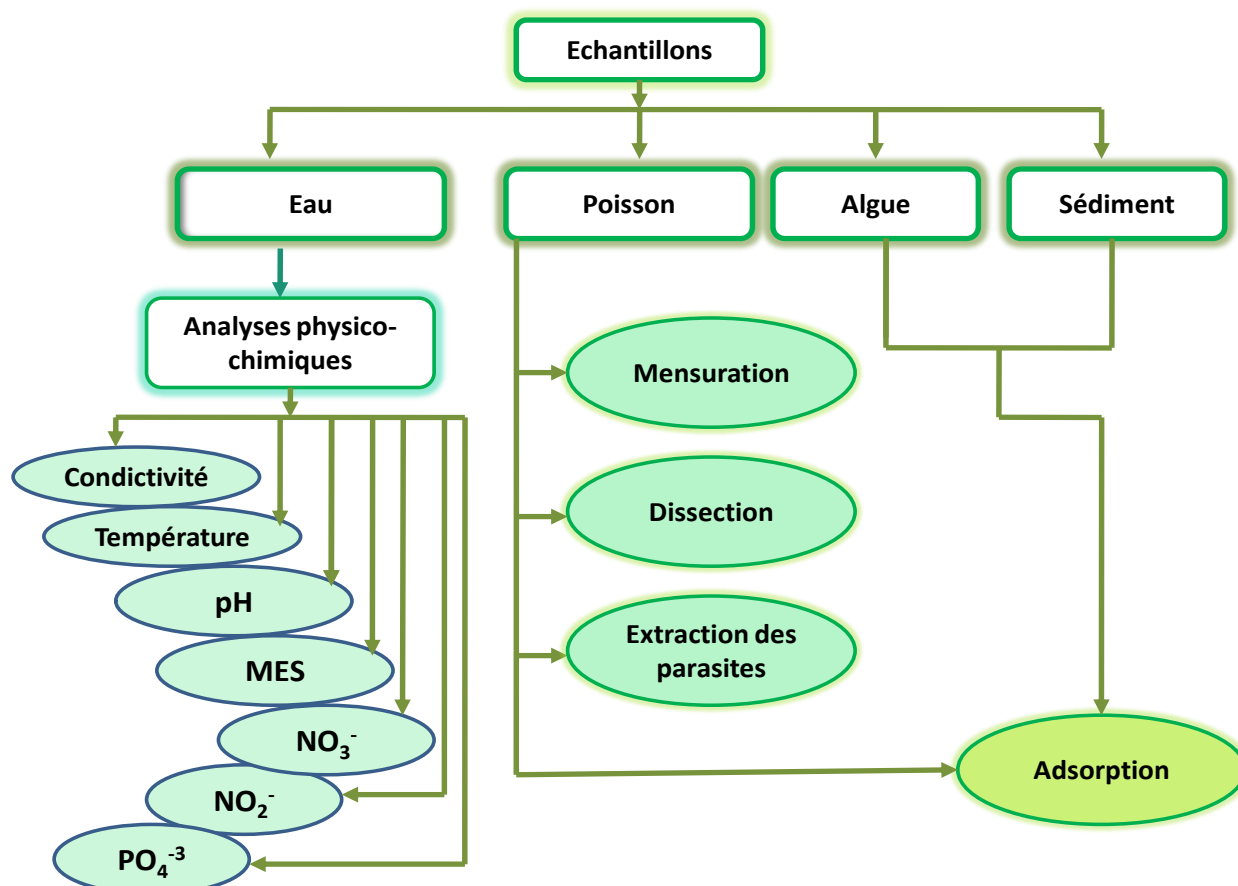


Figure 11 : Organigramme expliquant les différentes étapes dans ce travail.

3.2.1. Analyse physico-chimiques de l'eau

En vue de la caractérisation de la qualité de l'eau de deux sites étudiés, nous nous sommes intéressés à 7 paramètres physico-chimiques. Il s'agit de : la température, le pH, la conductivité électrique, les matières en suspension (MES), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-) et les ortho-phosphate (PO_4^{-3}). La température de l'eau a été mesurée in situ à l'aide d'un thermomètre portatif, les autres paramètres physiques (PH, la conductivité et MES) ont été mesurés au niveau du notre laboratoire de département, alors que les paramètres chimiques (NO_3^- , NO_2^- et PO_4^{-3}) ont été étudiés au niveau du laboratoire de l'Algérienne des eaux (ADE).

Les méthodes d'analyses sont celles préconisées par les normes **Afnor (1997 et 2001)** et par **Rodier(1996)**.

Tableau 2 : Appareillages et méthodes d'analyse et de mesures des différents paramètres physico-chimiques de l'eau.

Paramètres physico-chimiques	Appareillages De mesure	Méthodes d'analyses et Mode opératoire
T (T°C)	Thermomètre digital	-Enfonchez la sonde dans l'eau. - Attendez quelques minutes et lire la valeur indiquée
pH	pH mètre	- Enfonchez la sonde dans l'eau Attendez quelques minutes et lire la valeur indiquée
Cond (µS/cm)	Multi paramètres Conductimètre (modèle CACH2100AN)	-Rincer l'électrode avec de l'eau distillée. - Plonger l'électrode dans le flacon contenant l'échantillon. -Lecture après la stabilisation de l'affichage numérique
MES (mg)	Balance +Etuve	-Peser le papier filtre avant la filtration. -Filtrer 250ml de l'eau à examiner. -Sécher le papier filtre à 105C ⁰ . -Peser le papier filtre après le séchage.
No ₃ ⁻ (mg/l)	Spectrophotomètre (modèle ODYSSEY) CACH	-Introduire dans un bêcher 10ml d'eau à examiner, puis ajouter 4 gouttes d'acide acétique et 8 gouttes de Nitrure de Sodium. Puis mélanger et laisser reposer 5 min. -Ajouter une pincée de Salicylate de Sodium à l'aide d'une spatule. - Agiter pour dissoudre et amener à sec par chauffage (à 200 °C). - Laisser refroidir, puis ajouter 16 gouttes d'acide Sulfurique et laisser en contact 15 min jusqu'à dissolution du précipité formé. - Ajouter environ 10ml de Soude caustique à 20 %, laisser mélanger. - La lecture de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre UV à la longueur d'onde $\gamma = 455\text{nm}$ (NO ₃ ⁻ Loviband).
No ₂ ⁻ (mg/l)		-Introduire dans un bêcher 25ml de l'eau à examiner. -Ajouter, d'abord 1ml de réactif de Zambelli, puis laisser mélanger et reposer pendant 10min. -Ajouter, ensuite, 1 ml de NH ₃ ⁺ pure, puis mélanger et laisser refroidir. -La lecture de l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre à la longueur d'onde $\gamma=435\text{nm}$. (Rodier et al, 2005)
Po ₄ ⁻² (mg/l)		-Introduire dans un bêcher 10ml de l'eau à examiner. -Ajouter 1ml C ₆ H ₈ O ₆ à 10%. -Puis, ajouter 1ml de réactif de l'acide ascorbique, laisser mélanger et reposer. -La lecture de l'absorbance se fait à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde 950nm (Rodier et al, 2005)

3.2.2. Méthode d'étude de l'ichtyofaune

3.2.2.1. Morphométrie

Les caractères méristiques et morphométriques examinés ont été choisis en se basant sur des travaux antérieurs similaires portant sur les mensurations standards des poissons (**Doadrio 1990 ; Trabelsi et al, 2004**).

Nous avons également relevé pour chaque individu, la longueur totale, la nature du sexe et la masse totale (W) au centième de gramme. L'âge a été déterminé par scalimétrie (écaille mesurée) (**Le Gall, 1950**), ces dernières ont été prises à partir du flanc gauche du corps, entre l'extrémité de la nageoire pectorale et le début de la dorsale.

a) Longueur

La longueur totale est la distance mesurée à partir de l'extrémité antérieure de la lèvre supérieure jusqu' la pointe postérieure du plus long rayon de la nageoire caudale. La longueur a été prise à l'aide d'un ichtyomètre (Fig 12).



Figure 12 : Mesure de la longueur totale (Original 2019).

b) Pesée

Le poids brut est le poids du poisson entier (avec la tête les viscères et les branchies) (**POC,2005**). Nous avons relevé pour chaque individus le poids total à l'aide d'une balance électrique (Scout Pro) (Fig 13).

c) Détermination de l'âge

À l'aide d'un pince, enlevez les écailles à partir de la deuxième rangée au-dessus de la ligne latérale. Ne retournez pas les écailles. Nettoyez-les avec un doigt mouillé(**POC,2005**).Montez les écailles sur une lame puis les recouvrez par le cellophane (**Chantal,2005**).Examinez les lames sous microscope binoculaire à faible grossissement(Fig 14).

La lecture des écailles est la plus exploitable si le prélèvement est effectué juste avant ou pendant la phase d'arrêt de croissance. La lecture est simple, pour chaque anneau d'arrêt de croissance on note un an.



Figure 13 :Prise de poids (Original 2019).

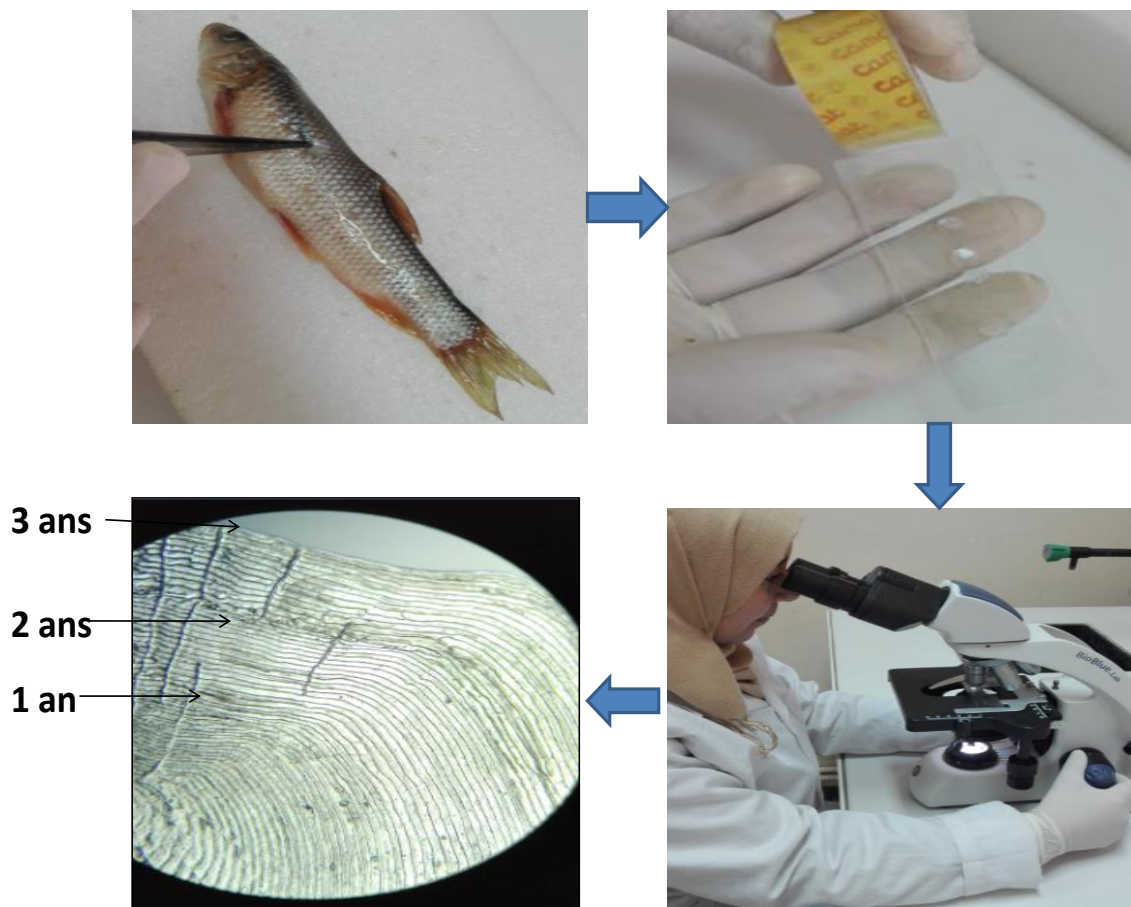


Figure 14 : les étapes de la détermination de l'âge (Original 2019).

De plus on peut estimer la taille (longueur totale LT) d'un individu à un moment passé à partir de mesures des dimensions des pièces calcifiées (les écailles) et de la taille du poisson au moment de sa capture (Masseboeuf et al,2014 ; Le Gall,1950) (Fig 15) .

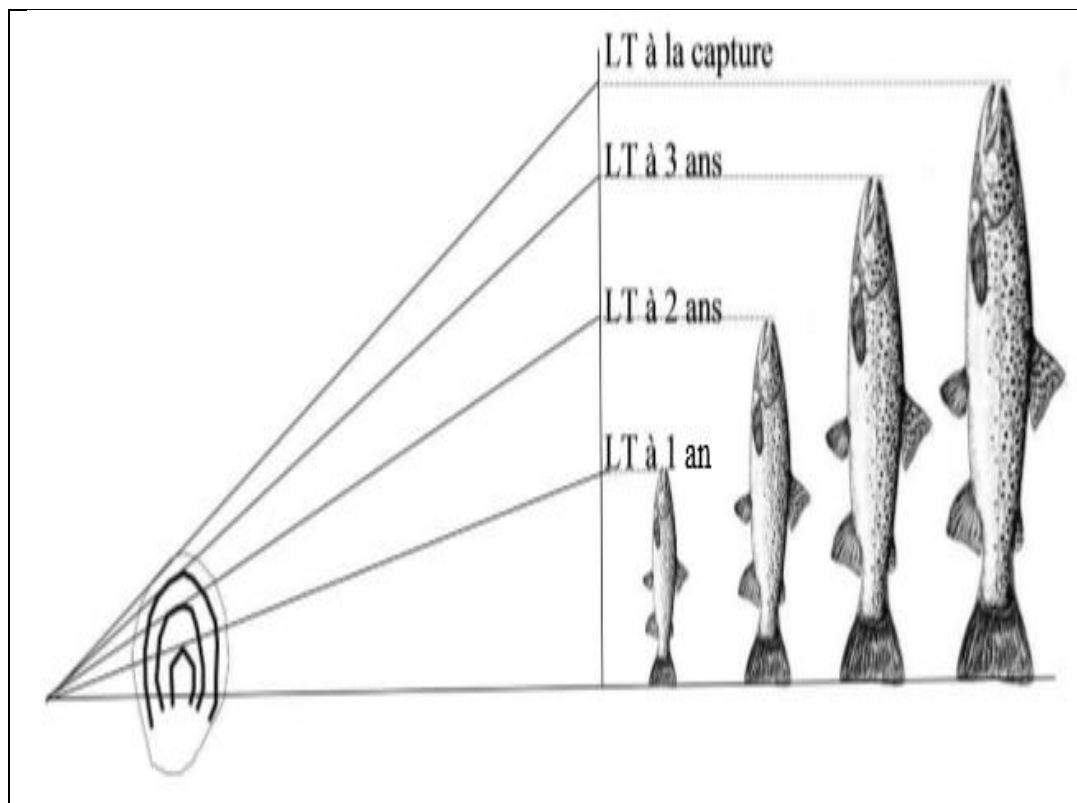


Figure 15 : La corrélation entre les longueurs et les annaux des écailles. (d'après Masseboeuf et al,2014) .

d) Dissection des poissons

Après avoir effectué les mesures nécessaires. Les poissons doivent être disséqués. En effet, chaque individus doit être allongé sur le dos avant de commencer la dissection avec un ciseau, de l'anais jusqu'à la tête.

Pour la dissection des spécimens de poisson nous avons procédé comme suit :

Séparer tout les organes internes du corps. Peser l'individu sans ses organes internes (poids éviscéré), puis peser la chair .Isoler les gonades pour reconnaître le male de la femelle. (Fig 16).

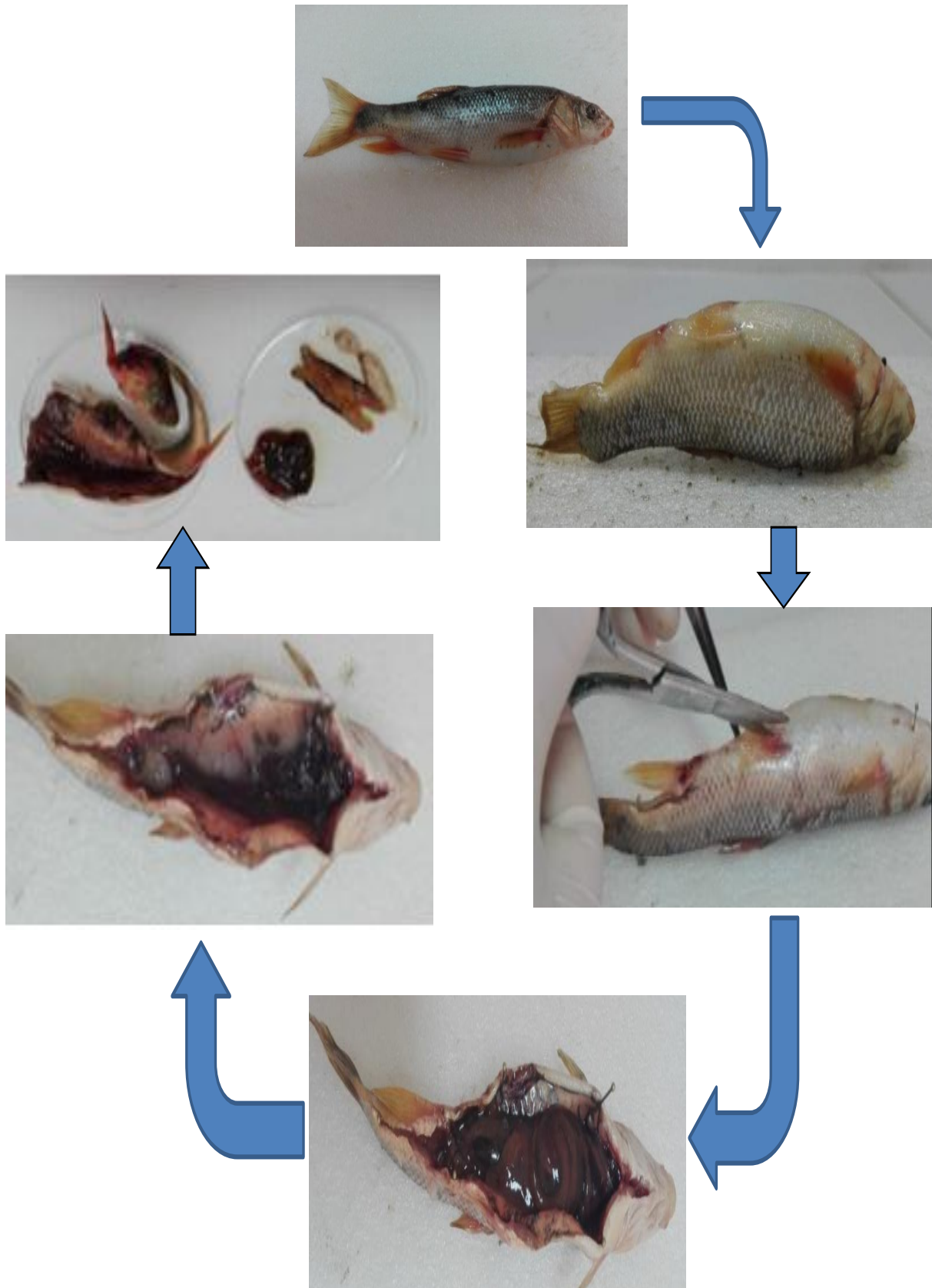


Figure 16 : Etapes de la dissection des poissons (Original 2020).

3.2.2.2. Méthodes d'étude parasitologique et épidémiologique

a) Recherche des mésoparasites

Pour les parasites qui sont généralement visibles à l'œil nu, on suit les étapes suivantes (Fig 17 :

- ✓ Ouverture de la cavité abdominale par une incision depuis l'anus jusqu'à la tête,
- ✓ Après éviscération, le tube digestif est prélevé à l'aide d'une pince et placé dans une boîte de Pétri,
- ✓ Ouverture et examen du tube digestif en ajoutant une quantité d'eau distillée (quelques millilitres),
- ✓ Les parasites sont immédiatement conservés dans des tubes contenant de l'éthanol à 70°. Les tubes ont été étiquetés en portant le code correspondant à chaque individu examiné (Siroky *et al.* 2006).

b) Identification des mésoparasites

L'identification des mésoparasites a été réalisée par l'observation des traits morphologiques à l'aide d'un stéréoscope (DJebbari *et al.* 2009) et en se référant aux clés d'identification de Paprena (1982), Lucy et Ernest (1994) et Klays (2005).

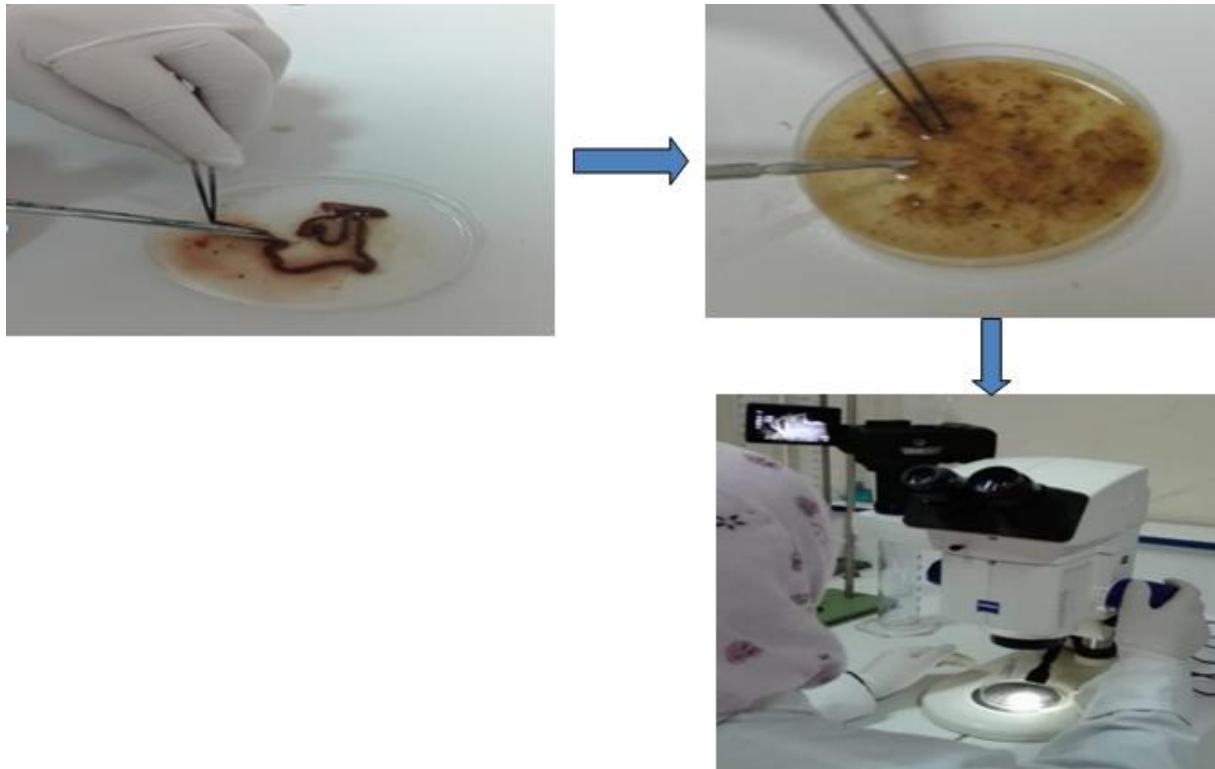


Figure 17 : Etapes de l'analyse du tube digestif (Original 2020).

3.2.3. Analyses des polluants et élimination des colorants

3.2.3.1. Séchage des matériaux

Les squelettes de poisson sont séchés dans une étuve (Fig 18) puis broyés.

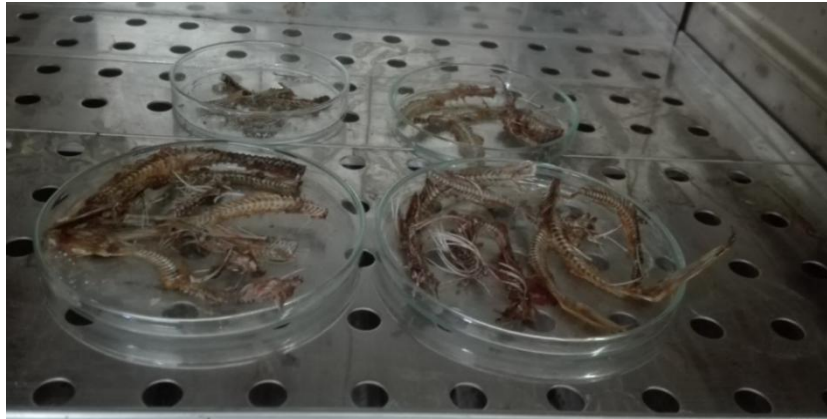


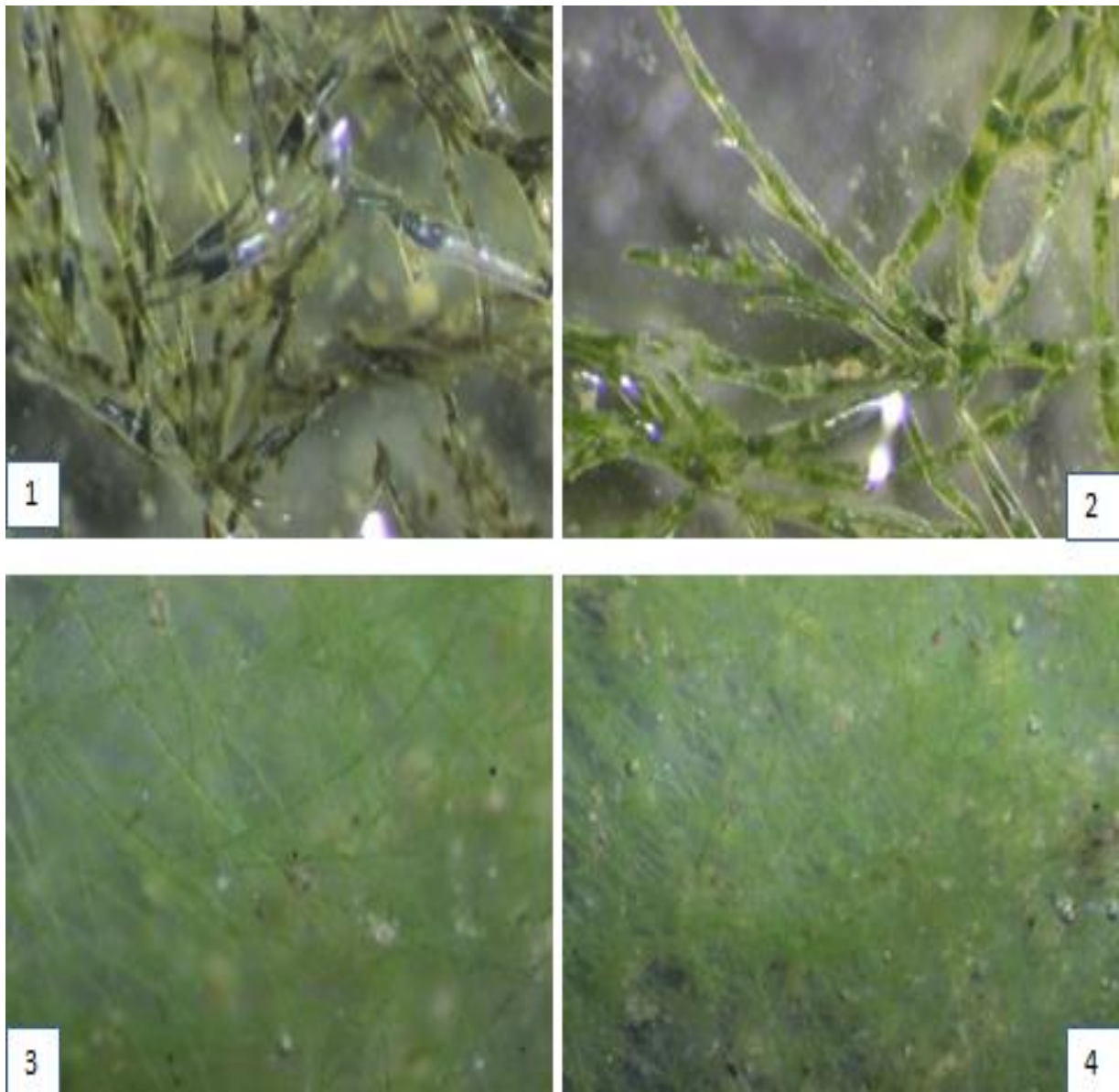
Figure18 : Séchage de la moelle épinière (Original 2020).

Au laboratoire, les sédiments et les algues sont séchés à l'air libre pendant plusieurs jours (Aranguren, 2008. ;Bouguenoune et Amirat 2018) puis broyés et tamisés . D'après Cornu et Clozel(2000), le conditionnement par séchage est préféré car il permet de conserver l'échantillon plusieurs années sans évolution notable de sa spéciation (Fig 19).



Figure 19 : Séchage des sédiments et des algues (Original 2019).

Pour leur examen, les spécimens d'algues macroscopiques sont initialement triés, sous un film d'eau, dans une boîte de pétri sous la loupe binoculaire. Pour l'observation microscopique (à faible grossissement $\times 10$), ajouter une ou deux gouttes de la solution de lugol sur une lame portant l'échantillon bien étalé sans eau. Laisser agir quelques minutes puis rincer. Monter l'échantillon avec un peu d'eau entre lame et lamelle (**Laplace-Treuture et al, 2014**) (fig 20 et 21).



1 et 2 : Les algues au niveau d'oued Tadjmout.

3 et 4 : Les algues au niveau d'oued Taadmit.

Figure 20 : Observation macroscopique des algues étudiées (Original 2020).

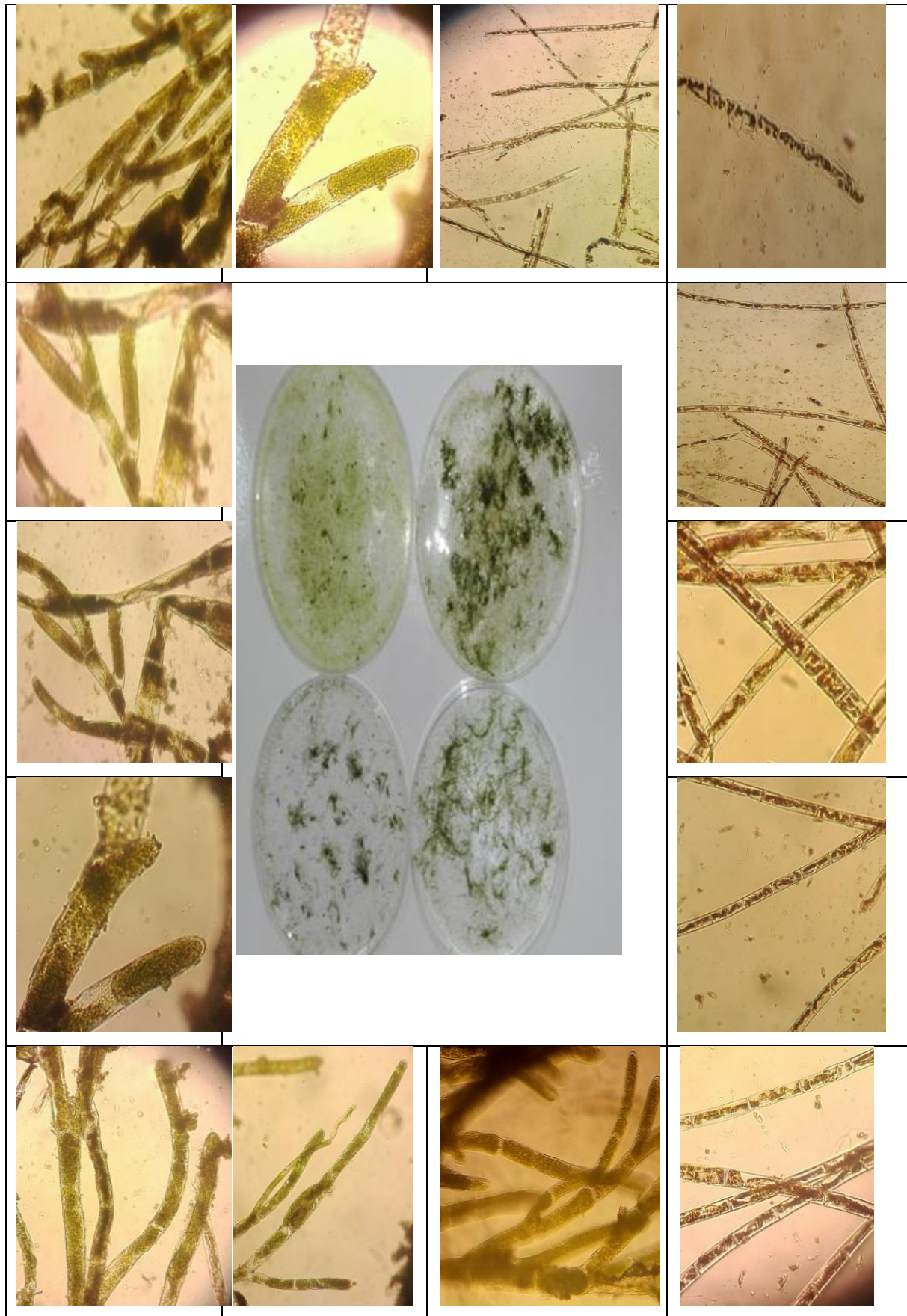


Figure 21 : Observation microscopique des différentes algues étudiées (Original 2020).

3.2.3.2. Protocole expérimentale d'adsorption

La première partie de notre travail débute par l'étude de la sélection de la couleur ou l'affinité des biomatériaux (algue, squelette, sédiment) vis à vis les trois colorants (vert brillant (VB), vert de malachite (VM) et bleu de méthylène (BM)). La deuxième partie consiste en un suivi de l'influence des paramètres (concentration en colorant, granulométrie et le temps de contact) sur le rendement d'adsorption (Fig 22).

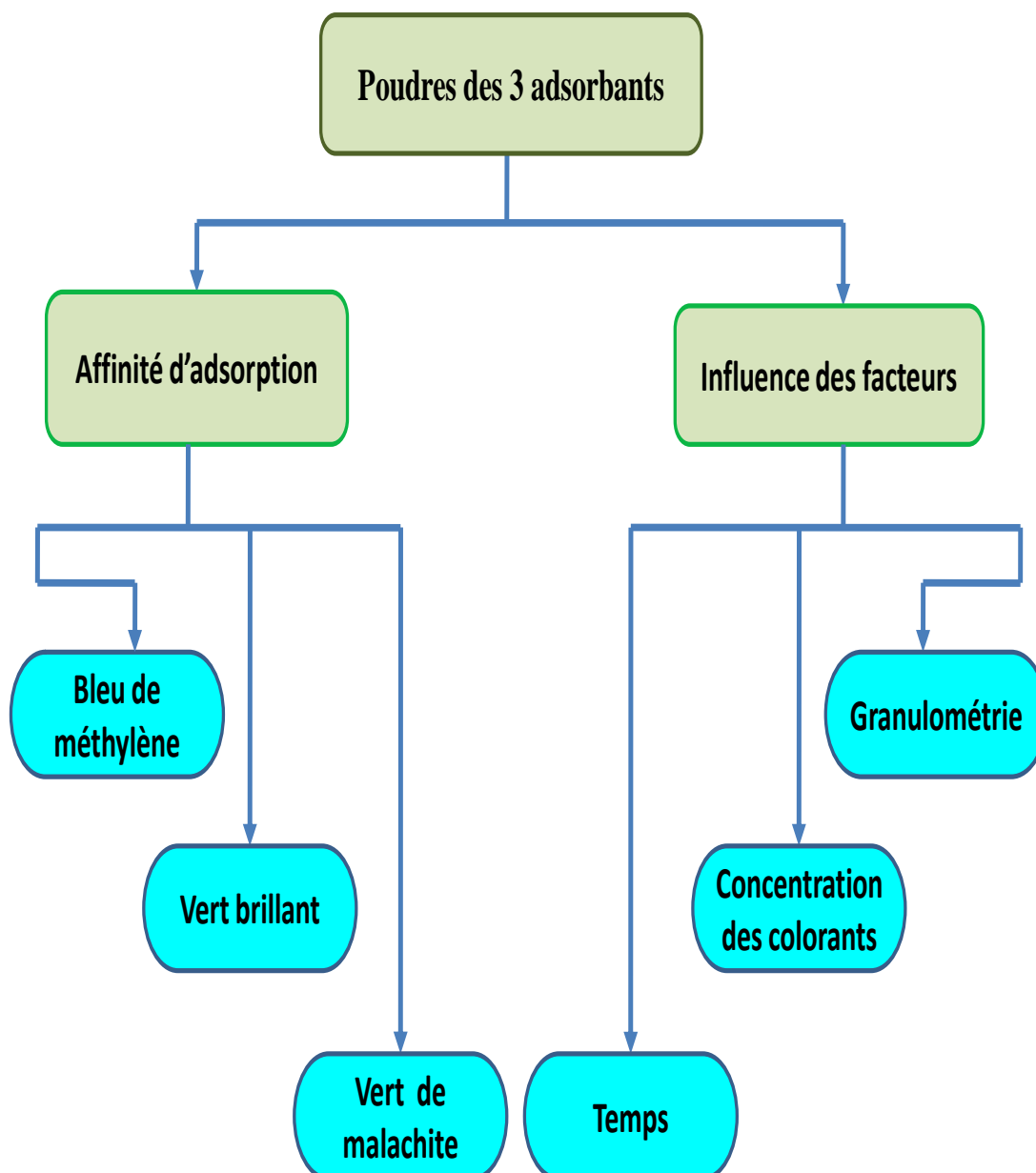


Figure 22 : Protocole expérimentale d'adsorption des colorants dans ce travail.

3.2.3.2.1. Etude de l'adsorption du VB, du VM et du BM sur les différents adsorbants étudiés

Avant d'entamer l'étude cinétique des colorants, on a fait un test sur les trois matrices pour avoir une idée sur le meilleur rendement d'élimination de ces trois colorants par ces différentes matrices.

3.2.3.2.2. Influence des facteurs sur la décoloration

Tous les essais ont été réalisés en régime statique suivant le même protocole expérimental. Préparation de mélange (colorant+poudre de l'adsorbant) suivi d'une agitation puis une centrifugation et finalement une lecture par un spectrophotomètre.

3.2.3.2.2.1. Influence de la concentration initiale en colorant

Cette étude a été menée de manière à déterminer la relation entre la concentration initiale de la solution mère et le taux d'élimination du vert brillant et du bleu de méthylène.

3.2.3.2.2.2. Influence de la granulométrie

Dans les mêmes conditions opératoires citées auparavant avec une concentration en adsorbant de 1g/l et au temps d'équilibre, nous avons effectué des essais d'adsorption pour des différentes granulométries.

Figure 23 : Adsorption du vert brillant, du vert de malachite et du bleu de méthylène sur les différents adsorbants étudiés (Photos Originaux 2020).

3.2.3.2.3. Influence du temps de contact

Le choix d'étudier l'influence du temps de contact sur l'adsorption du colorant VB et BM sur nos adsorbants est de déterminer le temps requis pour l'établissement de l'équilibre. L'étude a été réalisée dans les conditions suivants : $m = 1 \text{ g}$; $V=100 \text{ ml}$; $C_0=20 \text{ mg/L}$; $\omega =300 \text{ tr/min}$; $T=25^\circ\text{C}$.

3.2.3.3. Calcul de la quantité (qe) adsorbée à l'équilibre

$$q_e = \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0} \right) \cdot V \cdot 10^{-3}$$

Où V est le volume de la solution (mL)

3.2.3.4. Détermination du taux de colorant éliminé (% élim)

à l'équilibre :

$$\% \text{ élim} = \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0} \right) \times 100$$

4. Exploitation et analyse statistique des données

4.1. Exploitation par des paramètres et des indices écologiques et biologiques

4.1.1. Paramètres écologiques

a) Fréquence en nombre

La fréquence centésimale (F_c) représente l'abondance relative et correspond au pourcentage d'individus d'une espèce (n_i) par rapport au total des individus recensés (N) d'un peuplement. Elle peut être calculée pour un prélèvement ou pour l'ensemble des prélèvements d'une biocénose (Dajoz, 2003).

$$F_c\% = \frac{n_i}{N} 100$$

b) La constance ou l'indice d'occurrence

La constance (C) est le rapport du nombre de relevés contenant l'espèce étudiée (P_i) au nombre total de relevés (P) exprimé en pourcentage (Dajoz, 2003).

$$C\% = \frac{P_i}{P} 100$$

Bigot et Bodot (1973), distingue des groupes d'espèces en fonction de leur fréquence d'occurrence :

- Les espèces constantes sont présentes dans 50% ou plus des relevés effectués.
- Les espèces accessoires sont présentes dans 25 à 49% des prélèvements.
- Les espèces accidentelles sont celles dont la fréquence est inférieure à 25% et supérieur à 10 %.
- Les espèces très accidentelles qualifiées de sporadiques, ont une fréquence inférieure à 10%.

c) Estimation des paramètres de croissance

➤ Croissance relative

Le traçage des droites de régression relatives à chaque caractère étudié a permis de préciser la nature de l'allométrie observée et sa variation en fonction du sexe. Ceci a été réalisé en comparant le coefficient d'allométrie par rapport à une valeur correspondante à l'unité par le test t de Student à un seuil de probabilités égal à 5% (Mayrat, 1970). Pour caractériser au mieux le changement éventuel de la morphologie au cours de la croissance du poisson, les différentes

parties mesurées du corps sont exprimées en fonction de la longueur totale (**LT**) et le poids total (**PT**).

Les croissances linéaire et pondérale sont ajustées au modèle de Von **Bertalanffy (1938)**. Ce modèle est appliqué pour la plupart des espèces de poissons (**Sparre et Venema 1996**). L'évolution des poids moyens en fonction du temps se fait par simple combinaison de la relation longueur-poids et de l'équation de croissance en taille. L'expression de la relation taille-poids s'écrit selon l'équation suivante (**Ricker, 1968**) :

$$W = a.LT^b \quad \text{linéarisée sous la forme : } \log(W) = \log(a) + b.\log(LT)$$

Où :

W : poids corporel en g,

LT : longueur de référence en mm,

a : constante,

b : coefficient d'allométrie.

4.1.2. Analyse des aspects épidémiologiques

❖ Les indices parasitaires

Afin de mieux caractériser la structure des peuplements des parasites, nous avons exploité nos données par le calcul des indices épidémiologiques préconisés par **Bush et al, 1997**.

a) Prévalence parasitaire (**Pr%**)

C'est le pourcentage du rapport entre le nombre d'individus d'une espèce hôte infestés par une espèce parasite (**nP**) et le nombre total des hôtes examinés (**N**).

$$Pr \% = (nP / N) \times 100$$

Les termes espèce dominante (prévalence > 50%), espèce satellite (10 <prévalence < 50%) et espèce rare (prévalence < 10%) ont été définis selon **Valtonon et al, 1997**.

b) Intensité parasitaire moyenne (**IM**)

C'est le rapport entre le nombre total des individus recensés d'une espèce parasite dans un échantillon d'une espèce hôte (**n**) et le nombre d'hôtes infestés par le parasite (**nP**).

$$IM = \sum n / nP$$

L'analyse des couples prévalence intensité moyenne est expliquée dans la Figure 24 :

1- prévalence forte mais intensité faible \Rightarrow parasite distribué sur l'ensemble de la population hôte.

2- prévalence faible mais intensité forte \Rightarrow phénomène d'agrégation parasitaire sur les mêmes individus.

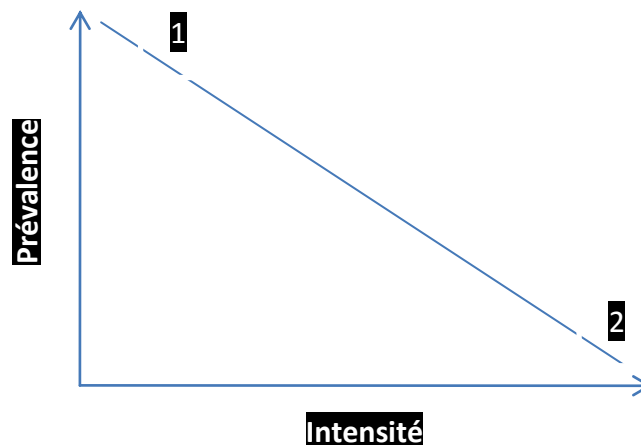


Figure 24. Rapport entre la prévalence et l'intensité.

Pour les intensités moyennes (IM), la classification adoptée est celle de **Bilong-Bilong et Njine (1998)** :

- ✓ $IM < 10$: intensité moyenne très faible.
- ✓ $10 < IM < 50$: intensité moyenne faible.
- ✓ $50 < IM < 100$: intensité moyenne.
- ✓ $IM > 100$: intensité moyenne élevée.
- ✓

c) Abondance en nombre (AB)

C'est le rapport entre le nombre total d'individus d'une espèce parasite dans un échantillon d'hôtes et le nombre total d'hôtes (parasités et non parasités) de l'échantillon examiné. C'est le nombre moyen d'individus d'une espèce parasite par hôte examiné.

$$AB = \sum n / N$$

d) Estimation des paramètres démographiques**➤ Sex-ratio**

C'est un indice qui indique la proportion des individus de chaque sexe d'une espèce donnée. Il indique le pourcentage moyen de femelles ou des mâles dans un stock reproducteur. La sex-ratio est donnée par la relation appliqué par (**Kara ,1997**), et calculé comme suit :

$$\text{Sex-ratio} = \frac{\text{nombre de mâles}}{\text{nombre de total}} \times 100$$



**CHAPITRE III:
RÉSULTATS ET DISCUSSION**

1. Qualité physicochimique de l'eau

1.1. Résultats

Afin de caractériser la qualité physico-chimique de l'eau des hydrosystèmes de la région d'étude, nous avons rapporté les valeurs correspondantes à plusieurs paramètres clés donnant une image fidèle de cette qualité de l'eau. La variation spatiale des sites explorés différents par leurs étages bioclimatique et leurs typologies nous a permis de mettre la lumière sur les éventuelles variations entre ces sites.

Les données caractérisant la nature physico-chimique de l'eau mesurée selon les méthodes décrites plus haut, sont rapportées dans le tableau ci-dessous (Tab 3).

Tableau 3 : Variations des paramètres physicochimiques de l'eau dans l'oued Tadjmout et ceux de Taadmit. (M : Maximum, m : minimum, *m* : moyenne)

Paramètres mesurés		Oued Tadjmout	Ecartype	Oued Taadmit	Ecartype
T°C	mn	12,4	2,05	11,4	2,05
	<i>m</i>	14,45		13,45	
	M	16,5		15,5	
pH	mn	7,74	0,085	8,67	0,05
	<i>m</i>	7,82		8,73	
	M	7,91		8,8	
MES (gr)	mn	0,0000116	0,000006	0,0000356	0,000001
	<i>m</i>	0,0000176		0,0000358	
	M	0,0000236		0,000036	
Cond (µs/cm)	mn	1300	5,00	1716	19,5
	<i>m</i>	1305		1735,5	
	M	1310		1755	
PO4 mg/l	mn	0,08	0,005	0,06	0,175
	<i>m</i>	0,085		0,235	
	M	0,09		0,41	
NO2 mg/l	mn	0,01	00	0,06	0,005
	<i>m</i>	0,01		0,065	
	M	0,01		0,07	
NO3 mg/l	mn	12,3	0,35	11,19	0,105
	<i>m</i>	12,65		11,29	
	M	13		11,4	

1.2. Discussions

➤ La température (T°C)

La température de l'eau présente des variations bien visibles dans les deux stations prospectées ; la valeur la plus basse est enregistrée au niveau d'Oued Taadmit (11,4°C) et la plus élevée dans l'oued de Tadjmout avec 16,5°C. L'écart de température entre la valeur maximale et minimale est le reflet de l'étage bioclimatique caractérisant chaque site étudié. Nos relevés de la température font apparaître grossièrement que les plans d'eau de l'étage bioclimatique désertique sont les plus chauds (Fig 25). Les fluctuations de ce paramètre abiotique sont en relation avec les conditions climatiques locales et régionales et plus particulièrement avec la température de l'air, ainsi que les phénomènes d'évaporation d'eau et de précipitations qui en résultent quand cette dernière augmente. Des résultats similaires, concernant d'autres plans d'eaux, ont également rapporté la forte influence de la température de l'air sur celle de l'eau. **Aminot (1983)**, montre que la température est un facteur environnemental important pour la vie aquatique contrôlant l'ensemble des processus biologiques tels que la reproduction, la croissance et le préférendum thermique, liés à un environnement donné. Les bactéries fécales ainsi que les protozoaires prédateurs ont une activité métabolique généralement croissante avec l'augmentation de la température (**Burkhardt et Calci. 2000**)

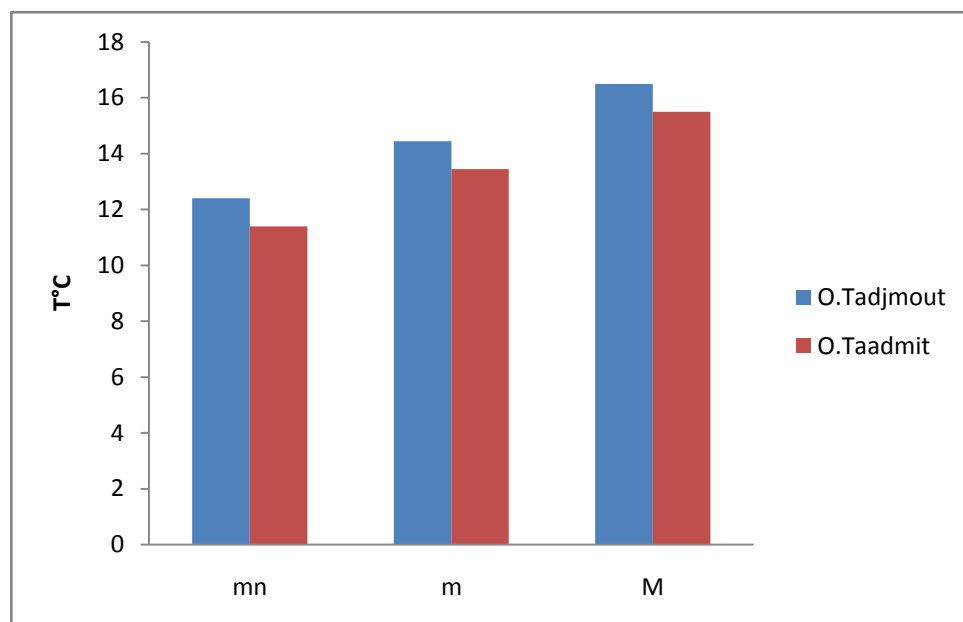


Figure 25 : Variations des températures (T °C) de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ **Le potentiel d'hydrogène (pH)**

Le pH, ou potentiel d'hydrogène, caractérise l'acidité ou l'alcalinité de l'eau. C'est un indicateur de la quantité et de la nature des ions minéraux en solution dans l'eau (**Groga, 2012**). Il a un effet important sur le goût de l'eau, il indique aussi des possibles problèmes de corrosion et la possibilité de la présence des métaux toxiques. Les valeurs de pH enregistrées dans les deux sites prospectés varient entre 7,74 dans Oued Tadjmout et 8,8 dans l'Oued de Taadmit. Cette alcalinité s'expliquerait par l'absence d'une source de pollution réelle comme les eaux usées par exemple.

Silberged (1993) ; **Lagadic et al (1997)**, rapportent que l'activité enzymatique peut être extrêmement sensible aux variations saisonnières du milieu, ainsi qu'à la contamination probable de l'environnement. Les eaux naturelles ont en général un pH qui varie entre 6,5 et 8,5. Si le pH est en dessous de (4,5), des irritations des membranes mucageux peuvent se produire et l'eau devient fortement corrosive, avec un goût aigre. Si le pH est au-dessus de 10, les mêmes irritations se produisent et le goût devient savonneux. Le pH de l'eau permet de classer celle-ci en trois catégories selon l'échelle adoptée par **Hecker et al(1996)**. Eau acide (pH < 5,5), eau neutre (pH = 5,5 à 7,4), eau alcaline (pH > 7,4). En pratique, les eaux ayant un pH supérieur à 8 ou inférieur à 6 sont rares mais on peut rencontrer des pH plus élevés dans des situations d'eutrophisation d'eau.

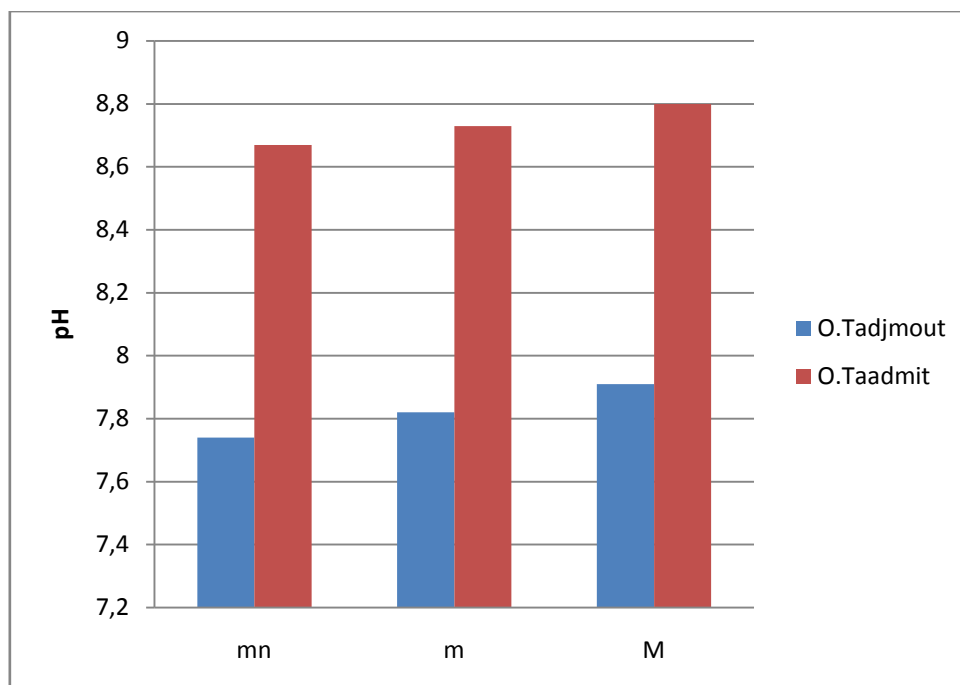


Figure 26 : Variations du pH de l'eau dans les stations prospectées (M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ La conductivité

La conductivité est une mesure générale de la qualité de l'eau, qui indique la quantité totale des sels dissous. Si la conductivité est élevée le goût de l'eau sera normalement salé (mais pas forcément). En plus, une haute conductivité indique la possibilité de la présence, à un niveau important, des ions dangereux à la santé et de la corrosivité de l'eau. La conductivité suit le rythme de la salinité dans l'ensemble des stations prospectées, elle dépasse les 1300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans Oued Tadjmout, est inférieure à 1755 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans l'Oued de Taadmit (Fig 27).

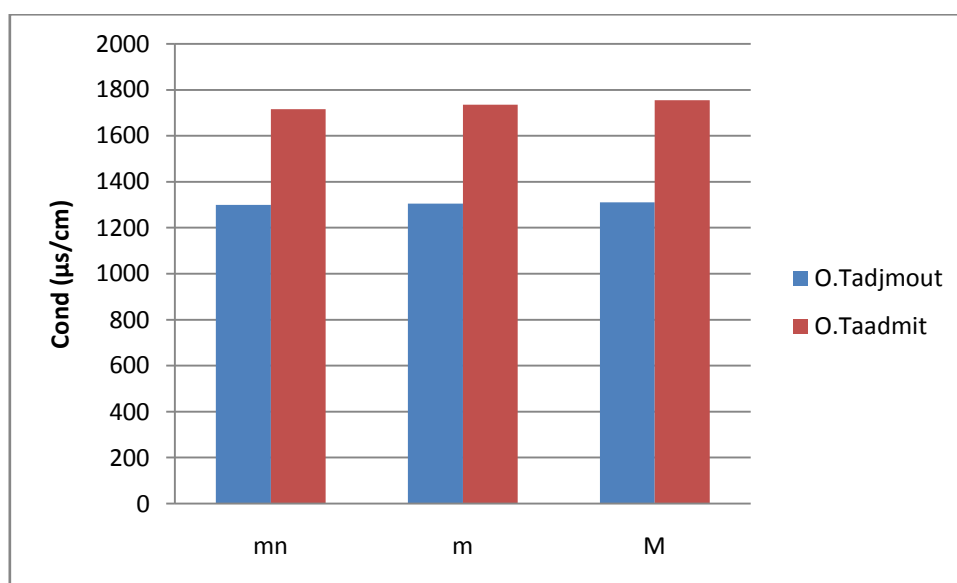


Figure 27 : Variations de la Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de l'eau dans les stations prospectées

(M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (Rejsek, 2002 ; Diallo, 2006). Dans Le tableau 4 nous rapportons la relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité.

Tableau 4: Relation entre la minéralisation de l'eau et la conductivité mesurée (Rejsek, 2002 ; Diallo, 2006)

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Minéralisation de l'eau	Conductivité moyenne mesurée
< 100	Très faible	
Entre 100 et 200	Faible	
Entre 200 et 333	Moyenne	
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée	
Entre 666 et 1000	Importante	
>1000	Elevée	O.Tadjmout, O.Taadmit

La plus part du temps, la conductivité a une origine naturelle due au lessivage des terrains. Ce lessivage entraîne naturellement la dissolution d'un certain nombre de sels minéraux. Elle peut également avoir pour origine l'activité humaine causée par les effluents agricoles, industriels ou domestiques qui contiennent des sels contribuant eux aussi à l'accroissement de la conductivité. Nous citons le cas de la dégradation de la qualité des eaux littorales dans certaines baies au lac Tanganyika (Burundi) est due selon (**Ogutu et al, 1997; Branchu et al, 2005; Eggermont et Verschuren, 2003**) aux activités humaines.

Selon (**Hade, 2002**) la conductivité est influencée par divers paramètres tels que :

- ✓ La géologie du bassin versant,
- ✓ Les apports d'eau souterraine,
- ✓ La température de l'eau,
- ✓ Les variations de débit des ruisseaux et des rivières qui alimentent l'Oued (la conductivité augmente lorsque le débit est faible, car il y a une plus grande concentration d'ions, et diminue lorsque le débit est élevé),
- ✓ Les apports d'eau contaminée provenant des activités humaines (déglacage des routes, agriculture, développement urbain, activités industrielles).

La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et d'en suivre l'évolution (**Rejsek, 2002**).

➤ **Les nitrites (NO₂)**

Selon **Dussartd (1992)**, les nitrites représentent la forme intermédiaire et le résultat de l'oxydation des matières organiques azotées.

Nos données montrent que la teneur en azote nitreux est très faible et varie autour d'une moyenne de 0,065 mg /l avec une concentration maximale de 0,07 mg/l notée dans l'Oued Taadmit (Fig 28). La présence de nitrites dans une eau peut être due à une oxydation incomplète de composés azotés (azote organique ou ammoniacal). Elle correspond à un stade intermédiaire et sa concentration est en général inférieure à 1,0 mg/l (**Rejsek, 2002**). D'après **ANRH (2003) in Houadef et Salem(2007)**, les classes proposées pour les nitrites sont : (0 à 0,01mg/l) pour une eau de bonne qualité, entre 0,01 et 0,1 mg/l pour une qualité moyenne et de mauvaise à très mauvaise qualité lorsque les valeurs de nitrites est de 0,1 à 3 mg/l et NO₂> 3 mg/l. Donc, de manière générale, nous pouvons dire que la qualité de l'eau des stations étudiées est de moyenne à bonne.

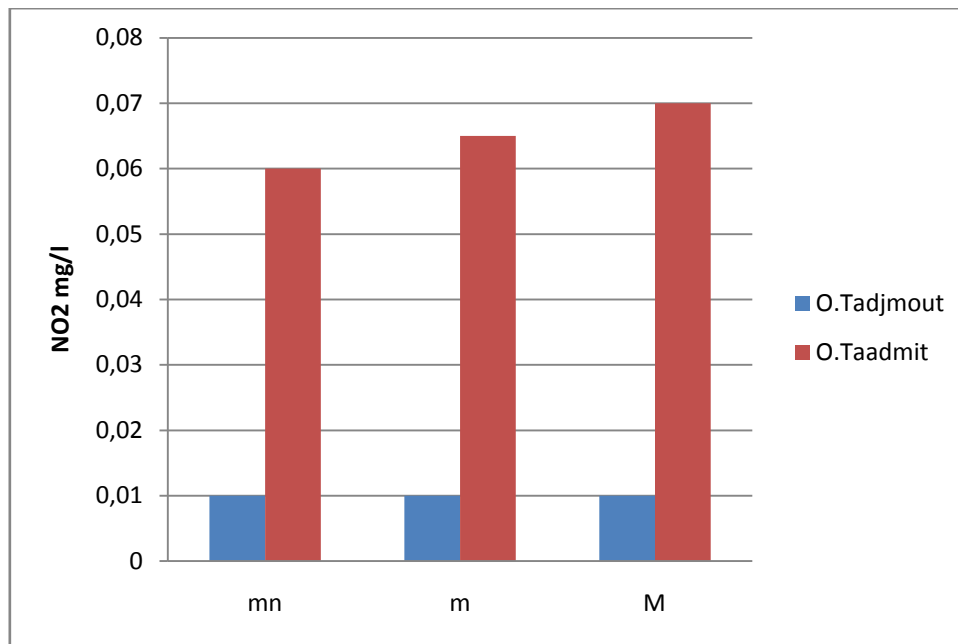


Figure 28 : Variations de la teneur en Nitrites (mg/l) dans les stations prospectées

(M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ Les nitrates (NO_3)

Les résultats obtenus à partir de nos prélèvements indiquent la présence de teneurs moyennes supérieures à 12,5 mg/l pour l'Oued Tadjmout et un teneur moyenne inférieure à 11,3 pour l'Oued Taadmit (Fig 29).

La concentration naturelle en nitrates ne dépasse pas 3 mg/l dans les eaux superficielles. La nature des zones de drainage joue un rôle essentiel dans leurs présences et l'activité humaine accélère le processus d'enrichissement des eaux en nitrates. Certains auteurs ont montré que les nitrates sont en relation avec le régime pluviométrique (**Romdhane 1986; Ben Rejeb 1989; Mouelhi 2000**). Les variations saisonnières des teneurs en nitrates sont importantes et liées au développement du phytoplancton (**Rejsek, 2002**). Les excédents d'azote sont dus à une fertilisation excessive et/ou à des pratiques culturales inadaptées. Dans certaines régions ce sont les rejets azotés d'origine animale excessifs qui sont en cause.

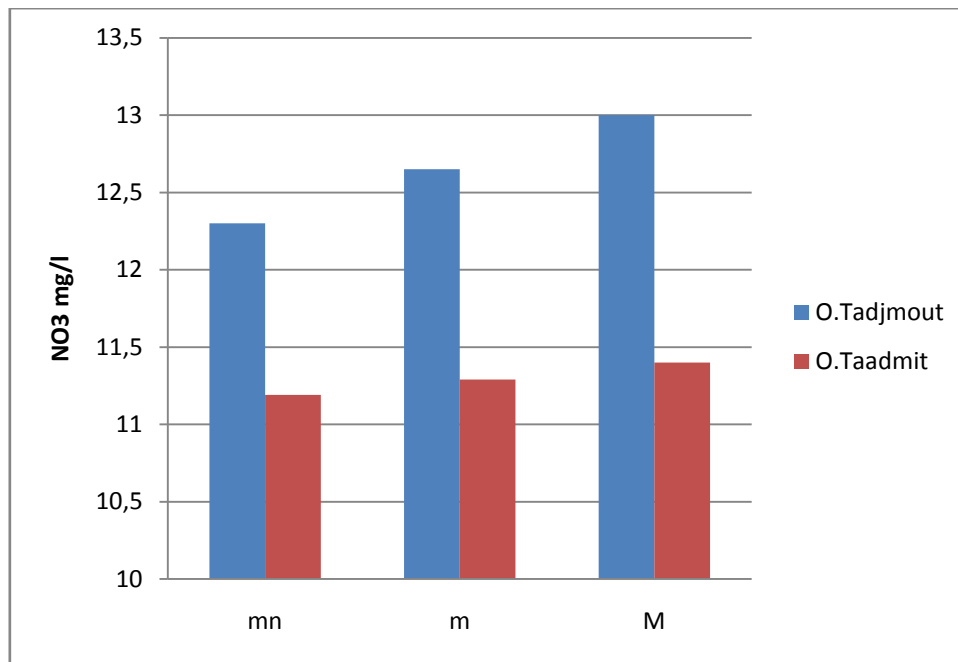


Figure 29 : Variations de la teneur en Nitrates (mg/l) dans les stations prospectées

(M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

➤ **Ortho phosphate (PO_4^{3-})**

Le phosphore, est le facteur limitant le plus fréquent dans les eaux douces et dans divers lacs eutrophes des régions tropicales (Sommer, 1989). Les ortho phosphates (PO_4^{3-}), forme minérale soluble, constituent la source majeure du phosphore utilisé par le phytoplancton à des concentrations parfois très faibles (Grogg, 2012). Dans les milieux aquatiques, les ortho phosphates sont rapidement assimilés par les végétaux mais aussi rapidement recyclés (Pourriot et Meybeck 1995).

Dans notre étude, le dosage des ortho phosphates indique des valeurs totales faibles pour toutes les stations étudiées. La valeur maximale est enregistrée dans l'Oued de Taadmit (0,41 mg/l), ce qui est inférieur à la valeur guide de 0,5 mg/l qui permet de suspecter la pollution d'eau (Tab 6, annexe) (Fig.30).

Les eaux de surface peuvent être contaminées par des rejets domestiques ou par le lessivage de terres cultivées renfermant des engrais phosphatés ou traités par certains pesticides. Cette contamination entraîne un développement important des algues microscopiques mais aussi macroscopiques, qui caractérise le phénomène d'eutrophisation (Rejsek, 2002).

Par ailleurs, Rejsek (2002), signale que pour des pH compris entre 5 et 8, seules les formes H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} d'Ortho phosphates existent en quantités appréciables.

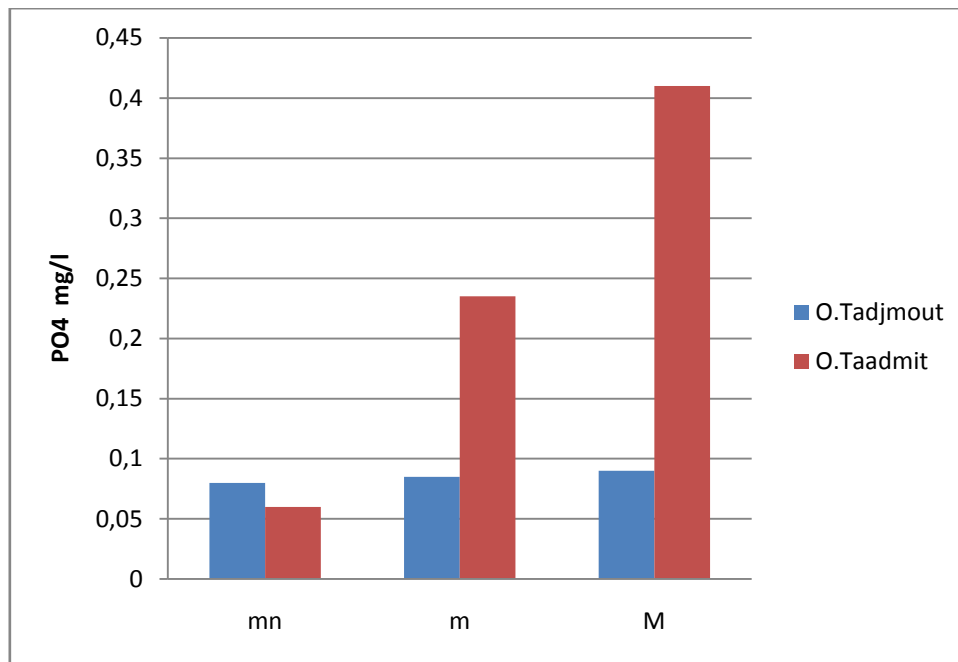


Figure 30 : Variations des Orthophosphates (mg/l) dans les stations prospectées

(M : maximale ; m : moyenne ; mn : minimale).

1.3. Conclusion

À l'instar des résultats obtenus, nous ne constatons que les eaux des différentes stations permettent d'affirmer que les facteurs majeurs qui influencent le fonctionnement des hydro systèmes étudiés sont liés d'une part de l'étage bioclimatique caractérisant de chaque région et d'autre part au rythme des saisons, c'est-à-dire la variation de l'énergie au cours du cycle annuel. Ces variations dont les effets sont immédiats sur l'écosystème sont les précipitations, la température et l'ensoleillement. Les eaux des différents sites étudiés est variée entre bonne et moyenne qualité.

La température est l'un des facteurs qui répond le plus aux changements climatiques ; ce paramètre montre des écarts de 5°C. Il est à signaler que les paramètres mesurés ne sont pas statiques dans le temps, donc ils peuvent varier d'une année à une autre et au cours des différentes saisons de la même année. En effet, la qualité d'une eau est la résultante de nombreux paramètres dont les fluctuations sont déterminantes pour la répartition des organismes vivants. Les apports des eaux de surface dépendent de leur débit et leur proximité des sources de pollution sont considérées comme une principale source de perturbation.

2. Résultats de l'étude ichtyologique

2.1. Dimorphisme sexuel et relation taille poids

Les expressions mathématiques de la relation taille-poids calculés pour le genre *Barbus* des deux sites révèlent la présence d'une forte liaison entre le poids total (W) en gr et la longueur totale en cm. Les coefficients de corrélation pour les spécimens de Oued Tadjmout et Oued Taadmit sont respectivement de 0,949 et 0,9497, ce qui signifie une forte liaison entre le poids et la longueur totale; c'est-à-dire dès que le poisson croître en longueur son poids augmente aussi. Cette bonne corrélation explique aussi que les deux offre une bonne nutrition aux spécimens de poisson. (Fig.31)

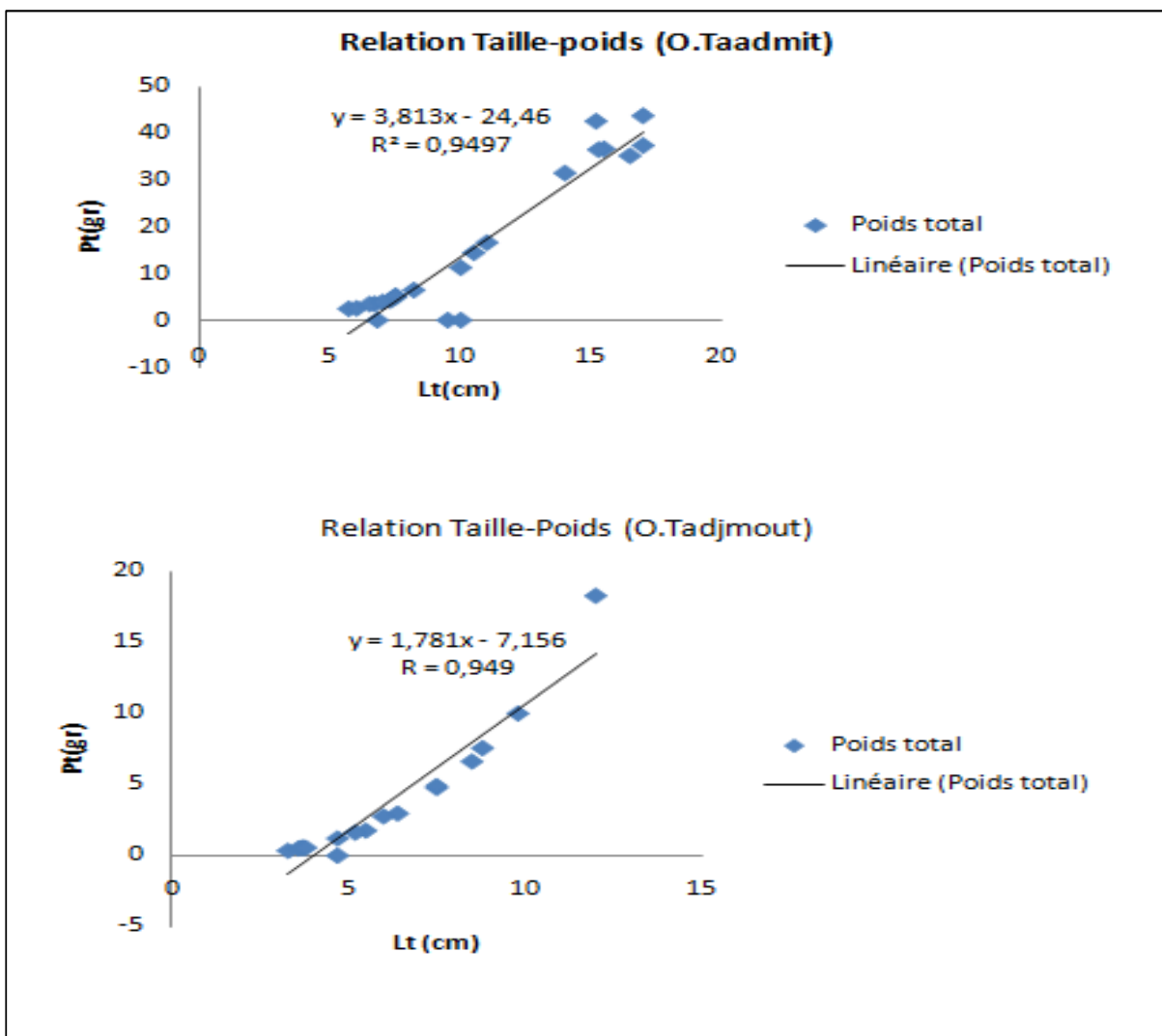


Figure 31: Relation taille-poids chez le *Barbus* des sites prospectés

2.2. Age et croissance

L'estimation de cette relation âge-croissance (poids et longueur) par la méthode scalimétrique a permis de définir trois groupes d'âge dans la population totale. La croissance linéaire relative est très rapide durant la première année chez les Barbus des deux sites. Le taux annuel de la croissance diminue ensuite progressivement, surtout à partir de la deuxième année. (Fig 32).

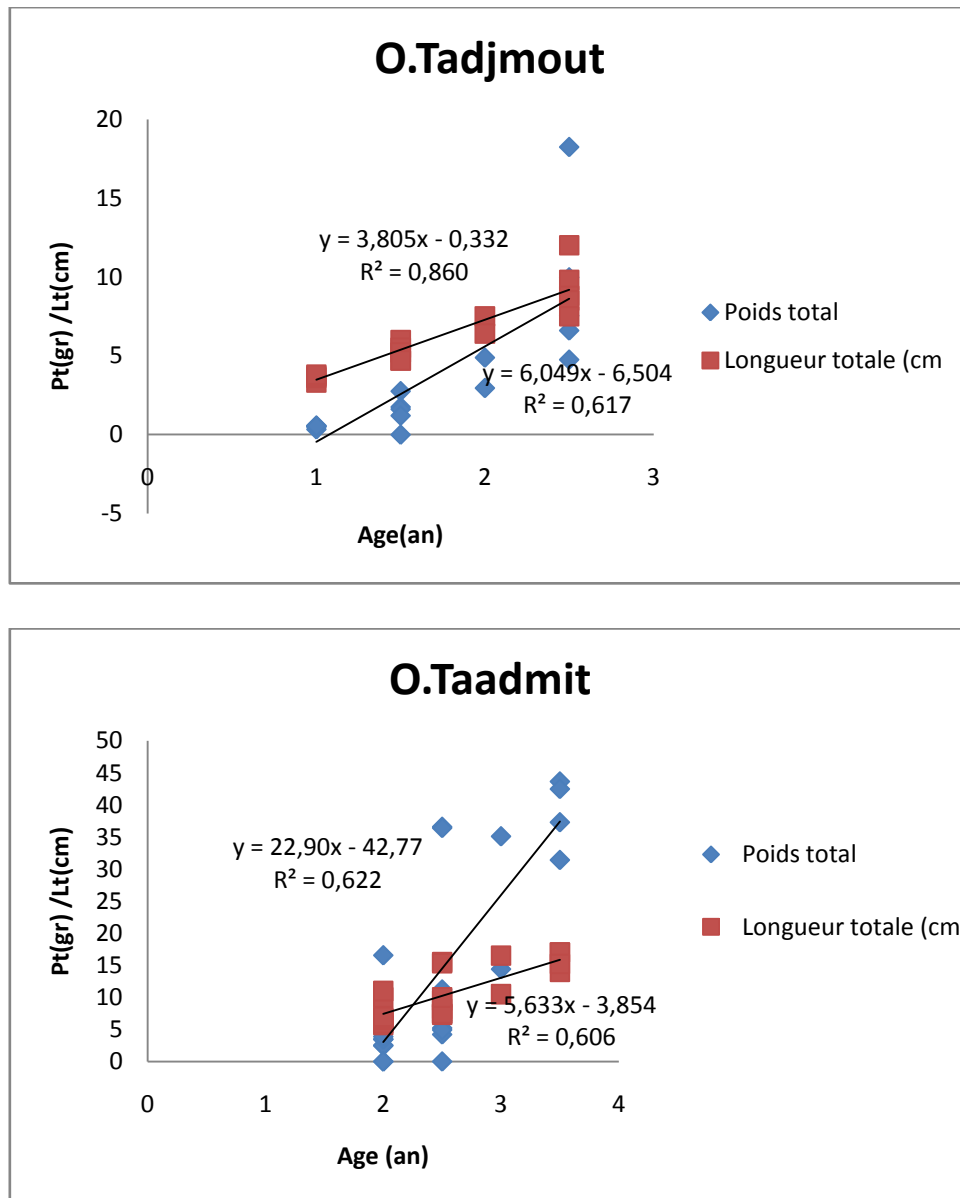


Figure 32 : Courbe théorique de la croissance linéaire et pondérale du genre *Barbus*

2.3. Résultat de sex-ratio

On note que pour les spécimens de *Barbus sp* de deux sites étaient des individus a sexe séparé. Le dimorphisme sexuel est possible dont on a pu vérifier le rapport sex-ratio (Fig 33).

Les résultats de ce rapport varient d'un sexe à l'autre et d'un site a l'autre .Ce rapport calculé pour 17 individus d'Oued de Tadjmout (2 mâles, 10 femelles, 5 indéterminés) .Tableau 7(annexe), montre que ce dernier est en faveur des femelles qui représente 59% de la population échantionnée contre 12% pour les mâles et 29 % pour les indéterminés. Ce rapport présente une similarité pour l'Oued de Taadmit avec une dominance des femelles.

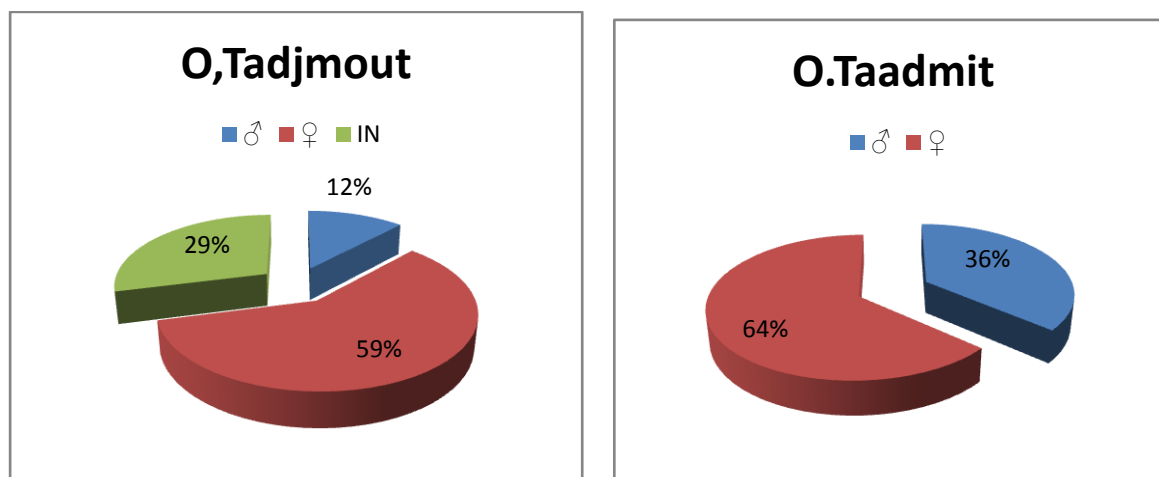


Figure 33: Pourcentage des mâles, femelles et indéterminés du *Barbus sp*.

3. Résultats de l'étude de la parasitofaune

3.1. Inventaire des espèces parasites

L'échantillon étudié comprend un total de 39 poissons appartenant à deux sites différents, qui sont répartis comme suit : 17 individus à Oued Tadjmout et 22 individus à Oued Taadmit. L'investigation de la parasitofaune des poissons a permis la découverte de deux formes au niveau du tube digestif. L'identification a été poussée pour la majorité des espèces jusqu'au genre seulement.

La liste systématique des zooparasites inventoriés suivant la classification établie par **Bunkley-Williams et Ernest (1994)** ; **Meddour (2002)** et **Mehlhorn (2008)**. (Tab 5).

Tableau 5 : Systématique des différentes espèces de parasites récoltés

Embranchements	Classes	Ordres	Familles	Genres
Plathelminthes	<u>Cestoda</u>	<u>Pseudophyllidea</u>	<u>Bothriocephalidae</u>	<i>Bothriocephalus sp</i> (<i>Rudolphi, 1808</i>)
Nématelminthes	Secernentea	Spirurida	Philometridae	<i>Philometra sp</i>

➤ **La classe Cestoda (*Bothriocephalus sp*)**

D'après les photos ci-dessous nous constatons qu'il existe cinq espèces différentes ; les cinq espèces possèdent la même structure morphologique, mais la distinction elle au niveau des scolex et des œufs.

La clace Secernentea (*Philometra sp*)

3.2. Calcul des indices épidémiologiques

3.2.1. Evaluation des indices épidémiologique par espèce de parasite

Afin de donner un aperçu sur l'importance numérique des différentes espèces de parasites récoltés, nous avons calculé pour chaque espèce de poisson et pour chaque site étudié les indices suivant : la prévalence, l'intensité moyenne, et l'abondance suivant les formules mentionnées dans la partie méthode de l'étude (Tab 6). (**P** : Prévalence, **IM** : Intensité moyenne, **AB** : Abondance, **N** : Nombre d'hôtes infestés, **H** : Nombre de poissons examinés et **n** : Nombre de parasites dénombrés)

Tableau 6 : Evaluation des indices épidémiologique par espèce de parasite

Espèces	P(%)	IM	AB	n	N	H
<i>Bothriocephalus sp</i>	10,25	3	0,30	12	4	39
<i>Philometra sp</i>	2,56	1	0,02	1	1	39

Selon les résultats de l'indice de la prévalence, les poissons des sites prospectés sont parasités par *Bothriocephalus sp* et *Philometra sp*. Le genre *Bothriocephalus* touche **10%** de la population, l'autre genre peut toucher un nombre réduit de la population .

Les valeurs de l'intensité moyenne rendent le genre *Bothriocephalus* comme l'espèce la plus virulente et la plus abondante parmi l'espèce pathogène signalée chez les populations de Tadjmout et Taadmit .Les valeurs de l'intensité parasitaire (IM) restent toujours faibles. (Fig 36).

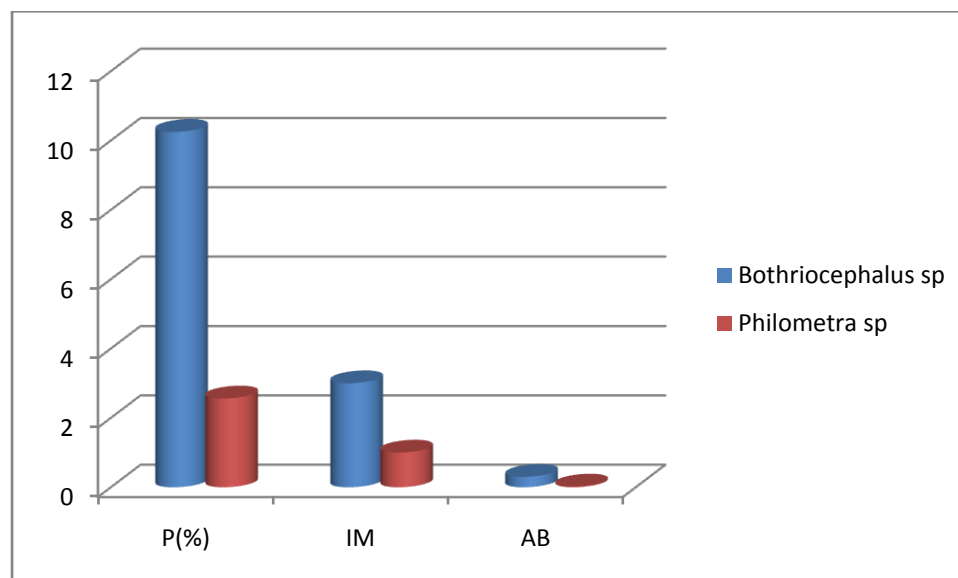


Figure 36 : Evaluation des indices épidémiologique par espèce de parasite

3.2.2. Variations des indices épidémiologiques des espèces parasites en fonction du sexe

Tableau 7 : Variations des paramètres parasitaires en fonction de sexe

Sites	Espèces	Sexe	P(%)	IM	AB	n	N	H
O. Taadmit	<i>Barbus sp</i>	♂	12.5	1	0,12	1	1	8
		♀	21,42	3,66	0,78	11	3	14
O. Tadjmout	<i>Barbus sp</i>	♂	0	0	0	0	0	2
		♀	10	1	0,1	1	1	10

❖ Oued Taadmit

Sur un total de 22 poissons (8 mâles et 14 femelles) appartenant au genre *Barbus*, l'examen des mâles montre que 12,5 % sont parasités par 1 parasite. Pour les femelles examinées, 21,42 % sont infestés par 11 parasites à différentes espèces de parasites (Fig 37). L'indice de la prévalence montre que les mésoparasites de taadmit peuvent parasités 12,5% des mâles et 21,42 chez les femelles. L'intensité parasitaire est plus élevée chez les femelles par rapport aux mâles. L'analyse des couples prévalence-intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité de la population.

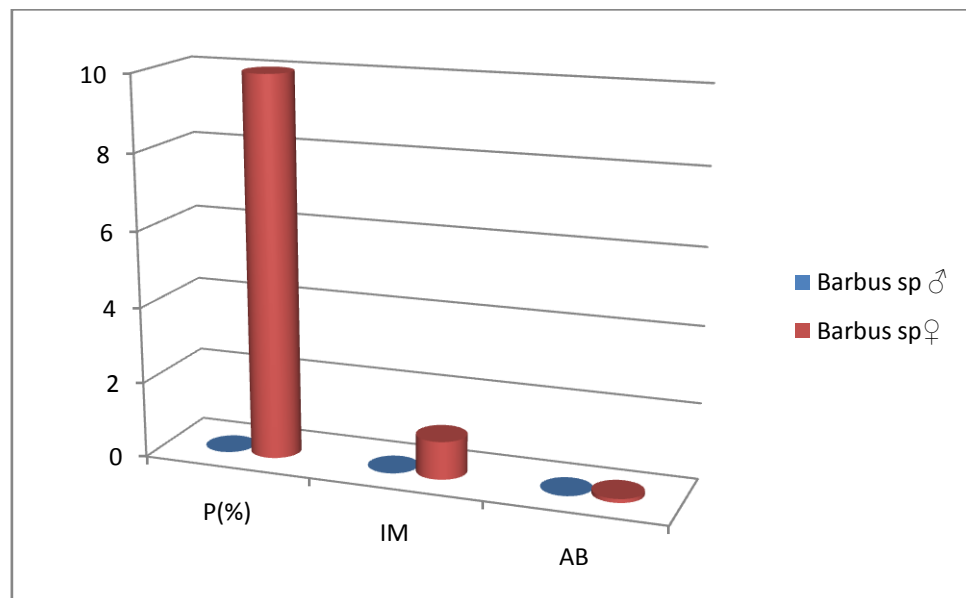


Figure 37. : Valeurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des *Barbus sp* dans Oued Taadmit

❖ Oued Tadjmout

Les 2 poissons mâles ne sont pas parasités. Pour les femelles, 1 sur les 10 poissons examinés, sont infestés par 1 parasite (Fig 38).

Les valeurs de l'intensité d'infestation sont de 0 et 1 respectivement chez les mâles et les femelles. Les femelles sont plus vulnérables aux infestations par rapport aux mâles ; ceci est démentré par les valeurs les plus élevées de la prévalence parasitaire (10%).

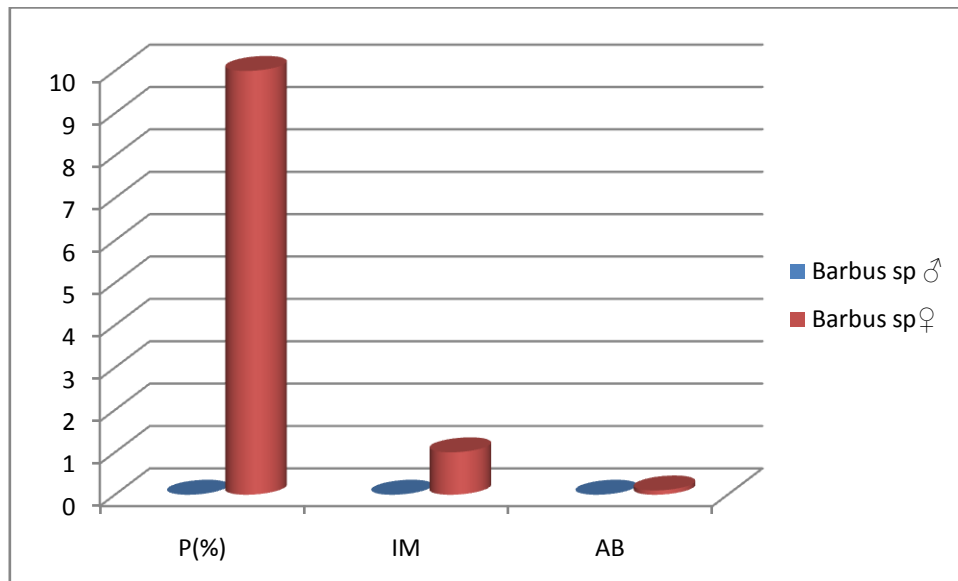


Figure 38: Valeurs des paramètres parasitaires en fonction de sexe des *Barbus sp* dans l'Oued Tadjmout

3.3. Discussion

La différence dans la distribution des parasites récoltés dans l'espace serait influencée par des facteurs abiotiques tels que la température, la qualité de l'eau et des facteurs biologiques tels que l'état physiologique et l'éthologie du poisson hôte et/ou du parasite. **Wiens (1989)**, rapporte que les parasites comme les hôtes, présentent une sensibilité vis-à-vis de l'hétérogénéité des conditions du milieu génératrices de variabilité et de diversité.

Durieux (2007), a montré que les conditions hydrographiques de l'eau jouent un rôle majeur dans le développement des différents parasites.

Selon **Guerrida (2008)**, la survie du parasite copépode (*Lernea*) serait probablement en relation avec la salinité de l'eau, car la salinité provoque la disparition des parasites.

Le taux d'infestation parasitaire est en relation avec certains facteurs de la dynamique des espèces hôtes (la migration) qui fréquentent plusieurs milieux au cours de ses migrations et

qui pourraient ainsi contracter des parasites différents dans chacun de ces milieux (**Claude, 2003**).

L'évaluation des taux des parasites recensés montre que l'Oued Taadmitte abrite la plus grande charge des parasites par apport à l'Oued Tadjmout. Ceci est expliqué par la qualité des eaux qui est en permanence sous l'influence d'une activité agricole intensive.

D'une manière générale les parasites se distribuent dans tous les milieux avec des taux différents, que se soit en milieux artificiels ou naturels.

L'analyse de couple prévalence-intensité moyenne montre que les parasites sont distribués sur la totalité des populations des tous les sites.

Les femelles représentent la partie de la population la plus vulnérable aux agressions parasitaires. Par contre **Blahoua et al (2009)**, travaillant sur les parasites de *Sarotherodon melanotheron* dans du lac d'Ayamé (Côte d'Ivoire) n'ont trouvées aucune différence significative des prévalences, intensités moyennes et abondances des parasites entre les poissons mâles et femelles. **Elmadhi et Belghyti (2006)**, signalent que le taux de parasitisme augmente indépendamment du sexe de l'hôte chez *Trachinotusovatus* de la côte de Mehdia (Tunisie).

4. Résultat d'élimination des colorants

4.1. Sélection des colorants

Le résultat d'adsorption du trois colorants sur les différents adsorbants est représenté sur la figure 39.

Il apparaît de façon évidente que pour la même concentration employée, les différents adsorbants utilisés n'adsorbent pas les trois couleurs avec les mêmes capacités.

D'après ces résultats, on peut dire que : l'augmentation de rendement d'élimination du trois colorants s'explique par la grande affinité des supports à la rétention de ces substrats et par une meilleure diffusion de ces couleurs à travers les pores de ces adsorbants.

On conclure :

Le VB est mieux adsorbé que le VM.

Nous détaillerons ensuite les résultats relatifs à l'adsorption du vert brillant sur les sédiments et les os de poisson, et du bleu de méthylène sur les algues.

4.2. Influence des facteurs sur la décoloration

4.2.1. Influence de la concentration initiale en colorant

L'effet de la concentration initiale en colorant sur le taux de décoloration (%) est donné sur la figure 40.

4.2.2. Influence de la granulométrie

Il a été montré par **Kannan et Sundaram, (2001)** et **Pável et coll, (2007)** que la capacité d'adsorption est affectée par la taille des particules adsorbantes.

4.2.3. Influence du temps de contact

L'évolution de la quantité éliminée des colorants en fonction du temps met en évidence deux parties : une partie rapide et partie d'équilibre.



CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus au niveau des paramètres physico-chimiques mesurés dans l'eau de deux oueds étudiés, les conclusions suivantes peuvent être annoncées :

- ✓ L'analyse physico-chimique indique la légère alcalinité des eaux des oueds étudiés, malgré la localisation de la deuxième station (O.Taadmit) sous l'influence anthropique.
- ✓ -Les valeurs obtenues des paramètres physico-chimiques (NO_2 , NO_3 , PO_4^{3-}) sont dans les normes Algériennes. Nous pouvons dire que l'eau des différents sites étudiés est variée entre bonne et moyenne qualité.

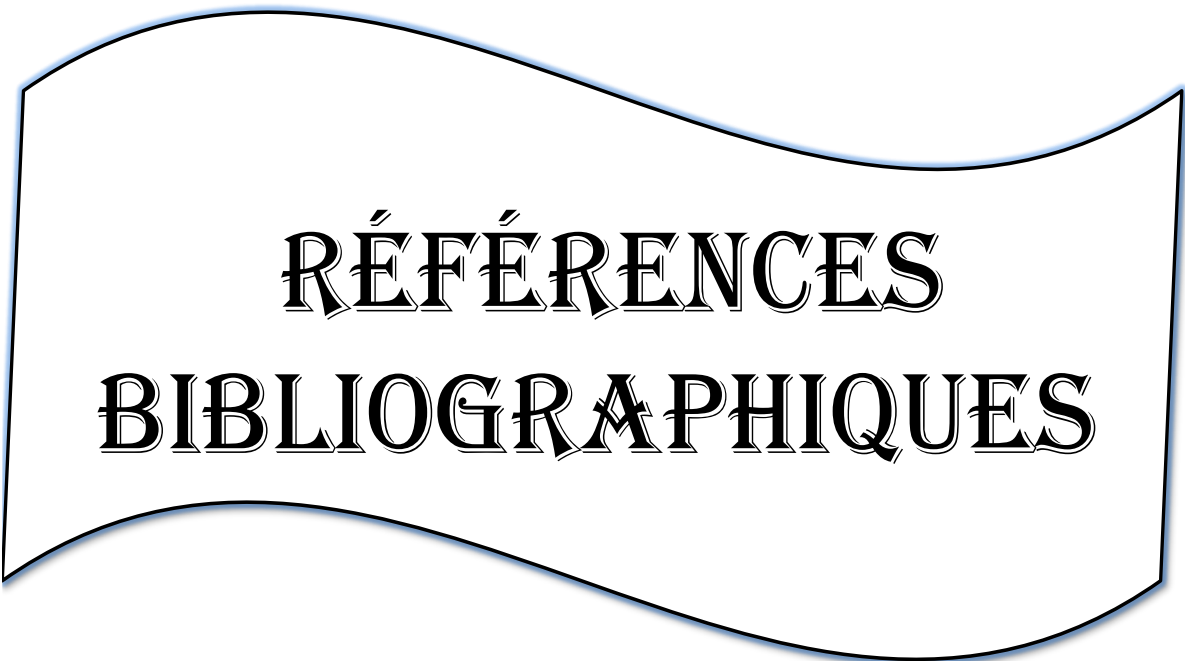
- L'étude de la biologie et de la dynamique du *Barbus sp* montre que :

- ✓ Il existe une forte liaison entre le poids et la longueur totale.
- ✓ -Le paramètre sex-ratio, montre une nette dominance des femelles par rapport aux mâles ; les femelles représentent 70,58 % de spécimens examinés.
- ✓ L'étude de la parasitofaune de *Barbus sp*, nous a permis d'identifier selon leurs critères morpho-anatomiques deux classes de parasites : Cestodea et Nématodea.
- ✓ La propagation des parasites observés sont plus influencées par les conditions d'origine anthropique (O.Taadmit :92,30%) que d'origine naturelle des eaux douces.

En perspective, l'étude de la qualité de l'eau peut être complétée par d'autres paramètres telle que l'étude des paramètres physicochimiques complètes, les métaux lourds et les micropolluants organiques. Aussi il est nécessaire d'améliorer l'hygiène et l'assainissement et la gestion de l'eau de manière à réduire les risques de maladie à transmission hydriques.

Des études ultérieures pourront mettre plus de lumière et cerner plus étroitement le domaine de l'halieutique en touchant d'autres aspects :

- La reproduction de *Barbus sp* (période et phases).
- L'analyse statistique des variations du régime alimentaire.
- Augmenter l'effectif d'échantillonnage et travailler sur une longue période.
- Etudier l'effet des parasites sur les paramètres de croissances et de reproduction.
- Etude plus approfondie sur la biosystématique des parasites retrouvés.
- Les mesures de protection de cette espèce.



**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Abdelaziz N, 2012. Evaluation de la qualité physico-chimique et biologique des cours d'eau de la région de Laghouat et Djelfa .Thèse : Master. Université Laghouat. p : 72.

Abouzaid A ,2001. Etude de différents traitements des effluents de l'industrie textile .Thèse : Doctorat, Université Chouaib Doukkali, Maroc.

Adams S M, 2002. Biological indicators of aquatic ecosystem stress. Bethesda, MD.American Fisheries Society.

AFNOR (Association Française de Normalisation), 1997.Recueil des normes françaises environnement .Tomes1-2-3 et4. P : 1372.

AFNOR, 2001. Qualité de l'eau. Analyses organoleptiques - Mesures physico-chimiques Paramètres globaux- Composés organiques ; 6ème Edition tome 2, P: 412- 413.

Ahmed M J et Dhedan S K ,2012 . Equilibrium isotherms and Kinetics modeling of methylene blue adsorption on agricultural Wastes-based activated carbons. Flui. Phas. Equil. 317. P : 9-14.

Aminot A et Chaussied M , 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu.

ANIREF, 2011. Agence Nationale d'Intermédiation Et de Régulation Foncière, Rubrique Monographie, wilaya de Laghouat. P : 30.

Anonyme, 2014.Direction d'hydraulique Laghouat.

ANRH (Agence Nationale de Recherche Hydraulique), 2003 .Schéma Directeur des ressources en eau. Rapport de synthèse, phase II. Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire, Biskra. P : 56.

Aranguren MS, 2008.Contamination en métaux lourds des eaux de surface et des sédiments du Val de Milluni (Andes Boliviennes)par des déchets miniers. Approches géochimique, minéralogique et hydrochimique. Thèse : Doctorat. . Université Toulouse III – Paul Sabatier P : 488.

Asfour H M ; Nasar M M et Pinto N G ,1985. Effect of salt on the mechanism of adsorption of aromatics on activated carbon». Langmuir, vol 15.P : 5997-6003.

Azevedo J S ; Fernandez W S ; Farias LA ; Favaro D T I et Braga E S , 2009. Use of cathorops spixii as bioindicator of pollution of trace metals in the Santos Bay, Brazil. Ecotoxicology 18, P : 577-586.

Banaru D et Perez T,2010. Bio-indicateurs-Biomarqueurs,Note de cours.Marseille,Université de Marseille,15p. <http://www.com.univ-mrs.fr/boudouresque/Master-Océanographie-Biologie-Ecologie-Marine/UE-363-PROT-cour-Banaru-Bio-indicateurs-Biomarqueurs-2010.pdf> (page consultée le 12 novembre 2019).

- Bastide T A, 2006** .Savoir-faire anciens et exploitation des algues en Bretagne. Ed : FRCIVAM. Bretagne .P :17.
- Beer R ; Baumann M et Kielbassa M, 2006.** Pocket Atlas of Endodontic: staining the cavity with methylene blue. Thieme.
- Belhaj A, 2001.** Les épidémies d'origine hydrique dans le monde- Synthèse Technique- ENGRET centre de Montpellier et OIE de Limoges. P : 1-16.
- Ben Mansour H ; Boughzala O ; Dridi D ; Barillier D ; Chekir-Ghedira L et Mosrati R, 2011.** Les colorants textiles sources de contamination de l'eau : Criblage de la toxicité et des méthodes de traitement. Revue des sciences de l'eau. Vol 24(3). P : 209-238.
- Ben Rejeb Jenhani A, 1989** .Le lac Ichkeul : Conditions du milieu, peuplements et biomasses phytoplanctoniques. Thèse, Univ de Tunis. P : 209.
- Benoit-Chabot V, 2014.** Les facteurs de sélection des bioindicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques : élaboration d'un outil d'aide à la décision. Thèse : Maitre en environnement .Nniversité de Sherbrouke. P : 118.
- Bertalanffy V L, 1938** .A quantitative theory of organic growth (inquiries on growth laws II). Human Biology, 10, P: 181- 213.
- Bigot L et Bodot P, 1973.**Contribution à l'étude biocénotique de la garrigue à Quercus coccifera-Composition biotique du peuplement des invertébrés. Vie et Vol. Milieu, 23. Fasc. 2(sér.C).P :229-249.
- Bilong-Bilong C et Njine T, 1998.** Dynamique de populations de trois monogènes parasites d'Hemichromis fascitus (Peters) dans le lac municipal de Yaoundé et intérêt possible en pisciculture intensive. Sci. Nat. Et vie 34.P :295-303.
- Blahoua K ; N'douba V ; Kone T et Kouassi N J,2009.**Variations saisonnières des indices épidémiologiques de trois Monogènes parasites de *Sarotherodon melanotheron* (Pisces :Cichlidae) dans le lac d'Ayamé I(Cote d'Ivoire) .Sciences et Nature.Vol 6. N°1.P :39-47.
- Borvon G, 2007.** Les algues hier et aujourd'hui .Uneindustrie chimique en Brétagne .Publier par le centre régional pédagogique de Bretagne. P : 30.
- Bouguenoune S et Amirat H, 2018** .Recherche de quelques métaux lourds dans quelques algues marines des côtes du Bejaia. Thèse : Master. Université de Bejaia.58p.
- Boutiba Z, 2004.** Guide de l'environnement marin, Edit : DAR EL GHARB.P : 273.
- Branchu P ; Bergonzini L ; Benedetti Ambrosi J P et Klerkx J, 2005.** Sensibilité à la pollution méthanique de deux grands lacs africains (Tanganyika et Malawi). Revue des Sciences de l'eau, Rev. Sci. Eau18/spécial .P: 161-180.

- Bringmann G et Kuhn R ,1959.** Ges. Ing, vol 80.P : 115-120.
- Bunkley Williams L et Williams H, 1994.** Isopods associated with fishes : a synopsis and correction, J. Parasitol. P : 893-896.
- Burger J, 2006.** Bioindicators: a review of their use in the environmental literature 1970-2005. Environmental Bioindicators 1, P : 136-144.
- Burkhardt W et Calci K R, 2000.** Selective accumulation may account for shellfish associated viral illness. Appl. Environ. Microbiol. 66,P : 1375–1378.
- Bush A O ; Kevin D L ; Jeffrey M L et Allem W S ,1997.** Parasitology meets ecology on its own terms. J .Parasitol 83.P :575-583.
- Camara T ,2017.** Etude de la qualité physico - chimique et bactériologique des sources d’approvisionnement en eau dans la ville de Conakry. Thèse : Doctorat. Institut de recherche en biologie appliquée de Guinée. Université Gamal Abdel Nasser de Conakry. P : 298.
- Cenens J et Schoonheydt R A, 1988.** Visible spectroscopy of methylene blue on hectorite, laponite b, and barasym in aqueous suspension. Clays and Clay Minerals 36, P : 214-224.
- Chaguer M, 2013.**Analyse et Spéciation des métaux dans un Oued en zone Minière cas de l’Oued Essouk. Thèse : Doctorat. Université Constantine I .P :146.
- Chantal STP, 2005.**Détection automatique de stries de croissance :application aux écailles de poissons. Université du Québec.P :61.
- Claude C, 2003.** L’art d’être parasites, les associations du vivant. Ed. Flammarion, Paris. P : 182-183.
- Compe S ; 2004.** Couplage de la chromatographie gazeuse inverse à un générateur d’humidité étude de l’hydrophile de surface de solide, divisés et des limites de la technique», Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, France.
- Cornu B I et Clozel, 2000.**Extractions séquentielles et spéciation des éléments trace métalliques dans les sols naturels. Analyse critique, Etude et gestion des sols, 7, N° 3, p : 179-189.
- Crepy M N, 2004.** Dermatoses professionnelles aux colorants. Fiche d’allergologie dermatologie professionnelle hôpital Cochin.
- Dabouineau L, 2004 -** Un autre regard sur les algues marines. Les algues non toxiques sont utiliser en alimentation directe (légumes, consommé cru ou cuit). Le rôle d’eau. Vol 118, P : 1-4.
- Dajoz R. 2003.** Précis d’écologie. Ed. Dunod, Paris, P : 615.
- Derafa G ,2014.** Synthèse et caractérisation de montmorillonite modifiée : Application à l’adsorption des colorants cationiques .Thèse Magister. Uni Ferhat Abbas Setif -1.p :197.

- Dermel S et Medjdoub D, 2014.** Adsorption du colorant rouge sandocryl par les déchets de phosphates Algériens beige et noir. Thèse : Master. Université A. MIRA - Béjaïa .P :126.
- Desoille H ; Scherrer J et Truhater R, 1987.** Précis de médecine du travail. 5ème Edition Masson. P : 838-845.
- Diallo B, 2006.** Analyse et contrôle de la pollution des eaux du fleuve Niger par les rejets liquides urbains et industriels du district de Bamako. Mémoire DER de Biologie. En sup Bamako. diatomaceous earth, J. Environ. Manag. 69, P : 229–235.
- Djebbari N ; Boudjadi Z et Bensouilah M, 2009.**L'infestation de l'anguille *Anguilla anguilla* L, 1758 par le parasite *Anguillicola crassus* Kuwahara, Niimi et Itagaki, 1974 dans le complexe de zones humides d'El Kala (Nord-est algérien). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Science de la vie .N^o 31.P :45-50.
- Doadrio I, 1990.** Phylogenetic relationship and classification of western palearctic species of the genus *Barbus* (*Osteichthys, cyprinidae*). Aqu. Liv. Res 3.P :265-282.
- Durieu E, 2007.** Ecologie du système hôte-parasite, juvéniles G0 de sole (*Solea solea*)-métacercaires de Digènes : dynamique et effets de l'infestation. PhD Thesis, Université de la Rochelle. <https://archimer.ifremer.fr/doc/00000/2933/>
- Dussart B, 1992.** Limnologie ; L'étude des eaux continentales. Ed. N. Boubée et Cie, 2ième édition, Paris, 736 p.
- Dutta K ; Mukhopadhyaya S ; Bhattacharjee S et Chaudhuri B, 2001.** Chemical oxidation of methylene blue using a Fenton-like reaction. Journal of Hazardous Materials B 84, P : 57– 71.
- Edwards K J ; Bond P L ; Druschel G K ; Mcguire M M ; Hamers R J et Banfield J F, 2000.** Geochemical and biological aspects of sulfide mineral dissolution: lessons from Iron Mountain, California. Chemical Geology, 169, Issues 3-4, P : 383-397.
- Eggermont H et Verschuren D, 2003.** Impact of soil erosion in the disturbed tributary drainages on the benthic invertebrate fauna of Lake Tanganyika, East Africa. Biological conservation, 113, P: 99-109.
- Elabed A, 2007.** Réactivité thermique et cinétique de dégradation du bois d'arganier. Application à l'élaboration de charbon actif par activation chimique à l'acide sulfurique. Thèse doctorat, Université Mohammed V-AGDAL Rabat, Maroc.
- Elmahdi Y et Belghyti D, 2006.** Distribution de deux Monogènes dans les individus hôtes de *Trachinotus ovatus* de la cote de Mehdiya. *Biologie et Santé* 6.P :65-76.

- Etats-Unis.EPA,2002.** Biological Assessments and Criteria :Crucial Components of Water Quality Programs .In EPA, Technical Assistance Document for States and Tribes. <http://www.epa.gov/ost/biocriteria/technical/brochure.pdf> (page consultée le 23 janvier 2020).
- Etats-Unis.EPA,2012.** Invertebrates as Indicator of Prairie Wetland Integrity.In EPA, Bioindicators for Assessing Ecological Integrity of Prairie Wetlands .<http://water.epa.gov/type/wetlands/assessment/pph2-4cfm> (page consultée le 6 février 2020).
- Farajzadeh MA et Monji A B, 2004.** Adsorption characteristics of wheat bran towards heavy metal cations. Sep. Purif. Technol, vol 38. P : 197-207.
- Faurie C ; Ferra C ; Médori P ; Dévaux J et Hemptinne J L, 2003.** **Ecologie : Approche scientifique et pratique** .Ed. Lavoisier-Tec et Doc, Paris.
- Forgacs E ; Cserhati T et Oros G ,2004.** Removal of synthetic dyes from wastewaters: Review. Environ. Int. 30. P : 953–971.
- Gana S, 2014.** Etude des paramètres intrinsèques et extrinsèques liés au parasitisme chez le genre Barbus (poisson cyprinidé) dans le barrage de Tadjmout. Thèse Master .Univ Laghouat .P :85.
- Garg V K ; Gupta R ; Yadav AB et Kumar R ,2003 .** Dye removal from aqueous solution by adsorption on treated sawdust, Bioresour. Technol. 89, P : 121–124.
- Ghosh D. et Bhattach aryya K G, 2002.** Adsorption of methylene blue on kaolinite. Appl. Clay Sci., 20, P : 295-300.
- Ghouti M A ; Khraisheh M ; Allen S J et AhmadM N, 2003.** The removal of dyes from textile wastewater: a study of the physical characteristics and adsorption mechanisms of
- Groga N, 2012.** Structure, fonctionnement et dynamique du phytoplancton dans le lac de Taabo (Cote d’Ivoire).
- Hade A, 2002.** Nos lacs-les connaitre pour mieux les protéger. Edition Fides. P : 360.
- Hamouda N ; Zouari I ; Gannouni A et Bellagi A, 2007.** Elimination d’un colorant des rejets de l’industrie textile par la technique d’adsorption sur une argile naturelle dans un lit fluidisé. Journal de la Société Chimique de Tunisie.
- Hansser L, 1984.** Tartrazine on trial. Fd. Chem. Toxicol, vol 22.P : 1019-1026.
- Hardy John T, 1991.** Natural History : Where the Sea Meets the Sky. EBSCO Industries Inc.100: 5.
- Hecker N ; Costa L T ; Farinha JC et Tomas Vives P,1996.** Inventaire des zones humides Méditerranéennes : Collecte des données. Publication medwet / Wetlands International/ Instituto da Conservacao da Natureza. Volume II, Lisbonne.P :99.

- Holmstrom H, Ljungberg J et Ohlander B, 2000.** The character of the suspended and dissolved phases in the water cover of the flooded mine tailings at Stekenjokk, northern Sweden. *Science of The Total Environment*, 247, N°1.P : 15-31.
- Houadef R et Salem D, 2007.** Monographie écologique de la zone humide du barrage Koudiat m'daouar (Timgad,Batna). *Dep. Biol .Univ Batna*. P : 103.
- Huang F ; Chen L ; Wang H et Yan Z, 2010.** Analysis of the degradation mechanism of methylene blue by atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma. *Chemical Engineering Journal* 162, P : 250–256 .
- industrial solid waste as an adsorbent for the removal of Rhodamine-B from aqueous solution:
- Kadirvelu K ; Karthika C ; Vennilamani N et Pattabhi S, 2005.** Activated carbon from
- Kannan N et Sundaram , 2001.** Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons- a comparative study. *Dyes and Pigments*. 51, P : 25-40.
- Kara M H ,1997.**Cycle sexuel et fécondité du loup *Dicentrachus labrax* (poisson Moronidé) du Golfe Annaba.*Cah.Biol.Mar* 38.P :161-168.
- kinetic and equilibrium studies, *Chemosphere* 60, P : 1009–1017.
- Klays R, 2005 .**Marine parasitologie. P : 11-47-123.
- Lagadic L et Caquet T, 1997.** Biomarqueurs en écotoxicologie : principes et définitions. In *Biomarqueurs en écotoxicologie, aspects fondamentaux*. Masson, Paris. P : 1-9.
- Laplace-Treyture C ; Peltre MC ; Lambert E ; Rodriguez S ; Vergon J P et Chauvin C, 2014.** Guide pratique de détermination des algues macroscopiques d'eau douce et de quelques organismes hétérotrophes. *Irstea Bordeaux*. France. P : 204.
- Le Gall j, 1950.**La scalimétrie et son importance en ichthyologie appliquée. Agrégé de luniversité. *Boulogne-sur-Mer*. P : 381-395p.
- Leclercq L, 2009.** Le phytoplancton des eaux douces. *In Société royale Cercles des Naturalistes de Belgique asbl, L'Erable, revue trimestrielle*.<http://www.cercles-naturalistes.be/Publication/téléchargeable/2009/Erable2-2009%20Phytoplancton.pdf>(page consultée le 18 mars 2020).
- Léveque C, 2001.** Ecologie – De l'écosystème à la biosphère. (eds.) *Dunod*, Paris. P : 502.
- Lian L ; GUO L et GUO C, 2009.** Adsorptions of congo red from aquous solutions onto Cabentonite», *Journal of hazardous materials*, vol 161.
- Lucy B W ; Ernest H et Williams J R ,1994 .**Parasites of Piero Rican freshwater sport fishes. P : 25-60-68-84.

- Mane V S ; Mall ID et Shrivastava V C, 2007.** Kinetic and equilibrium isotherm studies for the adsorptive removal of Brilliant Green dye from aqueous solution by rice husk ash, J. Environ. Manage. 84, P : 390–400.
- Mansouri K et Khenache L, 2016.** Contribution à l'étude d'accumulation des métaux lourds (Zn, Cu, Cd, Pb) dans le muscle et la masse viscérale de la sardine *Sardina pilchardus* pêchée dans le golfe de Bejaia. Thèse : Master. Université A. MIRA – Bejaia .P :48.
- Markert B A ;Breure A M et Zechmeister H G ,2003.** Bioindicator and Biomonitor.Principles ,concepts and application .Vienne ,Elsevier. P :997.
- Masseboeuf F ; Maudou S et Robert E, 2014.**Etude de la croissance de la truite commune (*Salmo trutta L*) dans les Prénées -Atlantiques. FNPF.P :30.
- Mayrat A, 1970.** Allométrie et taxinomie. *Rev. Stat. Appl.* 18, P: 47-58.
- Meddour A ,2002.**Cours d'ichtyoparasitofaune des poissons dulçaquicoles d'Algérie.Laboratoire de Pathologie et Pisciculture Annaba.P :63.
- Mehlhorn H, 2008.** Encyclopedia of parasitology. Vols. 1, 2,3rd edn. Springer, New York.
- Meink F. Stoof H et Kohschuter H, 1977.** Les eaux résiduaires industrielles . Masson 2ème édition. P : 14-15.
- Mittal A ; Kaur D et Mittal J, 2008 .**Applicability of waste materials-bottom ash and deoiled soya-as adsorbents for the removal and recovery of a hazardous dye, Brilliant Green, J. Colloid Interf. Sci. 326, P : 8–17.
- Morgan J E ; Richards S P G et Morgan A J, 2001).** Stable strontium accumulation by earthworms: A paradigm for radiostrontium interactions with its cation analogue, calcium. *Environ Toxicol Chem.* 20, P : 1236–1243.
- Mouelhi S, 2000 .**Etude écologique de la retenue de Sidi Salem : Aspects physicochimique des eaux et dynamique des peuplements zooplanctoniques. Thèse : Doctorat .Univ de Tunis II. P : 21-26.
- Muus B J et Dahlstrom P, 1968.** SuBwasserfishe. BLV Verlagsgesellschaft .Miinchen.P224.
- Naiya T K ; Chowdhury P ; Bhattacharya A K et Das S K ,2009.** Saw dust and neem bark as low-cost natural biosorbent for adsorptive removal of Zn (II) and Cd(II) ions from aqueous solutions. *Chem. Eng. J,* vol 148.P : 68-79.
- Nandi B K, Goswami A, Purkait M K, 2009.** Adsorption characteristics of Brilliant Green dye on kaolin, J. Hazard. Mater. 161. P : 387–395.
- Neto M, 2007.** Scénarios de gestion de boue de dragage de cours d'eau : Rôle des bactéries dans la mobilité des polluants métalliques, Thèse : Doctorat, Institut des sciences appliquées de Lyon. P : 312.

- Norseth T ,1981.** The carcinogenicity of chromium. Environ. Health prospect, vol 15.P : 265-270.
- Nsikak B, 2008.** Encyclopedia of Global Warming and Climate Change. Ed. S. Philander. Vol 3. Thousand Oaks. CA: Sage Publications Inc .3, P : 813-817.
- Ogutu-Ohwayo R ; Robert E ; Hecky, A. S. Cohen et Les Kaufman, 1997.** Human impact in the African Great Lake. Environmental Biology of Fishes 50, P: 117–13.
- Pagnanelli F, Mainelli S, Veglio F, Toro L, 2003.** Heavy metal removal by olive pomace: biosorbent characterisation and equilibrium modeling. Chem. Eng. Sci, vol 58.P : 4409-4717.
- Paperna I, 1982.**Parasites, infections et maladies du poisson en Afrique .Israël. P : 202.
- Pavel J ; Pavel M et Lukas T, 2007.** Sorption of ionic dyes onto untreated low-rank coal-oxihumolite : A Kinetic study. Dyes and Pigments. 74, P :363370.
- Perrin R et Pierre J, 1999.** Chimie industrielle. Edition Dunod, 2eme édition.
- Perrodin Y, 2011.** Introduction : Chaine trophique et multi-exposition la part de l'eau. Eau et santé : 3^e conférence .Lyon.
- Persat H et Berrebi P, 1990.**Relative ages of present population of *Barbus Barbus* and *meridionalis (Cyprinidae)* in southern France : preliminary consideration.Aqua Living Resour 3, P : 253-263.
- Person J, 2010** .Algues, filières du futur livre turquoise. Ed: Adebitech, Romainville. p : 160.
- Philips D J H, 1997** .The use of Biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments.ARevironpolut1977, IFREMER. 272. 13,P: 281-317.
- POC (Pêches et Océans Canada), 2005.** Guide de collecte de données d'échantillonnage de poissons-Territoires du nord-ouest. Région du centre et de l'Arctique 501.Universit Crescent Winning (Man).MPO.P :807.
- Poirier R, 2012** .Des données disponibles relatives aux dangers et à l'exploitation éventuelle liée à la baignade et la consommation touchées par des proliférations d'algues vertes. Ed: Anses. France .45, P : 105-216.
- Poots V J P ; Mckay G et Heal J J, 1978.**Removal of acid dye from effluent natural an adsorbent II. J. Water Wood Research, vol 10.P : 926-935.
- Pourriot R et Meybeck M, 1995** .Limnologie générale. Masson, paris. Collection écologie .P :59.
- Rafatullaha M ;Sulaimana O ; Hashima R et Ahmad A,2010** . Adsorption of methylene blue on low-cost adsorbents: A review; Journal of Hazardous Materials 177, P : 70–80.

- Rager T ; Geoffroy A ; Hilfikera R ; John M et Storeyb D ,2012** .The crystalline state of methylene blue: a zoo of hydrates. Phys. Chem. Chem. Phys. 14, P : 8074–8082.
- Rai H S ; Bhattacharyya M S ; Singh J ; Bansal T K ; Vats P et Banerjee U C, 2005.** Removal of dyes from the effluent of textile and dyestuff manufacturing industry. Review of emerging techniques with reference to biological treatment. Crit. Rev. Env. Sci. Technol. 35. P : 219–238.
- Rais A et Rajeev K, 2010.** Adsorptive removal of Congo red dye from aqueous solution using bael shell carbon ». Applied Surface Science. Vol 257. P 1628–1633.
- Ramade F, 1992.** Précis d'écotoxicologie. Ed. Masson. P : 224.
- Ramade F, 1998.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de l'eau. (eds.) Ediscience international, Paris. P : 786.
- Ramade, F, 2002.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et sciences de l'environnement, 2eme édition, Dunod, Paris.P :87-90.
- Ravikumark ; Deebikeb et Baluk, 2005.** Decolorization of aqueous dye solution by novel adsorbent: Application of design and surface plots for the optimization and regression analysis.Journal of Hazardous Materials B.P : 122p.
- Rehman M S U. 2013.** Adsorption of Brilliant Green dye from aqueous solution onto red clay. Chemical Engineering Journal 228.P :54–62.
- Rejsek F, 2002** .Analyse des eaux, Aspects réglementaire et techniques. Série : Sciences et techniques de l'environnement. Paris, 360p.
- Reugoat J, 2007.** Etude d'un procédé hybride couplant adsorption sur zéolithes et oxydation par l'ozone, Application au traitement d'effluents aqueux industriels. Thèse : Doctorat, Université de Toulouse, France.
- Ricker W E, 1968.** Methods for assessment of fish production in freshwaters.International Biological Programme Handbook n°3, Blackwell Sci. Public., Oxford-Edinburgh, P: 348 .
- Rodier J ; Bazin C ; Broutin J P ; Chambon P ; Champsaur H et Rodi L, 1996.** L'analyse de l'eau, 8ème édition. Dunod Ed. Paris, France .P: 1383.
- Romdhane M S ,1986.**Lagune de Ghar El Melh. Milieu, Peuplement, Exploitation. Thèse .Univ de Tunis .P :245.
- Servais P, 1999.** La matière organique dans les milieux naturels », Presse de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées.P :49.
- Silbergeld E K, 1993.**Neurochemical approaches as indicators of environmental biochemical markers of neurotoxicity: Review of current status and evaluation of future prospects. Environ. Res, 63, P: 274-286.

- Siroky P; Klara J; Petrzalkova K J; Kamler M; Andrei D; Mihalca I et Modry D. 2006.** Hyalomma aegyptium as dominant tick in tortoises of the genus Testudo in Balkan countries, with notes on its host preferences – Exp Appl Acarol 40, P: 279–290.
- Site Environnement Canada (SEC), 2012.** [Http://www3.ec.gc.ca](http://www3.ec.gc.ca), Aquamin: Evaluation des effets de l'exploitation minière sur le milieu aquatique au Canada.
- Snoussi N et Chibani F, 2018.** Contribution à l'étude de quelques paramètres biochimiques et éco-toxicologiques d'une algue verte (*Ulva lactuca*). Thèse : Master. Université Mostaganem P : 90.
- Sommer U, 1989.** Nutrient status and nutrient competition of phytoplankton in a shallow, hypertrophic lake. Limnol. Oceanogr. 34, P : 1162-1173.
- Sparre P et Venema S C, 1996.** Introduction à l'évaluation des stocks de poissons tropicaux. Première partie : Manuel. *FAO Document technique sur les pêches*. N° 306/, Rev. 1. Rome, FAO.P : 401.
- Spillman C J, 1961.** Faune de France : Poisson d'eau douce. Fédération Française des Sociétés Naturelles .Tome 65.Paris. P : 303.
- Stewart P. 1969.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Quelques réflexions. Bull. Int. Nati. Agro. El Harrach, P : 24 – 25.
- Sukumaran V S et Ramalingam A, 2011 .**Third order optical nonlinearities and spectral characteristics of methylene blue. Journal of Quantum Information Science1, 69-72.P : 647-670.
- Tooby T E ; Hurse P A et Alabaser J S, 1957 .**Chem. Ind. vol 12.P : 523.
- Trabelsi M; Maamouri F; Quignard J P; Boussaïd M et Faure E, 2004.** Morphometric or morpho-anatomical and genetic investigations highlight allopatric speciation in Western Mediterranean lagoons within the *Atherinalagunae* species (Teleostei, Atherinidae). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 61, P: 713–723.
- Tsai WT ; Chang Y M ; LAI C W et LO CC, 2005.** Adsorption of ethyl violet dye in aqueous solution by regenerated spent bleaching earth. Journal of Colloid and Interface Science, vol 289.
- Uddin Md. T ; Islam Md. A ; Mahmud S et Rukanuzzaman Md, 2009 .**Adsorptive removal of methylene blue by tea waste. Journal of Hazardous Materials 164, P : 53–60.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency), 2008.** An introduction to freshwater fishes as biological indicators. EPA-260-R-08-016, USEPA, Washington D.C.
- Valade P, 2010.** Premiers travaux sur le développement d'outils indicateurs de la qualité des peuplements de poissons et de macro crustacés de la Réunion dans le cadre de la DCE .*In*

Valade P Bio-indication des écosystèmes aquatiques d'eau douce en milieux tropicaux. Fort France, 1 au 3 décembre 2010. ASCONIT. <http://www.observatoire-ea-martinique.fr/Dossiers-a-la-une/ressources-dossier-a-la-une/document-du-colloque-bio-indication-martinique-2010/Colloque%20Actes.pdf>(page consultée le 5 février 2020).

Valtonen E T ; Holmes JC et Kokivaara M, 1997. Eutrophication, pollution and fragmentation : effects on parasite communities in roach (*rutilus rutilus*) and perch (*perca fluviatilis*) in lakes in the central Finland. *Can. J. Aqua. Sci.* P : 54-572-585.

Vindimian E et Garric J, 1993. Bio-essais et bio-indicateur de toxicité dans le milieu naturel. *In* Division biologie des écosystèmes aquatiques, CEMAGREF Lyon. <http://www.Km-dev.com/eaufrance/etude-17.pdf>(page consultée le 10 février 2020).

Weng C H ; Tsai C Z ; Chua S H et Sharma Y C, 2007. Adsorption characteristics of copper (II) onto spent activated clay, *Separation and Purification Technology* vol 54.

Wiens, 1989. Spatial scaling in ecology. *Funt. Ecol* 3.P :385-397.

Yeddou Mezenner N ; Bensaadi Z ; Lagha H ; Bensmaili A, 2012. Etude de l'adsorption d'une mixture de composés biorecalcitrants en milieu aqueux. *Larhyss/Journal* n° 11 P :7-16.

Zehlila A, 2017. Caractérisation structurale et fonctionnelle des métabolites de l'algue verte *Ulva Rigida* au moyen d'une approche protonique. Thèse : Doctorat. Université Tunis El Manar. P :288.

Zitouni H, 2015. Valorisation nutritionnelle d'algues marines du littoral Algérien chez le ruminant via des méthodes chimiques, biologiques et moléculaires. Thèse : Doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine p : 196.



ANNEXES

Tableau 1 : Comparaison des technologies de dépollution des effluents textiles en fonction des avantages et des inconvénients.

Technologie	Exemples	avantages	Inconvénients
Coagulation/ Floculation	Alun ; Chaux ; FeCl ₃ ; Polyélectrolyse.	Équipement simple ; Décoloration relativement facile ; Réduction significative de la DCO ;	Formation de boues ; Adjonction de produits chimiques nécessaire ; Fonctionnement onéreux ; Coagulants non réutilisable ; Réduction spécifique de la couleur.
Filtration sur membranes	Osmose inverse ; Nanofiltration ; Microfiltration ; Ultrafiltration	Utilisation simple et rapide ; ; Pas d'addition de produits chimiques ; Faible consommation énergétique ; Réduction de la couleur ; Grand volume traité.	Investissement important ; Sélectif ; Pré et post traitement nécessaire.
Adsorption	Carbone activé ; Silice	Réduction efficace de la couleur ; Technologie simple ; Faible coût d'utilisation pour certains adsorbants.	Investissement et coût de fonctionnement élevé ; Lent et limité en volume ; Formation de boues.
Oxydation chimique	Ozone ; Réactif de Fenton ; Chloration.	Traitement de gros volumes ; Diminution nette de la décoloration ; Décoloration rapide et efficace ; Opération simple ; Oxydant puissant.	Investissement et coût de fonctionnement très élevé ; Efficacité limitée pour certains colorants ; Produits d'oxydation inconnus ; Coût élevé ; Formation de coproduits de chloration.

Tableau 2: Les principales caractéristiques physico-chimiques du vert brillant

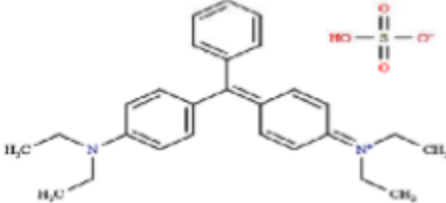
Dénomination	Vert brillant Vert basique 1 42040 (I.C)
Appellation chimique	sulfate d'anhydride de carbonyle de di-(p-diéthylamino)triphényl
Famille	Colorant basique
Structure	
Formule brute	C ₂₇ H ₃₄ N ₂ O ₄ S
Masse molaire (mg/l)	482.62
Densité volumique (Kg/m³)	500-600
Pureté(%)	99,8
pH	6,9
pKa	4,93 et 2,62
λ_{max} (nm)	625

Tableau3: Les principales caractéristiques physico-chimiques du bleu de méthylène.

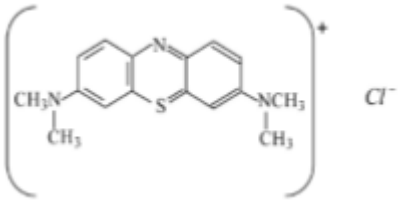








Dénomination	Bleu de méthylène chlorure de tétraméthylthionine. Bleu basic 9 52015 (I.C)
Appellation chimique	Chlorure de 3,7- bis (diméthylamino) phénazathionium
Famille	Colorant basique
Structure	
Formule brute	C16H18N3ClS
Masse molaire (mg/l)	319,85
Solubilité dans l'eau (g/l) à 20°C	40
Point de fusion (°C)	180
Pureté(%)	≥ 85
pH	5,9
pKa	3,8
λmax (nm)	664

Tableau 4: Les caractéristiques typologiques des sites d'études.

Ville administrative	Site d'étude	Type		Altitude (m)	Etage bioclimatique	Ecoulement
		Naturel	Artificiel			
Laghouat	Barrage (Tadjmout)		+	903	Aride	Permanent
Djelfa	Oued (Taadmit)	+		993	Semi-aride	Permanent

Tableau 5 : Matériels utilisé dans cette étude**Matériel d'échantillonnage**












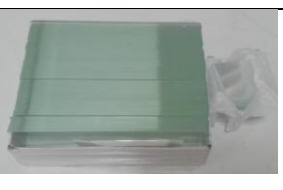




Glacière	
Filet	
Boîtes de conservation	
Sachets en plastique	
Thermomètre portatif	
Louche	
Bouteilles en plastiques	
Etiquettes	

Matériels utilisés au laboratoire

1-Appareillages

Etuve (memmert)		Stérioroupe	
Spectrophotomètre UV		Plaque chauffante	
Stérioroupe équipé d'une caméra (Zeiss)		Conductimètre (EUTECH)	
Microscope photonique (BioBleu.Lab)		PH mètre(OHRUS,STAR TER)	
Balance de précision (10^{-4})		Balance (10^{-2}) (Scout Pro)	

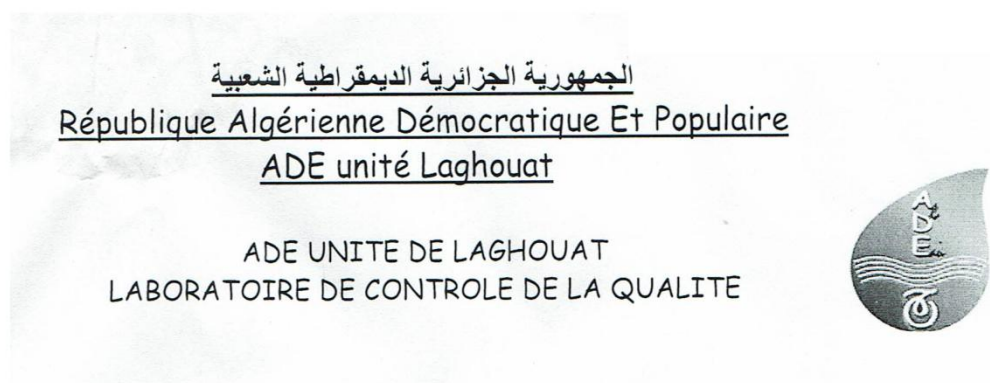
2-Verreries et consommables

Trousse à dissection		Flacons et boites de conservation	
Epingles pour la fixation		Pissette	
Fiolle jaugée de 100ml		Planche à dissection	
Entonnoir		Boites de pétrie	
Pipette graduée + propipette		Tamis	
Mortier et pilon		Lame et lamelle	
Erlenmeyer		Papier filtre	
Buchers		papier aluminium	

3) Réactifs

Ethanol (Honeywell)	
Eau distillée	
Lugol (RAL)	
Vert brillant	
Vert de malachite	
Bleu de méthylène	

Tableau 06 : Résultat des analyses chimiques de l'eau des sites prospectés

Origine de prélèvement :

*Sad Sakhlafa de Tadjmout Laghouat

*Oued Taadmit de djelfa

Lieu de prélèvement :

*Tadjmout (Laghouat) + Taadmit (djelfa)

Résultat d'analyse Physico-chimique Partiel

Paramètres à analysés	Résultats d'analyses				Normes Algérienne
	Tadjmout		Taadmit		
	Ech N°1	Ech N°2	Ech N°1	Ech N°2	
Nitrites (NO ₂ ⁻)	0	0	0,07	0,06	0,1mg/l
Nitrates (NO ₃ ⁻)	13	12,3	11,4	11,19	50 mg/l
Ortho-phosphates (PO ₄ ⁻³)	0,09	0,08	0,41	0,06	0,5 mg/l

Laboratoire d'unité



Tableau 07 : Résultats de l'étude ichtyologique

Station	Code	Poids total(g)	Longueur totale (cm)	Age	Sexe	Poids de la chaire (g)	Etat parasitaire
Barrage deTadjmout (Laghouat)							
Site 01 (5 individus)	P1	0,34	3,3	-1	IN	0,17	/
	P2	0,50	3,6	-1	IN	0,17	/
	P3	0,53	3,7	-1	IN	0,22	/
	P4	0,58	3,7	-1	IN	0,27	/
	P5	0,55	3,8	-1	IN	0,29	/
Site 02 (12 individus)	P1	18,25	12	2+	F	8,23	/
	P2	9,98	9,8	2+	F	4,03	/
	P3	7,55	8,8	2+	F	3,10	/
	P4	6,61	8,5	2+	F	3,43	/
	P5	4,76	7,5	2+	F	2,17	+
	P6	4,89	7,5	2	F	2,13	/
	P7	2,96	6,4	2	F	1,29	/
	P8	2,76	6	1+	F	1,13	/
	P9	1,76	5,5	1+	F	0,76	/
	P10	1 ,41	4,7	1+	M	0,61	/
	P11	1,62	5,2	1+	F	0,66	/
	P12	1,21	4,7	1+	M	0,54	/
Oued taadmite (Djelfa)							
Site 01 (10 individus)	P1	9 ,11	9,5	2+	F	4,39	/
	P2	6,42	8,2	2+	F	2,83	/
	P3	5,22	7,5	2+	M	2,43	/
	P4	3,49	6,7	2	F	2,08	/
	P5	4,22	7,3	2+	F	2,65	/
	P6	2,45	5,7	2	F	1,32	+
	P7	2,54	6	2	M	1,65	+
	P8	4,92	7,5	2+	F	3,04	/
	P9	3,44	6,5	2	F	2 ,03	/
	P10	2 ,75	6,8	2	M	1,63	/
Site 02 (5individus)	P1	43,63	17	3+	F	27,91	+
	P2	35,09	16,5	3	F	14,86	/
	P3	37,28	17	3+	M	18,40	/
	P4	36,57	15,5	2++	M	18,01	/
	P5	36,39	15,3	2++	F	18,64	/
Site 03 (7 individus)	P1	12 ,01	10	2	M	5 ,2	/
	P2	14,40	10,5	3	M	6,82	/
	P3	11,22	10	2+	F	5,1	/
	P4	3,88	7	IN	M	2,06	/
	P5	16,55	11	2	F	7,90	/
	P6	31,40	14	3+	F	12 ,82	+
	P7	42,47	15,2	3+	F	27,4	/