

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLEB – BLIDA-1-

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE

Spécialité : Phytoprotection durable.

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention de Master académique
en Sciences de la Nature et de la Vie.

Thème

Etude de l'effet de la qualité des eaux stagnantes sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique dans la Réserve de Chasse de Zéralda.

Réalisé par : ESSAHELI SABRINA

Devant le jury :

Présidente : Mme ALLAL. L	Professeur	USD-BLIDA-1
Promotrice : Mme DJEMAI.I	M.A.A	USD-BLIDA-1
Examineur : Mr MAHDJOUBI.D	M.A.A	USD-BLIDA-1

Année Universitaire 2016-2017.

Remerciement

Je tiens à remercier avant tout dieu الله le tout puissant de m'avoir accordé la force, la patience, la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

Je tiens à témoigner toute ma gratitude et tout mon respect à ma promotrice. Mme DJEMAI IMEN pour son aide, sa dynamique, ces conseils précieux et sa disponibilité. Mes sincères remerciements.

Mes vifs remerciements s'adressent aux membres de jury Mr MAHDJOUBI. D L'examineur et Mme ALLAL.L La présidente qui ont accepté de consacrer de leurs temps précieux pour juger ce travail.

J'adresse également mes sincères remerciements à tout qui m'ont aidé pour réaliser ce travail, Mme AMINA. Technicienne de laboratoire de zoologie,

Et enfin je remercie de tout mon cœur tous mes amis et mes proches qui m'ont aidé pendant les périodes difficiles.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents

Je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre amour, à votre patience et vous innombrables sacrifices. Que ce modeste travail soit pour vous une petite compensation et reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi. Que dieu, le te puissant vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour combler.

A mon très cher mari Fayçal

Quand je t'ai connu, j'ai trouvé l'homme de ma vie, mon âme sœur et la lumière de mon chemin. Ma vie à tes cotés est remplie de belles surprises. Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études. Sans ton aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour. Que dieu réunisse nos chemins pour un long commun serein et que ce travail soit témoignage de ma reconnaissance et de mon amour sincère et fidèle.

A mes chers frères dont je suis fière

A mes belles -sœurs qui m'ont pas cessé de m'encourager

A mes nièces et mes neveux

Avec tous mes sentiments de reconnaissance et de Gratitude.

Sommaire

Dédicaces

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Résumé

Introduction général.....1

Chapitre I : Qualité de l'eau

Introduction..... 3

I.1. Préserver la qualité de l'eau.....3

I.2. Pollution de l'eau.....4

 I.2.1. Généralité.....4

 I.2.2. Définition de la pollution de l'eau.....5

 I.2.3. Différents origines de la pollution.....5

 I.2.3.1. Origine industrielle.....5

 I.2.3.2. Origine agricole.....5

 I.2.3.3. Origine domestique.....5

 I.2.3.4. Origine naturelle.....5

 I.2.4. Principaux polluants des eaux naturelles.....6

 I.2.4.1. Polluants physiques.....6

 I.2.4.2. Polluants chimiques.....6

 I.2.4.3. Polluants organiques.....6

 I.2.4.4. Polluants minéraux.....6

 I.2.4.5. Polluants microbiologiques.....7

I.3. Paramètres physico-chimiques et bactériologiques.....7

 I.3.1. Paramètres physico-chimiques.....7

 I.3.1.1. Paramètres physiques.....7

I.3.1.1.1. Température.....	8
I.3.1.1.2. Potentiel d'hydrogène pH.....	8
I.3.1.1.3. Conductivité électrique.....	8
I.3.1.2. Paramètres chimiques.....	9
I.3.1.2.1. Nitrates.....	9
I.3.1.2.2. Nitrites	9
I.3.1.2.3. Magnésium.....	9
I.3.1.3. Paramètres bactériologiques de l'eau.....	9
I.3.1.3.1. Coliformes totaux.....	10
I.3.1.3.2. Coliformes fécaux.....	10
I.3.1.3.3. Streptocoques fécaux.....	11

CHAPITRE II : L'entomofaune aquatique des eaux stagnantes

Introduction.....	12
II.1. Les Odonates.....	13
II.2. Les Coléoptères aquatiques.....	14
II.3. Les Trichoptères.....	19
II.4. Les Hétéroptères.....	20
II.5. Les Diptères.....	22

CHAPITRE III : Présaetation de la zone d'étude

III.1. Région d'étude.....	25
III.1.1. Présentation.....	25
III.1.2. Historique.....	25
III.1.3. Situation géographique.....	26
III.1.4. Le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	27
III.2. Réseau hydrographique.....	28
III.3. Facteurs abiotiques.....	29
III.3.1. Facteurs climatiques.....	29
III.3.1.1. Température.....	29
III.3.1.1.1. Température moyenne mensuelle.....	30

III.3.1.2. Précipitation.....	30
III.3.1.3. L'humidité.....	31
III.3.1.4. Vents.....	32
III.3.2. Topographie.....	32
III.3.3. Géologie.....	32
III.3.4. Pédologie.....	33
III.4. Les facteurs biotiques.....	33
III.4.1. La faune.....	
III.4.1.1. La couverture végétale de la réserve..... ; ;.....	33
III.4.1.1. 1 Formation forestières.....	33
III.4.1.1.2. La répisylve.....	34
III.4.1.1.3. Une Erme (les terrains incultes).....	34
III.4.1.1.4. Des terrains à caractère agricole.....	35
III.4.2. La faune.....	36
III.4.2.1. Les mammifères.....	36
III.4.2.2. Les poissons.....	36
III.4.2.3. Les oiseaux.....	37
III.4.2.4. La herpétologie et batracologie.....	38
CHAPITRE IV : Matériels et méthodes	
IV.1. Objectif.....	39
IV.2. Présentation de la station d'étude.....	39
IV.3. Synthèse climatique.....	40
IV.3.1. Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GOUSSEN.....	40
IV.3.2. Climagramme d'Emberger.....	41
IV.3.2.1. Le quotient pluviométrique d'Emberger.....	41
IV.4. Méthodologie d'étude.....	43
IV.5. Etude de l'entomofaune aquatique.....	43

IV.5.1. Méthodes d'échantillonnage (méthodes appliquées sur terrain).....	43
IV.5.1.1. Le filet fauchoir.....	43
IV.5.1.2. Méthode de collecte à la main.....	44
IV.5.2. Méthodes utilisées au laboratoire.....	44
IV.5.2.1. Pré-tri et conservation des échantillons.....	44
IV.5.3. Tri et identification de l'entomofaune aquatique au laboratoire.....	45
IV.5.3.1. Détermination et conservation des espèces entomofauniques.....	45
IV.6. Echantillonnage de l'eau.....	45
IV.6.1. Technique d'échantillonnage.....	45
IV.6.2. Transport et conservation au laboratoire.....	46
IV.7. Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques.....	47
IV.7.1. Analyses physiques.....	47
IV.7.1.1. Température.....	47
IV.7.1.2. Potentiel d'hydrogène.....	47
IV.7.1.3. Conductivité électrique.....	48
IV.7.2. Analyses chimiques.....	48
IV.7.2.1. Dosage des nitrites (méthode spectrométrique).....	48
IV.7.2.2. Dosage des nitrates par spectrométrie d'absorption moléculaire.....	48
IV.7.2.3. Dosage des ions magnésium par méthode titrimétrique à l'EDTA.....	49
IV.7.3. Analyses bactériologiques.....	49
IV.7.3.1. Recherche des coliformes en milieu liquide.....	49
IV.7.3.2. Recherche des streptocoques en milieu liquide.....	52
IV.8. Indices écologiques appliqués et traitement des données biologiques.....	54
IV.8.1. Abondance relative <<AR>>.....	54
IV.8.2. Fréquence de présence des espèces.....	55
IV.8.3. L'indice de Shannon H'.....	55
IV.8.4. L'indice d'Equitabilité.....	56

CHAPITRE V : Résultats

V.1. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac étudiée...	58
V.1.1. Analyses de propriétés physico-chimiques et bactériologiques.....	58
V.1.1.1. Analyses physico-chimiques.....	58
V.1.1.1.1. Paramètres physiques.....	58
V.1.1.1.1.1. Température.....	58
V.1.1.1.1.2. Potentiel d'hydrogène pH.....	59
V.1.1.1.1.3. Conductivité électrique.....	59
V.1.1.1.2. Analyses chimiques.....	60
V.1.1.1.2.1. Les Nitrates.....	60
V.1.1.1.2.2. Les Nitrites.....	61
V.1.1.1.2.3. Magnésium.....	61
V.1.1.1.3. Analyses bactériologiques.....	62
V.1.1.1.3.1. Les coliformes totaux.....	62
V.1.1.1.3.2. Les coliformes fécaux.....	63
V.1.1.1.3.3 Les streptocoques fécaux.....	63
V.2. Evaluation de la qualité biologique du lac du barrage de la (R.C.Z).....	64
V.2.1. Abondance relative, Richesse et diversité spécifiques des groupes faunistiques.....	64
V.2.2. Diversité spécifique : Indice de Shannon H'	67
CHAPITRE VI. Discussion.....	68
Conclusion.....	76
Références bibliographiques.....	78
Annexes.....	89

Effet de la qualité des eaux stagnantes sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique dans la Réserve de Chasse de Zéralda.

Résumé :

Le lac inférieur du barrage de la (RCZ) est un site extrêmement important pour le maintien de la diversité biologique de la région biogéographique d'Afrique du Nord. À cet effet, le présent travail consiste à effectuer une étude qualitative du point de vue physicochimique et bactériologique de son eau et voir son effet sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique abritant ce dernier.

Deux prélèvements d'échantillons d'eau, ainsi qu'un inventaire biologique (insectes aquatiques) ont été réalisés entre janvier et juin 2017 afin d'évaluer les caractéristiques physico chimiques et bactériologiques de l'eau sur la disponibilité des taxons inventoriés et leur dynamique temporelle.

Cette étude nous a permis d'identifier les taxons capturés et étudier leurs diversités spécifiques, leurs abondances relatives ainsi que leurs fréquences d'occurrence.

La faune recensée dans ce travail se compose de 1050 individus correspondant à 12 familles et 23 taxons appartenant à 05 ordres principaux, (10 Odonates, 09 Diptères, 02 Coléoptères, 01 Hémiptères et 01 Hyménoptères.)

Les résultats de l'analyse physico chimique et bactériologique obtenus dans cette étude ont révélé que les eaux de ce site important sont suspectes d'être polluées.

Mots clés : disponibilité, entomofaune aquatique, lac inférieur du barrage de la (RCZ), qualité de l'eau.

Effect of stagnant water quality on the availability of aquatic Entomophones in the Zeralda Hunting Reserve.

Summary:

The lower lake of the Zeralda Hunting Reserve (ZHR) is extremely an important site for the maintaining for the Biogeographic Region of Northern Africa, for this Purpose, the present work consists to perform a qualitative study of physicochemical and bacteriological point of view of his effect on the availability of aquatic entomofauna sheltering this later.

Tow levies of water samples, as well as a Biological Inventory (aquatic insects) have been realized between January and June 2017 to assess the physicochemical and bacteriological characteristics of water on the availability of inventoried taxa and their temporal dynamics.

This study has allowed us to identify the taxons captured and studied theirs specific diversities, their relative abundances as well as their frequency of occurrence.

The identified wildlife in this work consists for 1050 party corresponding to 12 groups and 23 taxons belonging to 05 main orders (10 Odonates, 09 Diptera, 02 Coleoptera, 01 Hemiptera and 01 Hymenoptera).

The results of the physicochemical and bacteriological analysis obtained in this study have revealed that the waters of this important site are suspected of being polluted.

Keywords: Availability, Aquatic insect fauna, the lower lake of the Zeralda Hunting Reserve (ZHR), water quality.

تأثير نوعية المياه الراكدة على توافر الحشرات المائية بمحمية الصيد بزرالدة.

الملخص:

إن البحيرة السفلية لسد محمية الصيد لزرالدة هو موقع جد مهم لاستبقاء التنوع البيولوجي للمنطقة البيولوجية الجغرافية لشمال إفريقيا ، لهذا الحدث ، يهدف العمل الحاضر للقيام بدراسة نوعية لوجهة نظر فيزيوكيميائية و بكتريولوجية لمياهها و رؤية تأثيرها على توافر الحشرات المائية لحماية هذا الأخير

تم أخذ عينتين من الماء، بالإضافة إلى المخزون البيولوجي (حشرات مائية) ما بين جانفي و جوان 2017 بغية تقييم الخصائص الفيزيائية الكيميائية و البكتريولوجية للماء حول توافر التصنيف و ديناميكيته المؤقتة.

مكنتنا هذه الدراسة من التعريف بالتصنيفات المأخوذة و دراسة تنوعاتها الخاصة، توافرها المتعلقة بالإضافة إلى ترددات الحدوث.

تتكون الحياة البرية المحصاة في هذا العمل من 1050 فرد موافق ل 12 نوع و 23 صنف تنتمي إلى 05 أجناس رئيسية: 10 يعسوبات – 09 ذوات الجناحين –02 خنافس –01 نصفيات الجناح – 01 غشائية الاجنحة

إن نتائج التحليل الفيزيائي و الكيميائي و البكتريولوجي المتحصل عليها في هذه الدراسة كشفت لنا أن مياه هذا الموقع المهم يشتهب أن تكون ملوثة.

الكلمات المفتاحية : التوافر ، الحشرات المائية ، البحيرة السفلية لسد محمية الصيد بزرالدة، نوعية الماء

Liste des figures

Figure 01 : Sortie de l'adulte d' <i>Anax imperator</i> (Aeschnidae) de sa mue larvaire.....	13.
Figure 02 : Accouplement d' <i>Ischnura elegans</i> (Coenagrionidae).....	14.
Figure 03 : <i>Dytiscus circumflexus</i> (Dytiscidae).....	15
Figure 04 : Donacia (chrysomelidae).....	16
Figure 05 : Gyrimus.....	18
Figure 06 : A : Adulte de <i>Hygrobia tarda</i> (Hygrobiida).....	18
B : larve.....	18
Figure 07 : C : Adulte de Phrygane.....	19.
D : Larve de Phrygane dans son fourreau construit de plusieurs matériaux.....	19
Figure 08 : <i>Gerris lacustris</i> (Gerridae).....	21
Figure 09 : <i>Notonecta glauca</i> (Notonectidae).....	21
Figure 10 : E : Chironome adulte (Chironomidae).....	22
F : Larve de Chironomus.....	22
Figure 11 : Situation géographique de la réserve de chasse de Zéralda.....	26
Figure12 : Situation géographique de barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	27
Figure 13 : Réseau hydrographique de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	28
Figure 14 : Occupation du sol de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	35
Figure 15 : Situation géographique du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	40
(Google Earth, 2016).	
Figure 16 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude pour l'année 2015.....	41
Figure 17 : Localisation de la zone d'étude sur le climagramme d'Emberger.....	42
Figure 18 : Filet fauchoir.....	44
Figure 19 : Mode de prélèvement et transport.....	46

Figure 20 : Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau brute.....	51
Figure22 : variation de la température (T°) pendant les deux périodes.....	58
Figure 21 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau brute.....	53
Figure 23 : Variation du Taux de potentiel en Hydrogène pH pendant les deux périodes.....	59
Figure 24 : Variation de la Conductivité électrique "CE" pendant les deux périodes.....	59
Figure 25 : Variation des Nitrates "NO ₃ ⁻ "pendant les deux périodes.....	60.
Figure 26 : Variation des Nitrites "NO ₂ ⁻ "pendant les deux périodes.....	61.
Figure 27 : Variation du Magnésium pendant les deux périodes.....	61
Figure 28 : Variation de coliformes totaux pendant les deux périodes.....	62
Figure 29 : Variation des coliformes fécaux pendant les deux périodes.....	63.
Figure 30 : Variation des Streptocoques fécaux pendant les deux périodes.....	63
Figure 31 : Fréquence d'occurrence des espèces étudiées.....	65
Figure 32 : Abondance de la faune globale dans la station étudiée.....	66

Liste des tableaux

Tableau 1 : les principaux oueds qui alimentent le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	28
Tableau 2 : Température minimale(m), maximale(M) et moyenne de la région d'étude au cours de l'année 2015.....	30
Tableau 3 : Précipitations mensuelles notées en 2015 exprimées en millimètres.....	31
Tableau 4 : Humidité relative maximale, minimale et moyennes mensuelles notées en 2015 de la région d'étude.....	31
Tableau 5 : Vitesses moyennes du vent de la région d'Alger au cours de l'année 2015.....	32
Tableau 6 : Faune mammalienne de la réserve de Zéralda.....	36
Tableau 7 : Représentation des poissons.....	36
Tableau 8 : Avifaune du lac du barrage de Zéralda.....	37
Tableau 9 : Représentation de la faune herpétologique et batracologique.....	38
Tableau 10 : Abondance taxonomiques de l'entomofaune aquatique du lac du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda.....	64
Tableau 11 : Statut écologiques des espèces inventoriées.....	65
Tableau 12 : L'indice de diversité H', Hmax et E, de la station d'étude (Lac inférieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda).....	67

Liste d'abréviation

Abréviation	Signification
R.C.Z	Réserve de Chasse de Zéralda
ADE	Algérienne des eaux
AEP	Alimentation en Eau Potable
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
O.N.M	Office National Météorologique
S/m	siemens par mètre
$\mu\text{S/cm}$	micro-siemens par centimètre
UNEP	united nations environment programme
BCPL	Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol
D/C	double concentration
S/C	simple concentration
<i>E.coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
ha	hectare
Km	Kilomètre
mg/l	milligramme par litre
Fig	Figure
Tab	Tableau

INTRODUCTION GÉNÉRAL

Le maintien de la qualité de l'eau est une préoccupation majeure pour une société qui doit subvenir à des besoins en eau de plus en plus importants, et ce, tant du point de vue quantitatif que qualitatif. Pour atteindre cet objectif essentiel, il est nécessaire de doter les organismes de surveillance d'outils appropriés leur permettant de comprendre et de gérer, dans son ensemble complexe, le milieu aquatique. Cependant, il est difficile de définir ce qu'est une eau de qualité. **Meybeck et Helmer (1992)** déclarent que cette difficulté réside dans le large choix des variables pouvant décrire l'état de cette eau.

L'évaluation de la qualité de l'eau est souvent réalisée à l'aide de méthodes « classiques » de mesure d'une série de paramètres physico-chimiques que l'on compare par la suite à des normes ou des critères de qualité éprouvés. Cette approche a montré leur utilité mais aussi a ses limites (**Thomas, 1993**).

Afin de mesurer les effets de la pollution de l'eau. Cette approche classique, paramètres physicochimiques, peut être complétée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants (indicateurs biologiques), par exemple des microorganismes, des plantes ou des animaux. Parmi ces indicateurs, les macroinvertébrés sont à la base de différents indices biotiques (L'indice de Shannon-Wiener, l'Indice Biologique Global Normalisé, l'équitabilité, Le score BMWP (Biological Monitoring Working Party), l'indice de diversité de Simpson...) (**Achour, 2001**), (**Remini, 2010**), (**Attab, 2011**), (**AFNOR, 1985**). En effet, la notion d'intégrité ou santé des écosystèmes nécessite de prendre en compte simultanément les paramètres chimiques, physiques et biologiques (**Rodier, 1984**).

Les Macroinvertébrés benthiques sont des organismes animaux visibles à l'œil nu tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs (**Anonyme, 2003**). Ils constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, car ils sont une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons et d'oiseaux (**Anonyme,**

2003), (Ahonon A, 2011). Les macroinvertébrés participent activement dans la transformation de la matière organique (décomposition des feuilles, bois,...).

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologique (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et, d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes (**Dakki, 1979**) (**El Agbani, 1984**), (**Bouzidi, 1989**), (**Dakki, 1992**), (**Fekhaoui, 1990**).

Les macroinvertébrés sont de bons bioindicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat (**Moisan, 2008**), et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement.

Le lac inférieur du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda sujet de notre étude, présente une pollution d'origine des rejets domestiques et industriels (station service naftale) la zone industrielle de Rahmania ; L'extension exponentiel de l'urbanisme autour de la Réserve de Chasse a conduit à une augmentation du débit des rejets des oueds qui alimentant le barrage (rejet domestique) ainsi que la construction de la nouvelle ville de Mahelma (donnée RCZ) ; et aussi le nouveau siège universitaire en cours de construction avec une capacité de 22000 étudiant ; tout ces changement autour du périmètre de la RCZ ont eu un impacte néfaste et directe sur cette environnement immédiat d'où l'augmentation du taux de pollution. Afin de combler cette lacune, nos investigations ont porté sur l'exploration de ce site important, relativement anthropisés ces dernières années, afin d'étudier :

- Les caractéristiques physico chimiques et bactériologiques de l'eau.
- La dynamique -temporelle et identification des taxons capturés.
- La diversité spécifique, l'abondance relative ainsi que la fréquence d'occurrence des taxons rencontrés.

Introduction

L'eau constitue une ressource naturelle indispensable pour la vie de l'Homme, des animaux et des végétaux. L'avoir à disposition en quantité suffisante et en qualité satisfaisante, contribue au maintien de la santé. Mais, l'eau peut être aussi source de maladies en cas de pollution (**Scalon et al., 2005 ; El-Naqa et al., 2007 ; Eblin et al., 2014**).

La qualité des eaux dans le monde a connu ces dernières années une grande détérioration, à cause des rejets industriels non contrôlés et l'utilisation intensive des engrais, chimiques en agriculture. Ces derniers induisent une modification chimique des propriétés de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités (**Rouabhia et al., 2004**). De nombreux travaux ont été effectués pour l'étude des différents effets des rejets industriels et urbains sur l'évolution de la qualité des eaux de surface.

Les études menées par le plan bleu pour l'environnement et le développement de la méditerranée, sous l'égide du programme des nations unies pour l'environnement, indiquent que les régions méditerranéennes, et notamment l'Algérie, seront confrontées à l'horizon 2050 à une forte diminution et à une importantes pollution des ressources en eau induites par la pression anthropique (agriculture, industrialisation, urbanisation, tourisme...) (**Khodir, 2002**)

I.1. Préserver la qualité de l'eau

Grâce aux processus physiques, chimiques et biologiques qu'elle développe, la nature possède la faculté extraordinaire de "digérer" les pollutions que nous lui faisons subir. Mais lorsque les charges sont trop importantes, les équilibres peuvent être rompus. Les activités humaines ont des conséquences quelque fois dramatiques pour les espèces naturelles présentes dans les milieux aquatiques et sans une action énergique, nous risquons en fin de compte de scier la branche sur laquelle nous sommes assis.

Heureusement, la prise de conscience se renforce et les autorités ont lancé des programmes ambitieux de lutte contre les pollutions, pour l'épuration des eaux usées, le rétablissement des sites naturels et la protection des ressources d'eau pure dans une optique de "développement durable". La participation de tous les secteurs de la société à cette grande entreprise de réhabilitation de la nature ne cesse de croître. Ainsi, même s'il reste encore beaucoup d'efforts à accomplir,

l'industrie a réduit de manière spectaculaire ses rejets nocifs dans les eaux et elle réutilise de plus en plus l'eau au sein même des usines. Un nombre croissant de stations d'épuration des eaux usées domestiques est en fonctionnement et une attention plus grande est accordée aux pollutions diffuses provenant notamment de l'agriculture. On constate déjà depuis quelques années une amélioration relative de la qualité de nombreux cours d'eau, ce qui a permis la réapparition de certaines formes de vie aquatique en divers endroits. Il reste néanmoins encore de très gros progrès à réaliser. Afin de se conformer aux directives de l'Union européenne, un vaste réseau d'égouts, de collecteurs et de stations d'épuration doit encore être construit ou rénové. Les budgets prévus totalisent plusieurs milliards d'Euros **(Belgaqua.,2008)**.

I.2. Pollution de l'eau

I.2.1.Généralité

Le terme « pollution » désigne toute modification défavorable du milieu naturel, qui paraît en totalité ou en partie comme un sous-produit de l'action humaine, au travers des effets directs ou indirects altérant les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physico-chimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Ces modifications peuvent affecter l'homme directement ou à travers des ressources agricoles, en eau et en produits biologiques. Elles peuvent aussi l'affecter en altérant les objets physiques qu'il possède ou les possibilités réactives du milieu. La pollution est la dégradation d'un écosystème par la diffusion, comme sous-produit involontaire d'une activité humaine, d'agents matériels, les polluants, qui rendent ce milieu malsain, dangereux ou qui dégradent les conditions de vie **(Chiroleu – Assouline, inVeyret, 2007)**.

Elle peut être définie également, comme la surexploitation des capacités d'autoépuration du milieu naturel **(Khaled, 1995)**. En effet, pendant longtemps, les eaux souterraines étaient pures car le passage dans les roches poreuses joue un rôle de filtre et elles s'auto nettoient grâce aux bactéries aérobies et anaérobies. Mais, depuis quelques années, ces nappes sont touchées par la pollution car les bactéries ne parviennent plus à l'enrayer assez rapidement. Dans le cas des fleuves, des rivières et des cours d'eau, si la source polluante est maîtrisée, l'eau en mouvement se renouvelle et peut donc se nettoyer **(Khamar et al.,2000)**.

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération (**Gaujous, 1995**).

Actuellement, la pollution des eaux est devenue un phénomène universel qui menace gravement l'environnement et qui nécessite une lutte soutenue, car de nombreux produits agricoles et industriels sont de plus en plus responsables de l'apparition de cette forme de pollution.

I.2.2. Définition de la Pollution de l'eau

La pollution des eaux est définie comme toute modification physique ou chimique et bactériologique de la qualité des eaux, qui a une influence négative sur les organismes vivants ou qui rend l'eau inadéquate aux usages souhaités. Donc on dit que l'eau est polluée, lorsque sa composition ou son état est directement ou indirectement modifié par l'action de l'homme (**Ezziane, 2007**).

I.2.3. Différents origines de pollution

I.2.3.1. Origine industrielle

Les activités industrielles rejettent un bon nombre de substances qui polluent les rivières et les nappes, parfois d'une manière intensive que l'on n'en connaît pas les effets à long terme. Les rejets industriels renferment des produits divers sous forme insoluble ou soluble, d'origine minérale et/ou organique, à caractère plus ou moins biodégradable et parfois toxique même à très faible concentration (**Boeglin, 2001**).

I.2.3.2. Origine agricole

La pollution agricole est due à l'utilisation des engrais chimiques (azotés ou phosphorés) et des produits phytosanitaires destinés à protéger les cultures. Ces produits parfois toxiques lorsqu'ils sont utilisés en excès contaminent en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration (**Djabri, 1996**).

I.2.3.3. Origine domestique

La pollution d'origine domestique provient des activités humaines de tous les jours (bains, excréments, préparation des aliments, lessive et vaisselle). À travers ces activités, l'homme rejette des polluants biologiques, urinaires et fécaux (**Radoux et al., 1991**).

I.2.3.4. Origine naturelle

Certaines substances naturellement présentes dans l'environnement entraînent parfois des problèmes de contamination de l'eau potable. Des composés inorganiques comme le baryum, l'arsenic, les fluorures, le mercure, le cadmium et les cyanures peuvent contaminer l'eau potable.

L'eau souterraine est particulièrement vulnérable lorsqu'il y a présence de métaux dans les formations géologiques environnantes (**Djabri, 1996**).

I.2.4. Principaux polluants des eaux naturelles

I.2.4.1. Polluants physiques

Les polluants physiques représentent les éléments solides entraînés par l'eau. Ils se subdivisent en plusieurs catégories selon leur nature et leur dimension (**Lounnas, 2009**).

- **Eléments grossiers**

Leurs dimension est suffisamment grande pour être retenue par de simples grilles. Dans les eaux de surface, ces éléments sont en général des brindilles, des feuilles, des arbres (**Lounnas, 2009**).

I.2.4.2. Polluants chimiques

Les polluants chimiques des eaux sont regroupés en deux catégories :

- Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents et phénols).
- Minérales (métaux lourds, cyanure, azote et phosphore) (**Mekhalif, 2009**).

I.2.4.3. Polluants organiques

Les effluents sont chargés de matières organiques biodégradables, rejetés par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucrerie). Ils provoquent la consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrice de nuisances olfactives (**Mekhalif, 2009**).

Parmi les polluants organiques les plus importants, nous citerons :

- **Hydrocarbures**

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires).

Les effets des hydrocarbures dans le milieu aquatique sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition (**Galaf, 2003**).

1.2.4.4. Polluants minéraux

Les polluants minéraux les plus importants sont :

- **Métaux lourds**

Ce sont des éléments en traces qui comprennent principalement le mercure, le cadmium, le plomb, l'argent, le cuivre et le chrome. Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle, proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets des activités industrielles diverses. (**keck et al., 2000**).

- **Matières azotées**

Les activités industrielles peuvent être à l'origine de rejets plus ou moins riche en azote (élément nutritif) issu des fabrications d'engrais ou des industries chimiques et agroalimentaires.

L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) ou la forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-). Ces derniers interviennent dans le phénomène de l'eutrophisation. (**Mekhalif, 2009**).

- **Matières phosphatées**

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces, les laveries industrielles et les productions agroalimentaires ou d'engrais. Comme l'azote, le phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire, la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (**Rodier, 1996**).

I.2.4.5. Polluants microbiologiques

L'eau peut contenir des micro-organismes pathogènes (des virus, des bactéries, des parasites). Ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut avoir de l'eau (**Lounnas, 2009**).

I.3. Paramètres physico- chimiques et bactériologiques

I.3.1. Paramètres physico-chimiques :

Les paramètres physiques et chimiques sont essentiels pour préciser la qualité de l'eau, la nature et la concentration des polluants et la distribution des organismes vivants.

Ils constituent un facteur de première importance pour la structuration des communautés vivantes aquatiques. Les propriétés physico-chimiques de l'eau doivent être conformes aux normes pour assurer certaines fonctions naturelles (potentialités biologiques) et usages humains (eau potable, irrigation.... .) (**Dupieux, 2004**).

I.3.1.1. Paramètres physiques

I.3.1.1.1. Température :

La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Par ailleurs, une augmentation de température accroît les vitesses des réactions chimiques et biochimiques. L'activité métabolique des organismes aquatiques est accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît. La valeur de ce paramètre est influencée par la température ambiante mais également par d'éventuels rejets d'eaux résiduaires chaudes. Des changements brusques de température de plus de 3°C s'avèrent souvent néfastes (**Devillers et al., 2005**).

I.3.1.1.2. Potentiel d'hydrogène pH:

Le pH est une mesure de l'acidité de l'eau, c'est-à-dire, de la concentration en ions d'hydrogène (H⁺). Le pH d'une eau naturelle peut varier de 6 à 10 en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Des pH faibles (eaux acides) augmentent notamment le risque de présence de métaux sous une forme ionique plus toxique. Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les poissons (**Devillers et al., 2005**). Ce paramètre est d'une grande importance dans l'activité biologique. Sa mesure s'effectue sur place par évaluation

exacte à l'aide d'un pH mètre. Un pH acide ou basique est un signe direct de pollution (**Rodier et al., 1986**).

I.3.1.1.3. Conductivité électrique :

La conductivité électrique standard s'exprime généralement en milli siemens par mètre (ms/ m) à 20 °C. La conductivité d'une eau naturelle est comprise entre 50 et 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La connaissance du contenu en sels dissous est importante dans la mesure où chaque

organisme aquatique a ses exigences propres en ce qui concerne ce paramètre. Les espèces aquatiques ne supportent pas généralement des variations importantes en sels dissous, ce qui peut être observé par exemple en cas de déversements des eaux usées. (**Devillers et al ; 2005**).

I.3.1.2. Paramètres chimiques

La qualité chimique de l'eau est l'ensemble des caractéristiques générales de l'eau et des concentrations de minéraux dissous dans l'eau. Elle dépend des types de matériaux présents dans le sol et du temps de contact de l'eau avec ces matériaux. Le terme technique qui désigne les éléments à analyser est « paramètres » (**Catherine, 2009**).

I.3.1.2.1. Nitrates

Les nitrates NO_3^- présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux. L'ion ammonium formé est oxydé en nitrates. La présence de nitrates dans l'environnement est une conséquence naturelle du cycle de l'azote (**Schuddeboom, 1993**).

Selon l'**OMS (2004)**, La valeur normale des nitrates dans l'eau de surface est 50mg/l.

I.3.1.2.2. Nitrites

Les nitrites (NO_2^-) proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammoniac, soit d'une réduction des nitrates (**Boualem, 2009**).

Selon l'**OMS (2004)**, la valeur normale des nitrites dans les eaux de surface est 0.1ml/g.

I.3.1.2.3. Magnésium

Le magnésium est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il peut être d'origine naturelle ou industrielle (**Gaujous, 1995**). Il constitue un élément significatif de, la dureté de l'eau (**Rodier, 1996**).

La valeur normale du magnésium selon l'**OMS (2004)** est égale à 50 mg/l.

I.3.2. Paramètres bactériologiques de l'eau

Les analyses bactériologiques de l'eau ont pour but de mettre en évidence la présence des bactéries qui modifient l'aptitude d'une eau pour une utilisation donnée.

La qualité bactériologique d'une eau n'est pas un paramètre stable mais sujet à des fluctuations en rapport avec une pollution accidentelle qui peut être d'origine domestique, agricole ou industrielle.

Les micro-organismes les plus utilisés comme indicateurs de la contamination fécale sont les coliformes fécaux (**PRESCOTT et al., 2003**). On trouve naturellement dans les eaux de surface une grande variété de microorganismes, dont certains peuvent notamment favoriser la décomposition de la matière organique et le recyclage des éléments nutritifs essentiels au maintien de l'équilibre aquatique et de la chaîne trophique (**Hébert et Légaré, 2000**).

Par contre, d'autres microorganismes proviennent des déjections d'origine animale et humaine et peuvent causer des maladies importantes chez les humains, dont des gastroentérites et des infections cutanées. Des bactéries indicatrices présentes en grand nombre dans le tube digestif des animaux à sang chaud, comme les coliformes fécaux (coliformes thermotolérants) et *Escherichia coli* (*E. coli*), sont utilisés pour évaluer le niveau de contamination bactériologique des eaux (**Brouillet et Quillet, 2013**).

I.3.2.1. Coliformes totaux

Selon l'organisation internationale de standardisation, il s'agit de bacilles gram négatif, non sporulés, oxydase négative, aérobies ou anaérobies facultatifs, capables de fermenter le lactose avec production d'acide et de gaz en 24 à 48

heures à une température comprise entre 36°C et 37°C. Elles existent dans les matières fécales mais se développent également dans les milieux naturels (**Leyral et al., 2002**).

I.3.2.2. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux présentent les mêmes caractéristiques que les coliformes totaux après incubation entre 44 et 45°C. *Escherichia coli* est l'espèce la plus fréquente de ce groupe qui comprend également des espèces des genres suivants : *Citrobacter*, *Yersinia*, *klebsiella*, et *Entérobacter* (**Rodier, 1996**). Les coliformes fécaux ne se trouvent que chez les animaux à sang chaud, ce qui fait d'eux un indicateur intéressant. Leur présence dans l'eau trahit donc nécessairement une contamination fécale ((**Regnault, 1990**).

a. *Escherichia coli*

Escherichia coli est une bactérie qui se trouve couramment dans le tractus gastro-intestinal des humains et des animaux à sang chaud. En raison de sa prévalence élevée dans le tractus gastro-intestinal et dans les fèces, *E. coli* est un indicateur privilégié de la contamination fécale lors de l'évaluation de la qualité de l'eau. La plupart des *E. coli* sont des organismes commensaux inoffensifs lorsqu'ils sont contenus dans leur habitat naturel intestinal. Plusieurs souches d'*E. Coli* sont des agents pathogènes gastro-intestinaux dangereux pour les humains, et certaines sont également pathogènes pour les jeunes animaux d'élevage (**FAO, 2011**).

I.3.2.3. Streptocoques fécaux

Ce sont les streptocoques du groupe D de la sérologie de LANCEFIELD. Ce sont des bactéries sphériques groupées en paires ou en chaînes, Gram positif, catalase négatif et anaérobies facultatives. Elles ne forment pas d'endospores et certaines espèces font preuve de mobilité. Leur propriété d'hydrolyser l'esculine en présence de bile caractérise la présence d'antigène D de LANCEFIELD (**OMS, 2000**).

Dans les eaux, ils sont témoins de contamination fécale car ils ont tous un habitat fécal (**Bonnefoy et al ., 2002**).

Introduction

Les eaux stagnantes abritent de nombreuses espèces d'insectes aquatiques adaptées à la vie dans ces milieux. Les faunes sont bien différentes selon qu'il s'agit de mares, d'étangs de lacs, de marécages, de lacs de montagne ou d'une simple flaque d'eau.

Ces milieux ont en commun une richesse en plantes aquatiques qui envahissent la totalité du milieu dans les marécages, ainsi qu'une certaine stabilité. Leur surface et leur aspect évoluent cependant dans le temps : les mares, les étangs et les lacs se comblent progressivement par accumulation de débris organiques et de sédiments et ils se trouvent envahis de végétation, entraînant des modifications majeures dans la composition numérique et spécifique de l'entomofaune. Le mode de formation de ces milieux humides varie énormément : lac à l'intérieur de cratères d'anciens volcans éteints dans le Puy de dôme, mares formées par l'isolement d'anciens bras morts de rivière, marais côtiers ou marécages alimentés par des sources. Certains sont d'origine humaine, comme les anciennes gravières et les sablières inondées ou les étangs artificiels, nombreux autour des villages. Leur faune est souvent particulière.

Ces milieux humides, surtout les plus modestes d'entre eux, les mares, sont fragiles et souvent victimes de rejets de déchets variés. La réputation d'insalubrité des marais, hérités du paludisme maintenant disparu de France, ainsi que l'impossibilité d'y développer des cultures, sont deux raisons qui contribuent à l'acharnement des hommes à les assécher.

Les insectes aquatiques se trouvent en majorité en bordure littorale, particulièrement riche en nombreuses plantes aquatiques. Ces plantes constituent des refuges pour les invertébrés phytophages, comme les mollusques et les insectes aquatiques qui consomment ces plantes. Elles abritent aussi des insectes prédateurs qui consomment d'autres invertébrés.

La diversité en espèces végétales et la nature du fond ont un grand rôle : les insectes rencontrés ne seront pas les mêmes si le fond est constitué de sable, de boue, de graviers, de pierres ou tapissé de mousses. Certaines espèces d'insectes, en majorité des Diptères Chironomidae, vivent dans la zone benthique, c'est-à-dire le fond des lacs et des étangs.

La composition chimique de l'eau est un autre facteur important. Les eaux sont acides, neutres ou alcalines, plus ou moins chargées en calcium ou en magnésium, en matière organique dont la décomposition entraîne une diminution de la quantité d'oxygène dissous. L'ensemble de ces facteurs, biotiques et abiotiques, conditionne la composition faunistique des eaux stagnantes, les insectes ayant des préférences quant au choix des habitats disponibles.

II.1. Les Odonates :

De nombreuses espèces de Zygoptères et d'Anisoptères peuplent les eaux stagnantes. Ils forment un des éléments les plus spectaculaires de la faune des mares et des étangs, au printemps et en été. Les adultes volent autour des collections d'eau à la recherche de proies et se disputent des territoires de vol. L'accouplement a lieu en vol ou posé sur des supports, en formation de tandem ou en cœur". Les Zygoptères ont un mince corps frêle et leur vol est lent et mal assuré. On rencontre communément des Coenagrion, à l'abdomen annelé de turquoise et de noir, de petits Ischnura, à l'abdomen noir et à l'avant-dernier segment turquoise et la *Pyrrhosoma nymphula*, à belle couleur rouge-vif. Beaucoup plus Robustes, les Anisoptères sont plus grands et leur vol est rapide et vif. Leurs yeux énormes, efficaces dans la poursuite de petites proies volantes, sont très caractéristiques. Les plus grands sont les Aeshna et les Anax, de couleur variable selon les espèces et le sexe, qui se posent à peine pendant la journée, patrouillant inlassablement au-dessus des étangs.



Fig. 01 : Sortie de l'adulte d'*Anax imperator* (Aeschnidae) de sa mue larvaire (Photo Jean Louis Dommaget- SFO, 1998)



Fig. 02 : Accouplement d'*Ischnura elegans* (Coenagrionidae)

(Photo J.L.Dommanget – SFO, 1998)

Les larves vivent dans l'eau, protégées par leur coloration homochrome avec celle du milieu de vie, qui leur assure un camouflage vis-à-vis des prédateurs. Les larves de Zygoptères, graciles et aux membres allongés et fins, se tiennent immobiles parmi les plantes, alors que les larves des Anisoptères, notamment celles des *Sympetrum* et des *Gomphus*, trapues, sont immobiles sur le fond et dans la vase. Elles guettent les proies qu'elles repèrent avec leurs yeux bien développés et leurs trois ocelles frontaux, les saisissant d'une brusque détente du corps, prolongé par la détente de leur "masque". Le masque des larves de Libellules correspond à un développement particulier du labium, lame articulée repliée sur la tête de la larve au repos. Le masque s'étend longuement en avant lorsque la larve saisie une proie. Les larves se nourrissent de proies variées en fonction de leur taille : petits crustacés du plancton, les larves d'autres insectes aquatiques et mollusques gastéropodes. Une autre particularité des larves de Libellules est leur maîtrise de la propulsion par réaction. Lorsqu'elles sont inquiétées, elles éjectent l'eau contenue dans leur ampoule rectale, ce qui les propulse brusquement en avant. La méthode est efficace pour échapper aux prédateurs. La respiration est assurée essentiellement par des branchies internes situées sur les parois de l'ampoule rectale. L'eau est renouvelée régulièrement par des mouvements d'entrée et de sortie, permettant les échanges gazeux.

II.2. Les Coléoptères aquatiques :

Les Coléoptères sont représentées par de nombreuses espèces terrestres mais relativement peu par des espèces aquatiques. On trouve dans les eaux stagnantes les représentants de plusieurs familles aux mœurs très différentes, qui se

sont adaptées à la vie dans ce milieu. On peut distinguer chez les Coléoptères aquatiques trois groupes : les herbivores, les carnassiers et les détritvires, au moins au stade adulte. Chez plusieurs familles de coléoptères aquatiques, les adultes consomment des plantes. La famille la plus importante est celle des Hydrophilidae. Ce sont des animaux de taille très diverse, 1 ou 2 millimètres pour les plus petits, jusqu'à environ 5 centimètres chez les grands *Hydrophilus piceus* et *Hydrophilus pistaceus*. Ce sont de mauvais nageurs qui se tiennent le plus souvent fixés aux plantes aquatiques. La femelle pond des œufs qu'elle enferme dans un cocon de soie, flottant chez les *Hydrophilus* ou posé sur le sol, comme chez les *Helophorus*, cocon qu'elle tisse grâce à une glande abdominale spéciale. Les femelles des *Helochares* ne se séparent pas de leur ponte qu'elles transportent en permanence, fixée sous leur abdomen, offrant ainsi une protection à leur descendance. Dans les mares, les larves vivent parmi les débris végétaux qu'elles consomment. Les adultes sont en majorité herbivores, consommant activement les lentilles d'eau, les myriophylles et autres plantes aquatiques dont ils limitent la prolifération. Certains comme les *Hydrochara*, ne dédaignent pas de petites proies ou de petits cadavres. Une exception est constituée par les *Spercheus*, qui vivent dans la vase et sont filtreurs de débris microscopiques, dont ils se nourrissent.

La respiration des Hydrophiles adultes est aérienne. Pour ce faire ils doivent remonter à la surface pour faire une provision d'air. La tête entre en contact avec la surface et l'insecte déploie ses antennes courtes, de forme adaptée, couvertes de petites soies non mouillables à leur extrémité et il les met en contact avec l'air. L'air est canalisé le long de la tête et du thorax, puis amené à la face inférieure de l'abdomen ainsi que dans la cavité sous-élytrale où les ailes sont repliées, pour y être stocké. L'abdomen est couvert en dessous d'une fine couche de soies très denses, argentées ou dorées, non mouillables, sur lesquelles se fixe en permanence une bulle d'air que le Coléoptère entraîne avec lui en plongée. Il existe une exception : certains *Hydrochus* ne recueillent pas l'air grâce à leurs antennes, mais mettent en contact l'extrémité de leurs élytres avec la surface pour refaire provision d'air, comme le font les *Dytiscidae*.



Fig. 03 : *Dytiscus circumflexus* (Dytiscidae) (photo J.-L. Dommanget S.F.O, 1998)

D'autres types de Coléoptères consomment des plantes. Les Donaciinae sont des Chrysomelidae aux mœurs aquatiques. Ce sont des Coléoptères très esthétiques, aux beaux couleurs métalliques variés de vert, mauve ou doré, aux antennes longues, qui consomment les feuilles de nénuphars, des Potamogeton et des Carex. On peut voir leurs découpures profondes dans les feuilles des plantes aquatiques flottantes. Les adultes se tiennent au soleil sur les feuilles ou dans les fleurs de nénuphars, dont ils consomment le pollen et ils plongent rapidement sous la feuille ou s'envolent s'ils sont inquiétés. Tout comme les Hydrophilidae, les adultes possèdent un revêtement de soies d'aspect argenté, hydrofuge à leur face ventrale, ce qui leur permet de transporter une bulle d'air avec eux en plongée. Les larves vivent sur ces mêmes plantes, ainsi que les nymphes, qui recueillent pour leur respiration l'oxygène produit par les plantes aquatiques grâce à un stylet enfoncé dans le tissu de la plante. Certaines Donaciinae, les Hermonia, sont entièrement aquatiques et recueillent les bulles d'air à la surface des plantes, ce qui leur permet de se maintenir constamment immergées. Il existe également des Charançons aquatiques, qui, eux aussi, vivent sur ces mêmes plantes. Ce sont de piètres nageurs, seulement capables d'aller d'une plante à une autre. Leur face inférieure retient également l'air grâce à un revêtement de soies hydrofuges.



Fig. 04 : Donacia (Chrysomelidae) (photo J.-L. Dommanget S.F.O ,1998)

Les Coléoptères aquatiques Carnassiers sont les Hydradephaga, qui regroupent, en France, les Dytiscidae, Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae et Noteridae. Ces familles renferment des espèces habituellement bien adaptées à la vie aquatique et à la nage le plus souvent performante, à l'exception des plus petits Dytiscidae et des Noteridae. Les adultes se trouvent en bordure des collections d'eau, souvent réfugiés parmi les plantes ou les débris végétaux, parfois sous les pierres. On rencontre fréquemment les Dytiscidae regroupés par espèce, ce qui facilite certainement le rapprochement des sexes. Les larves vivent dans le même milieu. Adultes et larves sont généralement carnassiers. Ils s'attaquent à diverses proies, de taille proportionnelle à la leur, allant des petits crustacés du plancton jusqu'à de petits poissons ou des grenouilles pour les larves et les adultes des Dytiscus et des Cybister. Les mandibules des larves forment deux crochets puissants pourvus d'un canal central par lequel elles injectent un venin après la morsure. Le venin contient des enzymes protéolytiques qui digèrent les tissus de la proie, aspirés ensuite par la larve, réalisant ainsi une digestion pré-orale. Certaines larves ont des préférences alimentaires, telles celles des Noteridae, qui fouissent dans la vase du fond ou celles de *Hygrobia hermanni* qui consomment des larves rouges de Tubifex. Les Haliplidae font exception en consommant des algues filamenteuses.

Les Gyrinidae sont adaptés à la vie à la surface des eaux : ils vivent sur le ménisque sur lequel ils flottent et se déplacent en tournoyant très rapidement, généralement en bandes. Les Gyrinidae montrent une particularité biologique remarquable : chacun de leurs yeux est divisé en une portion supérieure, permettant

la vision aérienne et en une portion inférieure, permettant la vision dans l'eau. Ils localisent ainsi des proies aussi bien à la surface, s'en saisissant avec leurs pattes antérieures allongées, qu'en profondeur, étant également capables de plonger pour chasser ou échapper à un prédateur. Les Dytiscidae et les Noteridae ont des pattes postérieures en forme de rames, qui leur permettent une nage rapide et efficace. En outre, leur corps a une forme hydrodynamique, comme celle d'un sous-marin. La respiration des adultes et des larves est aérienne : ils remontent à la surface de l'eau pour respirer. Les adultes mettent l'extrémité de leur abdomen et de leurs élytres en contact avec la surface et font le plein d'air qui s'accumule dans la chambre sous-élytrale, l'atrium. Certains petits Dytiscidae sont cependant capables de recueillir des petites bulles d'air sur les plantes aquatiques, d'autres ont un développement particulier de leurs élytres, ce qui leur permet de capter l'oxygène dissous dans l'eau à travers leur cuticule. Les larves de Gyrinidae possèdent des branchies et non pas besoin de remonter en surface pour respirer : elles consomment l'oxygène dissous dans l'eau.



Fig. 05 : Gyrinus (photo G.Blondeau – OPIE, 1987)

L'accouplement a lieu dans l'eau, ce qui le rend problématique pour la femelle, maintenue sous l'eau par le mâle et ne pouvant revenir en surface pour respirer. Pour mieux s'accrocher à la femelle, le mâle des Hydradephaga possède des ventouses adhésives à la face inférieure des tarse de leurs pattes antérieures et intermédiaires. Les femelles sont parfois pourvues de carènes, de soies ou de surfaces rugueuses facilitant la prise des mâles. La ponte a lieu le plus souvent

parmi la végétation. Les femelles des Dytiscidés du genre *Llybius* possèdent un appareil de ponte qui ressemble à une lame de scie, facilitant l'introduction de leurs œufs dans les tissus des végétaux. Les adultes volent très bien et ils quittent les mares temporaires lorsqu'elles s'assèchent pour coloniser de nouveaux milieux.



Fig. 06 A : Adulte de *Hygrobia tarda* (Hygrobiiida)

B : Larve (Photo J.-L. Dommanget (S.F.O) ,1998)

Sur les berges, dans les zones constamment humides ou dans la vase, vivent des Coléoptères semi aquatiques bien adaptés à ces milieux. Les *Coelostoma*, des *Hydrophilidae* proches parents d'espèces terrestres vivant dans les excréments de ruminants, sont amphibies et vivent sous les algues mortes en décomposition. Également amphibies, les dryops, qui appartiennent à la famille des *Dryopidae*, sont capables de plonger en s'agrippant aux brindilles mortes qu'ils consomment, en emportant avec eux une large bulle d'air, grâce à un dense revêtement de soies. Proches parents des Dryops, les *Heteroceridae* des genres *Augyles* et *Heterocerus* vivent en petites communautés dans la vase solide des bordures sableuses ou argileuses, à l'intérieur d'un réseau de galeries. Les larves se nourrissent de matières organiques, elles construisent une petite coque creuse en argile dans laquelle s'abrite la nymphe jusqu'à l'éclosion de l'adulte. Les adultes seraient carnassiers ; ils possèdent un appareil stridulatoire mais leur chant n'est pas encore connu. Les *Georissus* sont des *Hydrophilidae* minuscules adaptés au bord des eaux ou aux terrains très humides Les adultes portent un déguisement qu'ils construisent eux-mêmes, fait de grains de sable enduit d'une salive collante qu'ils amassent un par un sur leur dos.

II.3. Les Trichoptères :

Les Trichoptères, ou Phryganes, affectionnent les eaux courantes, mais plusieurs espèces habitent les eaux stagnantes. Le fait biologique le plus marquant des Trichoptères est la capacité des larves à produire de la soie servant à la conception d'un fourreau. Celui-ci est construit avec les matériaux les plus divers mais il est spécifique de chaque espèce et constitue un abri pour la larve.

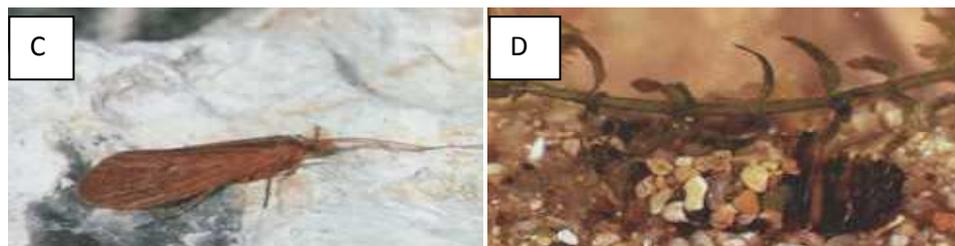


Fig. 07 : C : Adulte de Phrygane (photo G. Blondeau – OPIE ,1987)

D : Larve de Phrygane dans son fourreau construit de plusieurs matériaux
(Photo J.L. Dommaget – SFO ,1998)

Les Limnephilinae et les Phrygaeninae vivent dans les mares. Les premiers construisent des fourreaux constitués de feuilles mortes, de brindilles ou de cailloux. Les Phrygaenidae, quant à eux, construisent un fourreau spiralé avec un assemblage complexe de très petites brindilles qu'ils disposent régulièrement. Les larves se nourrissent des aliments les plus divers, animaux ou débris végétaux. Elles respirent l'oxygène dissous grâce à des branchies abdominales. Les nymphes s'abritent dans le dernier fourreau larvaire ou dans un cocon de soie chez les espèces qui n'utilisent pas de fourreau. Leurs pattes postérieures sont pourvues de soies natatoires qui permettent aux nymphes de remonter rapidement à la surface pour permettre la sortie de l'adulte. Les adultes sont discrets et se tiennent sur la végétation pendant la journée. Pour pondre leurs œufs dans l'eau, les femelles peuvent s'immerger complètement de façon prolongée.

II.4. Les Hétéroptères :

Ce sont les "punaises" aquatiques. On en distingue deux grands groupes : les Géocorises et les Hydrocorises. Les Géocorises regroupent les Hétéroptères qui patinent à la surface des eaux et les Hydrocorises comportent les espèces nageant en pleine eau. Parmi les Géocorises, les Gerris, les Velia, les Mesovelis, les

Hydrometra et les minuscules Hebrus vivent à la surface de l'eau, sur laquelle ils patinent en prenant appui sur les extrémités de leurs longues pattes. Leurs mouvements saccadés et leur vie en groupe les rendent très caractéristiques de cette faune si particulière de la surface des eaux douces. Sensibles aux ondes vibratoires, ils capturent toute petite proie qui s'aventure sur la surface de l'eau, tel un moucheron tombé là, s'en emparent avec leurs pattes antérieures et aspirent son contenu liquide avec leur rostre. Les Hydrometridae affichent au contraire une démarche lente au bout de leurs pattes filiformes. Leur forme rappelle une mince brindille et constitue probablement un camouflage par mimétisme. Les Hydrocorises sont très fréquentes dans les mares et les étangs. Elles nagent en pleine eau avec vivacité et s'attaquent à de petites proies : autres insectes, petits crustacés..., à l'exception des Corixidae qui consomment des algues filamenteuses. Leurs taille est très variable, de 2 ou 3 mm pour le petit *Plea minutissima* jusqu'aux *Belostoma* et *Lethocerus* géants des régions tropicales.



Fig. 08 : *Gerris lacustris* (Gerridae) (photo G.Blondeau – OPIE, 1987)

Les Hydrocorises les plus esthétiques, les Notonecta, adoptent une posture d'affût inversée sous la surface des eaux, l'abdomen dirigé vers le haut. Les Nepa et les Ranatra respirent sans avoir à remonter jusqu'à la surface, grâce à un long siphon respiratoire prolongeant leur abdomen, sorte de tube qui aspire l'air jusqu'en surface. Les Ranatra sont remarquablement camouflées et ressemblent parfaitement à une longue brindille, ce qui leur permet de passer inaperçues parmi les plantes aquatiques, à l'image d'autres insectes, terrestres ceux-là, les Phasmes, qui vivent parmi les plantes épineuses en imitant des branches ou des brindilles. En revanche, les Nèpes préfèrent se tapir dans la boue du fond, dont elles recouvrent leur corps plat, pour passer inaperçues aux yeux de leurs proies. Les Géocorises et

les Hydrocorises volent bien, en particulier les Notonecta et elles sont attirées le soir par la lumière des lampes.



Fig. 09: *Notonecta glauca* (Notonectidae) (photo G.Blondeau – OPIE, 1987)

Tout comme pour les Coléoptères, il existe également des Hétéroptères semi-aquatiques, qui vivent et chassent sur les berges dans le plan d'eau, sur la boue. Les Saldides se tiennent à l'affût, dressées sur leurs pattes antérieures et observent les environs de leurs grands yeux. Elles bondissent sur les proies qui passent à leur portée. Les jeunes d'*Ochtherus marginatus* se déguisent également avec du sable à l'aide de leur tête. Celle-ci, plate et dentelée sur sa bordure à la manière d'une grande pelle, est utilisée pour se couvrir le corps de grains de sable, ce qui leur confère camouflage et protection. On trouve les adultes d'*Ochtherus* souvent réfugiés à l'intérieur de petites logettes qu'ils creusent dans les flancs des berges ou des ornières, où ils se tiennent à l'affût en guettant les alentours.

II.5. Les Diptères :

Les Diptères, qui regroupent les mouches, les moucheron et les moustiques, sont un des plus importants ordres d'insectes. Les espèces ont des aspects et des modes de vie forts diversifiés. Les Brachycères comportent de nombreuses familles, notamment les Tabanidae, les Syrphidae, les Sciomyzidae, etc., à larves aquatiques. Les adultes ont de courtes antennes et les larves sont pourvues d'une capsule céphalique faiblement sciérotinisée, très réduite et rétractile (larves acéphales).

Les adultes de Nématocères possèdent de longues antennes: Leurs larves sont pourvues d'une capsule céphalique bien définie (larves eucéphales) ou partiellement sciérotinisée et rétractile (larves hémicéphales). Ils comprennent notamment les Tipulidae, les Psychodidae, les Chaoboridae, les Culicidae (moustiques), les Simulidae, les Chironomidae, et les Ceratopogonidae (moucheron piqueurs). La famille des Chironomidae constitue le plus gros groupe d'insectes à larves aquatiques en Europe. De nombreuses espèces à larves aquatiques appartiennent au sous-ordre des Nématocères.

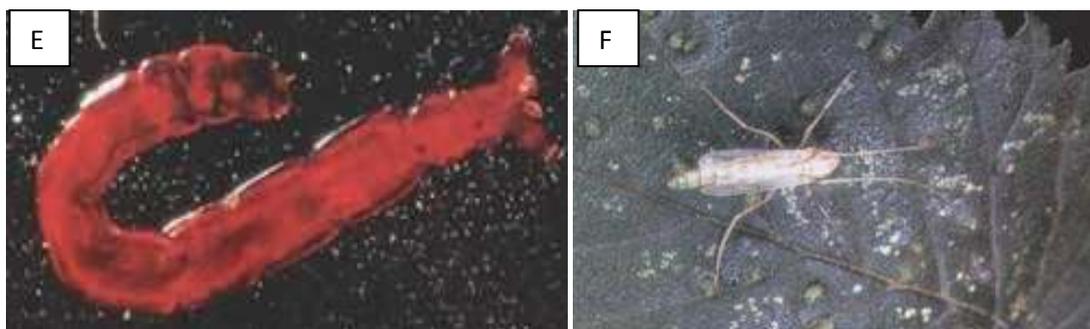


Fig.10 : E : Chironome adulte (Chironomidae)

F : Larve de Chironomus (photos G.Blondeau – OPIE, 1987)

Certains Diptères aquatiques sont bien connus des hommes. C'est le cas des moustiques, dont les larves vivent dans les eaux stagnantes, en particulier les petites collections d'eau, comme les mares, les flaques, etc. Les Culex sont bien connus en France car ces petits moustiques rentrent le soir venu dans les foyers pour harceler les habitants, ils sont capables de coloniser la moindre parcelle d'eau douce, comme l'eau stagnante dans une boîte de conserve ou un fossé. Les larves se nourrissent de débris organiques, de bactéries, etc. Elles respirent grâce à un siphon respiratoire et se tiennent le plus souvent, pendues par leur siphon, sous la surface des eaux. L'adulte se déplace en volant et la femelle pique et aspire le sang grâce à ses pièces buccales différenciées en trompe piqueuse. Ce comportement hématophage lui apporte des protéines pour la maturation de ses œufs. Mais les moustiques s'alimentent également du nectar des fleurs, qui leur apporte du tréhalose, sucre qui assure un apport énergétique nécessaire au vol. Les moustiques du genre Anophèles sont les vecteurs des plasmodiums du paludisme dans les régions tropicales du globe. Autrefois, la malaria était inoculée par ces moustiques en France, mais la maladie semble avoir disparu de notre pays. Également présents

dans les habitations, les Psychodidae sont de petits Nématocères ressemblant à de minuscules papillons de nuit car leur corps et leurs ailes sont couvertes de soie. Les larves vivent dans les eaux peu profondes des mares et des marais, mais aussi dans les siphons des salles de bains, où l'on rencontre fréquemment les adultes posés sur les murs. Bien que proches des Phlebotomidae, autres Diptères suceurs de sang, les Psychodidae, sont inoffensifs. Les adultes des Ceratopogonidae du genre Culicoides sont de minuscules moucherons aux ailes souvent décorées de motifs, volant fréquemment en nuages et capables de harceler les hommes et le bétail de manière insupportable, en infligeant des piqûres douloureuses et très prurigineuses.

Au Pays-Basque et en Espagne, une espèce inocule une maladie au cheval, la peste équine africaine. Seule la femelle pique. Les larves sont cylindriques et vermiformes : elles vivent dans la vase au bord des eaux douces ou saumâtres. Les Chironomidae sont des Nématocères ressemblant superficiellement à de petits moustiques. Attirés par la lumière, on les trouve fréquemment sur les vitres le soir. Leurs larves aquatiques rouge vif sont pourvues d'appendices sur le thorax et à l'extrémité abdominale. Ces larves constituent une part considérable de la biomasse aquatique des lacs et des étangs et elles sont une nourriture de choix de nombreux poissons et d'autres insectes. Les adultes ne piquent pas. Le mâle possède de longues antennes plumeuses. Parmi les mouches à larves aquatiques, les Taons (Tabanidae) sont les mieux connus du public, car eux aussi attaquent l'homme et le bétail pour s'alimenter en sang. Les larves sont enfouies dans la boue et consomment de petits invertébrés. Elles respirent grâce à un siphon qu'elles mettent en contact avec la surface. Les Syrphidae sont des mouches élégantes, au corps annelé de noir et de jaune, ce qui les fait ressembler superficiellement à des petites guêpes au vol rapide et saccadé. Elles ont une étrange capacité à voler sur place, Grâce au battement extrêmement rapide de leurs ailes. Les larves d'Eristalis vivent dans les eaux boueuses riches en matières organiques, y compris le purin et les fosses d'aisance. Elles respirent grâce à un très long siphon respiratoire rétractile à l'extrémité de leur abdomen, Qu'elles peuvent déployer jusqu'en surface pour s'approvisionner en l'air.

Autres groupes :

Dans d'autres ordres d'insectes, quelques espèces particulières côtoient les milieux aquatiques. C'est le cas de plusieurs familles de papillons dont les

chenilles dévorent les feuilles des nénuphars, de quelques Collembolés, ou Podures minuscules insectes primitifs dépourvus d'ailes qui vivent au bord des eaux et se déplacent sur la surface sans la traverser. Quelques Hyménoptères (guêpes) ont des larves qui parasitent d'autres insectes aquatiques.

III.1. Région d'étude

III.1. 1. Présentation

La Réserve de Chasse de Zéralda (RCZ) située à une trentaine de kilomètre à l'ouest d'Alger. Elle fait un contraste avec une urbanisation galopante. Bien protégés, la vieille futaie de pin d'Alep et son cortège floristique qui est formé essentiellement par le groupement d'oléo-lentisque, sanctuaire écologique. Cette forêt joue le rôle d'un véritable poumon de la région. Avec une biodiversité riche, des grandes ressources trophiques et hydriques, la réserve offre les meilleures conditions pour l'installation et le développement des espèces gibiers.

La Réserve de Zéralda est considérée comme site présidentiel ; elle n'est pas ouverte au public. Elle se situe à environ 4Km de la ville de Zéralda. Créée en 1984.

III.1.2. Historique

La forêt domaniale de Oued El-Aggar dénommée jadis forêt de Saint-Ferdinand fait partie du domaine forestier en vertu des dispositions de la loi du 16 Juin 1851, corroborée par un arrêté ministériel de soumission au régime forestier du 20 Avril 1852. Elle est composée essentiellement de Pin d'Alep, de Caroubier, d'Olivier et d'Arbousier.

-En 1858 Les premiers travaux de reboisements ont été effectués par des compagnies militaires spéciales dites «compagnie des planteurs».

Les résultats de ces travaux : 440 ha ont été couverts de plantation et plusieurs espèces ont été introduites (Pin d'Alep, le chêne liège, l'eucalyptus, le frêne, les acacias...).

-08 novembre 1928 la forêt est classée comme un parc national.

-En 1969 elle a été rattachée au patrimoine présidentielle pour la création d'un territoire de chasse car elle présente des bonnes conditions naturelles et se situe aux alentours de la capitale.

-18/02/1984 la création officielle de la Réserve de Chasse par le décret n°84-45 modifié et complété par le décret n°07-09 du 11/01/2007.

III.1.3. Situation géographique

La Réserve de Chasse de Zéralda (réserve de chasse et de résidences officielles de la présidence), s'étend sur une superficie de 1034 ha. Elle est située à 30 km à l'ouest d'Alger, à 50 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Tipaza et à 2 km de la mer.

Elle comprise entre les coordonnées Lambert suivent : 36°42'15.92" Nord ; 2°52'50.01" Est. La zone d'étude dépend administrativement de quatre communes : Mehelma, Souidania, Staouali et Rahmania.

Elle est limitée au Nord par Staouali, au Nord-Ouest par Zéralda, au Nord-est par Souidania et au Sud-est par Rahmania.

Sur la superficie globale de la réserve ; 460 ha représenté par la forêt domaniale d'Oued Aggar situé dans le territoire de Zéralda, 574 ha est représenté par des terrains de cultures et de maquis couvrant le territoire de Mehelma, Souidania, Staouali et Rahmania ; le reste est occupé par le territoire de Sidi Fredj d'une superficie de 44ha.

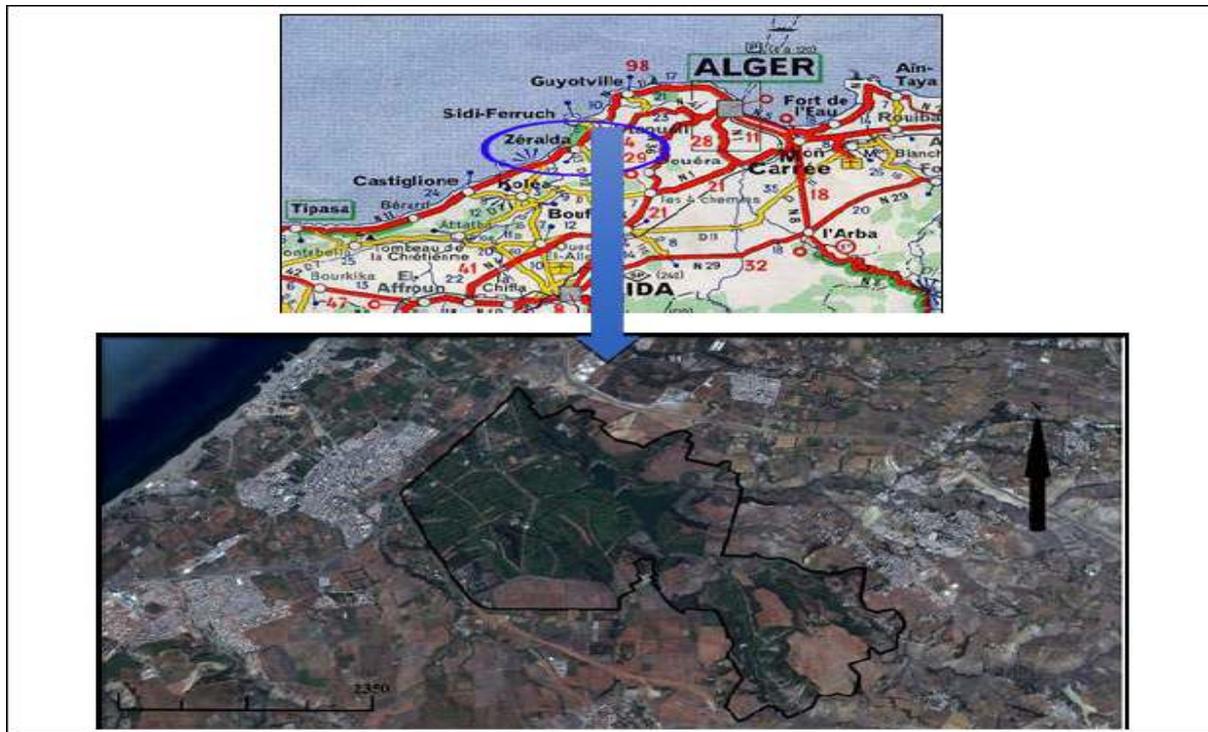


Fig.11 : Situation géographique de la Réserve de Chasse de Zéralda. (GOOGLE EARTH., 2016).

III.1.4. Le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda :

Le plan d'eau de la réserve est classé typologiquement dans la classe 13 de la classification Ramsar : zone humide artificielle. Il se situe au périmètre de la réserve de chasse, dans une dépression à l'abri des vents, assez ombragée une bonne partie de la journée et entourée d'une belle forêt de *Pinus halepensis* conditionné par la configuration du terrain.

Le barrage est constitué d'un ensemble de deux plans d'eau juxtaposés **(SUMARSKI, 1986)**

Le plan d'eau supérieur à un niveau d'eau et une superficie variable respectivement de 62m et 15ha. Il sert de réservoir pour l'alimentation du plan d'eau inférieur, qui a un niveau et superficie stables respectivement de 54m et 5ha **(ANNONYME, 2007)**.



Fig. 12 : Situation géographique du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda **(Google Earth., 2016)**.

III.2. Réseau hydrographique

Plusieurs oueds et talwegs enrichissent le réseau hydrographique de la zone dont les principaux sont Oued El-Aggar, oued Sidi-Harrach, oued Saf-Saf, oued Bougandoura et oued Larhat.

La majorité de ces oueds sont temporaire à débit faible (affluent directement dans le barrage).

Tableau1. Les principaux oueds qui alimentent le barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda.

Nom des oueds	Longueur (Km)	Surface (ha)
Oued El-Aggar	1.19	2.16
Oued Bougandoura	0.62	1.72
Oued Sidi- Harrach	5.11	8.87
Oued Larhat	3.60	8.36
Oued Saf-Saf	0.25	4.52

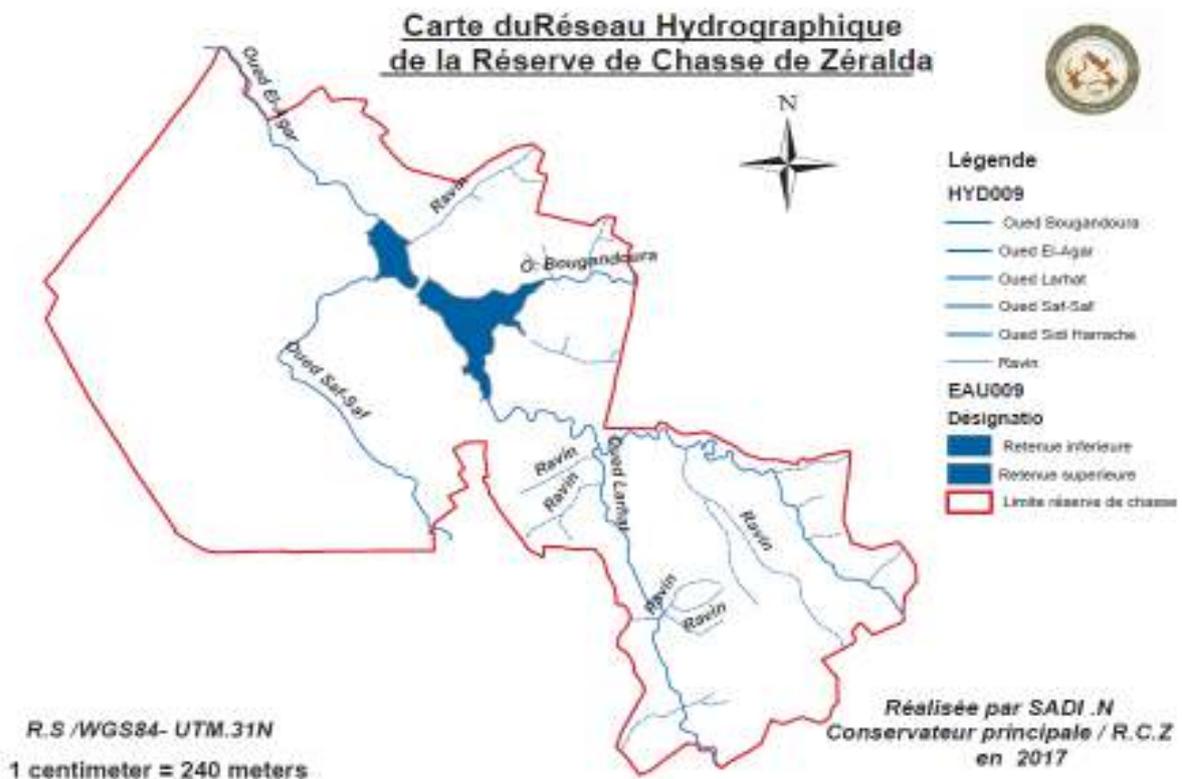


Fig. 13 : Réseau hydrographique de la Réserve de Chasse de Zéralda (ANNONYME, 2017)

III.3. Les facteurs abiotiques :

III.3.1. Les facteurs climatiques :

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (**RAMADEF., 1993**).

En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre, peut avoir une influence sur le comportement des insectes (**AOUAR-SIDLI M., 2009**). L'action multiple de divers facteurs climatiques sur la physiologie et le comportement des insectes et des autres animaux joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants (**FAURIE et al., 1980 ; DAJOZ., 1998**). Parmi les facteurs météorologiques les plus importants qui interviennent dans la région d'étude, il faut citer les températures, les précipitations, l'humidité de l'aire et les vents (**DAJOZ., 1982**), (**ABERKANE-OUNAS N., 2012**).

REGINIER J., 2009, rapporte que comme les insectes sont ectothermes, les rythmes des principaux processus physiologiques de leur cycle de vie sont déterminés par les conditions environnementales, notamment la température et les précipitations. Les êtres vivants sont plus au moins sensibles à ces variations.

Pour les besoins de notre étude nous avons pris en considération des données de l'office national météorologique (O.N.M) de Dar el Beida. Les données climatiques qui sont recueillies quotidiennement par les postes météorologiques présentent des variations aléatoires (**GUYOT G., 1999**).

III.3.1.1. Température :

La température est le facteur le plus important au semis des agents climatiques (**DREUX., 1980 ; DAJOZ., 2006**). Elle conditionne aussi la répartition et la reproduction des espèces botaniques et animales dans la biosphère (**RAMADE F., 1984**).

III.3.1.1.1. Températures moyennes mensuelles

Tableau 2. Température minimale(m), maximale(M) et moyenne de la région d'étude au cours de l'année 2015.

T°(C)	MOIS											
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
M	18,6	19,4	20,8	24,4	27,2	31,7	34,6	35,1	31,9	29,4	24,1	20,7
m	7,5	8,1	9,8	11,6	15,5	18,4	20,9	22,2	20,4	17,2	12,2	7,9
M+m /2	13,1	13,6	15,1	17,5	21,1	25,0	27,4	28,2	26,1	23,3	17,9	13,9

(O.N.M) 2017

M : Moyenne des températures maximales mensuelles exprimées en degrés Celsius (°C).

m : Moyenne des températures minimales mensuelles exprimée en degrés Celsius (C°)

(M+m)/2 : Valeur des températures moyennes exprimées en degrés Celsius (°C).

Il ressort de tableau 2, que les mois les plus chauds sont juillet et août avec une température moyenne de 27,4°C et de 28,2°C respectivement. Les moyennes des maximas enregistrés sont 35,1°C pour août et 34,6°C pour juillet. Les mois les plus froids sont janvier et février avec une température moyenne de 13,1°C et de 13,6°C respectivement. Les minimas enregistrés sont de 8,1°C pour février et de 7,5°C pour janvier. (Tab.1).

III.3.1.2. Précipitation :

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes terrestres et la répartition annuelle des précipitations est importante aussi bien par son rythme que par sa valeur volumique absolue. **(RAMADE., 1984).**

La pluviométrie est sous l'influence des facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. **(QUEZEL et al ; 1957).**

La pluviométrie à une influence important sur la flore et sur la biologie des espèces animales. **(MUTIN, 1977).** Elle influe sur la vitesse de développement des animaux, sur leur répartition dans le biotope et sur la densité de leurs populations **(Dajoz, 1971).**

Tableau 3. Précipitations mensuelles notées en 2015 exprimées en millimètres (mm)

Année2015	Mois												
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Total
P (mm)	87,5	129,9	89,3	88,5	59,5	25,8	5,2	26,2	50,5	78,8	137,4	96,2	660,7

(O.N.M. 2017)

P : Pluviométrie (mm).

Les résultats de l'année 2015, montrent que le mois le plus pluvieux est novembre avec 137,4mm de pluie. Le total des précipitations annuelles est de 660,7mm. Les minimas sont notés en période estivale, aux mois de juin, juillet et août avec respectivement 25,8 ; 5,2 et 26,2mm (Tab.3).

III.3.1.3. L'humidité

L'humidité relative ou l'hygrométrie est la teneur en vapeur d'eau de l'atmosphère (**RAMADE, 2003**). C'est un des facteurs les plus importants pour la suivie, la distribution et la reproduction des insectes (**CACHANE, 1960**). Elle est sensible et dépend des autres facteurs (température, précipitation et vent). Les taux d'humidité relative de la période d'étude sont donnés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Humidité relative maximale, minimale et moyennes mensuelles notées en 2015 de la région d'étude.

Année2015	Mois											
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
HR%Max	84,0	84,0	83,0	86,0	80,0	76,0	78,0	76,0	78,0	79,0	83,0	85,0
HR%Min	77,0	73,0	72,0	72,0	69,0	67,0	66,0	67,0	64,0	71,0	68,0	76,0
HR%moy	80,6	78,0	77,2	77,2	74,9	71,3	70,3	71,0	72,8	74,8	77,4	80,9

(ONM, 2017)

III.3.1.4 Vents

Le vent constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant, sous l'influence de vents violents, la végétation est limitée dans son développement (**RAMADE, 2009**). Il a une action indirecte en modifiant la température et l'humidité, en activant l'évaporation (**DAJOZ, 2006**). Le vent influe directement sur les conditions de vol des insectes lépidoptères (**DEMERGE et BACHLARD, 2002**).

Dans le tableau 5, on rapporte les vitesses moyennes (m/s) de l'année 2015 de la région d'Alger.

Tableau 5. Vitesses moyennes du vent de la région d'Alger au cours de l'année 2015.

Année2015	Mois											
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Moy	10,0	11,4	11,3	10,7	10,5	10,6	10,4	10,4	10,4	9,6	9,7	8,9

(ONM, 2017)

III.3.2. Topographie :

La zone d'étude fait partie du Sahel occidental d'Alger. Elle est formée de relief relativement accidenté et abrupt par endroit constituant des falaises avec deux versants a exposition opposée (nord et Sud) formant à la base un vallon collectant les eaux de ruissellement dévalant des pentes environnantes. Ces derniers vont de Zéro jusqu'à 20%. La région d'étude appartient à une altitudinale qui varie de 5 à 183,4m (ANNONYME,2005).

III.3.3 Géologie :

La Réserve de Chasse de Zéralda fait partie du le Sahel occidental d'Alger. Elle se développe sur une roche mère hétérogène qui a donné naissance à des grés, sables, poudings du quaternaire, dépôts caillouteux du pliocène, argiles et marnes du miocènes. Cet ensemble est constitué actuellement par :

- a- Des dépôts actuels : ils sont de faible extension et proviennent des formations pliocènes. Ils sont constitués d'alluvions actuelles.
- b- Des dépôts du quaternaires : les formations quaternaires sont formées essentiellement par des dépôts soit d'un substratum marneux soit grés et sable.
- c- Des dépôts pliocènes : ils occupent la moyenne partie de la zone formée par une forte couche alluviale dont l'épaisseur peut varier de 10 à 250 mètres. Ces dépôts sont constitués par des marnes grises et des argiles.

III.3.4. Pédologie :

Les principaux types de sols rencontrés sont les sols bruns forestiers sous les peuplements de Pin d'Alep et des sols rouges méditerranéens sur des grès et les sables qui sont des sols du groupement du chêne liège, ce sont en générale des sols profonds caractérisés par trois (03) horizons (A.B.C) (**SADI, 2005**).

III.4. Les facteur biotique :**III.4 .1. La flore****III.4.1.1. La couverture végétale du la réserve**

La réserve de chasse est constituée de quatre grands types de formations végétales.

III.4.1.1.1. Formation forestières :**-Peuplement de pin d'Alep**

La forêt de oued El-Agar est composée essentiellement de pin d'Alep, issu presque en totalité de reboisement dans l'âge varie entre 20 a 80 ans

Dans la zone d'extension le Pin d'Alep est représenté par quelque bosquet occupant une faible superficie, ce sont des peuplements purs, naturels au stade de développement futaie dont l'âge varie entre 60 à 80 ans. Leur recouvrement varie entre 10 à 70%.

La strate arbustive est constituée d'Olivier, Filaire, Lentisque, Chêne kermès, de nombreuses lianes et les vestiges de Chêne liège qui occupent une superficie très réduite.

-Matorrals (maquis)

Ils sont constitués par formation caractérisées par des espèces thermophiles et héliophiles et telles que l'Olivier, Lentisque, Chêne kermès et par une autre formation de Chêne liège caractérisé par une végétation assez calcifuge telles que la Bruyère, le Myrte, l'Arbousierect.

À ces groupements ont ajoute des arbres de Pin d'Alep, de caroubier ou de chêne liège piquetés ca et la formant ce qu'on appelle un matorral arboré.

-Bosquet de chêne liège :

Ils occupent des superficies réduites.

-Plantation d'espèces diverse :

L'eucalyptus, le cyprès, pin pignon, pin maritime ayant pour but la protection de sol contre l'érosion.

III.4.1.1.2. La répisylve :

C'est une formation arborescente rencontrée au bord des oueds et des vallons constituée essentiellement d'espèces hygrophiles telles que le Peuplier blanc , Frêne , Tamarix , Laurier rose et l'orme en mélange avec le Roseau, La Ronce, Rosier églantine , quelques pieds de Prunellier et de nombreuses Lianes.

III.4.1.1.3. Une Erme (Les terrains incultes)

Ce sont des formations herbacées basses à rythme saisonnier très marqué. Elles dérivent de la dégradation accentuée de la matorral, occupant une superficie de 81,77 ha de la zone d'extension. Durant la saison humide, elle couvre entièrement le sol, elle est caractérisé par des plantes annuelles en particulier les graminées qui jouent un rôle à la fois important et éphémère pour la protection et l'évolution du sol ainsi que pour l'alimentation de petit gibier.

Quant aux vivaces, elles comprennent le plus souvent un nombre important d'espèces non ou peu pâturées.

III.4.1.1.4. Des terrains à caractère agricole :

Ce sont des terrains ayant un sol profond, fertile à faible pente (0-6%). ils sont surtout occupés par les cultures céréalières et fourragères ainsi que les vergers.

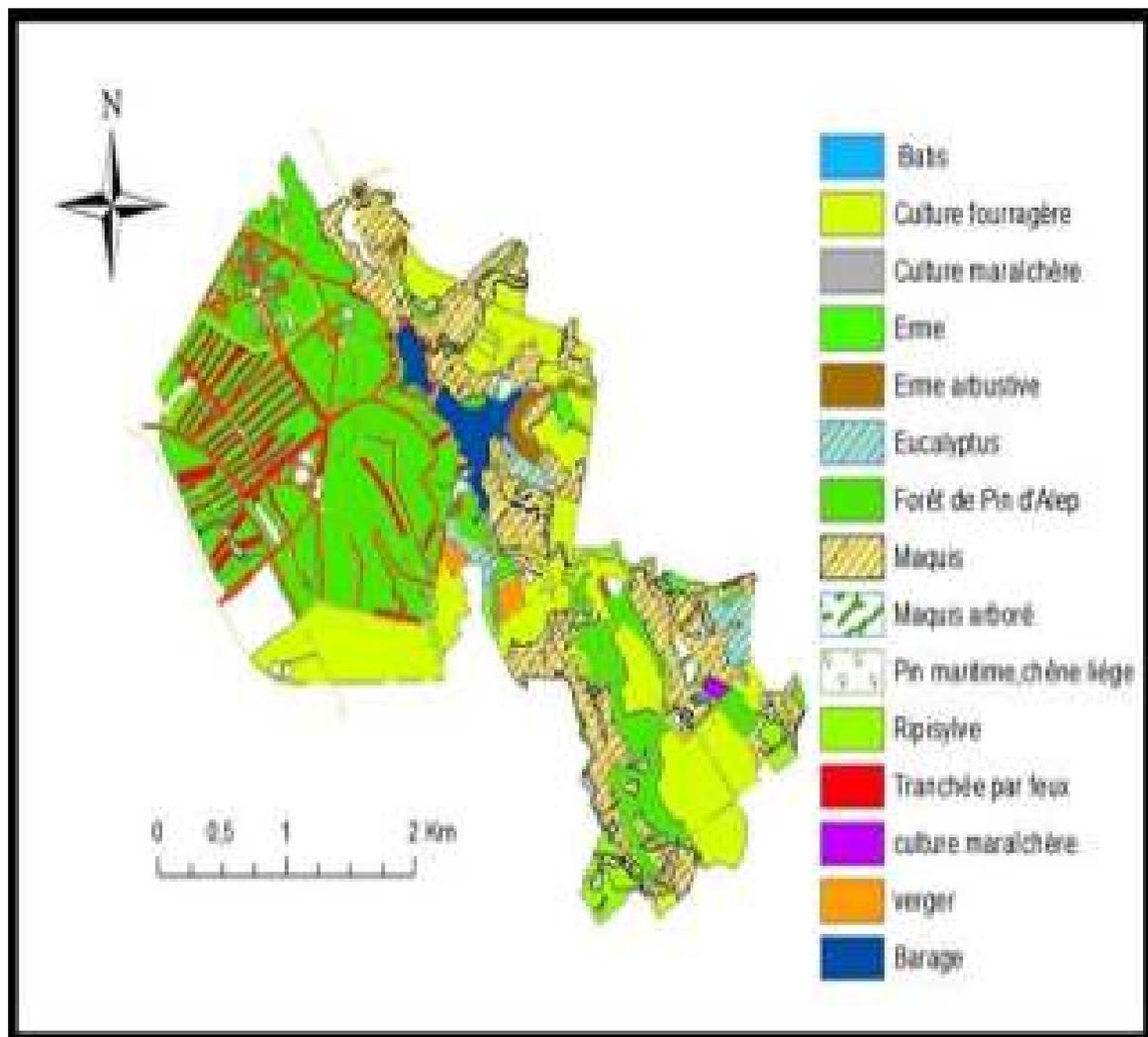


Fig14. : Occupation du sol de la Réserve de Chasse de Zéralda (**MEZERDI et al., 2017**).

III.4.2. La faune :

La faune de sahel Algérois se compose d'invertébrés et de vertébrés. Cette richesse faunistique réfugiée dans ce site a fait l'objet de plusieurs études des auteurs tels que DOUMANDJI et DOMANDJI- MITICHE(1992), SELLAMI (2005), BOUKRABOUZA (2011). Selon ANNONYME (2005). Les vertébrés sont représentés par des mammifères, des oiseaux, des poissons, des reptiles et des batraciens.

III.4.2.1. Les mammifères :

La plupart des mammifères ont une activité crépusculaire ou nocturne et les plus observés sont soit du fait d'une surpopulation (lapin, sanglier) soit à cause de leur grande taille (cerf).

Tableau 6. Faune mammalienne de la réserve de Zéralda (Donnée R.C.Z)

Noms communs	Noms scientifiques
Cerf d'Europe	<i>Cervus elaphus</i>
Chacal	<i>Canis aureus</i>
Chat forestier	<i>Felis sylvestris</i>
Lapin de garenne	<i>Oryctologus cuniculus</i>
Sanglier	<i>Sus scrofa</i>

III.4.2.2. Les poissons : cette faune est riche et diversifiée, les espèces dominantes sont les carpes dont le poids varie de 2 à 10Kg.

Tableau 7. : Représentation des poissons : (Donnée RCZ).

Nom commun	Nom scientifique
Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>
Black bass	<i>Micropterus salmoides</i>
Sandre	<i>Lucioperca lucioperca</i>
Mulet	<i>Mugilus cephalus</i>
Mulet doré	<i>Lisa aurata</i>
Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>

III.4.2.3. Les oiseaux :

Le lac du barrage offre des biotopes riches pour un grand nombre d'espèces sédentaires et migratrices d'oiseaux dont certaines sont menacées d'extinction, les oiseaux d'eau sont des excellents indicateurs biologiques de la valeur du milieu.

Tableau 8. : Avifaune du lac du barrage de Zéralda. (Donnée RCZ).

Nom commun	Nom scientifique
Avocette élégante	<i>Recurvistora avocetta</i>
Bihoreau gris	<i>Nycticorax nycticorax</i>
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
Canard siffleur	<i>Anas penelope</i>
Canard souchet	<i>Anas ctypeata</i>
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>
Canard chipeau	<i>Anas strepera</i>
Grand cormoran	<i>Phalacrocorax carbo</i>
Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>
Poule d'eau	<i>Gallinula chloporus</i>
Sarcelle d'hiver	<i>Anas crecca</i>

III.4.2.4. La faune herpétologique et batracologique :**Tableau 9.** Représentation des principales espèces de la faune herpétologique et batracologique. (Donnée RCZ).

Nom commun	Nom scientifique
Tortue d'eau	<i>Emys orbicularis</i>
Couleuvre de montpellier	<i>Malpolon menspessulanus</i>
Lézard vert	<i>Lacerta veridis</i>

IV.1. Objectif :

L'objectif de notre travail consiste à déterminer la qualité de l'eau du lac inférieur du barrage de la réserve de chasse de Zéralda par des analyses physico-chimiques et bactériologiques afin d'étudier la disponibilité de son entomofaune aquatique en vue d'établir :

- Les caractéristiques physico chimiques et bactériologiques de l'eau.
- La dynamique -temporelle et identification des taxons capturés.
- La diversité spécifique, l'abondance relative ainsi que la fréquence d'occurrence des taxons rencontrés.

IV.2. Présentation de la station d'étude :

Station	Cordonnée géographique	végétation
<p data-bbox="347 1196 536 1234">Lac Inférieur</p> 	<p data-bbox="740 1279 935 1429">N 36,713252 E 2,873062 Altitude : 51m</p>	<p data-bbox="1018 972 1437 1682">-<i>Eucalyptus camaldulensis</i> : <i>Tamarix gallica</i>, <i>Acacia cyanophylla</i> <i>Phragmites australis</i>, <i>Roseau commun</i> <i>Cyperus papyrus</i>, <i>Typhalatifolia</i>, <i>Typha angustifolia</i> : <i>Rubus fruticosus</i>, <i>Murier sauvage</i>, <i>Ronce commune</i> <i>Pistacia lentiscus</i> : <i>Pist</i> <i>Olea europaea</i>, <i>Rosacarinina</i> , <i>Acacia albida</i></p>



Fig. 15 : Situation géographique du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda. (Google Earth.,2017)

IV.3. Synthèse climatique :

La synthèse climatique s'exprime par plusieurs indices nous retiendrons particulièrement :

- L'indice pluviométrique d'Emberger.
- Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953).

IV.3.1. Le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.

Le diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN a été établi dans le but déterminé les périodes sèches et humides d'une région donné.

Ces deux auteurs définissent un mois sec comme étant le mois ou la somme des précipitations moyennes est inférieure ou égale au double de la température moyenne de ce même mois ($P \leq 2T$) (Kherbouche abrous O, 2006).

On obtient ce diagramme en portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnées les températures d'un côté et les précipitations de l'autre, tout en considérant l'échelle des précipitations comme étant le double de celle des températures.

La période humide de la zone d'étude apparait début novembre jusqu'au mi –avril sur une durée de sept mois, alors que la période sèche s'étale de la mi – mai jusqu'à la mi- octobre, soit sur une durée de cinq mois. (Fig.16)

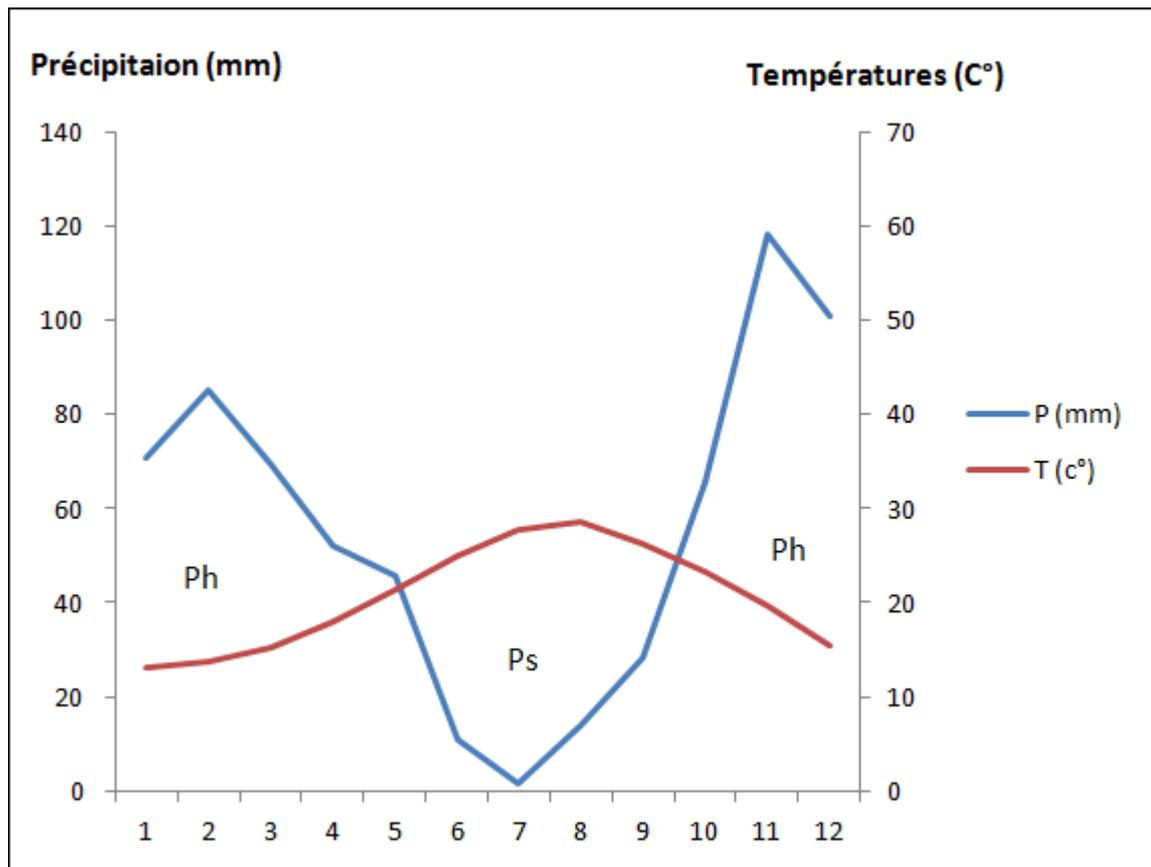


Fig. n°16 : Diagramme ombrothermique de la région d'étude pour l'année 2015.

Ps : Période sèche, **Ph** : Période humide.

IV.3.2. Climagramme d'Emberger

Le climat méditerranéen est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, à pluviosité concentrée durant les saisons froides. L'été, saison plus chaude, étant plus sec (**EMBERGER., 1971**).

IV.3.2.1. Le quotient pluviométrique d'Emberger :

Emberger (1955), a proposé un quotient pluviométrique, qui permet de distinguer les différents étages climatiques méditerranéens (humide, subhumide, semi-aride, aride et saharien) ainsi que les variantes de chaque étage (hiver froid, frais, tempéré et chaud).

Cet indice pluviométrique est une synthèse des précipitations et de la température (**EMBERGER., 1971**).il s'écrit :

$$Q_2 = 2000P / (M_2 - m_2)$$

Avec :

P : Précipitation annuelle en mm.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en degré Kelvin.

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus froid exprimée en degré Kelvin.

Le Q2 calculé de la région d'étude est de : **83.27**.

D'après le climagramme d'Emberger, la réserve de chasse de Zéralda est située dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver doux.

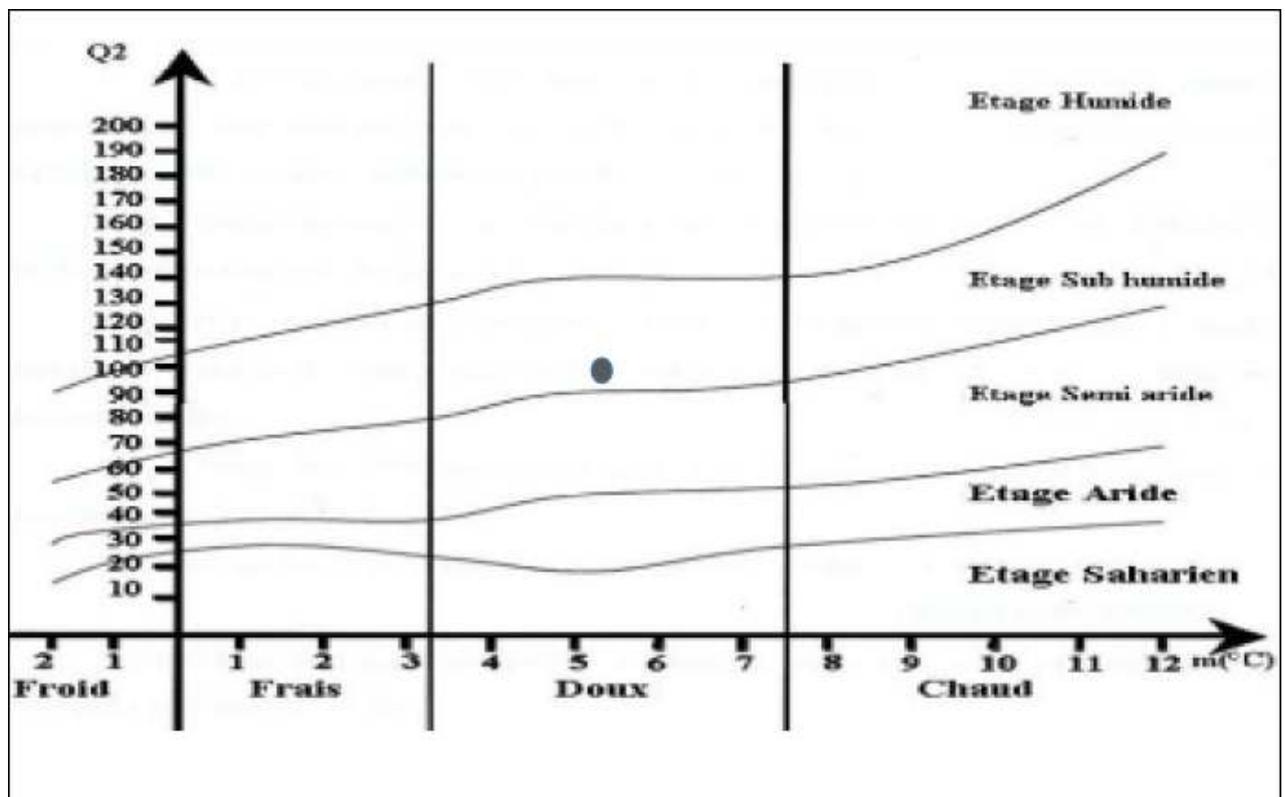


Fig. 17: Localisation de la zone d'étude sur le climagramme d'Emberger.

IV.4. Méthodologie d'étude :

Pour la réalisation de cette étude, nous avons effectué deux prélèvements d'échantillons d'eau, ainsi qu'un inventaire biologique (insectes aquatiques) durant les deux périodes (hivernale et printanière).

Le matériel biologique (insectes aquatiques) a été prélevé avec une fréquence hebdomadaire (1fois/semaine) à raison de 24 sorties entre le mois de janvier et juin 2017 au cours des journées ensoleillées.

Nous avons suivi la qualité physico-chimique de l'eau à travers des analyses qui ont été effectuées au niveau de l'ADE (Algériennes des eaux de la wilaya d'Alger).

IV.5. Etude de l'entomofaune aquatique :

IV.5.1. Méthodes d'échantillonnage (Méthodes appliquées sur terrain) :

IV.5.1.1. Le filet fauchoir :

Ce matériel permet la capture des invertébrés aquatiques. Il est constitué par un bâti et par un filet fait d'une toile suffisamment perméable pour permettre d'attraper des insectes aquatiques, Il est constitué traditionnellement d'un cercle de fer de 30cm de diamètre, sur lequel est montée une poche en toile de tulle.

Une manche assez courte de 2,5cm de diamètre et de 1,50m de longueur, Le vide de maille de la poche est de 1 mm, ce qui permet, de retenir de très petits insectes aquatiques. Pratiquement indéchirable, elle est imputrescible et comme elle n'absorbe pas l'eau, elle sèche très vite, à signaler que la poche en toile est trop fragile, se déchire facilement lorsqu'elle est humide, elles laissent passer tous les organismes aquatiques de taille inférieure à 2 mm.

Pour la manipulation avec le filet il faut le plonger dans l'eau du micro-habitat choisi, remue et tirer en filtrant les bêtes qui se font piéger. Faire attention de ne pas récolter trop de végétaux pour encore distinguer facilement les individus dans le filet et le récipient.



Fig. 18 : Filet fauchoir (original, 2017)

IV.5.1.2. Méthode Collecte à la main :

Souvent la méthode la plus simple et la plus rapide pour échantillonner des insectes qui vivent à la surface des plantes à côté des pierres en particulier, consiste à faire des observations directes lors de chaque sortie et prélever au hasard des échantillons, elle est utilisée dans notre étude pour la collecte des larves aquatiques car certaines larves sont extrêmement fragiles et la manipulation devient vite une catastrophe : pattes arrachées, cerques endommagés... inévitablement d'un problème de détermination. L'utilisation de pinces en métal plates et souples résout ce problème, la manipulation de gros insectes (coléoptères en général) ne pose aucun souci car ils se trouvent à l'état adulte.

IV.5.2. Méthodes utilisées au laboratoire

IV.5.2.1. Pré-tri et conservation des échantillons

Sur terrain, les organismes capturés, sont déposés dans un bassin blanc avec de l'eau de stations pour faciliter leurs mobilités ainsi leurs captures et aussi afin d'éliminer les éléments les plus grossiers (petites pierres, fragments du bois et feuilles des végétaux).

À l'aide des pinces entomologiques, nous avons procédé à introduire délicatement ces organismes dans des récipients en plastiques contenant du formol 10 % et ceci pour les fixer, à l'exception de certains taxons déterminés comme les larves qui sont très délicat et se détériorent facilement.

IV.5.3. Tri et Identification de l'entomofaune aquatique au laboratoire

Au laboratoire, les échantillons conservés dans des récipients étiquetés par date sont rincés abondamment à l'eau claire dans des boîtes de pétri, le tri et l'identification est faite sous la loupe binoculaire. Ce même outil a servi à la détermination et au comptage des organismes (nombre total de taxons recensés, nombre d'individus par taxon).

IV.5.3.1. Détermination et conservation des espèces entomofauniques

Après avoir récolté les taxons, ces derniers sont déterminés au laboratoire de Zoologie, au niveau du département des Biotechnologies, Faculté des sciences de la Nature et de La Vie à L'Université SAAD Dahleb De Blida. La reconnaissance est faite sous une loupe binoculaire, ou la détermination des spécimens récoltés est réalisée en faisant appel à des ouvrages, collections et clés de détermination suivant :Tachet et al clé d'identification de Tachet et al.,(2000), Chaumeton et al., (2002) ainsi que celui de Bouchard, (2004), guide pratique d'identification des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Nathalie Mary.

Pour les odonates leur identification a été effectuée à l'aide de la clé de détermination d'Aguilar et Dommangeat (1998).

IV.6. Echantillonnage de l'eau

Les analyses ont été effectuées au niveau de l'ADE (Algériennes des eaux de la wilaya d'Alger), durant les deux périodes hivernale et printanière.

IV.6.1. Techniques d'échantillonnage

A fin de connaître la nature physico-chimique des eaux du lac inférieur de barrage de Zéralda, nous avons procédé à des prélèvements au niveau du lac en surface.

Les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastique d'une capacité de 1.5 litre. La bouteille est remplie d'eau, après un rinçage répété avec l'eau du point de prélèvement. Chaque échantillon est soigneusement identifié grâce à une étiquette. Cette dernière doit toujours porter, la date et le type d'analyse auquel le prélèvement est destiné.

Pour les paramètres microbiologiques, nous avons utilisé des flacons en verre stériles d'une capacité de 250 ml. Ces derniers ont été stérilisés à 120°C durant 20 mn dans un autoclave.

- nous avons introduit le flacon verticalement et renversé ;
- nous avons retourné l'ouverture jusqu'à ce qu'elle soit légèrement plus haute que le fond;
- nous avons rempli presque entièrement le flacon puis nous fermons avec le bouchon ;
- une fois le prélèvement terminé, nous inscrivons sur l'étiquette les indications nécessaires à l'identification du prélèvement.



Fig. 19 : Mode de prélèvement et transport (originale, 2017).

IV.6.2. Transport et conservation au laboratoire

Afin d'éviter que la teneur initiale en germes des eaux ne risque de subir des modifications dans le flacon, toutes les analyses sont effectuées le plus rapidement possible.

À cet effet, la circulaire du 21 janvier 1960, relative aux méthodes d'analyses bactériologiques des eaux d'alimentation spécifie que «si la durée du transport dépasse 1 heure, et si la température extérieure est supérieure à 10°C, les prélèvements seront transportés dans des glacières dont la température doit être comprise entre 4 à 6 °C. Même dans de telles conditions, l'analyse bactériologique doit débuter dans un délai maximal de 8 heures, après le recueil de l'échantillon. Si exceptionnellement l'analyse doit être reportée, il faut entreposer les échantillons à 4 °C.

Après prélèvement, les échantillons sont transportés aseptiquement à la température de 4°C dans des isothermes à l'obscurité pour assurer une conservation satisfaisante

IV.7 Caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques :

Les analyses effectuées selon les normes AFNOR et (Rodier ,1996), et sont la température, le pH, la conductivité électrique, le magnésium, l'azote nitreux, le nitrate, les bactéries coliformes totaux, fécaux et streptocoques fécaux.

IV.7.1. Analyses physiques

IV.7.1.1. Température

La température de l'eau est mesurée sur site avec un thermomètre précis, gradué au 1/10 de degré, la lecture est faite après une immersion de 10 minutes.

IV.7.1.2. Potentiel d'Hydrogène (pH)

La mesure du pH est effectuée par un pH mètre électronique relié à une électrode en verre. L'électrode est introduite dans l'eau à analyser et la lecture se fait directement sur l'enregistreur électronique quand l'affichage est stabilisé.

L'électrode a été d'abord étalonnée dans une solution tampon de pH égale à 7 et à 4 puis introduit dans l'eau à analyser.

IV.7.1.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est une mesure du courant électrique conduit par les ions présents dans l'eau. Elle dépend de la concentration, nature des ions, de la température et la viscosité de la solution. La conductivité d'une solution est définie comme la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm² de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. Elle est mesurée à l'aide d'un conductivimètre à l'électrode constitué de deux lames carrées de 1cm de côté en platine, on émerge complètement l'électrode dans l'eau à analyser. L'unité de la conductivité électrique est le siemens par mètre (S/m) mais est généralement exprimée en micro-siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

IV.7.2. Analyses chimiques

IV.7.2.1. Dosage des nitrites (Méthode spectrométrique)

Le nitrite présent dans l'échantillon réagit avec l'acide sulfanilique pour former un sel intermédiaire de diazonium. Ce dernier se combine à l'acide chromo tropique pour produire un complexe de couleur rose dont l'intensité est directement proportionnelle à la concentration de nitrite dans la solution.

IV.7.2.2. Dosage des nitrates par spectrométrie d'absorption moléculaire

Le cadmium métallique réduit les nitrites en nitrates. L'ion nitrite réagit en milieu acide avec l'acide sulfurique du réactif pour donner un sel diazonium intermédiaire. Ce dernier réagit avec l'acide gentisique pour former une solution de couleur ambre proportionnelle à la quantité de nitrate présente dans l'eau; Nous avons toujours procédé à l'analyse immédiatement après le prélèvement. Les cas pour lesquels nous avons été empêchés, nous avons stocké à 4°C les échantillons dans des flacons propres en verre ou en plastique au maximum pendant 48 heures pour plus de précautions, nous l'acidifié avec 2ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré par litre d'échantillon.

IV.7.2.3. Dosage des ions magnésium par méthode titrimétrique à l'EDTA

Titration des ions magnésium avec une solution aqueuse de sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique (EDTA) à un pH de 10. L'indicateur utilisé est le noir ériochrome T, qui donne une couleur rose en présence des ions magnésium. Lors du titrage avec l'EDTA la solution vire au bleu.

IV.7.3. Analyses bactériologiques :

L'analyse bactériologique a pour but de mettre en évidence la présence des Germes, basés sur la recherche et la numération de celles ci dans les échantillons à Analyser. L'analyse n'est pas seulement qualitative mais aussi quantitative (**Leyral et al. ,2002**).

Il faut signaler qu'un examen bactériologique ne peut être interpréter que s'il est effectué sur un échantillon correctement prélevé dans un récipient stérile,

selon un mode opératoire précis évitant toutes les contaminations accidentelles, correctement

transporté au laboratoire et analysé sans délai ou après une courte durée de conservation dans des conditions satisfaisantes.

Une analyse complète de l'eau brute a été effectuée en se basant sur les paramètres suivants :

Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux;

Recherche et dénombrement des Streptocoques fécaux;

IV.7.3.1. Recherche des coliformes en milieu liquide

(Méthode de NPP) : (Rodier, 1997).

Test de présomption :

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

- 5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham.

- 1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham.

- 0,1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham (figure N°20).

-Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu, L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture :

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (Ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu).

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP

Test de confirmation :

Le test de confirmation ou test de Marc Kenzie est basé sur la recherche de coliformes fécaux parmi lesquels on redoute surtout la présence d'*Escherichia Coli*.

Les tubes de BCPL positifs, après l'agitation, prélever de

chacun d'eux quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur pour faire le repiquage dans un tube contenant le milieu Schubert muni d'une cloche (figure n°20).

Chassez le gaz présent éventuellement dans les cloche et bien mélanger le milieu.

L'incubation se fait à 44 °C pendant 24 heures.

Lecture :

Seront considérés comme positif + ; les tubes présentant à la fois :

Un dégagement du gaz (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche).

Un anneau rouge ou rose en surface, témoin de la production d'Indole par

Escherichia Coli après adjonction de 2 à 3 gouttes du réactif de Kovacs .

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table de Mac Grady NPP

En tenant compte du fait qu'***Escherichia Coli*** est à la fois producteur de gaz et d'indole à 44 °C.

Utilisation d'un seul tube confirmatif (Dénombrement d'***E. Coli***).

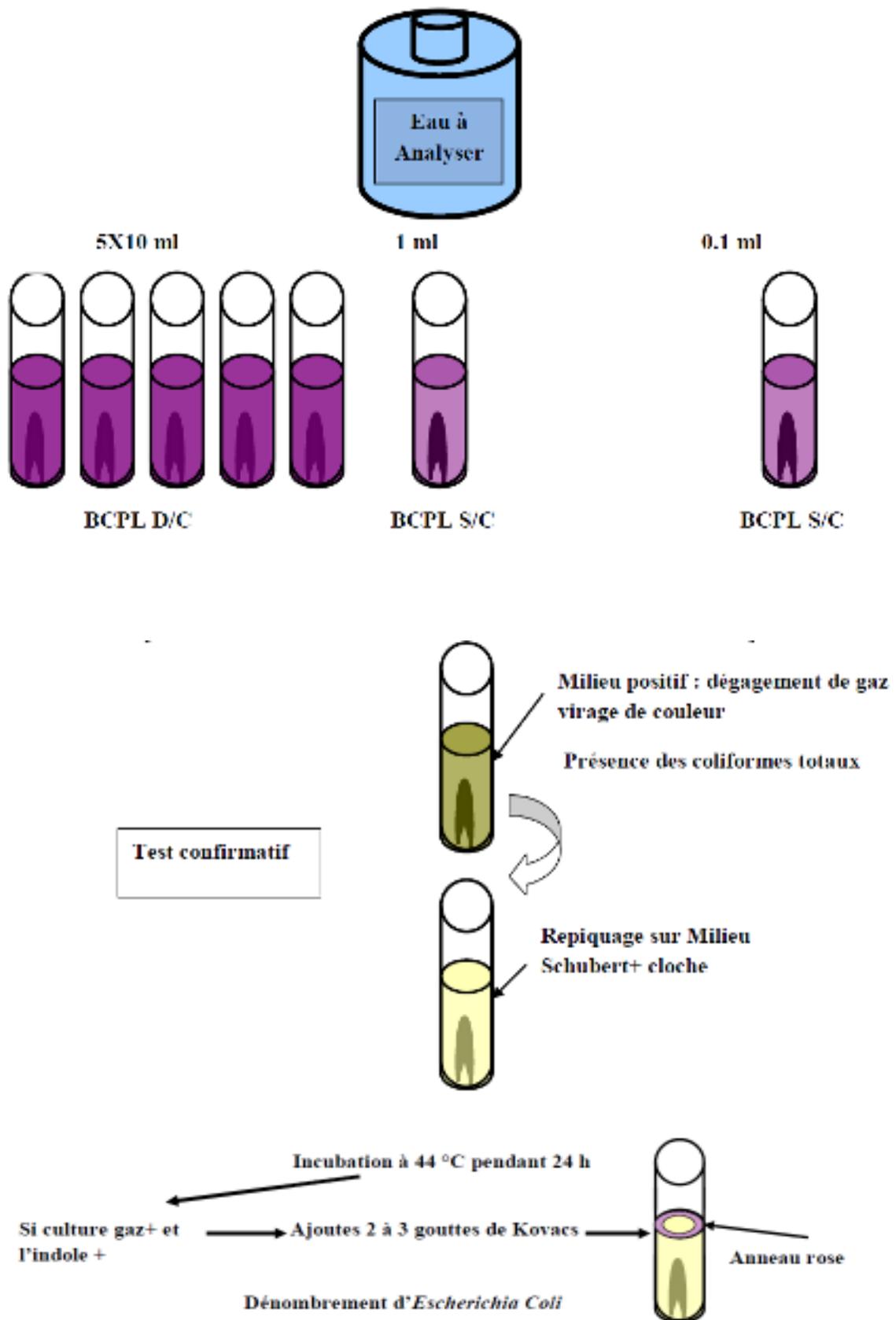


Fig.20: Recherche et dénombrements des coliformes totaux et fécaux dans l'eau brute

IV.7.3.2. Recherche des Streptocoques fécaux en milieu liquide: (Rodier, 1997).**Test de présomption**

A partir de l'eau a analysée, porter aseptiquement :

5 fois 10 ml dans 5 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C.

1 ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C.

0.1ml dans un tube contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C (figure n°21)

- Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

- L'incubation se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

Lecture

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu pendant cette période est présumé contenir un streptocoque fécal.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP.

Test de confirmation

Le test de confirmation est basé sur la confirmation des Streptocoque fécaux

Éventuellement présents dans le test de présomption.

Les tubes de ROTHE positifs, après l'agitation, prélevée de chacun d'eux

Quelques gouttes à l'aide d'une pipette Pasteur donc faire l'objet d'un repiquage dans un tube contenant le milieu LITSKY EVA (voir l'annexe n°2) (figure n°21) :

Bien mélanger le milieu et l'inoculum et l'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

Lecture

Seront considérés comme positif, les tubes présentant à la fois :

Un trouble microbien.

Une pastille violette (blanchâtre) au fond des tubes.

La lecture finale se fait selon les prescriptions de la table du NPP le nombre de streptocoque fécaux sont par 100 ml de l'eau analysé.

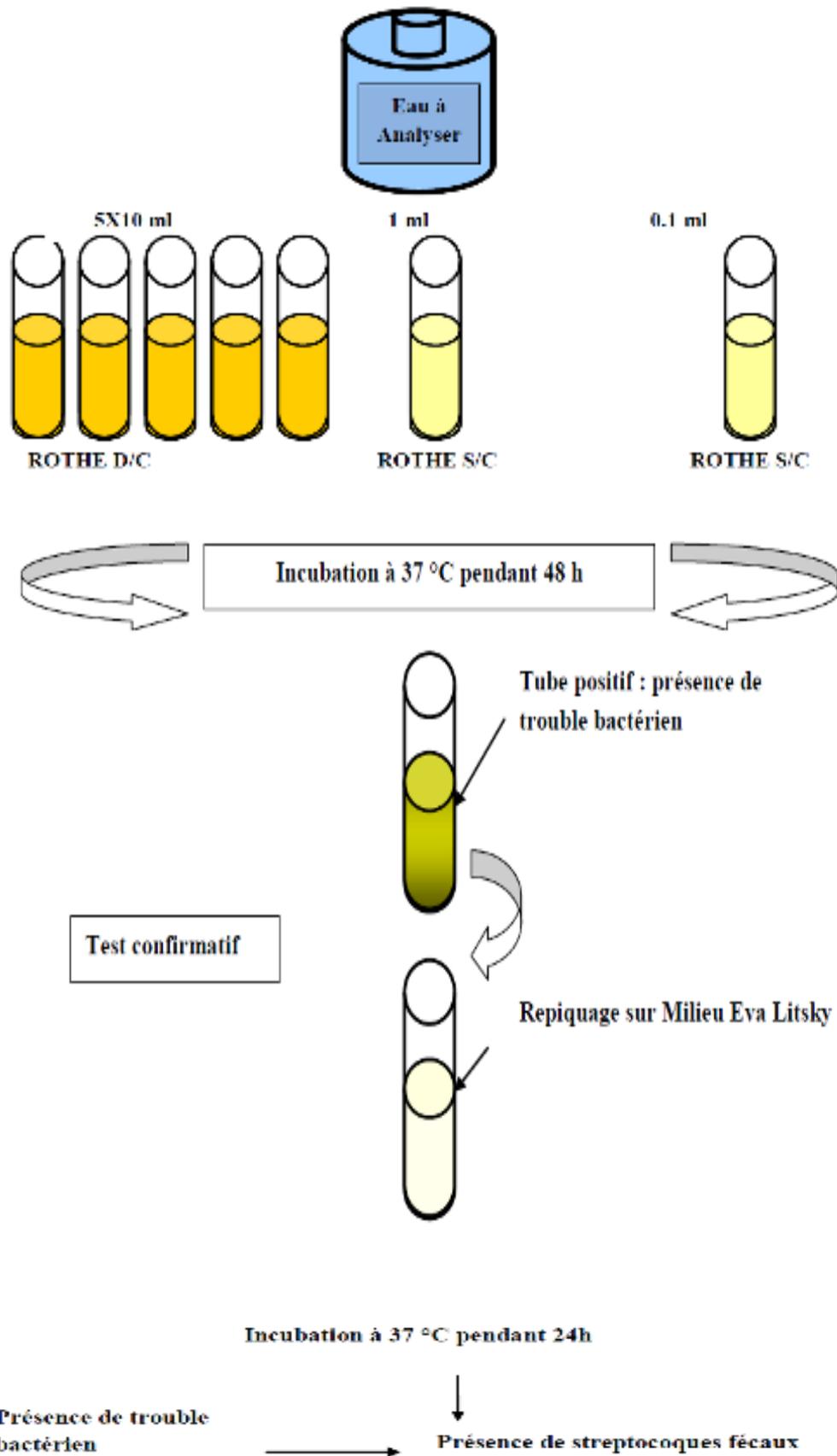


Fig.21 : Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux dans l'eau brute.

IV.8. Indices écologiques appliquées et Traitement des données biologiques :

La mesure de la diversité peut se faire simplement en récoltant les divers organismes et en comptant le nombre d'espèces présentes. La récolte et la détermination de tous les taxa sont souvent une tâche impossible et le chercheur doit se limiter à un seul groupe qui lui est familier. Le nombre d'espèces rencontrées dépend du nombre d'exemplaires récoltés, ce qui empêche une comparaison précise entre deux peuplements. Pour pallier cet inconvénient on utilise des indices de diversité qui prennent en compte le nombre d'exemplaires de chaque espèce. Les deux indices de diversité les plus utilisés sont l'indice de Shannon Si **S** est le nombre d'espèces, **N** l'abondance totale de ces **S** espèces, et **n** l'effectif de l'espèce de rang **i**, l'abondance relative de l'espèce **i** est

$p_i = n/N$. Concernant la qualité structurelle des peuplements

IV.8.1 Abondance relative "AR"

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre d'individus d'une catégorie de proie (n_i) au nombre total de proies (**N**) toutes catégories confondues. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$AR \% = \frac{N_i \times 100}{N}$$

AR % : Abondance relative ou fréquence centésimale

N_i : Nombre d'individus de l'espèce rencontrée.

N : Nombre total des individus de toutes les espèces trouvés

AR% : est l'abondance relative.

N_i est le nombre total des individus de l'espèce prise en considération.

N est le nombre total des individus de toutes les espèces présentes confondues.

D'après **Faurie et al (2003)** Selon la valeur de l'abondance relative d'une espèce les individus seront classés de la façon suivante :

Si $AR\% > 75\%$ alors l'espèce prise en considération est abondant.

Si $50\% < AR\% < 75\%$ alors l'espèce prise en considération est très abondant.

Si $25\% < AR\% < 50\%$ alors l'espèce prise en considération est commun.

Si $5\% < AR\% < 25\%$ alors l'espèce prise en considération est rare.

IV.8.2 Fréquence de présence de ces espèces

La fréquence des espèces trouvés ou fréquence d'occurrence en % est égale au nombre de fois où l'espèce est rencontrée **K** sur le nombre de sortie **n**.

La fréquence d'occurrence F_i d'une espèce i

$$F_i = K \times 100 / n$$

- Une espèce est qualifiée d'accidentelle si $F_i < 25 \%$.
- Elle est accessoire si $25 \% \leq F_i < 50 \%$.
- Elle est régulière si $50 \% \leq F_i < 75 \%$.
- Elle est constante si $75 \% \leq F_i < 100 \%$.
- Elle est omniprésente si $F_i = 100 \%$.

IV.8.3. L'indice de Shannon H'

Dérivé de la théorie de l'information, est égal à :

$$H' = - \sum_{i=1}^s [p_i \cdot \log_2 p_i] \text{ avec } p_i = n_i/N.$$

Avec p_i = nombre d'individus du taxon i par rapport au nombre total d'individus et \log = logarithme.

H' : L'indice de diversité exprime en unités bits ;

p_i : La probabilité de rencontrer l'espèce i ;

n_i : Nombre des individus de l'espèce i ;

N : Nombre total des individus de toutes espèces confondues.

La diversité maximale est représentée par H' max. Elle correspond à la valeur la plus élevée possible du peuplement calculé par la formule suivante :

$$H_{\max} = \log_2 S$$

S est le nombre total des espèces trouvées lors de N relevés

Cet indice mesure la diversité du peuplement. Sa formule est la suivante et devra être minimum quand l'échantillonnage est représenté par une seule espèce, Il est également minimal si, dans un peuplement, chaque espèce est représentée par

un seul individu et devra être maximum quand toutes les espèces échantillonnées ont la même fréquence. Pour y arriver, il faut calculer la diversité maximale

$$H_{\max} = \log_2 S$$

Où S est le nombre d'espèces échantillonnées.

Cette indice est calculé à l'échelle des habitats les plus biogènes

L'indice de Shannon (Shannon, 1948) permet d'évaluer l'hétérogénéité et la stabilité de l'habitat en prenant en compte respectivement la richesse taxonomique et l'abondance relative de chaque taxon au sein de l'assemblage faunistique. Plus la valeur de l'indice est élevée et plus la diversité taxonomique est grande.

Indice de diversité de Shannon Weaver correspond au calcul de l'entropie appliquée à une communauté (Ramade, 2002). L'idée de base de cet indice est d'apporter à partir de la capture d'un individu au sein d'un échantillon plus d'information que sa probabilité d'occurrence est faible (Faurie *et al.*, 2003).

IV.8.4. L'indice d'Équitabilité (E)

Étant donné que deux peuplements différents peuvent avoir le même indice de diversité on évalue leurs différences en calculant l'équitabilité E, ou équirépartition, qui est le rapport entre la diversité réelle et la diversité maximale correspondant à des effectifs égaux pour toutes les espèces :

$$E = H' / \log_2 S$$

L'Équitabilité varie entre 0 et 1 ; elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce, traduisant ainsi une répartition inégale entre les individus des différentes espèces prise en considération, et tend vers 1 lorsque les individus considérés sont équitablement répartis.

L'indice d'équitabilité a été calculé. Il mesure l'équilibre du peuplement. C'est le rapport de H sur H_{max}. Cet indice varie de 0 à 1. Il est maximal quand les taxons du peuplement ont des abondances identiques. Il tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur un seul taxon.

$$H = - \sum ((n_i/N) * \log_2 (n_i/N)) ; \text{ avec}$$

n_i : l'effectif du taxon i , i allant de 1 à S (variété taxonomique totale) et N : l'effectif total. Sa valeur varie de 0 (H minimal, un seul taxon présent) à $\log_2 S$ (H maximal, tous les taxons ont la même abondance).

V.1. Evaluation de la qualité physico-chimique, bactériologique et biologique de l'eau du lac étudié.

V.1.1. Analyses des propriétés physico-chimiques et bactériologiques

V.1.1.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des eaux du lac étudié montrent des variations périodiques (hivernale et printanière). Les résultats de cette étude seront traités en discutant les paramètres mesurés.

V.1.1.1.1. Paramètres physiques :

Les différents résultats obtenus au cours de nos travaux ont été présentés par des histogrammes.

V.1.1.1.1.1. Température T°

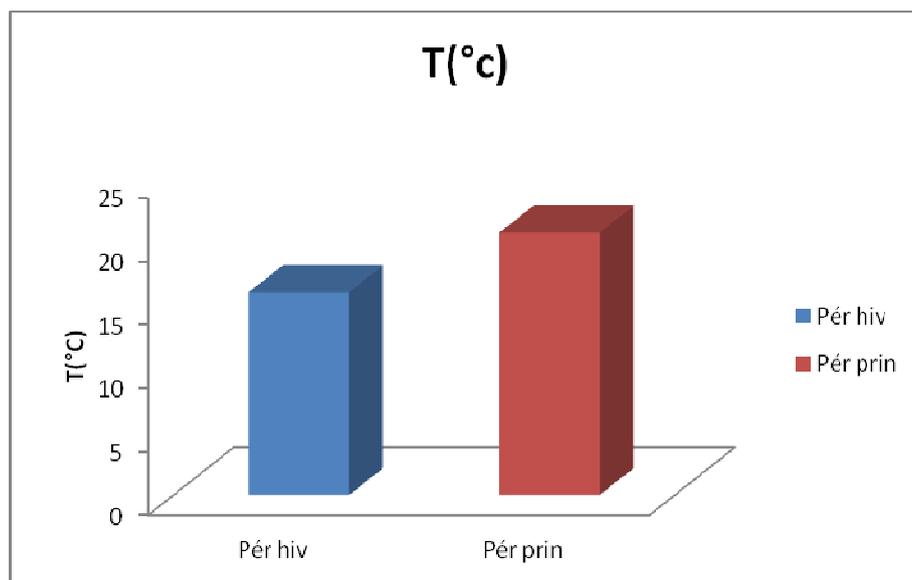


Fig. 22 : Variation de la température (T°) pendant les deux périodes

Les résultats représentés par la figure n°23 montrent que les températures des eaux sont comprises entre 16C° et 20,70 C° d'où on remarque une valeur plus élevée en période printanière 20,70C° et moins élevée en période hivernale 16C°.

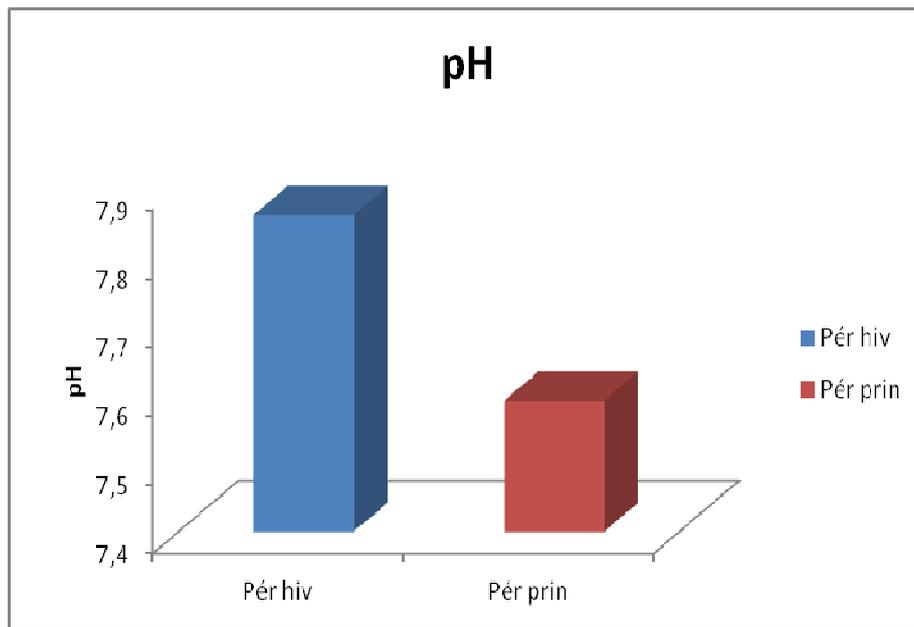
V.1.1.1.1.2. Potentiel d'hydrogène pH :

Fig. 23: Variation du Taux de potentiel en Hydrogène pH pendant les deux périodes.

Les valeurs observées indiquent un pH légèrement, alcalin avec une moyenne située entre 7,86 et 7,59 unité pH pour les deux périodes hivernale et printanière successivement.

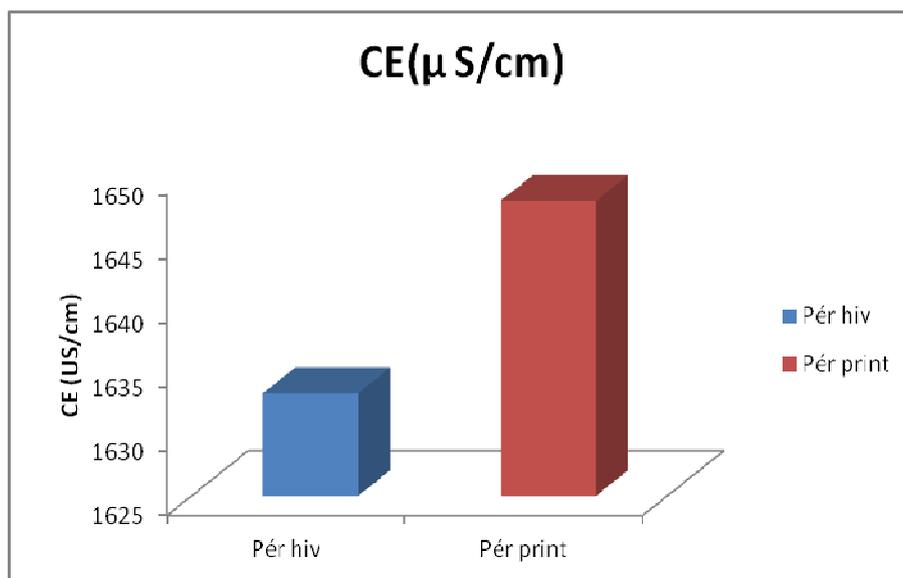
V.1.1.1.1.3. La conductivité électrique " CE "

Fig. 24: Variation de la Conductivité électrique "CE" pendant les deux périodes

Les résultats obtenus ont révélés une valeur assez remarquable de conductivité en période hivernale CE=1633 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en comparaison avec la période printanière ou elle a été mesurée à 1648 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

V.1.1.2. Paramètres chimiques

Les différents résultats obtenus au cours de nos travaux ont été présentés par des histogrammes.

V.1.1.2.1. Les Nitrates " NO_3^- "

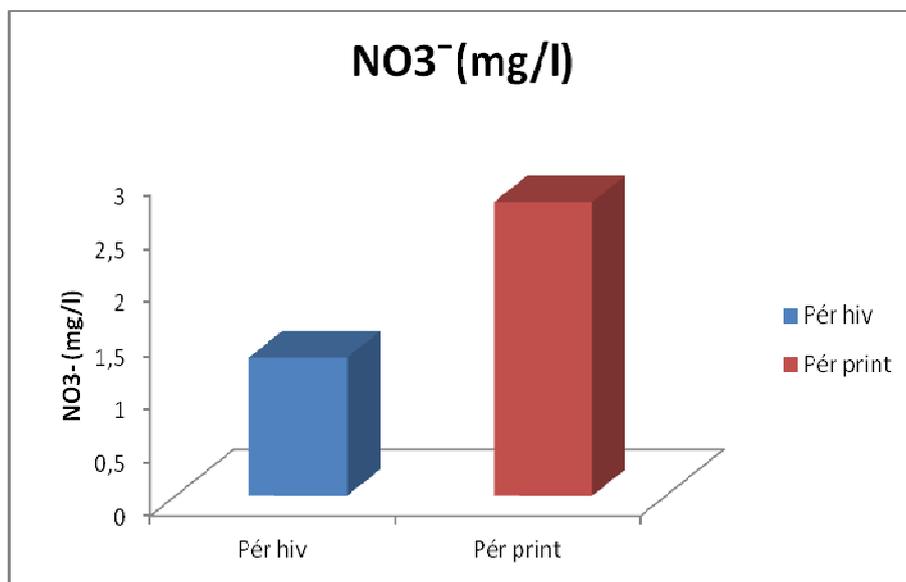


Fig. 25 : Variation des Nitrates " NO_3^- " pendant les deux périodes

La concentration en NO_3^- de notre échantillon varie de 1,3 mg/L à 2,75 mg/L, où la concentration la plus élevée a été enregistré durant la période printanière.

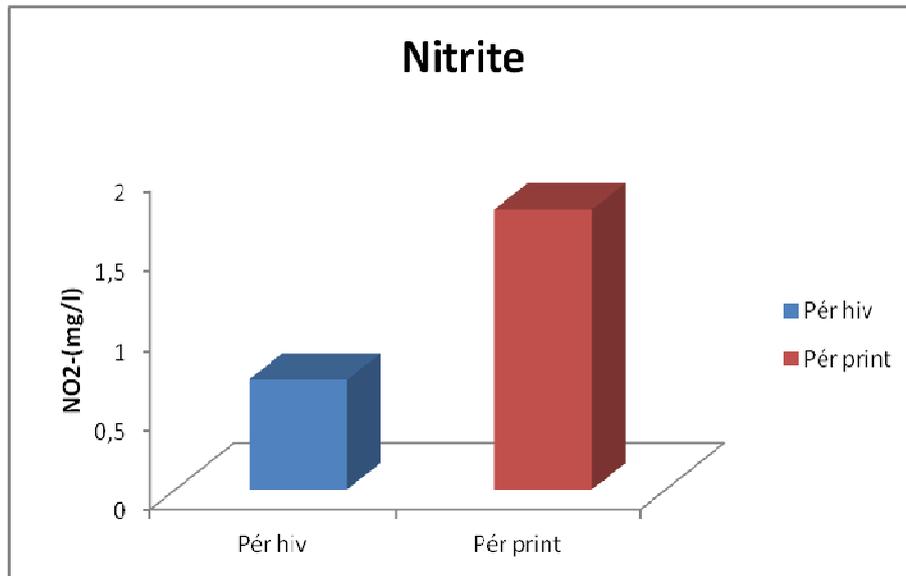
V.1.1.2.2. Les Nitrites " NO_2^- " :

Fig. 26 : Variation des Nitrites " NO_2^- " pendant les deux périodes.

Pour, NO_2^- les teneurs varient entre 0,69 mg/L et 1,76mg/L durant la période d'étude La plus grande valeur est signalée en période printanière (1,76mg/L).

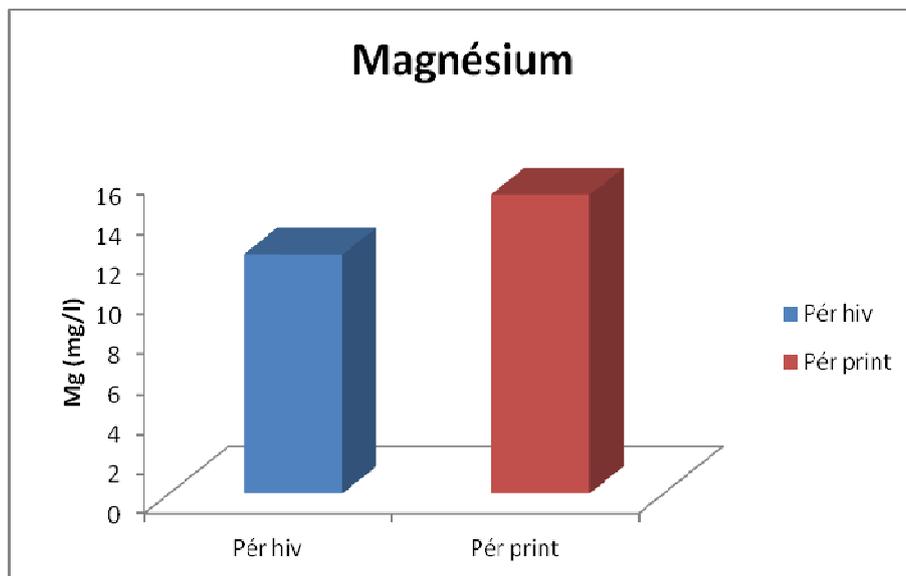
V .1.1.2.3.Le Magnésium "Mg" :

Fig. 27 : Variation du Magnésium pendant les deux périodes.

Les valeurs du magnésium ont été mesurées à 12mg/l en période hivernale et 15mg/l en période printanière.

V.1.1.3. Analyses bactériologiques

Les analyses bactériologiques ont été effectuées au niveau du laboratoire ADE, et consiste à la recherche des Coliformes totaux, fécaux et des Streptocoques fécaux

V.1.1.3.1. Coliformes totaux

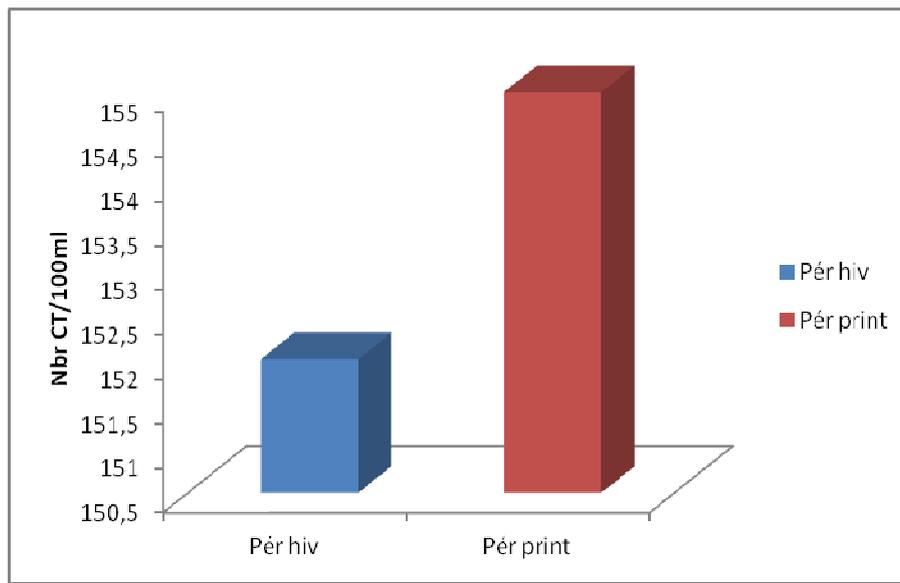
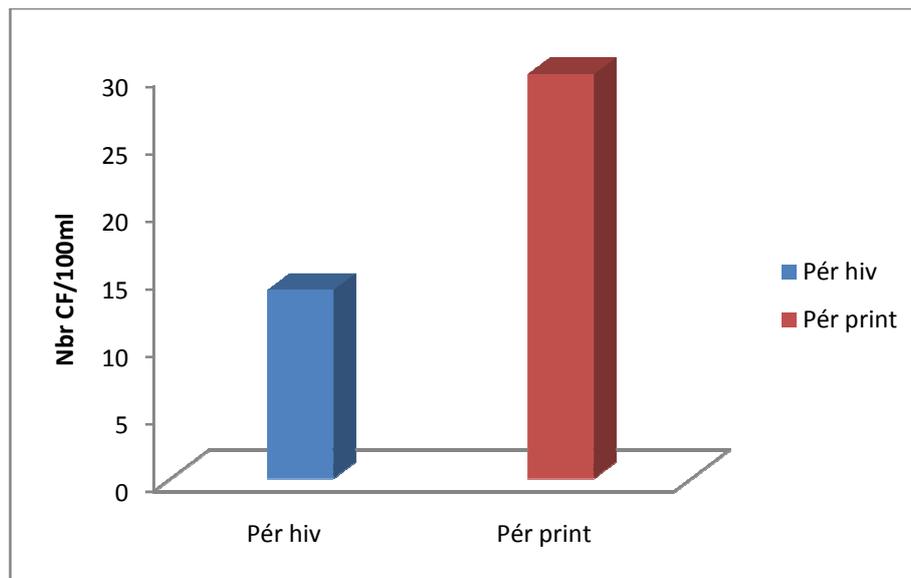
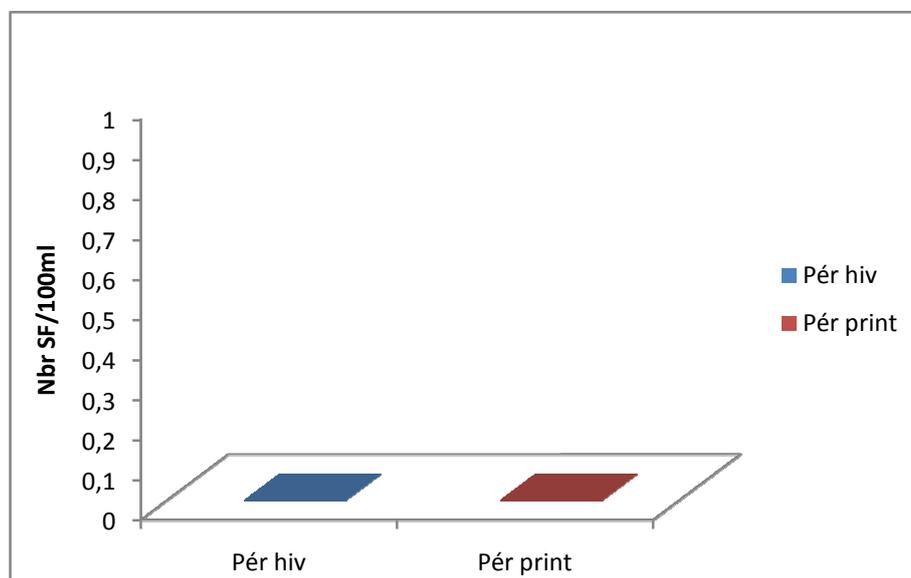


Fig.28 : Variation de coliformes totaux pendant les deux périodes.

Le nombre de coliformes totaux varie au cours de notre étude et dépasse le nombre de 150 dans 100 ml d'échantillon.

V.1.1.3.2. Coliformes fécaux :**Fig.29 :** Variation des coliformes fécaux pendant les deux périodes

Le nombre de coliformes fécaux varie de 14 à 30 dans 100 ml d'échantillon au cours de notre étude.

V.1.1.3.3. Streptocoques fécaux groupe :**Fig.30 :** Variation des Streptocoques fécaux pendant les deux périodes.

Les résultats de l'analyse bactériologique montrent l'absence totale de Streptocoques fécaux dans les deux périodes hivernale et printanière.

V.2. Evaluation de la qualité biologique du Lac inférieur de barrage de la réserve de chasse de Zéralda :

V.2.1. Abondance relative Richesse, et diversité spécifique des groupes faunistiques :

En termes d'abondance globale, un total de 1050 individus d'entomofaune aquatique a été prélevé durant notre campagne d'échantillonnage appartenant à 12 familles et 23 taxons.

Ordre	Famille	Espèces	Ni	AR%	Fi%
Diptères	Simuliidae	espèce 1 non déterminée	50	4,76%	62,5%
	Asilidae	espèce 1 non déterminée	60	5,71%	66,66%
	Tipulidae	<i>Tipula nigra</i> (Linnaeus., 1758)	150	14,28%	58,33%
		<i>Tipula alba</i> (Gmelin., 1790)	75	7,14%	37,5%
		<i>Tipula</i> sp (Linnaeus., 1758)	81	7,71%	41,66%
	Culicidae	<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758)	10	0,95%	20,83%
		<i>Culexeta longiareolata</i> (Macquart., 1838)	25	2,38%	25%
		<i>Aedes</i> (Meigen, 1818)	30	2,85%	16,66%
Chironomidae	<i>Orthocladius</i> sp (Van der wulp, 1874)	50	4,76%	33,33%	
Coléoptères	Hydrochidae	<i>Hydrochus</i> sp (Richmond, 1920)	55	5,23%	45,83%
	Staphylinidae	espèce 1 non déterminée	200	19,04%	87,5%
Hémiptères	Alydidea	espèce 1 non déterminée	125	11,90%	62,5%
Hyménoptères	Formicidae	<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus, 1758)	7	0,66%	12,5%
Odonates	Aeshnidae	<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	10	0,95%	33,33%
		<i>Aeshna mixta</i> (Latreille., 1805)	5	0,47%	8,33%
		<i>Anax imperator</i> (Leach., 1815)	09	0,85%	29,16%
	Libullidae	<i>Orthetrum trinacria</i> (Selys., 1841)	3	0,28%	12,5%
		<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé., 1832)	11	1,04%	29,16%
		<i>Libullula</i> sp	5	0,47%	8,33%
		<i>Orthetrum coerulexens</i> (F Bricius., 1798)	7	0,66%	16,66%
		<i>Brachythemis lencostica</i> (Burmeister, 1839)	73	6,95%	54,16%
	Calopterygidae	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (V Nder Linden, 1825)	5	0,47%	12,5%
		<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur., 1842)	4	0,38%	8,33%

Tableau 10: Abondance taxonomiques de l'entomofaune aquatique du lac inférieur de la (R.C.Z).

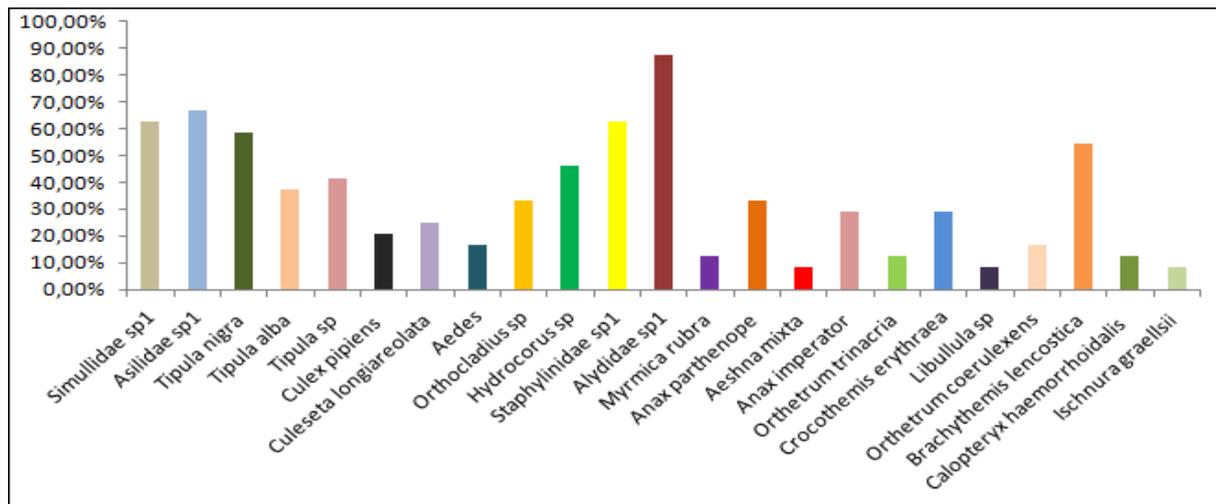


Fig. 33: Fréquence d'occurrence des espèces étudiées.

Tableau 11 Statut écologique des espèces inventoriées dans le lac étudiée.

Espèces	Statut écologique	Espèces	Statut écologique
Espèce 1 non déterminée de la famille des Simuliidae	Régulière	Espèce 1 non déterminée de la famille des Staphylinidae	Constante
Espèce 1 non déterminée de la famille des Asilidae	Régulière	<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus, 1758)	Accidentelle
<i>Tipula nigra</i> (Linnaeus, 1758)	Régulière	<i>Anax parthenope</i> (Selys, 1839)	Accessoire
<i>Tipula alba</i> (Gmelin, 1790)	Accessoire	<i>Aeshna mixta</i> (Latreille., 1805)	Accidentelle
<i>Tipula sp</i> (Linnaeus, 1758)	Accessoire	<i>Anax imperator</i> (Leach, 1815)	Accessoire
<i>Culex pipiens</i> (Linné, 1758)	Accidentelle	<i>Orthetrum trinacria</i> (Selys, 1841)	Accidentelle
<i>Culeseta longiareolata</i> (Macquart, 1838)	Accessoire	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	Accessoire
<i>Aedes</i> (Meigen, 1818)	Accidentelle	<i>Libullula sp</i>	Accidentelle
<i>Orthocladius sp</i> (Van der wulp, 1874)	Accessoire	<i>Orthetrum coerulexens</i> (F Bricius, 1798)	Accidentelle
<i>Hydrochus sp</i> (Richmond, 1920)	Accessoire	<i>Brachythemis lencostica</i> (Burmeister, 1839)	Régulière
Espèce 1 non déterminée de la famille des Alydidae	Régulière	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (V Nder Linden, 1825)	Accidentelle
		<i>Ischnura graellsii</i> (Rambur, 1842)	Accidentelle

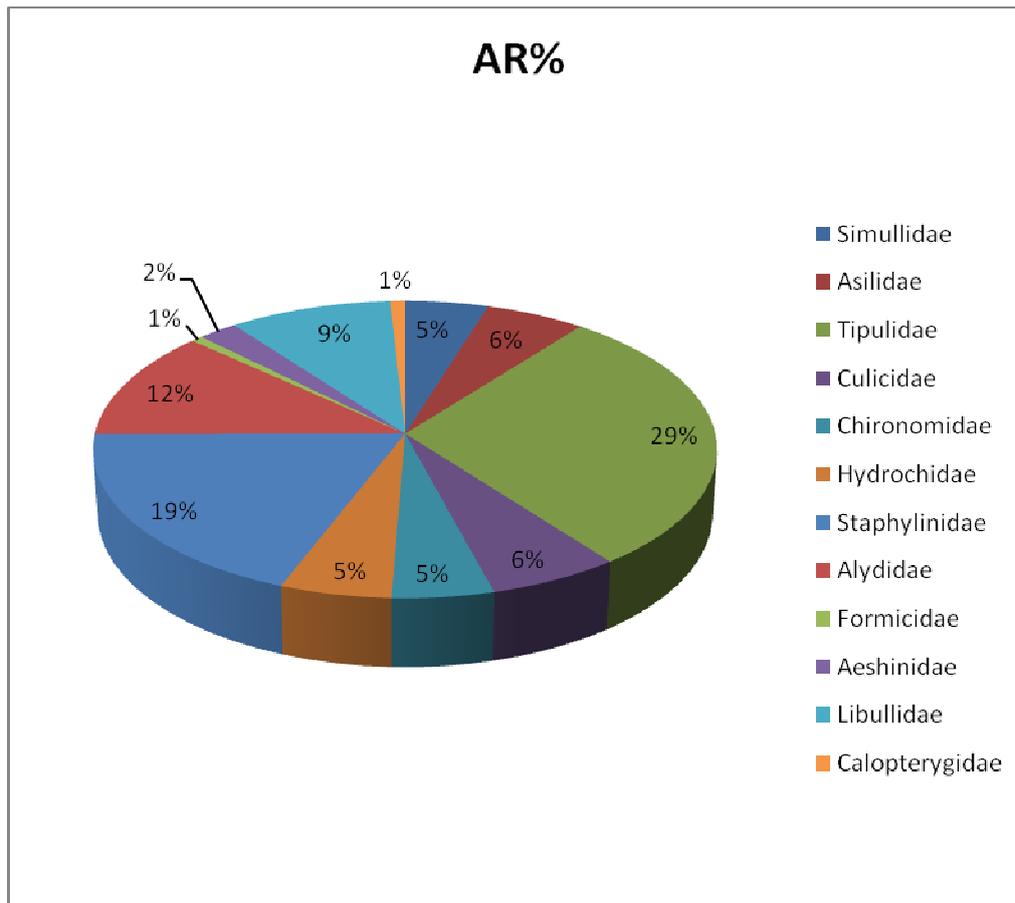


Fig.32 : Abondance de la faune globale dans la station étudiée.

D'après la figure 32 nous avons constaté que la famille la plus abondante est celle des Tipulidae présente dans la station étudiée avec un total de 306 individus, qui représente 29% de la faune inventoriée, suivi par celle des Staphylinidae et des Alydidae avec un effectif de 200 et 125 individus successivement soit un pourcentage de 19% et de 12% de la totalité du peuplement recensé, en dernier les Libullidae avec 9% de la faune globale.

On remarque la présence des familles des Caloptérygidae, Formicidae, Aeshinidae, Hydrochidae, Chironomidae, Simullidae, Culicidae, et des Asilidae avec un pourcentage très faible qui varie entre 1% et 6%.

V.2.2. Diversité spécifique : Indice de Shannon H'

		lac étudiée
	L'indice de Shannon H'(bits)	3,514
	Hmax	4,523
0-1	L'indice d'Equitabilité (E)	0,77

Tableau 12: L'indice de diversité H', Hmax et E, de la station d'étude (Lac inférieur du barrage de la réserve de chasse de Zéralda)

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver H', la diversité maximale H' max et de l'équitabilité E sont mentionnées au niveau du tableau n°12.

D'une manière générale, la valeur de H' est élevée. Cette valeur traduit la grande diversité des espèces inventoriées dans la station étudiée. Pour ce qui est la valeur de l'indice d'équitabilité, elle est égale à 0,77. De ce fait elle tend vers 1. En conséquence, les effectifs des populations échantillonnées ont tendance à être en équilibre entre eux.

Cette étude traite l'effet de la qualité de l'eau sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique des eaux stagnantes, représentée principalement par le lac inférieur de barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda qui se trouve à une altitude de 51m et situé au sud de la ville qui porte le même nom, sur la route de Mehelma, durant la période s'étalant du mois de janvier au mois de juin 2017.

La région d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen défini par deux grandes saisons : une saison hivernale peu rigoureuse et assez pluvieuse, s'étalant de la fin d'automne jusqu'au début de printemps et une saison chaude, qui s'étend sur quatre mois et qui correspond à l'été. Cette station, appartenant à l'étage bioclimatique subhumide tempéré, correspond à l'étage thermo méditerranéen **(MEZERDI F. ,2011)**.

Plusieurs méthodes ont été utilisées dans ce travail afin d'apprécier la qualité de l'eau de notre station d'étude durant les deux saisons (hivernale et printanière). Il s'agit notamment des analyses chimiques, physiques et bactériologiques, ainsi qu'un inventaire faunistique (insectes aquatiques) entre janvier et juin 2017.

La qualité des eaux est un facteur et résultat au même temps, le premier rôle apparaît quand les caractéristiques physicochimiques et bactériologiques de l'eau déterminent la vulnérabilité des écosystèmes aux effets destructeurs.

D'après nos analyses et selon les paramètres indicateurs de la qualité des eaux du lac inférieur du barrage de la (R.C.Z), ce dernier révèle une température généralement supérieure à 16°C, favorable pour le développement des bactéries, des parasites, des larves de moustique et autres germes microbiens **(S.E.E.E. 2007)** de même que sur les réactions chimiques et biochimiques, le développement et la croissance des organismes vivant dans l'eau et particulièrement les microorganismes **(W.H.O, 1987)** arrivant à un maximum de 21°C en période printanière. En rapport avec les normes algériennes de l'eau fixées par l'OMS (1994), l'eau est excellente lorsque la température varie entre 20 et 22°C ; passable lorsque la température

oscille dans l'intervalle de 22 à 25°C ; médiocre lorsqu'elle est comprise entre 25 et 30°C. La température mesurée dans les échantillons d'eau du lac varie entre 16 et 20,70°C, ces valeurs sont inférieures à 21°C, ceci pourrait signifier comparativement à ces normes, que les eaux analysées ne sont pas excellentes mais plutôt bonnes.

Le pH est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau. Il est considéré comme étant l'un des paramètres les plus importants pour l'étude de la qualité des eaux. Il doit être étroitement surveillé au cours de la période de prélèvement. Le pH de l'eau du lac est légèrement alcalin. Ce paramètre abiotique est fortement influencé par la photosynthèse (**STUM. W & MORGAN. J, 1991**), car le phytoplancton en effectuant la photosynthèse libérerait de l'oxygène dans l'eau consommerait le CO₂ ce qui augmenterait le pH (**MARTIN. C, 2004**) in (**BIRECHE. I & GUESSOUME. A, 2013**) Certains auteurs rapportent que les lacs eutrophes ont un pH qui varie entre 5 et 9 et possède une faible transparence (**SEYNI. S, 2006**), les valeurs du pH relevées durant cette étude nous permettent de classer le lac dans la catégorie des lacs eutrophes.

La conductivité est la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Cette capacité dépend de plusieurs facteurs tels que la nature des ions présents et leurs concentrations totales. Elle donne une idée sur la salinité, permet une bonne appréciation des matières en solution (surtout minérales) dans une eau naturelle et permet de déceler les variations de la composition chimique de l'eau.

Une conductivité élevée traduit soit un pH anormal, soit, le plus souvent, une salinité élevée d'origine naturelle ou anthropique (rejet salins) (**Azzaoui, 1999**). La conductivité permet de déterminer la capacité de l'eau à conduire l'électricité. En effet, elle permet de juger la quantité de sels dissous dans l'eau.

(**Pescod, 1985; Rodier, 1996**) et de vérifier l'existence de pollution dans l'eau (**Ghazali et Zaid, 2013**). La valeur de la conductivité est aussi en relation avec la nature des couches géologiques de la nappe ou de la présence des minéraux indésirables (**Guergazi & Achour, 2005**). Toutefois, toutes les valeurs enregistrées ne dépassent pas les normes algériennes de 2800 µS/cm recommandées par le **J.O.R.A (2011)**.

Les nitrates Présents dans le sol, dans les eaux superficielles et souterraines résultent de la décomposition naturelle, par des microorganismes, de matière organique azotée telle que les protéines végétales, animales et les excréments animaux (**SCHUDEBOOM, 1993**). Nous avons remarqué que les valeurs des nitrates obtenues sont faibles (1,3 et 2,75) durant les deux périodes hivernale et printanière et inférieures à la norme de 50 mg/l recommandée par **J.O.R.A (2011)**. Selon **Gaujous (1995)**, les nitrates dans l'eau proviennent de la minéralisation de la matière organique, les engrais azotés, les résidus d'animaux, les fumiers, le purin et les eaux usées, donc nous pouvons conclure que les sources de provenance de cet élément sont en faibles quantités dans le lac.

Les nitrites sont les indicateurs de la pollution. Elles proviennent soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates. Les teneurs enregistrées dans le lac durant les deux périodes hivernale et printanière sont largement supérieures (0,69 et 1,76 mg/l) à la norme de 0,1 mg/l exigé par le **J.O.R.A, (2011)**, donc les eaux du lac inférieur du barrage de la(R.C.Z) sont riches en nitrites.

L'ion magnésium constitue un élément significatif de la dureté de l'eau, sa teneur dépend de la composition des roches sédimentaires rencontrés (calcaires dolomitiques, dolomies du jurassique ou du trias moyen) (**RODIER J., 2005**). Notre eau présente des teneurs faibles de magnésium, la valeur déterminée pour l'eau étudiée varie entre 12 à 15 mg/L. Elle est bien inférieure à la valeur préconisée par la réglementation de notre pays qui exige une concentration de 150 mg/L au maximum.

Sur le plan bactériologique, la recherche des germes totaux, Coliformes et des Streptocoques fécaux dans les échantillons d'eau montre des valeurs un peu élevées expliquées par leurs expositions directes aux eaux de ruissellements qui viennent y tomber chargées de nombreuses substances contaminants (**Mechahed et Yakoubi, 2009 ; Fouad et al., 2013**). Ces germes sont peu ou pas pathogènes, ils sont révélateur de contamination fécale et entraînent par leur abondance la présomption de contamination plus dangereuse (**Figarella et al, 2001**), la présence des spores des Anaérobies sulfito-réducteurs dans une eau naturelle fait penser à

une contamination fécale et en l'absence de bactéries Coliformes, à une contamination déjà ancienne ce qui est le cas dans notre étude où les coliformes totaux dans le lac étudié dépassent la recommandation (10 coliformes totaux dans 100 ml d'échantillon) (**OMS, 1994**).

Afin de mesurer l'effet de la qualité de l'eau, Cette approche classique, paramètres physicochimiques, peut être complétée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants (indicateurs biologiques). Toute fois, afin de pouvoir étudier un milieu aquatique, il est nécessaire de disposer d'une méthode d'échantillonnage reflétant fidèlement la biodiversité du milieu. Bien que des protocoles standardisés ou représentatifs de collectes des invertébrés aquatiques existent dans de nombreux pays des zones tempérées (**Nixon et al, 1996**), très peu d'études ont été réalisées à ce sujet dans les zones néo tropicales (**Mathooko et al, 1992**) et elles sont quasiment inexistantes en Guyane française (**Gelemet, 2005**).

En Afrique du Nord les études hydrobiologiques se sont multipliées ces dernières années. Nous citons les travaux de Pihan et Mohati (1948), Yacoubi et Khebiza (1987), Ajakane (1988) et Boulal (1988) au Maroc, les travaux de Ait Mouloud (1987), Louanaci(1987), Arab (1983,1989 et 2004) et Zouakh (1995).

En Algérie et plus particulièrement dans l'ouest d'Algérie plusieurs travaux ont eu lieu dans la Tafna, en particuliers ceux de Gagneur et Thomas (1988) ; Gagneur et Aliane (1991) ; Gagneur et Chaoui Boudghene (1991), Taleb et al. (2004), Belaidi et al.(2004), Taleb et al. (2008) ; Bouzid (2009).

La biodiversité est accrue par l'hétérogénéité spatio-temporelle des conditions du milieu (**Ward et Stanford, 1983**), qui procure aux communautés un large éventail de possibilité de développement (**Feminella et Resh, 1990**). La connaissance des relations entre les organismes et leur environnement, est indispensable pour la compréhension du fonctionnement des écosystèmes (**Begon et al.,1996**).

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologique (répartition spatiale, structure des communautés) revêtent d'une importance primordiale dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et, d'autre

part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydrosystèmes (**Dakki, 1979 ; El Agbani, 1984 ; Bouzidi, 1989 ; Fekhaoui M, 1990 ; Dakki M, 1992**).

Les macroinvertébrés sont de bons bioindicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat (**Amigues J.P -Bonnieux F. -Le Goff P.H –Point P. 1979**) et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement.

Les peuplements entomofauniques de notre zone d'étude sont comme le reste des macroinvertébrés benthiques des intégrateurs des altérations de qualité d'eau et d'habitat.

Nos résultats bien que préliminaires ont permis l'inventaire de 23 taxons aquatiques dont 10 Odonates, 09 Diptères, 02 Coléoptères, 01 Hémiptères et 01 Hyménoptères.

Selon nos résultats, la faune récoltée des Diptères compte 531 individus dans le lac inférieur du barrage soit 50,54% de la faune totale inventoriée. Ils sont constitués par cinq familles différentes dont l'abondance diffère d'une famille à l'autre : trois espèces appartenant à la famille des Tipulidae (29,13%) représentée par *Tipula nigra* (14,28%), *Tipula alba* (7,14%) et *Tipula sp* (7,71) la deuxième famille est celle des Culicidae représentée par trois espèces *Culex pipiens* (0,95%), *Culexeta longiareolata* (2,38%) et *Aedes* (2,85%), contre la 3ème famille est celle des Asilidae avec une espèce non déterminée (5,71%), la 4ème famille : les Simuliidae représentée par une unique espèce aussi non déterminée (4,76%), et la dernière famille est celle des Chironomidae avec une seule espèce aussi *Orthocladus sp* (4,76%) .

Les Diptères possèdent une large distribution altitudinale et une grande capacité de coloniser les biotopes pollués et non pollués (**Moubaled, 1986**), ce sont

des animaux connus par leur tolérance à la pollution, habituellement plus abondants dans des cours d'eau de mauvaise qualité, et préfèrent généralement des températures élevées. Le peuplement de Simuliidae semble important dans les stations d'amont, leur importance peut être attribuée aux formes torrenticoles et à la remontée des espèces à la recherche des conditions plus favorable (**Haouchine, 2011**).

La répartition des Hétéroptère dans le lac révèle l'existence de ces invertébrés dans les stations à eau stagnante avec des proportions variables (**Latreille, 1810**)

Pour les Hémiptères ils sont représentés par une seule famille récoltées dans notre étude; une espèce appartenant à la famille des Alydidae qui représente 11,90% du total des captures avec 125 individus de la faune inventoriées.

Les coléoptères sont les seuls insectes holométaboles à se présenter à la fois sous la forme imaginale et sous la forme larvaire dans les milieux aquatiques. Ils colonisent divers habitats : sources, ruisseaux de sources, rivières à eau modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante et riche en végétation (Tachet et al, 1984).

Pour l'ordre des Coléoptères, ils sont représentés par deux familles ; celle des Staphylinidae représentée par une seule espèce non déterminée, et la dernière famille est celle des Hydrochidae représentée par une seule espèce *Hydrochus sp.* Les Coléoptères collectée au niveau du lac inferieur du barrage de la(R.C.Z). Ils constituent un groupe plus ou moins diversifié que les autres groupes. En effet, si on prend en considération la richesse taxonomique au niveau des familles des coléoptères collectés, les Staphylinidae (19,04%), sont les mieux représentés que l'autre famille : Hydrochidae (5,23%). Au total, le nombre des genres récoltés est de l'ordre de 255.

Les Coléoptères qui forment un groupe diversifié d'un point de vue taxonomique est peu abondant. Les coléoptères existent dans notre matériel sous deux formes larvaire et adulte. Deux familles ont été récoltées dans cette étude, ils sont des organismes eurythermes, colonisant les eaux peu courantes (**Berthelemy, 1966**), ils sont peu abondants, d'après **Boumaiza (1994)** ils prolifèrent en plaine, à altitudes moyennes ou peu élevées

Les Odonates récoltés dans la présente étude sont représentés en très faibles proportions comparés aux Diptères, aux Hémiptères et aux Coléoptères.

En effet, la prospection de la station nous a permis de récolter 108 individus, soit 12,52% de la faune totale au niveau du lac. Ces invertébrés sont repartis en trois familles ; la famille des Aeshnidae (2,27%) représentée par trois espèces : *Anax parthenope* (0,95%), *Aeshna mixta* (0,47%) et *Anax imperator* (0,85%). La deuxième famille est celle des Libullidae représenté par cinq espèces : *Orthetrum trinacria* (0,28%), *Crocothemis erythraea* (1,04%), *Libullula sp* (0,47%), *Orthetrum coerulexens* (0,66%), *Brachythemis leucostica* (6,59%). La troisième famille est celle des Calopterygidae représentée par deux espèces *Calopteryx haemorrhoidalis* (0,47%), et *Ischnura graellsii* (0,38%)

Concernant les Hyménoptères la présence d'une seule famille est marquée : celle des Formicidae représentée par une seule espèce *Myrmica rubra* (0,66%) marqué par 07individus.

Comme déjà noté par **(Tachet et al., 2006)** le phénomène de l'anthropisation, pourrait être à l'origine d'une disparition des taxons polluo-sensibles et de la prolifération des groupes pollué-tolérants tels que les Chironomidae. Ceci pourrait être lié aux facteurs naturels et/ou anthropiques influençant ce cours d'eau tel que les rejets industriels et domestiques, sans doute, contribue considérablement à l'installation de conditions particulières (globalement défavorable) à la présence d'un peuplement très diversifié, caractéristique de ce cours d'eau.

La composition chimique de l'eau est un autre facteur important. Les eaux sont acides, neutres ou alcalines, plus ou moins chargées en calcium ou en magnésium, en matière organique dont la décomposition entraîne une diminution de la quantité d'oxygène dissous. L'ensemble de ces facteurs, biotiques et abiotiques, conditionne la composition faunistique des eaux stagnantes, les insectes ayant des préférences quant au choix des habitats disponibles.

Depuis le début du XXIème siècle, on considère que les peuplements d'invertébrés peuvent indiquer la qualité des cours d'eau. Beaucoup réagissent en effet au manque d'oxygène qui caractérise souvent les eaux très polluées. On a donc

imaginé qu'il était possible d'estimer le degré de pollution des eaux par la présence ou l'absence de certaines espèces indicatrices (organismes à faible marge de tolérance qui réagissent rapidement à des modifications de leur environnement). Les larves d'éphémères *Ecdyonurus* sont par exemple caractéristiques des eaux propres et bien oxygénées, alors que la larve de l'éristale gluante (une espèce de mouche) est indicatrice d'une eau à forte pollution organique (elles vivent même dans le jus du purin). Ainsi, certains scientifiques utilisent des dénombrements quantitatifs et qualitatifs pour calculer des indices de qualité des eaux: ils disposent pour le faire d'une liste de 152 types différents d'invertébrés! Ces indices fournissent une idée de la qualité globale du cours d'eau (qualité du substrat notamment) et sont régulièrement améliorés et complétés par des indices plus précis qui correspondent au peuplement d'algues diatomées, beaucoup plus révélateur de la qualité chimique des eaux.

Depuis le début de l'ère industrielle, la biodiversité a fortement diminué partout, y compris dans les cours d'eau. On citera quelques causes.

1. La pollution organique (rejets d'égouts) et agricole (engrais, pesticides). En particulier, l'apport d'un excédent de nutriments (azote, phosphore) entraîne une surproduction d'algues (eutrophisation) qui diminue la qualité des habitats et donc la diversité des peuplements d'invertébrés. L'érosion des terres agricoles et des berges entraîne des sédiments fins vers les cours d'eau. Il y a donc formation de vase qui colmate les fonds et supprime aussi les habitats de beaucoup d'invertébrés.

2. La pollution chimique: de nombreuses substances toxiques sont déversées dans la rivière, entraînant la disparition de nombreux invertébrés.

3. Le manque de diversité du milieu au niveau structurel: le curage des cours d'eau détruit la variété des habitats et la rectification détruit les berges et supprime les liaisons directes au biotope terrestre; il n'y a plus d'imbrication rivière / terre ferme (**Leclerq et al., 2010**)

Conclusion générale

L'étude menée au cours de ce modeste travail a pour but d'évaluer la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau du lac inférieur du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda et voir son effet sur la disponibilité de l'entomofaune aquatique abritant ce dernier.

Du point de vue physico-chimique, l'ensemble des résultats obtenus ont révélé une teneur faible en magnésium ce qui signifie une dureté moins importante de l'eau de notre station d'étude.

- Une conductivité importante de 1648 μ s/cm; donc c'est une eau fortement minéralisée.
- Une teneur en nitrite élevée dépassant la norme, son origine peut provenir soit d'une oxydation incomplète de l'ammonium soit d'une réduction des nitrates, on ne peut en déduire qu'une origine artificielle « pollution » vu qu'en amont il existe des habitations et que le lac est situé dans une région agricole, et cette dernière n'est pas protégée par des périmètres de protection selon la réglementation algérienne en vigueur.

Du point de vue bactériologique les résultats obtenus montrent la présence des germes indicateurs de pollution telle que les *Coliformes totaux* et *fécaux*, avec un taux un peu élevé des *germes totaux*. Ces résultats prouvent du point de vue bactériologique que les eaux de cette station sont suspectes d'être polluées.

L'inventaire faunistique réalisé dans la présente étude constitue une base de données importante, la faune étudiée est caractérisée par une diversité taxonomique variable.

La faune recensée dans ce travail se compose de 1050 individus correspondant à 12 Familles et 23 taxons appartenant à 05 ordres (Coléoptères,

Hémiptères, Diptères, Hyménoptères, Odonates). L'effectif du peuplement benthique a montré que les Diptères, les Hémiptères, Coléoptères sont dominants. Les Hyménoptères et les Odonates ne constituent qu'une faible fraction de la faune récoltée.

Les différents indices biologiques utilisés à savoir (AR%, Fi%, Shannon et Equitabilité) ont permis d'évaluer la biodiversité du peuplement et sa qualité de son fonctionnement tout en mesurant sa diversité spécifique.

En perspectives, il serait intéressant à l'avenir de prospecter de façon approfondie les différents réseaux hydrographiques et engager des suivis annuels avec un plus grand nombre de stations afin d'établir l'influence des facteurs du milieu sur la distribution de l'entomofaune. Certaines mesures de protection devraient être prises afin de préserver les milieux aquatiques.

Une réglementation en vigueur doit être mise en place pour le maintien en bon état des zones humides, il faut mettre l'accent sur l'éducation et la sensibilisation de la population par des moyens d'information afin qu'elle puisse prendre de l'importance de l'eau et sa qualité.

Références bibliographiques

-ABERKANE-OUNAS N., 2012- Inventaire des insectes inféodés à la vigne *Vitis vinifera L.* dans la région de Tizi Rached (Tizi-Ouzou).Thèse de Magister.Univ.TiziOuzou.93p.

-ACHOUR S., 2001- Incidence des procédés de chloration, de floculation et d'adsorption sur l'évolution de composés organiques et minéraux des eaux naturelles. Thèse de Doctorat d'Etat en Sciences Hydrauliques. Univ. Tizi-Ouzou. Algérie. 231 p.

-AFNOR., 1985- Recueil des normes françaises des eaux, méthodes d'essais, AFNOR. 2ème édition. Paris .566-622p.

-AIT MOULOUD S., 1987- Essais de recherche sur la dérive de la macro invertébrée dans l'oued Aissi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse magister. Univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene.119p

-AJAKANE A., 1988- Etude hydrobiologique du bassin versant de l'oued N'fis de haut Atlas Marocain). Biotypologie, dynamique saisonnière, Impact de l'assèchement sur les communautés benthique .Thèse 3eme cycle. Univ. Marrakech (Maroc) :192p

-AMIGUES J.P., BONNIEUX F., Le GOFF P.H., POINT P., 1979- Valorisation des usages de l'eau P.U.F, France.

-ANNONYME, 2005-Bilan annuel de la Réserve de Chasse de Zéralda.17p.

-ANNONYME, 2007-Rapport d'étude de phénomène d'eutrophisation du barrage de la Réserve de Chasse de Zéralda (**A.N.B.T**).Ed, Réserve de Chasse de Zéralda, 5p.

-ANNONYME, 2017- Le service technique de la Réserve de Chasse de Zéralda, 1p.

Références bibliographiques

-AOUAR-SADLI M., 2009- Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera:Apoidae) et leurs relations avec la culture de fève (*Vicia faba* L.) sur champ dans la région de Tizi- Ouzou. Thèse de Doctorat, Université de Tizi-Ouzou. 268p.

-ARABE A., ZEBDI A., 1983- Contribution à l'évaluation de la qualité de l'eau des oueds de la Mitidja, Mém.DES, Univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene. 116p

-ABABE A., 1989- Étude de peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa, Thèse magister. Univ des sciences et de la technologie. Houari Boumediene .142p

-ARABE A., 2004- Recherche faunistique et écologique sur les réseaux hydrographiques du Chélif et des bassins du Mazafran, Thèse doctorat. F.S.B.Univ .Sciences et de la technologie. Houari Boumediene

-AZZOU S., 1999- Métaux lourds dans le bassin versant du Sebou Géochimie, source de pollution et impact sur la qualité des eaux de surface, Thèse de Doctorat national. Univ. Ibn Tofail Kénitra Maroc.130p.

-BEGON M., HARPER J.L. & TOWNSEND C.R., 1996- Ecology individuals population and communities, Third edit., Blackwell Science. Oxford. 1068p.

-BELAIDI., ALIANE N., TALEB A et GAGNEUR J., 2004- Contribution and dynamics of hyporheic and surface fauna in a semi- arid stream in relation to the management of a polluted reservoir. Ann. Limnol. Int. J. Lim, 40(3):237-248p.

-BELGAQUA., 2002- Livre Bleu, tout ce que vous avez voulu savoir sur l'eau potable et l'assainissement des eaux usées. Ed. Fédération Belge du secteur de l'eau asbl, 27p.

Références bibliographiques

- BENNOFOY CAROLINE., GUILLET FRANÇOISE., LEYRAL GUY., VERNE BOURDAISBERTHELEMY C., 1966-** Contribution a la connaissance des Leuctiridae. Annales De Limnologie, t. 4, fasc. 2 : p 175-198
- BIRECHE I & GUESSOUME. A, 2013.** Caractéristiques physico-chimiques et niveautrophique du lac Méggarine (Touggourt). Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université d'Ouargla.
- BOEGLIN J, (2001) :** Propriétés des eaux naturelles. Techniques des ingénieurs, traité l'environnement .26p .
- BOUKRABOUZA A., 2011-** Connaissance, conservation et gestion des populations de la *Perdix Gambra* (*Allectorisbarbara* Bonnaterre, 1992) au niveau de la réserve de chasse de Zéralda.Thèse de post-grad. Spécialisé, Ecolo.Vég-Envi., U.S .T .H.B. BabEzzouar, 69p.
- BOUALEM R., 2009-** Contribution à l'étude de la qualité des eaux des Barrages, Article de recherche. p 20-33.
- BOUZIDI A., 1989-** Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut-Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'état, Fac.Sc. Tech. St. Jerome, Université d'Aix- Marseille III: 190pp.
- BOUZIDI A et GUIDICELLI J., 1994 -** Ecologie et distribution des macroinvertébrés des eaux courantes du Haut Atlas marocain. Rev. Fac. Sci. Mar, 8 :23-43
- BOUZID S., 2009-** Etude de la dynamique du phosphore dans la Tafna. Thèse de Magister en Biologie. Univ. Tlemcen. 139p.
- CACHAN P., 1960-** Etude de l'action simultanée de la température et de l'humidité sur le développement des insectes en climat artificiel (I) Vie et Milieu, XII, 26p.
- ATHERINE G., 2009-** La qualité chimique de l'eau, 3ème Éditions. Paris. p10.

Références bibliographiques

- CHIROLEU – ASSOULINE M., 2007** «Notices d'économie» Dictionnaire de l'environnement, yvette veyret. Ed.404 p.
- DAJOZ., 1971-** Ecologie des insectes forestiers (Ecologie fondamentale et appliquée). Ed. Gaautier, Paris, 489p.
- DAJOZ R., 1982-** Précis d'écologie. Ed. Gautier Villars, Paris, 503p.
- DAJOZ R., 1998-** Les insectes et la forêt. Ed. Lavoisier, Paris. 594p.
- DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. DUNOD éditeur, 8ème édition, 631p.
- DAKKI M., 1979-** Recherches hydrobiologiques sur un cours d'eau du Moyen-Atlas (Maroc). Thèse de 3eme cycle, Aix- Marseille III. 126pp.
- DAKKI M., 1992-** Etude National sur la biodiversité Faune aquatique continentale (Invertébrés et Poissons). Projet PNUE/ GEF/6105-92. 121pp.
- DEMERGES D.et BACHELARD P., 2002-** Proposition de la mise en place d'une méthode de suivie des milieux ouverts par les Rhopalocères et Zygaenidae dans les Réserves Naturelles de France, 92p.
- DEVILLERS J., SQUILBIN M., YOURASSOWSKY C., 2005-** Qualité physicochimique. Diplôme de Magister. Univ. HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF, 186p.
- DJABRI L., 1996** - Mécanismes de la pollution t vulnérabilité des eaux de la Seybouse, origine géologiques, industrielles, agricoles et urbaines. Thèse de doctorat d'état, université d'Annaba, Algérie.
- DOMANJI S., et DOMANDJI MITICHE B., 1992-**Les dégâts de Bulbul des jardins *Pycnonotus barbarus* Desfontaines, 1787 en arboricultures fruitières en Mitidja (Alger).Med.Fac : Landbouww, Rijkauniv, Gent, 56/3 b : 1083-1087.
- DREUX., 1980-** Précis d'écologie. Ed. Presse Univ. France.' La biologiste', Paris, 231p

Références bibliographiques

-DUPIEUX N., 2004- Une proposition de protocole commun pour la description et le suivi des annexes hydrauliques du bassin de la Loire. 18p

-EI AGBANI M., 1984- Le réseau hydrographique du bassin versant de l'oued Bou Regreg (plateau central marocain). Essai de biotypologie. Thèse Doctorat 3ème cycle, Université Claude Bernard Lyon 147 pp.

-EMBERGER L., 1955 - Une classification biogéographique des climats. L'année biologique. 3e serte, T 31 : 249-255.

-EMBERGER L., 1971- Travaux de botanique et d'écologie. Masson et Cie, Paris. 520 p

-EVELYNE-2002. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire. ED. Doin, 245p.

-EZZIANE S., 2007- traitement des eaux de rejets, le Mémoire Présenté pour obtenir le diplôme de Magister, Université HASSIBA BEN BOUALI de CHLEF.186 p

-FAO. 2011- Food chain crisis management framework. In Preventing E. coli in food.Rome.www.fao.org/fileadmin/user_upload/fcc/news/1_fao_preventinge.coliin food_fcc_2011.06.23.pdf.

-FAURIE C., FERRA C., et MEDORI P., 1980- Ecologie. Ed. J- B. Baillière, Paris, France, 128p.

-FEKHAOUI M., 1990- Recherches hydrobiologiques sur le Moyen Sebou soumis aux rejets de la ville de Fès: suivi d'une macro-pollution et évaluation de ses incidences sur les composantes de l'écosystème. Thèse d'Etat, Fac. Sci. Rabat. 173 pp.

-FEMINELLA J.W ET RESH V.H., 1990- Hydrological influences, disturbance, and intraspecific competition in a stream caddisfly population. Ecolgy, 71: 2083-2094.

Références bibliographiques

-FIGARELLAI J., LEYRAL G., TERRET M., 2001- Microbiologie générale et appliquée. Edit. Jacques Lanore.285p.

-FOUAD S., COHEN N., HAJJAMI K., CHLAIDIA M., 2013- Qualité physicochimique et contamination métallique des eaux de l'oued Hassar: impacts des eaux usées de la localité de Mediouna (Periurbain de Casablanca, Maroc). ScienceLibEditions Mersenne Volume 5, N ° 130113, ISSN 2111-4706.

-GAGNEUR J et THOMAS A G B., 1988- Contribution à la connaissance des Ephemeropteres d'Algérie. I- Répartition et écologie. (1ere partie) (Insecta, Ephemeroptera). Bull. Soc. Hist. Not. Toulouse 124 : 223- 231PGagneur et Chaoui Boudghene (1991),

-GAGNEUR J et ALIANE N., 1991- Contribution a la connaissance des Plécoptères d'Algérie. Labo. Hydrob.Univ. Paul. Sabatier.Toulouse. I .N.E.S. Bio, BP.358.D2A.13000.

-GAUJOUS.D, 1995- Pollution des milieux aquatiques (aide-mémoire) 2ème édition. p: 46.

-GALAF F et GHANNAM 2003- Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin », mémoire de troisième cycle, Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat

-GHAZALI D., ZAID A., 2013- Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (région de Meknès, Maroc). Larhyss Journal, (12) : 25-36.

-GUERGAZI S., ACHOUR S., 2005- Caractéristiques physico-chimiques des eaux d'alimentation de la ville de Biskra. Pratique de la chloration, Larhyss Journal, 4 :119 127.

-GUYOT G., 1999- Climatologie de l'environnement .Ed. Dunod, paris, 225p.

Références bibliographiques

-HAOUCHINE, S., 2011- Recherche sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de

Tizi ousou, Algérie. 157 pp

-HEBERT S et LEGARE, S., 2000- Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau, Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, envirodoq no ENV-2001-0141, rapport n° QE-123, 24 p.

-JORA., 1993 - Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels

-JORA., 2011- Journal Officielle de la République Algérienne, Décret exécutif n° 11-219, fixant les objectifs de qualité des eaux superficielles et souterraines destinées à l'alimentation en eau des populations.

-KECK G., VERNUS E., 2000- Déchets et risques pour la santé, Techniques de l'ingénieur, Paris, p : 2450.

-KHALED A., 1995- La pollution, un phénomène universel qui s'aggrave et nécessite une lutte soutenue. 10/1995. [base.d-p-h.info/fr/fiches/premierdph/fiche-premierdph – 2589.html](http://base.d-p-h.info/fr/fiches/premierdph/fiche-premierdph-2589.html).

-KHAMAR M., BOUYA D et RONNEAU C., 2000- Pollution métallique et organique des eaux et des sédiments d'un cours d'eau marocain par les rejets liquides urbains. *Water. Qual. Res. J. Canada*. Volume 35 (1), 147-161.

-KHERBOUCHE ABROUS O., 2006- Les arthropodes non insectes du parc national de Djurdjura : diversité et écologie. Thèse doctorat d'état. F.S.B U.S.T.H.B. Alger, 173p

-LATREILLE., 1805- Histoire naturelle, générale et particulière, des crustacés et des insectes. Vol. 13. F. Dufart, Paris. 432 p

Références bibliographiques

-LECLERQ L., SOLITO DE SOLIS M.M., 2010- Clé simple de détermination des macroinvertébrés d'eau douce à l'usage du petit gardien des rivières. Ed. station scientifique des hautes fragne université de Liège. 61p.

-Les insectes des eaux douces stagnantes. pdf-Kayakwasquehal club ; en ligne : www.kayakwasquehalclub.com/.../Les%20insectes%20des%20eaux%20douces%20sta.

-LEYRAL G., RONNEFOY C., GUILLET. F., 2002- Microbiologie et qualité des industries agroalimentaire, Paris, p : 245.

-LOUNACI A., 1987- Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aissi (grand kabylie). Univ. Houari Boumadiene. Alger. 133p

-LOUNNAS A., 2009 - Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda, mémoire de Magister, université de Skikda, p : 10-13.

-MADANI KHODIR., 2002- Évaluation et quantification de ressources en eau p : 03

-MEYBECK M., et HELMER R., 1992- "An introduction to water quality", p. 1 -18, dans Chapman, D., Water quality assessment, Chapman & Hall (éd.)

-MEZERDI F., 2011- connaissance et gestion d'une population captive de perdrix gabra « *Alectoris barbara* » Mémoire de magistère. Université Mohamed khider BISKRA, 83 p

-MOISAN, J., PELLETIER L., 2008- Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 86 p

Références bibliographiques

-MUTIN., 1977- la mitidja. Décolonisation et espace géographique. Ed. Office Presse Anniversaire, Paris, 607p.

-NIXON S C. MAINSTONE C P., IVERSEN T M. et al., 1996- The harmonised monitoring and classification of ecological quality of surface waters in the European Union. WRc Report No. CO4150, Medmenton, UK, 293pp.

-OMS. 2002- Directives de qualité pour l'eau de boisson ; Volume 2- critères d'hygiène et documentation à l'appui OMS, Genève, 2ème Edition, 1050 p. 144.

-OMS. 1997- Organisation Mondiale de la Santé Directives de qualité pour l'eau de boisson. Deuxième édition, Additif au Volume 1 – Recommandations. Genève, p : 48.

-OMS. 2000- Directive de qualité pour l'eau de boisson : Vol2 : critères d'hygiène et documentation à l'appui. Genève: OMS. p1050.

-OMS. 2004- Guidelines for Drinking Water Quality, Third edition, 2003. Organisation Mondiale de la Santé. En ligne. <http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/GDWQIUpdating/draftguidel/draftchap7.htm>. Consulté le 19 avril 2004. 145. Organisation mondiale de santé

-O.N.M., 2017- Office Nationale de Météorologie de Dar El Beidha. Données climatiques de la région d'Alger

-PAUL R., 1998- Eaux d'égout et eaux résiduaires industrielles: Epuration, utilisation, Société d'Éditions techniques, p : 192.

-PESCOD M.B., 1985- Design, operation and maintenance of waste water stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation. Ed.Pescodand Arar, 93-114.

Références bibliographiques

- PIHAN J A. et MOHATI A., 1984**- les peuplements benthique du réseau permanent de l'oued ourika (haut Atlas de Marrakech). Qualité des eaux. Verh. Internet. Limnol : 22-2110-2113p
- PRESCOTT L M., HARLEY J P., KLEIN D A., 2003**- Microbiologie. De Boeck : Bruxelles. 2eme édition. 1164p.
- QUEZEL P., SANTA S., 1957**- Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris, 2 tomes, 1170p
- RADOUX M., CADELLI D., NEMCAVA M., KEMP D., KLAESSEN D., 1991**- Qualité et traitement des eaux, Belgique.
- RAMADE F., 1984**- Eléments d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. Mc GrawHill, Paris, 397p.
- RAMADE F., 1993**- Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des Sciences de l'Environnement. Ed. Science international, Paris, 822 pp
- RAMADE F., 2002**- Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. 2ème Ed. *DUNOD*. Paris. 1075 pp.
- RAMADE F., 2003**- Eléments d'écologie appliquée. 3ème .Ed.Dunod, Paris, 690p.
- RAMADE F., 2009**- Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Ed.Dunod, Paris, 689p.
- REGNAULT J.P., 1990**- Microbiologie générale, Paris : Vigot.- p 859
- REGNIER J., 2009**- Prédire la répartition continentale des insectes à partir de leur physiologie. Unasyva 231/232. Vol (60). pp: 37-40
- RODIER J., 1984**- Analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 7ème édition, Dunot, Paris.

Références bibliographiques

- RODIER J., 1996-** L'analyse de l'eau naturelle, eaux résiduaires, eau de mer, 8ème Edition, Dénod, Paris, 1383 p.
- RODIER J., BAZIN C., BOUTIN J-P., CHAMBON P., CHAMPSAUR H., RODI L.,-1999** L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer.8ème édition, Dunod, Paris, France, p : 879 -1260.
- RODIER J., LEGUBE B., MERLET N., 2005-** L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation des résultats. Ed. Dunod, Paris, p : 1384
- ROUABHIA A, BAALI F. KHERICI N, DJABRI L SECHERESSE 2004-** L'eau et sa qualité., pp : 47-52
- SADI N., 2005-** Etude d'aménagement sylvo-cynégétique de la Réserve de Chasse de Zéralda. Rapport de la Réserve de Chasse de Zéralda, 90p.
- SCALON B.R., REEDY R.C., STONESTROM D.A., PRUDIC D.D.D.E. DENNHY K.F., 2005** - Impact of land use and land cover change on groundwater recharge and quality in the South western US. Global Biol., 11 :1577-1593
- SCHUDEBOOM J.,1993-** Nitrates et Nitrites dans les denrées alimentaires, éditions du Conseil de l'Europe, Strasbourg.11p
- S.E.E.E., 2007-** Classification marocaine des eaux piscicoles
- SELLAMI M., 2005-** Ecologie de Pigeon ramier (*Columba palumbus* L) dans la Réserve de Chasse de Zéralda.Thèse.Ing., Agro.INA El Harrach-Alger.
- SEYNI S., 2006-** Control environnemental de la production primaire du lac de Guiers aunord de Sénégal, Thèse de doctorat de 3ème cycle de biologie végétale. Univ. CheikAntodiop.
- STUM W. et MORGAN J., 1991-** Aquatique chemistry.An introduction emphsizing.

Références bibliographiques

-TACHET, H., BOURNAUD, M., RICHOUX, PH., 1984- Introduction a l'étude des

macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique). Association française de limnologie : (1980) 150p 22. Amors, C., Bull. Mens. Soc. Lin. Lyon, (1984) 53

-TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M., USSEGLIO-POLATERA P., 2006- Invertébrés d'eau douce: systématique, biologie, écologie. CNRS 2eme Editions, Paris. 588pp

-TARDAT HENRY M., 1992- Chimie Des Eaux, 2ème Edition, Les éditions du griffon d'Argile, pp 213-215.

-THOMAS J D., 1993 -Journal of Natural History, 27: 795-806p.

-W.H.O., 1987- Global pollution and health results of related environmental monitoring Global Environment Monitoring system, WHO, UNEP.

-ZOUAGGAHE F. et Moali A., 2009 - Variabilité structurelle des peuplements de macroinvertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord). Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 64

-ZOUAKH., 1995- Etude des macroinvertébrés et des poissons de l'Oued ElHarrach et effet de la pollution des milieux aquatiques 96 p

Références bibliographiques

ANNEXES

ANNEXE 1 : les normes algériennes de l'eau potable (ADE de la wilaya d'Alger)

paramètres	normes algériennes	Unités
Température	-	T°
PH	6,5-8,5	-
Conductivité	2800	US/cm
Turbidité	5	NTU
TA	-	mg/L
TAC	500	mg/L
Nitrates	50	mg/L
Nitrites	0,1	mg/L
Sulfates	400	mg/L
Calciums	200	mg/L
Chlores	500	mg/L
Magnésium	150	mg/L
Phosphates	0,5	mg/L

ANNEXES

ANNEXE 02 : Matériels des analyses physico-chimiques et bactériologiques

1. Matériels des analyses physico-chimiques:

1.1. Appareillage et verrerie :

- Béchers.
- Pissette d'eau distillée.
- Flacons de 250 ml.
- Appareil multi-paramètre (HACH).
- Spectrophotomètre HACH DR/2000.
- pH-mètre.

2. Matériels des analyses bactériologiques:

Le matériel utilisé durant les analyses est le suivant :

2.1. Milieu de culture :

- Bouillon lactosé au pourpre de bromocrésol (BCPL).
- Milieu indole + mannitol (milieu de Schubert).
- Bouillon à l'acide de sodium (bouillon de Rothe).
- Bouillon à l'éthyl violet et acide de sodium (EVA litsky).
- Gélose viande foie (VF).
- Tryptone Glucose Extract Agar (TGEA).

2.2. Réactifs additifs et solutions:

- Eau physiologique stérile.
- Alun de fer.
- Sulfite de Sodium.
- Réactif de Kovacs.
- Eau de javel.

2.3. Appareillage et verrerie :

- Pipettes graduées de 1 ml.
- Pipettes graduées de 10 ml.
- Tubes à essai stériles.
- Bec bunsen et anse de platine.
- Les boîtes de pétri.
- Etuve à 22°C, 37°C et 44°C.
- Bain marie.

ANNEXES

- Réfrigérateur.
- Flacons en verre de 250 ml stériles.

