

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Boudiaf de M'Sila



N°/EMN/2020

MEMOIRE

Présenté

A la Faculté des Sciences

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Pour obtenir le Diplôme de

Master Académique en Ecologie des Milieux Naturels

Filière : Biologie

Domaine : des Sciences de la Nature et de la Vie

Thème

**Contribution à l'étude des macroinvertébrés dans
la région Ouest de Chott El Hodna (M'sila)**

Présenté par: M. BABACI Soufyane
M. MOUSSAI Abdelkarim

Devant le Jury d'examen composé de:

Président:	Dr. NOUIDJEM Yassine	M.C.A	Université de M'Sila
Encadreur:	Dr. MIMECHE Fateh	M.C.A	Université de M'Sila
Examineur:	Dr. ZEDAM Abdelghani	M.C.A	Université de M'Sila

Promotion : 2019/2020

REMERCIEMENT

En premier lieu, nous remercions le bon Dieu pour nous avoir accordé la santé, la paix, le courage, et la patience d'accomplir ce travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promoteur monsieur MIMECHE Fateh pour son appréciable aide, sa grande disponibilité, et ses précieux conseils.

Nos sentiments de profonde gratitude vont aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger notre travail:
M.NOUIDJEM Yassine d'avoir accepté de présider notre jury
M.ZEDAM Abdelghani d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous remercions aussi tous les membres du laboratoire d'Agronomie qui nous a accueillis avec toute la gentillesse, Nos remerciements s'adressent également et vivement à tous les enseignants du département de Biologie qui tout au long des années d'études nous ont transmis leur savoir sans réserve.

Enfin, nous tenons à remercier infiniment tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin.



DEDICACE

Je dédie ce modeste travail ...à mes très chers parents, ma mère que dieu ait pitié d'elle et qui me manque à chaque instant, à mon père qui étais toujours à mes cotés, à ma grande famille.

A tous mes chers professeurs, à tous mes amis et à tous ce qui me connais de proche ou de loin.

BABACI



DEDICACE

A toute ma famille qui est la joie de ma vie.

A mes très très chères parents Chaffira et Abderrahman.

A ma chère femme et mes petits fils : Nouh et Malek.

A toute la promotion d'écologie option : Ecologie des milieux
naturelles (2019 - 2020).

A tous ceux qui m'ont aimé.

MOUSSAI



La liste des tableaux

	Pages
Tableau 1: Localisation géographiques des stations d'étude.....	10
Tableau 2: Matrice de Corrélacion de Pearson entre les paramètres physique de l'eau dans les 3 stations d'étude	35
Tableau 3: Les groupes zoologiques recensés	36
Tableau 4: Les indices écologiques	38

La liste des figures

	Pages
Figure 1: La température moyenne de l'eau, dans les 3 stations d'étude.....	32
Figure 2: Variations de pH moyen de l'eau dans les 3 stations d'étude.....	33
Figure 3: Variation moyenne de la conductivité électrique dans les 3 stations d'étude	34
Figure 4: Abondance totale des groupes zoologiques dans les stations étudiées	37
Figure 5 La richesse taxonomique des différentes stations étudiées.....	38
Figure 6: Abondance des coléoptères dans les stations étudiées.....	41
Figure 7: Abondance des différents taxons des Coléoptère dans les stations étudiées.....	45
Figure 8: Abondance des Diptères dans les stations étudiées	46
Figure 9: Abondance des différents taxons des Diptères dans les stations étudiées.....	49
Figure 10: Abondance des Ephéméroptères dans les stations étudiées.....	50
Figure 11: Abondance des différents taxons des Ephéméroptères dans les stations étudiées.....	52
Figure 12: Abondance des Hétéroptères dans les stations étudiées.....	53
Figure 13: Abondance des différents taxons des Hétéroptères dans les stations étudiées.....	54
Figure 14: Analyse factorielle des correspondances réalisée sur les 3 stations...	55

La liste des photos

	Pages
Photo 1: Station (1) Baniou.....	18
Photo 2: Station (2) Boulila.....	19
Photo 3: Station (3) Bayadha.....	20
Photo 4: La mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau.....	21
Photo 5: Cuissards.....	24
Photo 6: Multi-paramètres (CONSTOR C 535)	24
Photo 7: Echantillonnage des macroinvertébrés.....	25
Photo 8: Matériel de tri et d'observation utilisé au laboratoire.....	27
Photo 9: <i>Hydroglyphus geminus</i>	42
Photo 10: <i>Agabus</i> sp.....	42
Photo 11: <i>Helophorus</i> sp.....	43
Photo 12: <i>Ochthebius impressus</i>	44
Photo 13: <i>Haliphus obliquus</i>	44
Photo 14: Tanypodinae (sous-famille)	47
Photo 15: <i>Chironomus plumosus</i>	47
Photo 16: Ceratopogoninae (sous-famille)	47
Photo 17: Culicinae (sous-famille)	48
Photo 18: <i>Ephydra</i> sp.....	49
Photo 19: <i>Dixella</i> sp.....	49
Photo 20 : <i>Procloeon</i> sp.....	51
Photo 21 : <i>Sigara</i> sp.....	53

La liste des cartes

	Pages
Carte 1: Bassin versant du Chott El Hodna.....	09
Carte 2: Localisation des stations d'études.....	10
Carte 3: Extrait de la carte géologique de l'Algérie (2ème édition)	12
Carte 4: Extrait de la carte géomorphologique du Chott El Hodna.....	13
Carte 5: Extrait de la carte pédologique (Edition 1954).....	15
Carte 6: Réseau hydrographique du bassin versant du Hodna.....	16

Sommaire

	Pages
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des cartes	
Introduction	
Chapitre I : Synthèse bibliographique	
1. Les zones humides	03
1.1. Définition	03
1.2. Importance et fonctions des zones humides	03
1.3. Principales menaces qui pèsent sur les zones humides	05
2. Les macro-invertébrés benthiques	06
2.1. Définition	06
2.2. Importance des macro-invertébrés benthiques	06
2.3. Influence des facteurs environnementaux	07
Chapitre II : Présentation de la zone d'étude	
1. Description des stations d'études	09
1.1. Présentation du bassin versant (Réseau hydrologique)	09
1.2. Situation géographique	10
2. Géologie	11
2.1. Le secondaire	11
2.2. Le tertiaire	11
2.3. Le quaternaire	11
3. Géomorphologie	12
4. Pédologie	14
4.1 Les sols minéraux bruts	14
4.2. Les sols peu évolués	14
4.3. Les sols calcimagnésiques	14
4.4. Les sols halomorphes	14
4.5. Les sols hydromorphes	14
4.6. Les sols humiques	14

5.	Hydrologie	15
6.	Climatologie	16
6.1.	Pluviométrie	16
6.2.	Température	17

Chapitre III: Matériels et Méthodes

1.	Description des stations d'études	18
1.1	Choix et localisation des stations de prélèvement	18
1.1.1.	Station (01) Baniou	18
1.1.2.	Station (02) Boulila	18
1.1.3.	Station (03) Bayadha	19
2.	Caractéristiques physicochimiques des sites échantillonnés	20
2.1.	Température de l'eau	21
2.2.	Ph de l'eau	22
2.3.	La conductivité électronique	22
3.	L'étude des macros-invertébrées aquatiques	22
3.1.	Matériels de prélèvement	23
3.2.	Le prélèvement sur terrien	24
3.3.	Conservation des échantillons	25
3.4.	Le lavage, le tri et la détermination	25
4.	Indices de diversité	27
4.1.	La richesse spécifique	28
4.2.	Abondance relative	28
4.3.	Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	28
4.4.	Indice de Simpson D'	29
4.5.	Indice d'Equitabilité de Piélou E	29
4.6.	Indice de Margalef	30
5.	Analyse Statistique	30
5.1.	Corrélation de Pearson	30
5.2.	Analyse factorielle des correspondances (AFC)	30

Chapitre IV : Résultats et Discussions

1.	Analyses des paramètres physiques	32
1.1.	La variabilité de température	32
1.2.	Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)	32

1.3.	La conductivité électrique (CE)	34
2.	La corrélation entre différentes variables	35
3.	Analyse globale de la faune benthique	36
3.1.	La richesse taxonomique	37
3.2.	Variation spatiale de la diversité (indices écologiques)	38
3.2.1.	Indice de Simpson D'	39
3.2.2.	Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')	39
3.2.3.	Indice de Margalef	39
3.2.4.	Indice d'Équitabilité de Piélu E	40
3.3.	Analyse qualitative et quantitative de la faune benthique	40
3.3.1.	Les coléoptères	40
3.3.2.	Les Diptères	45
3.3.3.	Les Ephéméroptères	50
3.3.4.	Les Hétéroptères	52
3.4.	AFC (Analyse Factorielle des Correspondances)	54
	Conclusion	56
	Références bibliographiques	58
	Résumé	

Introduction



Introduction

L'eau est indispensable à la vie, et le plus souvent en quantité importante. Or l'eau douce est une denrée rare tant par sa quantité que par sa qualité. Malheureusement la qualité de l'eau douce se dégrade de façon alarmante (Yasri, 2009).

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques. Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique. Les réseaux hydrographiques du monde entier ont été plus ou moins modifiés par les activités humaines. La plupart des cours d'eau ont souffert des effets anthropiques : régression d'espèces, diminution des stocks de poissons, épuisement des eaux souterraines, dégradation de la qualité de l'eau, crues de plus en plus fréquentes et intenses (Dynesius & Nilsson, 1994).

En Algérie du Nord, la complexité des hydro systèmes et la multiplicité des perturbations anthropiques d'une part, ainsi que les conditions climatiques difficiles (régression de la pluviométrie, élévation de la température) d'autre part, ont conduit à la fragmentation croissante des milieux se traduisant par des modifications profondes et rapides des communautés d'invertébrés avec une perte de la diversité et/ou des déséquilibres démographiques (Lounaci, 2005).

Les études faunistiques (invertébrés benthiques), écologiques (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 hydro systèmes.

Les macroinvertébrés sont de bons bio-indicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat, et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement (Haouchine, 2011).

Le présent travail s'articule autour de 4 chapitres, le premier chapitre est un aperçu sur les zones humides et les macroinvertébrés, afin de mieux comprendre les concepts et bien dirigé notre étude, le deuxième chapitre est consacré à la présentation générale de la région d'étude, le troisième chapitre est consacré au matériel utilisé et aux méthodes employées, il renferme la description des trois stations d'étude ainsi que les techniques d'échantillonnages utilisées sur le terrain et le travail réalisé au laboratoire, et le dernier chapitre consacré aux



résultats que nous avons obtenus et de leurs discussions. Une conclusion générale et des perspectives terminent ce travail.

Chapitre 1

Synthèse bibliographique

1. Les zones humides

1.1. Définition

La définition de zone humide pose un problème, provenant du fait qu'il s'agit d'espaces de transition entre la terre et l'eau. A l'interface entre ces deux domaines (terre et eau) existe un gradient d'humidité, dont les limites sont difficiles à préciser (Brenda, 2008). Plusieurs définitions ont été données aux zones humides se focalisant toutes sur l'élément essentiel de leur fonctionnement qui est l'eau (Bendahmane, 2015). Au sens large, une terre humide est une zone de terre couverte d'eau peu profonde qui abrite des plantes aquatiques (Neil & Jane, 2004). De leur côté (François, 2008) définit une zone humide (*wetland*) comme étant un terme général désignant tous les habitats aquatiques d'eaux stagnantes (lentiques) peu profonds: mares, marais, marécages ou encore lagunes littorales, auxquels s'adjoignent les rives des cours d'eau, les ripisylves, les bras morts de la plaine d'inondation fluviale, la zone littorale des lacs quand celle-ci est étendue et de très faible relief. En définitive, les zones humides constituent donc souvent des mosaïques d'écosystèmes présentant de multiples connexions au niveau desquelles existent de nombreux types d'écotones.

Par ailleurs (Raven, et al 2009), définissent les zones humides comme étant des terres de transition entre les écosystèmes aquatiques et les écosystèmes terrestres ce sont des milieux très variés, estuaires, marais salants, rivières, mangroves, baies, golfes, lacs, étangs, mares, marécages, lagunes, vannes alluviales, forêts humides, prairies humides, terres inondables, recouvert tout ou partie de l'année par de l'eau douce, saumâtre ou salé.

1.2. Importance et fonctions des zones humides

Les zones humides jouent un rôle fondamental pour la préservation de la diversité biologique. En effet, elles abritent 35% des espèces rares et en danger. La protection de la biodiversité des zones humides est donc, aujourd'hui, considérée comme primordiale (Ouali, 2015).

D'après (Brenda, 2008), l'importance des zones humides ne tient pas à leur superficie globale, car elles couvrent seulement 1,5 % environ de la planète. Cependant les zones humides sont essentielles pour le cycle de la vie, elles constituent des zones d'interface entre les systèmes terrestres et aquatiques et sont des zones de transition et de régulation des flux de matière et d'énergie.

Ces milieux, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs (Abdi, 2017).

Selon (Oudihat, 2011), les zones humides du point de vue fonctionnel, jouent un rôle primordial sur plusieurs échelles :

❖ Fonctions hydrologiques

Les zones humides fonctionnent comme un filtre épurateur, (filtre physique et biologique) ; elles favorisent le dépôt des sédiments y compris le piégeage d'éléments toxiques (les métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou polluantes par les végétaux (nitrates et phosphates) ; contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau. Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques. Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge.

Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval. Elles « absorbent » momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse.

❖ Fonctions biologiques

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité et une source de nourriture pour divers organismes. Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une extraordinaire capacité à produire de la matière vivante, elles se caractérisent par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux.

❖ Fonctions climatiques

Les zones humides participent à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, et de la végétation par le phénomène d'évapotranspiration. Elles peuvent ainsi tamponner les effets de sécheresse au bénéfice de certaines activités agricoles, donc elles jouent un rôle dans la stabilité du climat.

❖ Fonction d'alimentation

La richesse et la concentration en éléments nutritifs dans les zones humides, assurent les disponibilités de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales telles que : les poissons, les crustacées, les mollusques et les oiseaux d'eau.

❖ Fonction de reproduction

La présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants

❖ Fonction d'abri, de repos et de refuge

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'Ouest, Ceux-ci vont alors s'y reposer et prendre des forces. Elles jouent aussi le rôle de refuge climatique lors des grands froids. Cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des milieux non gelés. Le deuxième quand toutes les zones humides sont gelées, la fuite vers des régions méridionales s'impose.

1.3.Principales menaces qui pèsent sur les zones humides

La régression et la disparition progressives des zones humides, constituent pour l'environnement, un préjudice grave, parfois irrémédiable, qu'il faut empêcher. Les activités anthropiques directes et indirectes, ont profondément altéré le rythme de changement des zones humides. L'opinion selon laquelle les zones humides sont « des places perdues », née de l'ignorance ou de la méconnaissance de l'importance des biens et services qu'elles procurent, est à l'origine de la transformation des zones humides au profit de l'agriculture intensive, de l'industrie ou de l'urbanisme ; certaines zones humides, disparaissent également par suite de la pollution du déversement de déchets, de l'exploitation minière ou de l'extraction de l'eau dans la nappe souterraine.

Parmi les menaces les plus sérieuses qui compromettent la pérennité de ces milieux on cite :

- L'extension souvent irréfléchie des périmètres agricoles adjacents aux zones humides;
- Le drainage de certaines zones humides, qui est justifiée par la recherche de nouvelles terres agricoles, plus fertiles ;



- L'extension du réseau urbain, utilisant les zones humides comme déversoir des eaux usées.
- L'irrigation à grande échelle des terrains cultivés et les polluants toxiques, issus de déchets industriels et des effluents agrochimiques, font peser de graves menaces sur les zones humides (Saifouni, 2009).

2. Les macroinvertébrés benthiques

2.1. Définition

Le Benthos (issu d'un mot grec signifiant « profondeur ») regroupe l'ensemble des organismes animaux, végétaux et bactéries en relation étroite avec le fond, depuis le rivage jusqu'aux grandes profondeurs. C'est une mosaïque d'habitats, hétérogènes ; variables suivant les saisons, dans leur biomasse et leur diversité. On distingue :

- Le Phytobenthos, qui comprend aussi bien les micro-algues unicellulaires comme certaines diatomées, les macroalgues et les Magnoliophytes ;
- Le Zoobenthos qui rassemble tous les animaux vivant sur le fond (Kais Boumediene, 2014). Ces organismes aquatiques sont surtout des insectes sous la forme de larves et de nymphes. Ils comprennent aussi des vers, des mollusques et des crustacés (Sanogo, 2014).

Les macroinvertébrés benthiques sont des organismes qui vivent dans le fond d'un cours d'eau ou qui ne s'en éloignent que de peu durant la majeure partie de leur vie. Dépourvus de colonne vertébrale, ils sont visibles à l'œil nu. On retrouve dans cette catégorie les larves d'insectes aquatiques, quelques insectes aquatiques adultes, les crustacés, les mollusques et les vers. Les principaux ordres d'insectes aquatiques appartenant à cette catégorie d'organismes sont les suivants : Éphémères, Plécoptères, Trichoptères, Diptères, Coléoptères, Mégaloptères, Hémiptères, Odonates et Lépidoptères (Bouhala, 2012), et selon (Diguingue, 2001), les macroinvertébrés sont représentés par des organismes dont la taille (en fin de développement larvaire ou au stade imaginal) est souvent supérieure à un millimètre.

2.2. Importance des macroinvertébrés benthiques

Les macroinvertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. C'est un groupe très diversifié, et les organismes le composant possèdent des sensibilités variables à différents stress, telles la pollution ou la modification de l'habitat. Les macroinvertébrés sont



les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau douce (Houmeur & Bendada, 2016).

La méthode biologique de détermination de la qualité de l'eau base sur le prélèvement et la reconnaissance d'organismes aquatiques (les macro- invertébrés) est simple, rapide, efficace et fiable dans son maniement. Elle est utilisée dans de nombreux pays de la communauté Européenne, certains auteurs reconnaissent la valeur d'organismes tels que les algues et les macro- invertébrés comme indicateurs de certains environnements. Mais l'utilisation d'une espèce bio indicatrice nécessite la connaissance des exigences écologiques et les limites de tolérance saisonnière de l'espèce. Autrement dit, la présence ou l'absence de certains Plécoptères dans le cours d'eau est une bonne indication sur le niveau de la qualité de l'eau, les Chironomidés n'ont pas un rôle médical, par contre ils sont des indicateurs de pollution, les éphéméroptères peuplent les eaux calmes non polluées et les Chaoboridae seraient caractéristiques d'un milieu pollué (Dinguine, 2001).

Ces organismes constituent un important maillon de la chaîne alimentaire des milieux aquatiques, puisqu'ils constituent une source de nourriture primaire pour plusieurs espèces de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Moisan & Pelletier, 2008). D'autre part, à travers leur activité de consommation, ils transforment la matière organique particulaire grossière (MOPG) en matière organique particulaire fine (MOPF), utilisable par d'autres groupes d'invertébrés (les collecteurs) (Tenkiano, 2017).

Ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques en raison de leur sédentarité, de leur cycle de vie varié, de leur grande diversité et de leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat. Ils représentent de ce fait, un important groupe faunistique des écosystèmes. De plus, bon nombre d'entre eux sont reconnus comme hébergeant des stades de vie de certains parasites humains et animaux, l'étude de leur écologie s'avère donc nécessaire (Sanogo, 2014).

2.3. Influence des facteurs environnementaux

Tous les macroinvertébrés benthiques sont des organismes poïkilothermes, donc leur température corporelle varie fortement en fonction de celle de l'environnement (Firmignac & Lascaux, 2008).

Ces organismes sont donc très dépendants de la température de leur milieu de vie car elle conditionne leur cycle biologique (développement des œufs, croissance des larves).



L'anoxie des eaux, la nature des plantes aquatiques et la granulométrie des substrats sont aussi des facteurs importants. Par exemple on note que les abondances les plus fortes en organismes sont retrouvées sur des sédiments fins et riches en détrit. Les espèces les plus tolérantes aux conditions d'anoxie sont les oligochètes et les chironomes car ils ont développé un pigment rouge ressemblant à l'hémoglobine, leur permettant de survivre même avec de faible quantité d'oxygène (Sanogo, 2014).

Dans les cours d'eau, la vitesse de courant est un facteur important car elle conditionne le transport des nutriments, le renouvellement de l'oxygène et la dérive des insectes. Certains organismes ont d'ailleurs développé des adaptations morphologiques pour résister au courant. Ainsi les larves de Trichoptères sont recouvertes de petits cailloux et de bouts de bois, ceci leur permet de se protéger et de s'orienter face au courant (Tachet, et *al* 2000).

Chapitre 2

Présentation de la zone d'étude



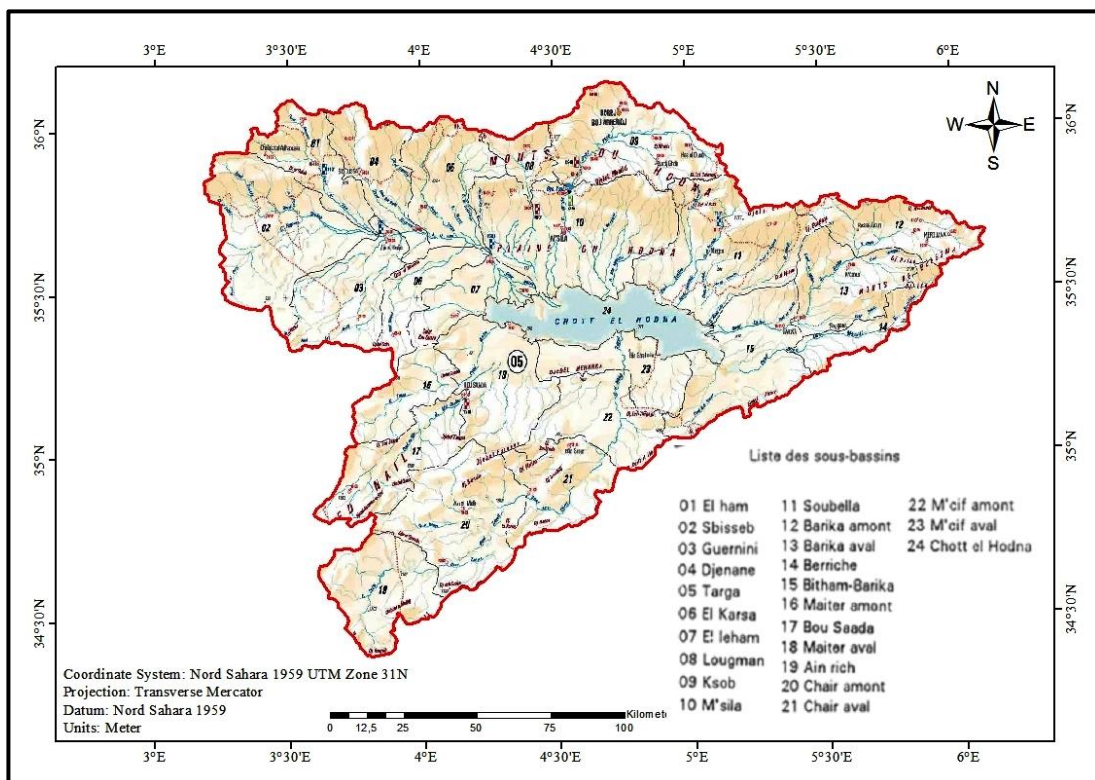
1. Description des stations d'études

1.1. Présentation du bassin versant (Réseau hydrologique)

D'une superficie de 26 000 km², le bassin-versant du Hodna marque la transition entre le domaine Tellien au Nord et le Sahara au Sud.

Le passage entre ces deux domaines, est marqué par une succession d'ensembles montagneux (le Tell au Nord, l'Atlas Saharien au Sud) et de plaines, qui favorisent la diversité des milieux bioclimatiques.

La disposition des reliefs montagneux du Nord et du Sud organisent le bassin versant du Hodna autour d'une cuvette fermée, située à 400 m d'altitude, et qui reçoit l'écoulement des eaux superficielles et souterraines de cette région. Au fond de la cuvette, le Chott du Hodna à une superficie de 1150 km² (Carte.1).



Carte 1: Bassin versant du Chott El Hodna (Extrait de la carte hydroclimatologique des bassins versants du Nord d'Algérie) (Edition 2005; INCT).



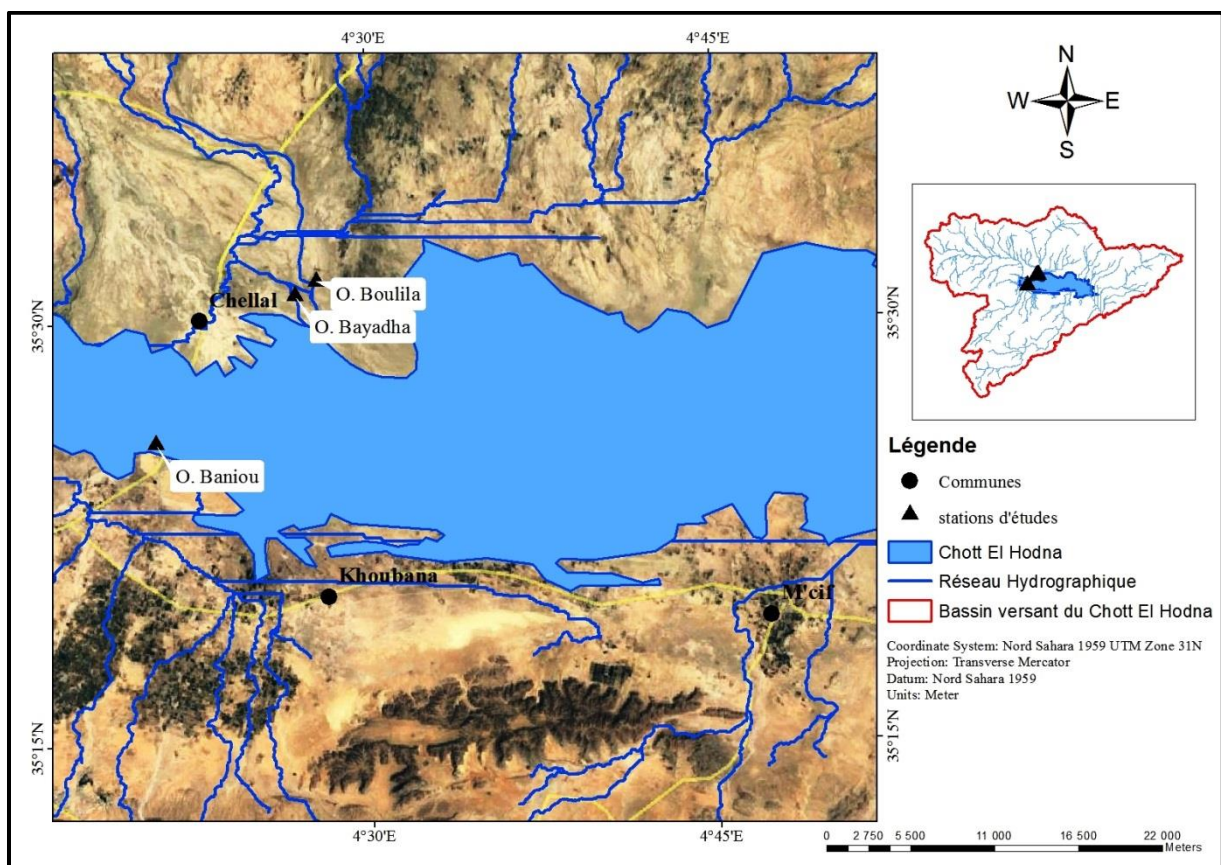
1.2.Situation géographique

03 stations d'étude ont fait l'objet de suivi dans 02 sous bassins versants:

- Sous bassin versant d'Oued K'Sob (M'sila) qui renferme 02 stations d'études : Oued Boulila et Oued Bayadha.
- Sous bassin versant du chott El Hodna avec une station Oued Baniou (Tab.1) (Carte.2).

Tableau 1: Localisation géographiques des stations d'étude.

N° station	Commune	Nom de la Station	X	Y
01	Maarif	Oued Baniou	4.345556°	35.428889°
02	Chellal	Oued Boulila	4.463333°	35.524167°
03	Chellal	Oued Bayadha	4.448056°	35.516111°



Carte 2: Localisation des stations d'études.



2. Géologie

La région du Hodna appartient à un domaine dit pré Atlasique, le bassin du Hodna est situé au croisement de système structural très différent : L'atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, elle présente les formations suivantes :

2.1.Le secondaire

- a. Trias : présente une lithologie composés de marnes et sels.
- b. Jurassique : n'affleure qu'à la faveur d'accidents majeurs dans la partie orientale des monts des Hodna, il est caractérisés par la présence de calcaire.
- c. Crétacé : il forme par des bains de marnes et de grés avec interaction de calcaire.

2.2.Le tertiaire

- a. Eocène : les formations paléogènes affleurent en bandes plus ou moins parallèle sur le plan méridional des monts du Hodna, il est présente par des grés rouge, des arilles variées, des calcaires et des conglomérats.
- b. Oligocène continentale : il est forme par des conglomérats, des grés fins friables et des marnes rougeâtres
- c. Miocène : il est constitué d'une alternance de marnes gypseuse avec des grés et calcaire.

2.3.Le quaternaire:

Présent par d'anciennes alluvions et des sédiments fins (Carte.3).



Carte 3: Extrait de la carte géologique de l'Algérie (2ème édition).

3. Géomorphologie :

Le Hodna par son relief et par sa structure est une vaste dépression topographique et également un important bassin tectonique dont l'origine remonte au plissement pyrénéen (lutécien supérieure) qui a donné naissance aux premières chaînes tertiaires avec une dépression dont le Djebel Meharga est devenu le centre.

C'est exactement la surface située entre les chaînes des montagnes qui entourent le bassin versant du Hodna et le chott lui-même, qu'est au point de vue agricole le plus intéressant. On distingue 05 ensembles géomorphologiques :

- Les plaines: occupant (31%) situées dans sa partie centre Est et Sud Est. (Comprise entre 800 à 1000 m).

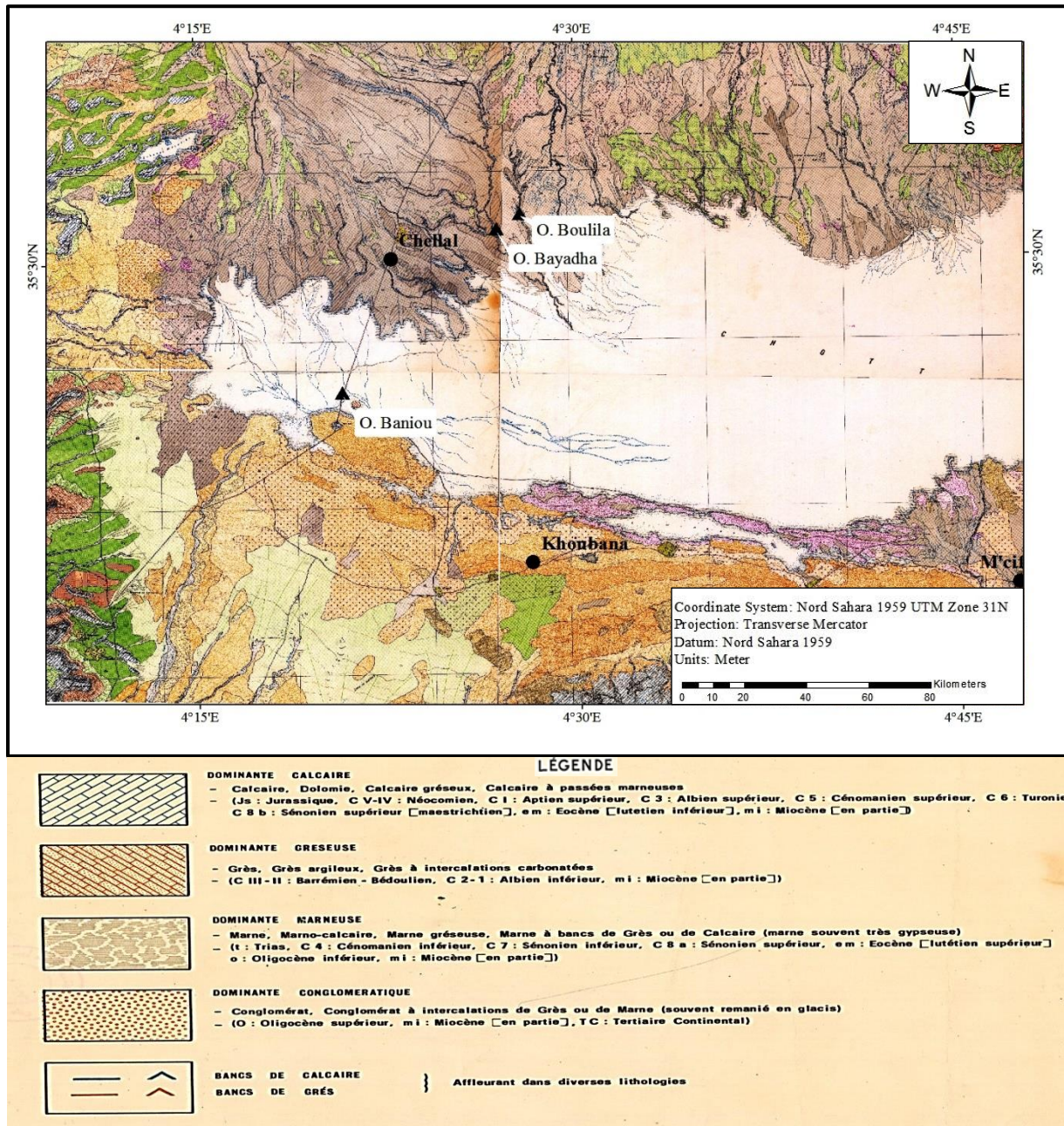
- Les piémonts: occupant (28%) ce sont des glacis qui forment le record entre la plaine et le relief (100 à 1200m). Avec une pente de 3 à 12,5%.



- Les plateaux: occupant (22%) ce sont des plates formes, situées en contre bas et en bordure des montagnes.

- Les montagnes moyennes: occupent 6 % situé à l'Ouest de bassin versant, altitude (1000 à 1400 m).

- Hautes montagnes: occupent 13 %, située au sud de bassin versant et correspond au Mont de Hodna (altitude 1500 à 1885 m) avec une pente de plus de 45% (Carte.4).



Carte 4: Extrait de la carte géomorphologique du Chott El Hodna.



4. Pédologie

Selon l'étude pédologique de la région du Hodna, les sols sont les suivants:

4.1. Les sols minéraux bruts

Les sols minéraux bruts d'apports alluviaux qui sont des sols très évoluées, constitue de profil de type (A) C, (A) R ou R. la matière organique se trouve sous forme de traces dans les 20 cm supérieure, et atteindre 1 à 1,5%, dans les 2-3 cm supérieure (Carte.5).

4.2. Les sols peu évoluées

Ce sont des sols caractérisés par une altération physique plus poussée, le profil est de type AC. La matière organique peut exister en quantités élevées dans les 20 cm supérieures (Carte.5).

4.3. Les sols Calcimagnésiques

Ce type de sols est déterminé par présence d'ions alcalino-terreux dans les horizons supérieurs et dans la partie inférieurs si elle existe. Le profil de ces sols est de type AR ou AC ou A(B) R ou A(B) C (Carte.5).

4.4. Les sols Halomorphes

Ce type de sols est caractérisé par la présence d'une forte teneur en sels de Sodium, et /ou par le Sodium échangeable « sols sodique » (Carte.5).

4.5. Les sols Hydromorphes

Ce type de sols est caractérisé par une hydromorphie importante. L'excès d'eau peut se traduire par l'engorgement permanent d'une partie ou de la totalité du profil. L'eau peut provenir de la nappe phréatique ou de la surface en condition de drainage imparfait.

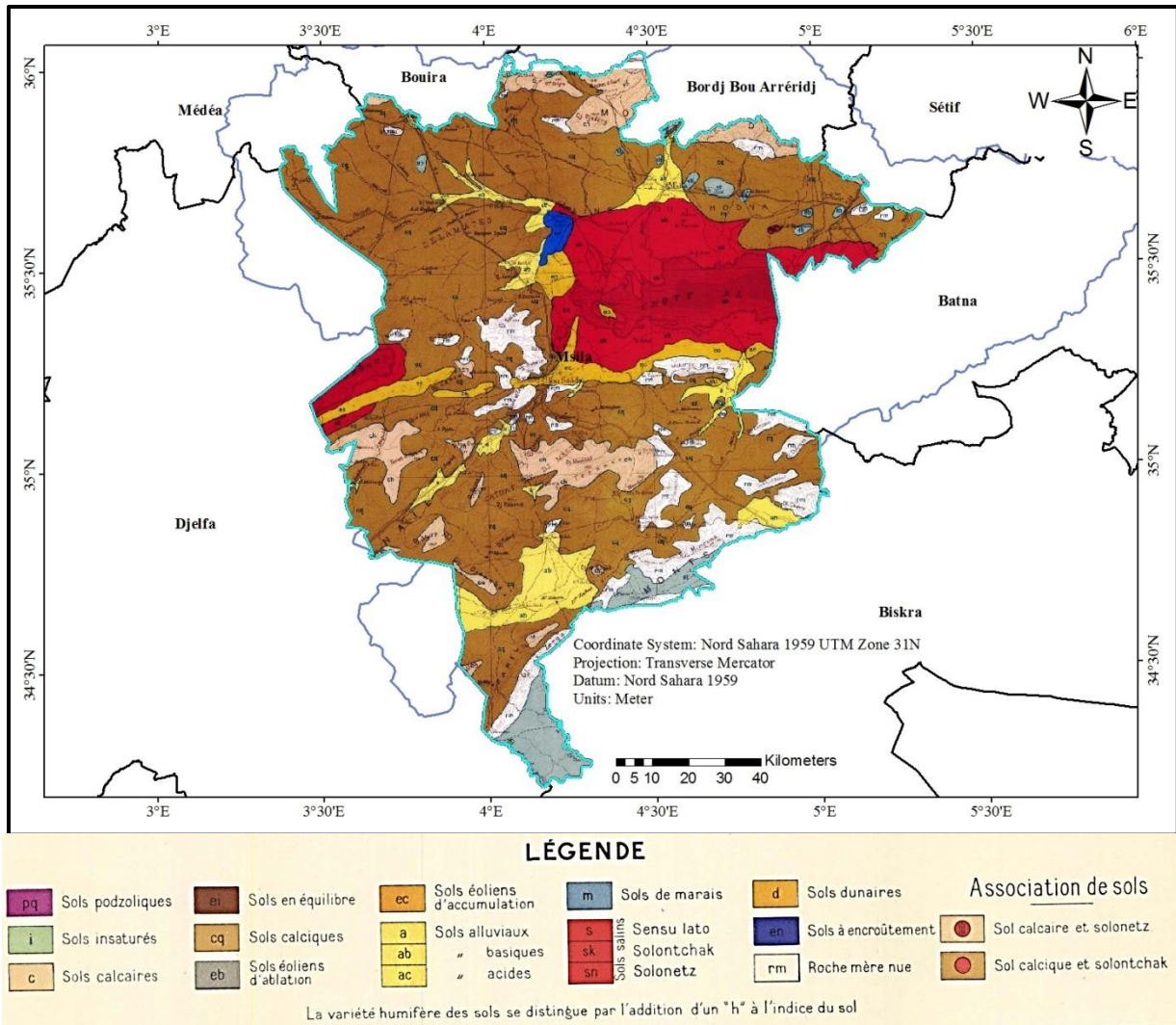
L'hydromorphie est caractérisé par l'horizon (Gley) ou de pseudo Gley (Carte.5).

4.6. Les sols humiques

Ils sont des sols à profil de type A(B) C, et parfois ABC. Le type de profil AC existe rarement. On peut rencontrer en profondeur un horizon de pseudo Gley ou un horizon à croûte



calcaire ou gypseuse ou indure. La matière organique est incorporée dans tout le profiles, et est très évoluée dans les horizons supérieurs (Carte.5).



Carte 5: Extrait de la carte pédologique (Edition 1954).

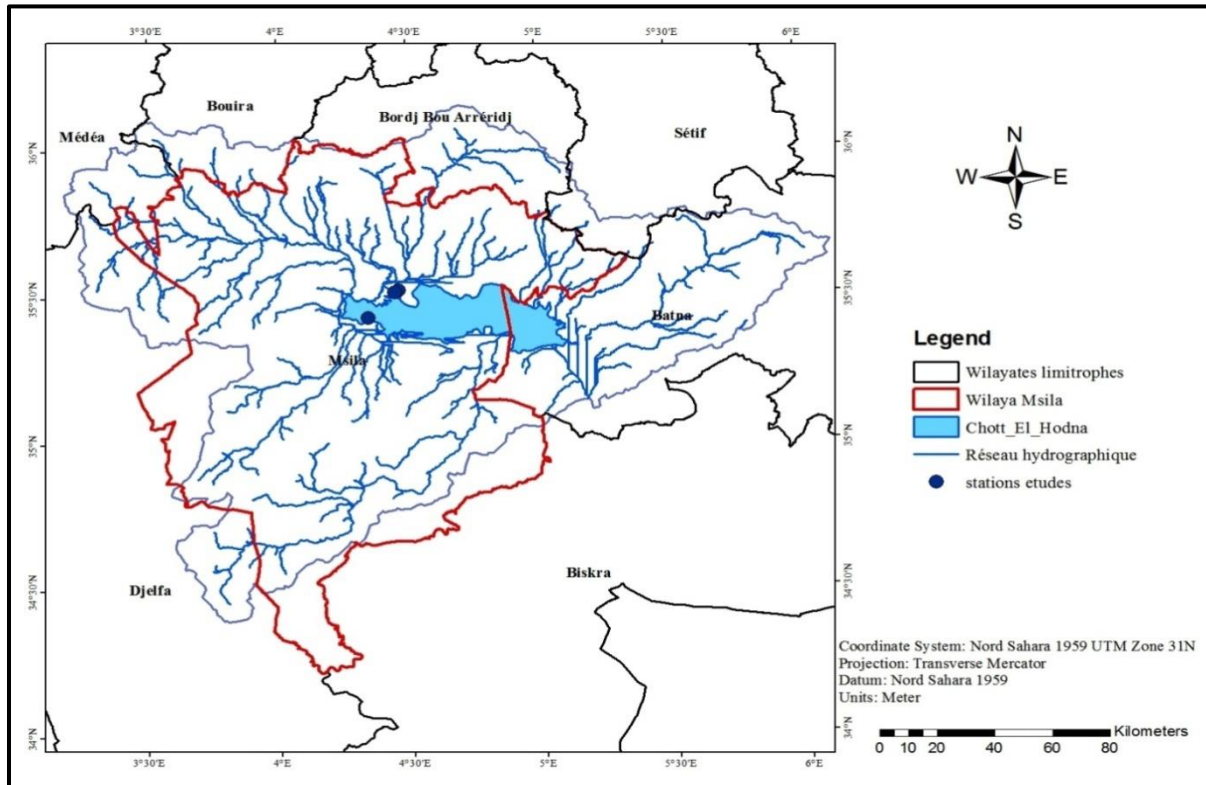
5. Hydrologie

Le régime hydrologique du Hodna est lié au régime pluviométrique caractérisé par une forte irrégularité. La majorité des cours d'eaux n'ont pas débits permanents à exception des Oeuds Lougmane, El Ham, k'sob, Selmane, Berhoum, et Soubella alimentés par des sources et retenues par des « Ceds » traditionnelle, conçues pour stockage de l'eau pour l'irrigation. Le bassin vasant présent environs 1/5 de la totalité du bassin hydrologique du Hodna.

Le sous-sol renferme beaucoup de formations aquifères repartis en plusieurs niveaux Les principale nappe aquifères des bassins du Hodna sont, la nappe phréatique qui se trouve à



une profondeur supérieure à 40cm, le taux de salinité de l'eau est de (moins 2g/l au Nord) et la nappe captive profonde de 150 à 250 m, elle est peu chargée en sels (0,5 à 2 g/l). Les réseaux hydrographiques très diversifiés, il y a au moins 22 cours d'eau qui assurent l'alimentation du chott (Carte.6).



Carte 6: Réseau hydrographique du bassin versant du Hodna.

6. Climatologie

6.1. Pluviométrie

La zone de M'sila se situe entre les isohyètes 500 mm au niveau des reliefs septentrionaux (Monts du l'Hodna) et 150 mm au niveau du Chott (Plaine du Hodna), avec une moyenne annuelle pluviométrique de 203,54 mm. Cette pluviométrie influe sur le régime du Chott El Hodna et les Oueds. Dans ces conditions le ruissellement s'intensifie et donne naissance à des crues brusques qui dévastent tout sur leur passage.

Le régime pluviométrique en fonction des saisons, il met en évidence le régime saisonnier de type APHE de la station de M'sila avec une somme pluviométrique saisonnière est de 201,86 mm, ce qui entraînent naturellement d'importantes conséquences écologiques.



6.2. Température

La température moyenne annuelle dans la zone d'étude est évaluée à 19,59 °C. La ventilation mensuelle des températures moyennes montre que le mois le plus froid est le mois de Janvier avec 9,77 °C et le mois le plus chaud est le mois de Juillet 31,66 °C.

Les moyennes mensuelles des températures minimales enregistrées sont supérieures à 4,52 °C, Celles des températures maximales ne dépassent pas 38,82 °C.

Chapitre 3

Matériels et Méthodes

1. Description des stations d'études

1.1. Choix et localisation des stations de prélèvement

Notre objectif est l'établissement de listes faunistiques d'invertébrés benthiques et de chercher les relations entre les caractéristiques du milieu et sa faune.

Le choix des stations a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations afin d'estimer l'importance de l'impact humain, Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations. Au totale trois stations représentatives ont été sélectionnées et échantillonnées.

1.1.1. Station (01) Baniou

Cette station est localisée au niveau de la municipalité de Maarif affiliée à la commune de Chellal, à une altitude de 899m (Photo.1). Elle correspond aux coordonnées géographiques suivant : 35°25'44" N 4°20'44" E. Quelques bords de cette cours d'eau se distinguent par une végétation dense représentée par la massette (Thypa), où des nids de quelques espèces d'oiseux aquatiques sont installés (Echasse blanche). Cette station est caractérisée par la présence faible de l'effet anthropique (les rejets des eaux usées et les déchets).



Photo 1: Station (1) Baniou.

1.1.2. Station (02) Boulila

La deuxième station est située à 8 km à l'Ouest de la commune de Chellal à une altitude de 900m (Photo.2), Elle correspond aux coordonnées géographiques suivant:



35°31'27" N 4°27'48"E". La station d'Oued Boulila est caractérisée par des eaux stagnantes et peu profonde, l'effet de pollution est présent par les déchets domestiques de cette région.



Photo 2: Station (2) Boulila.

1.1.3. Station (03) Bayadha

Oued Bayadha est localisé au niveau de la municipalité d'Oued Mhadi à une altitude de 900m (Photo.3), et situé à 2 Km au Nord Est de la station d'Oued Boulila.

Géométriquement la zone d'étude est correspond aux coordonnées géographiques suivant: 35°30'58" N 4°26'53"E. Cette station est caractérisée par une eau profonde, végétation dense aux bords et une vitesse du courant légère.



Photo 3: Station (3) Bayadha.

2. Caractéristiques physicochimiques des sites échantillonnés

Pour caractériser les eaux des stations selon la qualité physique et écologique, plusieurs paramètres ont été étudiés : la température, le pH et la conductivité électrique.

Ces paramètres ont été relevés à l'aide d'un multi paramètre de type CONSTOR C535, aux heures de plein éclairement. Les relevés réalisés instantanément sur le terrain donnent une description approximative de la qualité physicochimique de l'eau dans les mares échantillonnées. (Photo.4).

Afin de mettre en évidence et d'illustrer clairement les différences des caractéristiques physicochimiques d'un site à un autre, nous avons effectué une analyse paramètre par paramètre.



Photo 4: La mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau.

2.1. Température de l'eau

La température de l'eau joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques (état larvaire notamment), elle peut également agir sur la localisation des espèces et la densité des populations (Dajoz, 2006).

Tous les macroinvertébrés benthiques sont des organismes poïkilothermes, donc leur température corporelle varie fortement en fonction de celle de l'environnement (Firmignac & Lascaux, 2008). Ces organismes sont donc très dépendants de la température de leur milieu de vie car elle conditionne leur cycle biologique (développement des œufs, croissance des larves), des températures élevées de l'eau peuvent détruire la faune et la flore et favoriser le développement d'espèces peu utiles (Fouzari 2009).

Du fait que nos mesures n'ont pas été toutes réalisées dans les mêmes conditions météorologiques et dans les mêmes conditions horaires, ces valeurs de températures relevées instantanément sur le terrain ne donnent qu'un aperçu des conditions thermiques régnant au niveau de chaque site. Pour une meilleure comparaison des températures de l'eau entre un



certain nombre de sites aquatiques situées dans des conditions écologiques différentes (altitude, exposition, profondeur, recouvrement végétal, etc.), cela nécessiterait d'effectuer par exemple des relevés dans les mêmes conditions météorologiques, aux mêmes horaires de la journée et à la même période saisonnière.

2.2. ph de l'eau

Le pH est l'un des facteurs écologiques jouant un rôle important dans la répartition des organismes aquatiques, Il traduit la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14. Les valeurs les plus favorables à la vie sont comprises entre 7 et 9 (Fouzari, 2009).

2.3. La conductivité électronique

La conductivité de l'eau est un paramètre important influençant la dynamique des peuplements, elle est proportionnelle à la quantité des sels ionisables dissous et constitue une indication du degré de minéralisation des eaux elle peut déterminer la pression osmotique de l'eau, plus la conductivité est élevée plus la pression osmotique est forte (Fouzari, 2009).

Elle permet d'évaluer la quantité de sels dissous dans l'eau (Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Bicarbonates, Chlorures, Sulfates, Nitrates et Phosphates). La mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution (Satha, 2014).

3. L'étude des macroinvertébrés aquatiques

L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau (Haouchine, 2011). De façon générale les macros-invertébrés benthique sont récoltés selon des protocoles d'échantillonnage standardisés qui ont été élaborés dans l'optique d'optimiser le ratio cout/efficacité.

Par la suite le traitement des échantillons, en laboratoire consiste à identifier les organismes à l'espèce au genre, à la famille ou à l'ordre, selon le type de suivi effectuée et le groupe de macros-invertébrées étudiée, puis la composition des communautés est analysée et les résultats sont traduits en un calcul de différents indices selon la problématique à l'étude (Boissonneault, 2006).



Notre travail s'est étalé de Février jusqu'au mois de Mars de l'année 2020, nous avons effectué trois sorties sur terrain, dont le choix de l'emplacement des points de prélèvement est fait en fonction de l'objectif de l'étude.

Le traitement des données biologiques, et l'identification des espèces ont été réalisés au niveau du laboratoire de l'Agronomie de l'université de M'sila.

3.1. Matériels de prélèvement

L'équipement de base nécessaire pour l'échantillonnage sur le terrain est normalement peu coûteux, il inclut généralement un filet troubleau, un seau grille ou un tamis, des contenants de plastiques pour les échantillons, de l'alcool éthylique 95% (agent de conservation), une montre, des gants de caoutchouc et des cuissardes (mddp, 2008). (Photo.5) (Photo.6).

- Une tasse
- Une paire de botte
- Un multi paramètre
- Un tamis
- Des bouteilles en plastique
- Des étiquettes
- Un carnet de terrain
- Un appareil photo
- Un GPS



Photo 5: Cuissards.



Photo 6: Multi-paramètres (CONSTOR C 535).

3.2. Le prélèvement sur terrain

Les prélèvements ont été effectués dans des zones peu profondes (inférieur à 40 cm), on a utilisé une tasse, où nous en trempions à chaque fois dans l'eau, puis vidions le contenu dans les seaux, de plus nous regardions parfois sous les pierres et les petits rochers au bord des oueds et des mares ...les individus restés agrippés au substrat sont détachés à l'aide d'une pince ou grâce au rinçage abondant de l'eau. (Photo.7).

Sur le terrain, la capture brute recueillie dans les seaux, est triée afin d'éliminer les éléments les plus grossiers (vases, pierres, galets, fragments du bois et feuilles des végétaux), ce triage préliminaire effectué sur site est une opération importante car elle permet de limiter les risques de détérioration de la faune et de réduire le volume d'échantillon à fixer. Les échantillons récoltés dans les seaux sont transférés directement vers le labo.



Photo 7: Echantillonnage des macroinvertébrés.

3.3. Conservation des échantillons

Sur le terrain les échantillons récoltés sont transférés dans des sachets en matière plastique, puis fixés à l'aide d'une solution de formol à 5% sur le lieu même du prélèvement. Cette conservation est un élément indispensable à la détermination. Des étiquettes au crayon permettent de reconnaître la date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement. Les échantillons sont ramenés au laboratoire pour tri, détermination et analyse (Haouchine, 2011).

3.4. Le lavage, le tri et la détermination

L'analyse en laboratoire nécessite essentiellement un tamis, des pinces entomologiques, un stéréo microscope, des flacons laveurs, de l'alcool éthylique et des plats de pétri, dont les couts sont relativement peu élevés (mddp, 2008). (Photo.8).



Le pré-tri est une opération importante qui limite les risques de détérioration des spécimens. Il permet également de séparer l'échantillon en trois fractions distinctes à savoir les éléments grossiers, les éléments de taille moyenne et les éléments les plus fins (Ben Moussa *et al*, 2014).

Les macroinvertébrés sont séparés et débarrassés de la vase et les débris végétaux avec une série de filtrations par des passoires de différents diamètres, parallèlement à l'utilisation d'une loupe simple, ce qui nous a permis de différencier plus facilement les macroinvertébrés des autres petits déchets, En suite les macroinvertébrés sont distribuées à un certain nombre de tubes à essai. Des étiquettes au crayon permettent de reconnaître la date, le numéro et les caractéristiques de la station, sont notés à chaque tube.

Un tri et une identification de la faune est faite sous la loupe binoculaire. Les organismes sont manipulés à l'aide de pinces fines sur des boîtes à pétri à fond quadrillé (Haouchine, 2011). Cette diagnose a été faite via les clés de détermination suivants : Identification Guide of Fresh water Macro invertebrates of Spain (Oscoz *et al*, 2011), Fresh water Invertebrates in Central Europe (György, 2014) et Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie (Tachet, 2010).

L'unité taxonomique retenue est la famille, à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels c'est l'embranchement ou la classe. Les organismes pris en considération se trouvent sous forme larvaire, nymphe, imagos et adulte.



Photo 8: Matériel de tri et d'observation utilisé au laboratoire.

4. Indices de diversité

Ce sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement, Ils permettent d'avoir rapidement une évaluation de la diversité du peuplement. La mesure de la richesse taxonomique, la diversité et l'équitabilité sont utiles pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale des peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (Barbault, 1995).

La première étape consiste à évaluer la structure générale des peuplements à partir des deux variables que sont la richesse spécifique et l'abondance (Grall et Hily, 2003). Ces paramètres permettent la description de la structure des peuplements.



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

4.1. La richesse spécifique

C'est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré et qui est effectivement présent sur le site d'étude et à un moment donné (Boulinier *et al.*, 1998).

4.2. Abondance relative

D'après Dajoz (1971), cet indice correspond au pourcentage des individus d'une espèce par rapport au nombre totale de l'ensemble des individus du peuplement considéré. Selon Frontier (1983), l'indice de l'abondance relative des espèces dans un peuplement, caractérise la diversité faunistique d'un milieu donné. En effet, l'abondance relative A.R.% est calculée par la formule suivante, Blondel (1979) :

$$AR \% = ni / N \times 100$$

AR %: Abondance relative

ni: Nombre d'individus de l'espèce i

N : Nombre total des individus toutes espèces confondues

4.3. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

Selon Blondel(1979), l'indice de la diversité de Shannon-Weaver est le meilleur indice que l'on puisse adopter. Il sert à l'étude quantitative de la diversité spécifique (Ramade, 1984). Il est donné par la formule suivante (Dajoz, 2008):

$$H' = - \sum qi \text{Log}_2 qi$$

H': Indice de diversité exprimé en unité bits

qi: Fréquence relative de l'espèce i par rapport aux individus de l'ensemble du peuplement

Log2: Logarithme à base de 2



L'indice de la diversité de Shannon-Weaver permet de nous informer sur la diversité des espèces de chaque milieu pris en considération. La valeur de H à deux probabilités, H égal minimale et H maximale. H égale à zéro (valeur minimale) quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce. La diversité H augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces (Legendre & Legendre, 1979).

4.4. Indice de Simpson D'

Est essentiellement lié aux variations d'abondance entre espèces dominantes. La formule de cet indice est la suivante :

$$D' = \frac{\sum ni (ni - 1)}{N (N - 1)}$$

ni : Nombre d'individus de l'espèce donnée.

N : Nombre total d'individus.

Cet indice tend vers une valeur de 0 pour indiquer le maximum de diversité, et une valeur de 1 pour indiquer le minimum de diversité.

4.5. Indice d'équitabilité de Piélou E

Accompagne l'indice de Shannon, appelé également indice d'équi-répartition ou de régularité (Blondel, 1979). Cet indice permet d'estimer la répartition des individus entre les espèces d'un même milieu.

L'indice d'équitabilité de Piélou est donné par la formule :

$$E = H' / \text{Log}_2 S$$

H' : Indice de Shannon-Weaver

Log₂ S : Diversité maximale (H'_{max})

S : Nombre d'espèces présentes dans l'échantillon

L'équitabilité E varie de 0 à 1, elle tend vers 0, quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une ou deux espèces (une ou deux espèces dominantes), elle est de l'ordre de 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.



4.6. Indice de Margalef

Cet indice ne tient pas compte de l'abondance relative des taxons. Il est défini par la relation suivante :

$$\alpha = (n_i - 1) / \log N$$

n_i : Nombre d'individus de l'espèce de rang i

N : Nombre total d'individus

La diversité est minimale quand α tend vers zéro (0), et est maximale quand α tend vers ∞ .

5. Analyse Statistique

5.1. Corrélation de Pearson

Le test de Pearson calcule et élabore des matrices de coefficients de corrélation 'r' ainsi que des covariances pour toutes les paires de variables d'une liste (option de matrice carré) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variable de chacune de deux listes de variables (option matrice rectangulaire). Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre deux séries de données, il peut prendre les valeurs ' - 1 ' à ' + 1 ' :

- une valeur de + 1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation de plus en plus croissante.
- une valeur de - 1 montre que les variables sont parfaitement linéaires liées par une relation décroissante.
- une valeur de 0 montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles.

5.2. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'AFC est une méthode d'analyse multi variée, qui s'applique aux tableaux de contingence (comptage). Elle est basée sur une métrique du Chi-2 et considère d'une façon symétrique les lignes et les colonnes de la matrice.

L'AFC permet d'ordonner les valeurs d'un tableau suivant un certain nombre d'axes correspondant à des facteurs de distribution (Thioulouse et Chassel, 1997). Elle consiste à



rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence, ces deux ensembles jouant un rôle symétrique.

L'AFC a été réalisé en utilisant le logiciel Past 3.

Chapitre 4

Résultats et Discussions



1. Analyses des paramètres physiques

1.1. La variabilité de température

La température de l'eau joue un rôle important sur l'activité métabolique des organismes aquatiques, est donc également accélérée lorsque la température de l'eau s'accroît (Mimeche, 2014).

Le graphique ci-dessous (Fig.1), montre la variation de la température entre les sites, allant de 12,3 °C dans la station de Boulila à 14 °C dans la station de Baniou, pour un écart global de 1,7 °C, cette hétérogénéité des températures est à mettre en relation avec l'heure des mesures.

Ces températures semblent douces et reflètent parfaitement les conditions printanières durant lesquelles le travail de terrain a été réalisé. Cependant, les écarts thermiques déduits entre les sites ne peuvent pas être forcément attribués par exemple à leurs différences d'altitude ou d'exposition du fait que la température de l'eau des mares temporaires peu profondes peut varier considérablement en fonction de la température de l'air, des conditions météorologiques, des saisons et le long du cycle journalier.

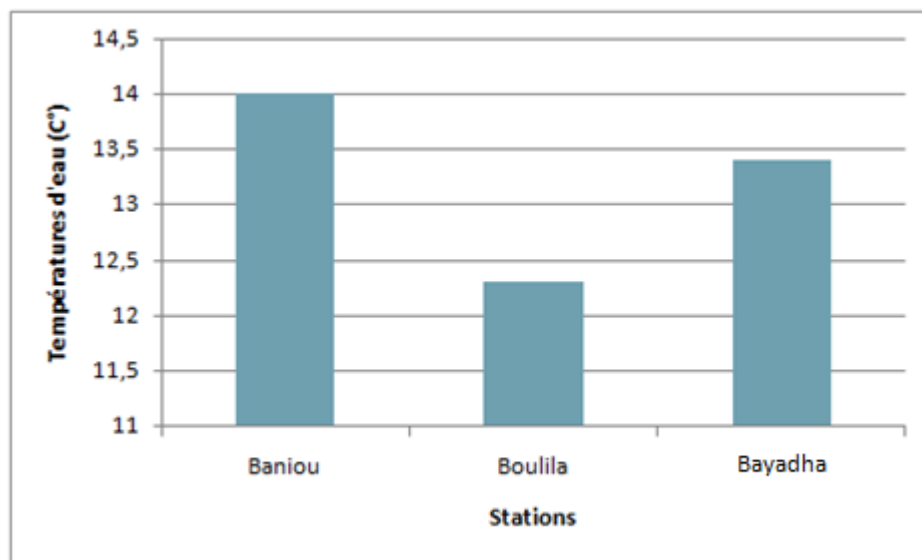


Figure 1: La température moyenne de l'eau dans les 3 stations d'étude.

1.2. Mesure du potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH du milieu aquatique est influencé par plusieurs paramètres physiques, chimiques biologiques. Le pH est déterminé à partir de la quantité des ions hydrogène libres contenus



dans une telle substance. L'acidité est l'un des paramètres les plus importants de l'eau (Mimeche, 2014). Des pH élevés augmentent les concentrations d'Ammoniac, toxique pour les espèces aquatiques (Abba, 2006).

Les valeurs du pH font apparaître des fluctuations très faibles, variant de 7,38 à 7,63, ceci indique que les valeurs varient peu et sont proches des valeurs naturelles. On remarque aussi que le pH de la station 1 (Baniou), est légèrement plus élevé que le pH des autres stations (Fig.2).

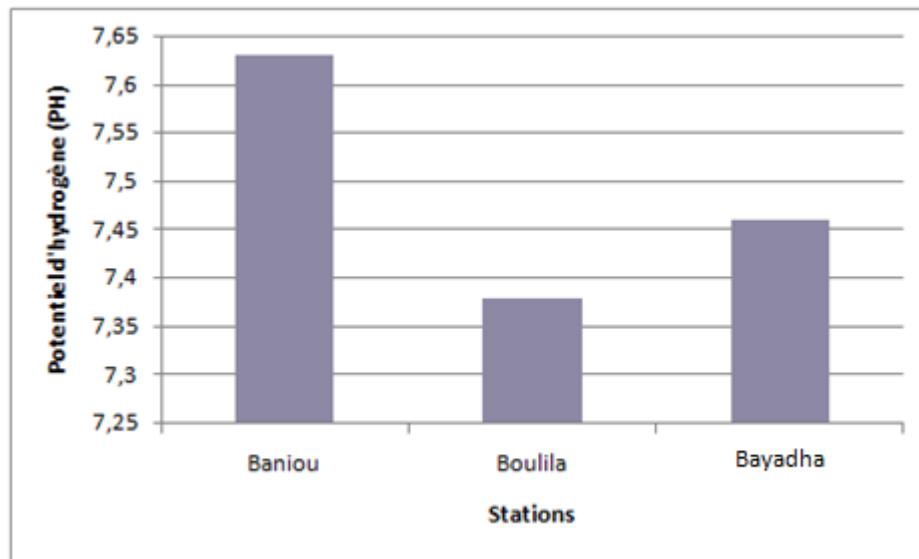


Figure 2: Variations de pH moyen de l'eau dans les 3 stations d'étude.

Suivant Hecker et al (1996), trois catégories de pH sont distinguées :

- Acide si $\text{pH} < 5,5$
- Neutre si pH entre 5,5 - 7,4 et
- Basique (alcalin) si $\text{pH} > 7,4$

Cette classification répartie nos sites en deux catégories :

- ❖ Sites à pH basique : Oued Baniou et Oued Bayadha
- ❖ Sites à pH neutre: Oued Boulila.



1.3. La conductivité électrique (CE)

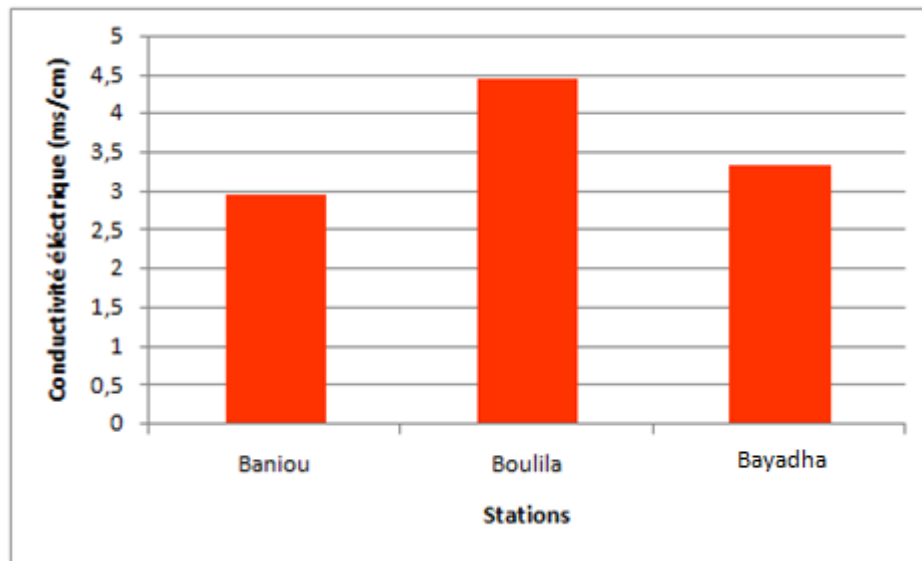


Figure 3: Variation moyenne de la conductivité électrique dans les 3 stations d'étude.

La conductivité électrique est proportionnelle à la quantité de sels ionisables et indique le degré de minéralisation d'une eau. D'une manière générale, elle croît progressivement de l'amont vers l'aval des rivières (Nisbet & Verneaux, 1970). La conductivité permet d'évaluer rapidement le degré de minéralisation, c'est-à-dire la quantité de substances dissoutes ionisées présentes.

Les valeurs de la conductivité relevées au niveau de nos sites, sont illustrées dans la figure ci-dessus (Fig.3), les résultats montrent qu'il y a pas de variation significative entre les valeurs des conductivités au niveau de la station de Baniou et celle de Bayadha avec 2,96 ms/cm et 3,33ms/cm respectivement, tandis que la station la plus minéralisée est celle de Boulila avec 4,44 ms/cm.

Les variations de la conductivité électrique, dépendent en grande partie du régime hydrique du système lacustre, et de la minéralisation de la matière organique. Les légères fluctuations peuvent être dues aux légères variations de la température et aux faibles précipitations (Abba, 2006).



2. La corrélation entre différentes variables

La corrélation de Pearson utilisé pour déterminer l'existence ou pas de relation entre deux variables (paramètres physiques), il varie entre -1 et +1, 0 reflétant une relation nulle entre les deux variables, une valeur négative signifiant que lorsqu'une des variable augmente, l'autre diminue ; tandis qu'une valeur positive indique que les deux variables varient ensemble dans le même sens (Tab.2).

Tableau 2: Matrice de Corrélation de Pearson entre les paramètres physique de l'eau dans les 3 stations d'étude

	T eau	PH	CE
T eau		0,931	- 0,993
PH	0,931		- 0,884
CE	- 0,993	- 0,884	

D'après le tableau ci-dessus et d'une façon générale, on peut dire qu'il y a une forte corrélation entre les variables, mais à des proportions différentes :

- ❖ Il y a une remarquable corrélation négative entre la température de l'eau et la conductivité électrique (la plus grande parmi les diodes calculés), due à l'effet de la température sur les mouvements des ions et la quantité des sels ionisables.
- ❖ Il y a une forte corrélation positive entre la température de l'eau et le pH, due à l'effet de température sur le produit ionique de l'eau ($[H^+][HO^-]$).
- ❖ Il y a une forte corrélation négative entre le pH de l'eau et conductivité électrique, du fait que le pH joue un rôle très important à rendre l'eau à une forte conductibilité électrique ou non.



3. Analyse globale de la faune benthique

La présente étude faunistique a permis de recenser au cours des 3 de prélèvements, un total de 58 individus répartis en 4 groupes zoologiques. Qui figurent dans le tableau suivant :

Tableau 3: Les groupes zoologiques recensés

Groupe zoologique	Nombre de familles
Coléoptères	4
Diptères	5
Ephéméroptères	1
Hétéroptères	1

Sur les 11 familles des macroinvertébrés benthiques collectées, tous les familles sont des insectes (soit 100%).

Les groupes les mieux représentés sont les Diptères (5 familles). Viennent ensuite les Coléoptères avec 4 familles, puis les Ephéméroptères, et les Hétéroptères (1 famille) chacune (Tab.3).

L'effectif du peuplement benthique montre que les Coléoptères et les Diptères sont nettement dominants. Ils représentent respectivement 54 % et 36% de la faune totale.

Les Ephéméroptères et les Hétéroptères sont relativement moins abondants. Ils représentent respectivement de 7% à 3% de la faune totale (Fig.4).

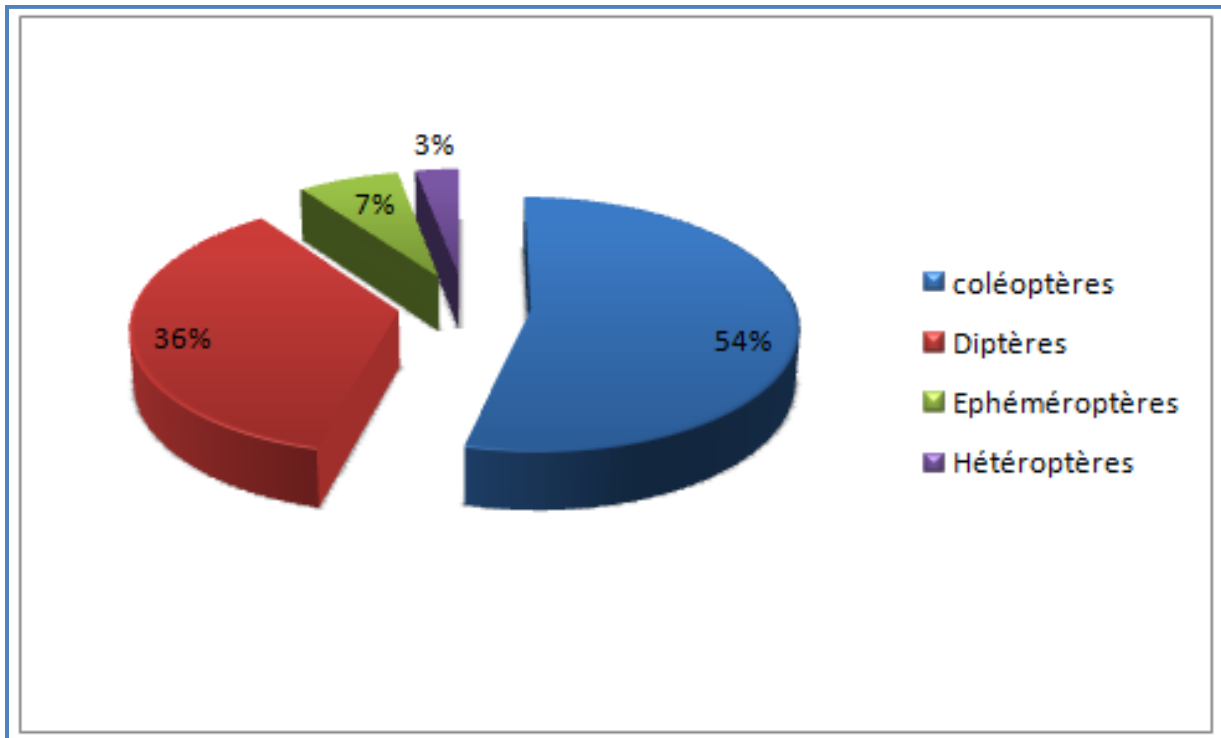


Figure 4: Abondance totale des groupes zoologiques dans les stations étudiées.

3.1. La richesse taxonomique

D'après la (Fig.5), relative à la richesse taxonomique dans chaque station, on remarque que le nombre de taxons varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de 4 familles à la station de Bayadha et un maximum de 7 familles aux stations de Baniou et de Boulila chacune. L'augmentation de la richesse taxonomique au niveau de ces dernières stations est due à la nature du substrat, qui est hétérogène et à la végétation aquatique assez abondante.

Dans la station de Bayadha, le nombre de taxons récolté est relativement réduit, ceci est dû à l'impact négatif des perturbations anthropiques (déchets domestiques) que subit cet endroit.

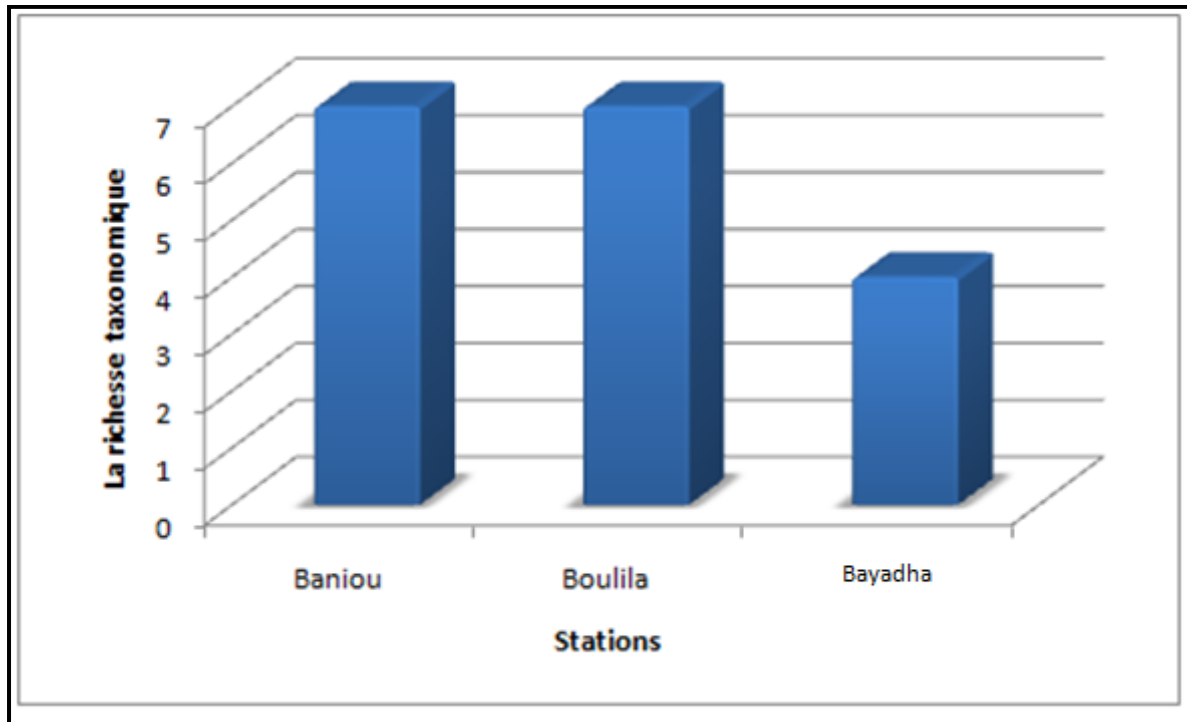


Figure 5: La richesse taxonomique des différentes stations étudiées.

3.2. Variation spatiale de la diversité (indices écologiques)

La diversité prend en compte non seulement le nombre d'espèces, mais également la distribution des individus au sein de ces espèces. Dans notre étude on a calculé 4 indices de diversité: Margalef, Shannon, Simpson et l'Equitabilité. Les résultats sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau 4: Les indices écologiques.

Indices \ Stations	Baniou (station 1)	Boulila (station 2)	Bayadha (station 3)
Simpson D	0,128	0,015	0,005
Shannon H'	1,331	1,292	0,787
Margalef	13,042	6,237	2,835
Equitabilité	0,474	0,460	0,338



3.2.1. Indice de Simpson (D')

L'indice de Simpson (D'), est fondé sur la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard et indépendamment dans une même population appartiennent à la même espèce.

La station qui montre une diversité faible par rapport aux autres stations, est celle de Baniou (0,128), cette valeur signifie qu'on a une probabilité de près de 13 % ou plus proche pour rencontrer la même espèce. Une valeur de (0,015) est enregistrée à Boulila, où donc la diversité est plus importante que la station précédente.

La diversité la plus remarquable est enregistrée à la station de Bayadha, avec une valeur de (0,005), dont la probabilité de rencontrer la même espèce est d'environ 0,5% des deux individus choisis au hasard dans notre population.

3.2.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver (H')

D'après Bournaud et Keck (1980), l'indice de Shannon-Weaver présente l'intérêt écologique de fournir une indication globale de l'importance relative des différents taxons. Nous avons calculé pour chaque station l'indice de diversité H' puis nous les avons comparés.

Le plus faible indice de diversité (H') rencontré, est celui de la station de Bayadha (0,787 bits), et à moindre degré celle de la station de Boulila avec (1,292 bits), ceci dû au fait que certaines espèces ont une bonne représentation.

La valeur la plus élevée est enregistrée dans la station de Baniou (1,331 bits). Les valeurs des abondances des espèces recensées dans cette station sont plus ou moins proches, donc, montrent une très bonne représentation.

3.2.3. Indice de Margalef

Les résultats dans le tableau ci-dessus, montrent que la valeur maximale est enregistrée dans la station de Bayadha (13,042), présentent un peuplement bien diversifié où plusieurs taxons sont bien représentés, suivis par la station de Boulila où la diversité est moyenne avec un indice de 6,237. Tandis que la valeur minimale est notée dans la station de Bayadha avec seulement 2,835 signifie une diversité faible par rapport aux stations précédentes.



3.2.4. Indice d'Équitabilité de Piélou E

L'indice d'Équitabilité, définie par le rapport entre la diversité (H') et la diversité maximale (H_{\max}), varie d'une station à l'autre, entre un minimum de 0,338 enregistré à la station de Bayadha et un maximum de 0,474 noté à la station de Baniou. En effet, la plupart des valeurs sont proches de 0 que de 1, ce qui se traduit par une forte hétérogénéité dans la répartition des espèces. La station de Baniou montre une répartition des espèces de leurs populations la plus proche de l'homogénéité. D'une manière générale, H' et E augmentent d'une part avec le nombre d'espèces et d'autre part avec la régularité de la distribution de leur abondance ; autrement dit, un indice faible est une conséquence d'un faible nombre d'espèces et/ou de la dominance de certaines espèces. Ceci est semblable à notre cas dans la station Bayadha par exemple, où nous avons une faible richesse spécifique et une prédominance de l'espèce *Agabus* sp et l'espèce *Procloeon* sp.

3.3. Analyse qualitative et quantitative de la faune benthique

Le but de cette étude est de déterminer l'organisation spatiale, et la structure des communautés d'invertébrés benthiques des stations étudiés en fonction des caractéristiques environnementales.

Ce travail concerne 11 taxons d'insectes aquatiques appartenant à 4 ordres, les mieux connus en Afrique du Nord en général et en Algérie en particulier, sont les diptères, les coléoptères, les éphéméroptères et les hétéroptères.

3.3.1. Les coléoptères

Les Coléoptères sont les seuls insectes holométales 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, torrents, rivières à eau modérément courante et rivières à eau quasi-stagnante et riche en végétation (Tachet *et al*, 1980), ils sont bien adaptés au milieu aquatique (larves et adultes) et sont phylogénétiquement les plus primitifs.

Deux familles semi-aquatiques sont rencontrées en grand nombre au niveau du 1e mètre précédant le niveau d'eau. Il s'agit de la famille des Hydranidés et des Staphylinidés caractérisées par des espèces ayant une respiration aérienne. Parmi celles rencontrées dans l'eau, la famille des Dytiscidés, des Staphylinidés et celle des Hydraenidés sont majoritaires (Auber, 1976).



Les éléments appartenant à ce groupe peuplent préférentiellement les milieux de moyenne montagne et de piémont caractérisés par un courant rapide à modéré, un substrat à dominance de galets et température de l'eau relativement fraîche (Yasri, 2009). D'après Lounaci (1987), la végétation immergée, le substrat à granulométrie fine, la température de l'eau et les potentialités trophiques sont les facteurs de répartition les plus influents sur les éléments de ce groupe d'insectes.

Dans les stations étudiées, les Coléoptères constituent un groupe très diversifié, il occupe la deuxième place après les diptères, avec un total de 04 familles. Il compte 31 individus (soit environ 54% de la faune totale), répartis en 05 genres, C'est un groupe zoologique très important par sa diversité et sa richesse spécifique.

Si l'on considère la richesse taxonomique au niveau de chaque famille, les Dytiscidae sont les plus diversifiés avec 02 genres récoltés, qui sont *Agabus* et *Hydroglyphus*. Ils sont suivis par les Haliplidae, les Helophoridae et les Hydraenidae qui ne sont représentés que par un seul genre chacun.

La station qui contient le plus grand nombre de coléoptères est celle de Baniou avec 25 individus, suivie par la station de Bayadha avec 05 individus, et au dernier rang la station de Boulila, seulement avec 01 individu (Fig.6).

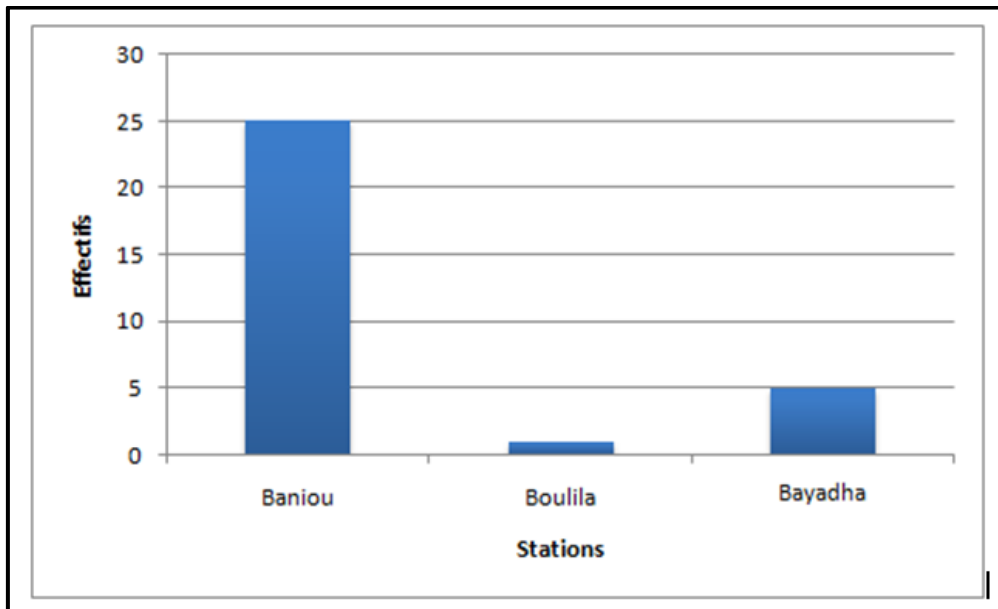


Figure 6: Abondance des Coléoptères dans les stations étudiées.



❖ La famille des Dytiscidae

Les Dytiscidae constituent un des groupes les plus importants des Coléoptères aquatiques, groupe d'ailleurs bien homogène, bien distinct notamment des autres Adepaga aquatiques que l'on réunit parfois à eux sous la commune dénomination d'Hydrocanthares. Ils affectionnent principalement les milieux à eau peu courante, coulant sur des fonds meubles (sable, limons, matières organiques) et riches en végétation aquatique (Macrophytes, Algues) (Haouchine, 2011).

Dans les cours d'eau étudiés, les Dytiscidae avec 08 individus (soit 13,79% des Coléoptères), occupent la deuxième place après les Helophoridae (soit 36,2 % des Coléoptères), c'est la famille la plus diversifiée parmi l'ordre des Coléoptères avec 2 genres, *Agabus* et *Hydroglyphus* (Fig.7) (Phot.9) (Phot.10).

Le genre *Agabus* est le genre le plus représenté au sein de cette famille, avec 7 individus par rapport au genre *Hydroglyphus* qui ne s'est représenté que par un seul individu. De plus, le genre *Agabus* marque sa présence dans toutes les stations visitées.



Photo 9: *Hydroglyphus geminus*.



Photo 10: *Agabus* sp.

❖ La famille des Helophoridae

Cette famille est représentée par un genre unique, le *Helophorus*, dont l'espèce est la *Helophorus* sp, cette dernière est la plus abondante dans la faune totale, il compte 21 individus (soit 36,2 % des Coléoptères). Il n'est présent que dans la station de Baniou (Fig.7) (Phot.11).



Photo 11: Helophorus sp.

❖ La famille des Hydraenidae

Les Hydraenidae sont généralement rhéophiles, peuplant les milieux à faciès lotique. Ils occupent les biotopes les plus diversifiés, aussi bien les eaux froides que les eaux chaudes de basse altitude et de plaine. La prédominance des Hydraenidae en haute altitude a été déjà établie par Berthelemy (1966) qui a clairement montré l'augmentation de ces communautés avec l'altitude. Selon Lounaci (2005), les Hydraena sont eurythermes et à large valence écologique.

Dans nos relevés, on compte 1 individu (soit près de 3% des Coléoptères), appartient au genre *Ochthebius* dont l'espèce identifiée est *Ochthebius impressus*, elle est présente au niveau de la station de Baniou (Fig.7) (Phot.12).



Photo 12: *Ochthebius impressus*.

❖ La famille des Haliplidae

Les Haliplidae sont très peu fréquents, ils comptent 1 individus (soit près de 3% des Coléoptères), répartis en un seul genre *Haliplus* représenté par l'espèce *Haliplus obliquus*, elle est rencontrée dans la station de Baniou (Fig.7) (Phot.13).



Photo 13: *Haliplus obliquus*.

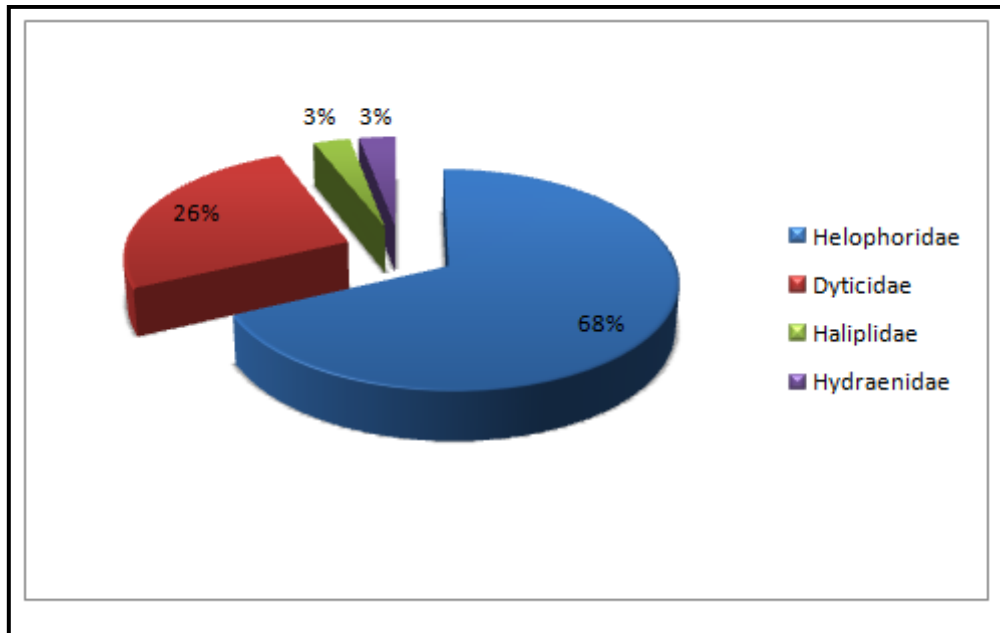


Figure 7: Abondance des différents taxons des Coléoptère dans les stations étudiées.

3.3.2. Les Diptères

Les Diptères constituent l'ordre le plus important après les Coléoptères. Ils se caractérisent par leur grande diversité tant sur le plan écologiques et biogéographique (Tachet et *al*, 2010), selon Moubayed (1986), les éléments de ce groupe d'insecte possèdent non seulement une large distribution altitudinale, mais aussi une grande capacité de coloniser divers biotopes pollués ou non pollués.

Le matériel biologique récolté est composé de larves, de nymphes et des adultes. L'ordre des diptères est le plus diversifié et riche en famille, comme le nombre à atteint 5 familles, ont été recensées à savoir Chironomidae, Ceratopogonidae, Dixidae, Culicidae, et Ephydriidae. Avec les 21 individus recensés, cet ordre occupe la deuxième place selon l'abondance, soit 36,2 % de la faune totale.

D'une manière générale, les Chironomini et les Tanypodinae, dominant dans les milieux stagnants ou les cours d'eau à courant lent. Au contraire les Tanytarsini et les Orthocladiinae (02 sous-familles de la famille Chironomidae), recherchent les eaux plus oxygénées donc à courant plus rapide (Diguingue, 1981). Les Diptères autres que les Chironomides et les Simuliides, à la taxonomie difficile, constituent un ensemble très mal connu parmi les invertébrés totalement ou partiellement aquatiques (Lounaci, 2005).



Les sous familles des Tanypodinae et Culicinae sont les plus dominantes, elles représentent plus de 61% des diptères récoltés.

La répartition des diptères dans les stations étudiées montre qu'ils sont présents dans toutes les stations mais avec des proportions inégales, la station d'Oued Boulila enregistre la plus grande fréquentation soit 76,19% des diptères, suivie par la station de Baniou avec 19,4%, et en dernière position la station de Bayadha dont l'abondance est très faible soit de 4,76% (Fig.8).

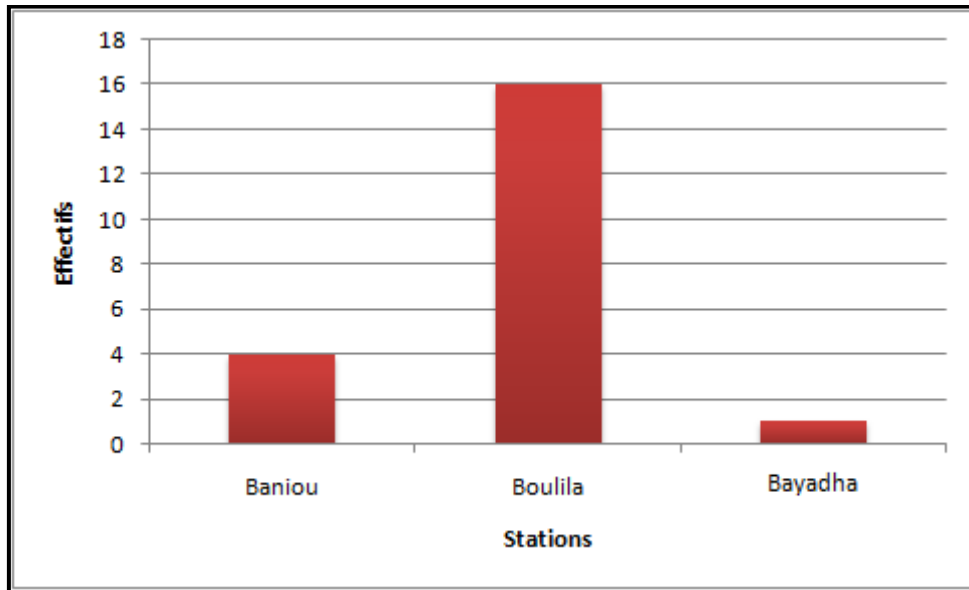


Figure 8: Abondance des Diptères dans les stations étudiées.

❖ La famille des Chironomidae

L'évolution stationnelle des diptères montre que les Chironomidae dominent sur le plan numérique. Ils représentent 42,85% des diptères, ces derniers dominent aussi sur le plan de la diversité taxonomique par le genre *Chironomus* et la sous famille des Tanypodinae.

Selon Ait-Mouloud (1988), la famille des Chironomidae se caractérise par une grande diversité écologique et biogéographique. Ils sont parmi les invertébrés benthiques les mieux représentés en nombre d'espèce et d'individus. Ils peuvent être relativement abondants dans les zones d'eau non polluées et atteindre des proportions considérables dans les milieux très riches en matière organique. En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des Chironomidae, qui est considérée tolérante à la pollution (Moisan, 2010).

La sous famille des Tanypodinae est bien représentée dans les cours d'eau visités, elle représente près de 33% de l'effectif total des diptères, de plus elle marque sa présence dans



toutes les stations, tandis que le genre *Chironomus* est faiblement représenté avec seulement 2 individus de l'espèce *Chironomus plumosus*, trouvées au niveau de la station de Boulila (Fig.9) (Phot.14) (Phot.15).



Photo 14: Tanypodinae (sous-famille).



Photo 15: *Chironomus plumosus*.

❖ La famille des Ceratopogonidae

Les Ceratopogonidae sont de minuscules insectes d'importance économique. Ils sont d'une nuisance importante pour l'homme et le bétail par ta transmission de nombreuses maladies. Ils ont également un rôle important en agriculture en intervenant dans la pollinisation des plantes cultivées (Cornet & Château, 1969) (Phot.16).



Photo16: Ceratopogoninae (sous-famille).



Deux individus de la sous famille des Ceratopogoninae sont récoltés au niveau de la station de Baniou (Fig.9).

❖ La famille des Culicidae

C'est la famille la plus abondante après la sous-famille des Tanypodinae, elle représente 28,57 % d'effectif total des diptères, 06 individus sont récoltés au niveau de la station de Boulila (Fig.9) (Phot.17).



Photo 17: Culicinae (sous-famille).

❖ Les autres familles

Les 02 autres familles de diptères sont peu abondantes, elles ne sont représentées que par 04 individus, soit 19,04 % du total des Diptères, la première est la famille des Dixidae représentée par l'espèce Dixella sp (01 individus à Boulila), la seconde est la famille des Ephydriidae représentée par l'espèce Ephydra sp, où 03 individus sont enregistrées au niveau de la station de Boulila (Fig.9) (Phot.18) (Phot.19).



Photo 18: Ephydra sp.



Photo 19: Dixella sp.

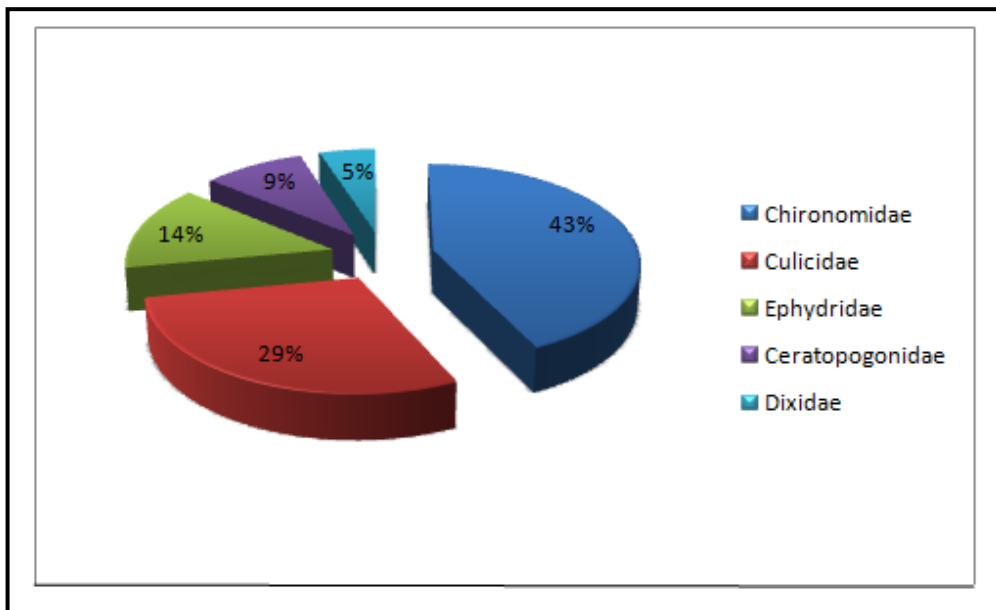


Figure 9: Abondance des différents taxons des Diptères dans les stations étudiées.



3.3.3. Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères sont presque totalement aquatiques, la longévité de l'adulte terrestre est très courte (de quelques minutes à quelques heures et exceptionnellement une semaine). Les œufs sont déposés dans l'eau ou sur des objets submergés et l'éclosion a lieu quelques semaines plus tard. Le nombre de mues est toutefois considérable (20 à 40) (Sanogo, 2014).

Les larves d'éphémères sont fragiles face à la pollution des eaux et sont parmi les premiers êtres vivants à disparaître lorsque les conditions du milieu sont modifiées par la pollution. Ils sont donc utilisés comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques (Aidoud & Goudjil, 2015).

Les éléments de ce groupe sont faiblement représentés dans nos prélèvements. Ils comptent 4 individus (soit 6,89% de la faune totale), répartis en une seule famille, les Batidae. Ceci est probablement dû à la fragilité de ce groupe face à la pollution des eaux (Fig.10).

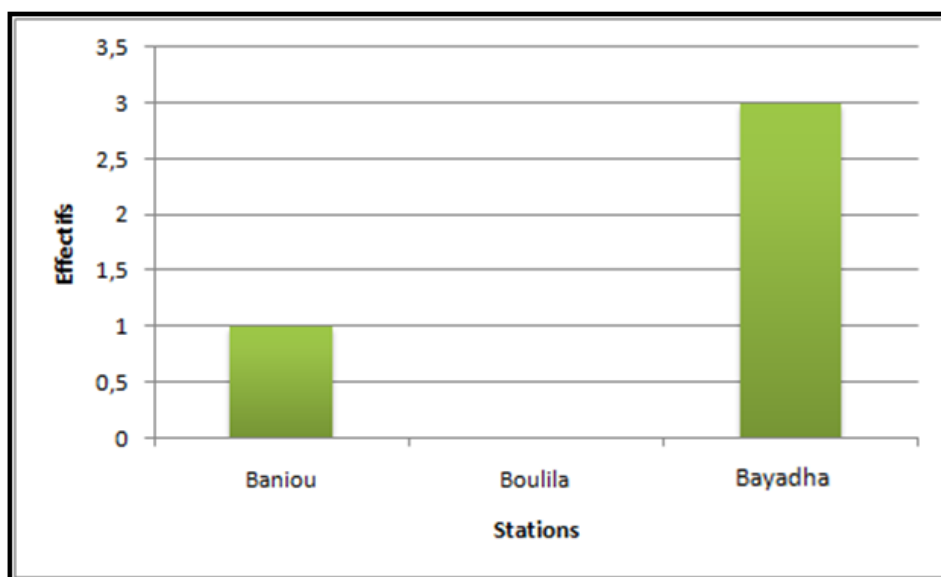


Figure 10: Abondance des Ephéméroptères dans les stations étudiées.



❖ La famille des Baetidae

Les Baetidés ont un corps aplati, des yeux composés latéro-dorsaux et des cerques franges de soies uniquement sur le bord interne. Ils sont munis de segments abdominaux à angles, postéro-externes droits. Les branchies sont en lamelle simple ou double. Les 4 genres constituant cette famille se différencient par la forme des lamelles branchiales et la longueur relative du paracerque par rapport aux cerques, ainsi que par l'emplacement des anneaux sombres sur les cerques.

Cette famille est représentée par le genre Procloeon. , ce dernier est représenté par l'espèce Procloeon sp, elle compte 4 individus (soit 100% des Hétéroptères et 6,89 de la faune totale). Les éléments de ce taxon sont récoltés dans 2 stations, 3 individus à Baniou et 1 individu à Bayadha (Photo.20) (Fig.11).



Photo 20: Procloeon sp.

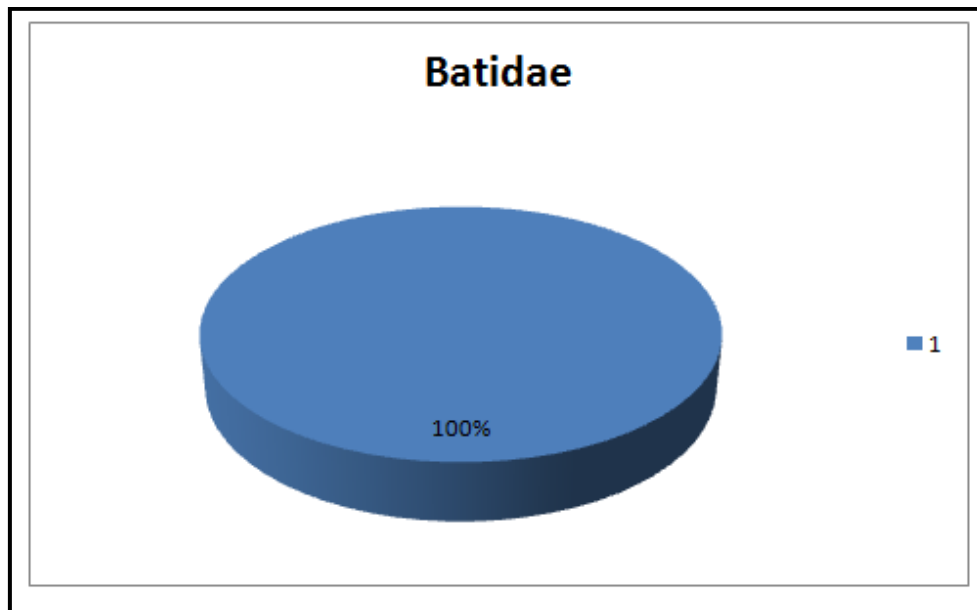


Figure 11: Abondance des différents taxons des Ephemeropteres dans les stations étudiées.

3.3.4. Les Héteroptères

D'après Poisson (1957), les Héteroptères aquatiques se rencontrent pratiquement en toute saison. Ils peuplent divers biotopes des milieux aquatiques : marécages, mares, ruisseaux et rivières. Ils s'observent aussi sur les rives des cours d'eau.

D'après Mebarki (2001), dans le Djurdjura, les Héteroptères se rencontrent dans les altitudes élevées (1600 m) et colonisent différents types de milieux. Les habitats abrités du courant des zones rhithrales des cours d'eau, les facies lentiques potamal. Quant aux milieux d'eau froide et à courant rapide, ils n'hébergent que très peu d'Héteroptères. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution (Moisan, 2010).

Les éléments de ce groupe sont faiblement représentés dans nos prélèvements. Ils comptent 2 individus (soit 3,44% de la faune totale), répartis en une seule famille, Corixidae, elle-même représentée par un genre unique, Sigara dont l'espèce est Sigara sp qui représente la présence totale des héteroptères (Fig.12).

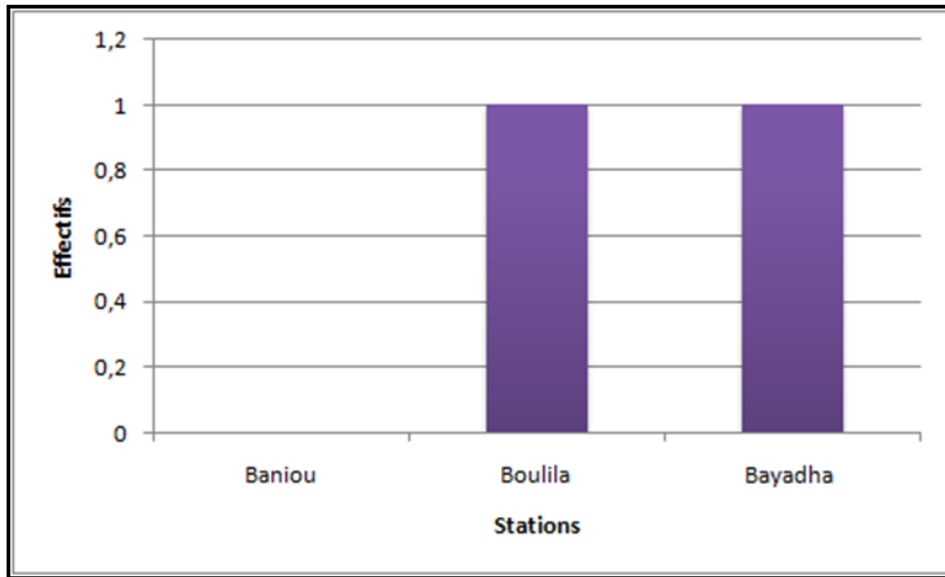


Figure 12: Abondance des Hétéroptères dans les stations étudiées.

❖ La famille des Corixidae

Elle est représentée par le genre *Sigara* avec seulement 2 individus (soit 100 % des Hétéroptères), ils sont récoltés dans 2 stations Boulila et Bayadha, un chacun (Photo.21) (Fig.13).



Photo 21: *Sigara* sp.

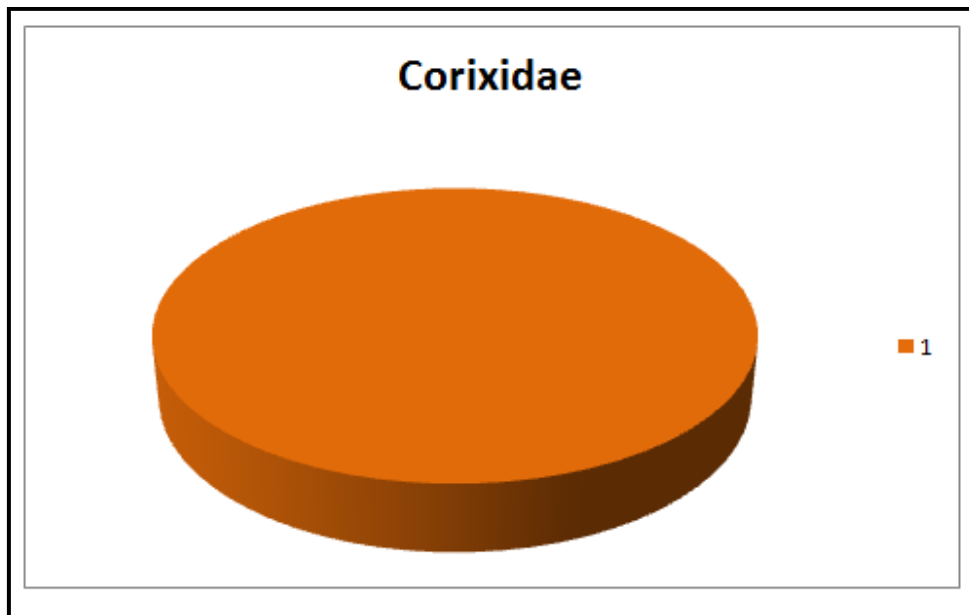


Figure 13: Abondance des différents taxons des Héteroïptères dans les stations étudiées.

3.4.AFC (Analyse Factorielle des Correspondances)

L'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) nous permet de représenter les positions de ces familles selon les paramètres dirigeant leurs répartitions dans la zone d'étude. La matrice de données élaborée comporte les stations en colonnes et les familles de lignes, le nombre de ligne est 13 et le nombre de colonnes est 03.

L'utilisation des classes a pour objectif également est de réduire l'effet de la disparité entre les abondances très élevées et celles très faibles des familles étudiées.

Le plan F1-F2 donne une bonne projection des données où les axes F1 et F2 présentent respectivement 77,81 % et 22,19% de l'inertie totale soit 60,10% de la variabilité totale de l'information traitée (Fig.14).

Les structures dessinées par les nuages de variables sont souvent très significatives et facilitent la mise en évidence des phénomènes et des facteurs écologiques. Le teste $\text{Khi}^2=427.330$, $\text{ddl}=66$ et $P<0,0001$, donc la dépendance entre les lignes et les colonnes sont significatives. Autrement dit, il y a une différence hautement significative entre les stations et la distribution des macroinvertébrés dans le Chott de Hodna.

La figure ci-dessous montre, l'effet spatial sur la répartition des taxons. L'axe F1 apparaitre les stations Boulila et Baniou en position positive ; et la station Bayadha en position négative.



L'axe F2 oppose la station Baniou en position positive, et en position négative, il y a les stations Boulila et Bayadha.

D'après les résultats de l'AFC on possède trois noyaux:

- **Noyau 1:**

Ce noyau englobe la station Boulila, avec les espèces suivantes : Sp indéterminé III, Ephydra sp, Dixella sp, Sp indéterminé II, Sp indéterminé I, et *Chironomus plumosus*.

- **Noyau 2:**

On remarque la distribution de la station Bayadha avec l'association des espèces suivantes: *Sigara sp*, *Hydroglyphus geminus*, *Proclleon sp* et *Agabus sp*.

- **Noyau 3:**

La distribution de la station Baniou est dans l'axe positif soit de F1 ou F2 réunies par les espèces suivantes: *Haliplus obliquus*, *Ochthebius impressus* et *Helophorus sp*.

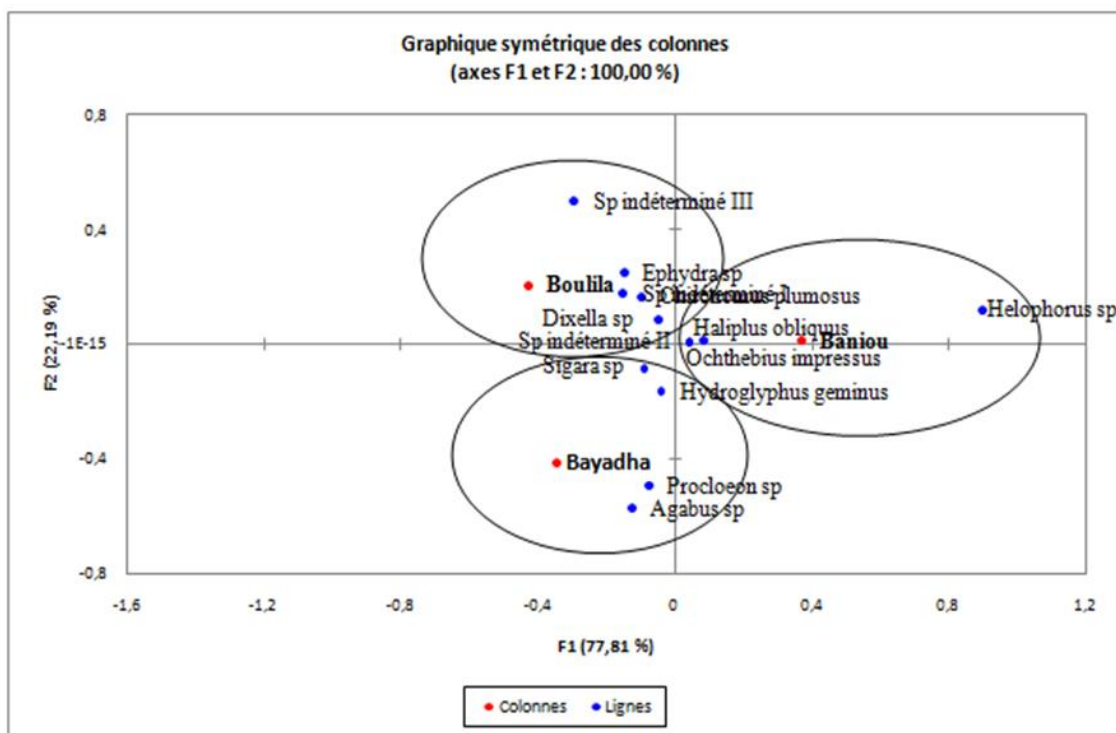


Figure 14: Analyse factorielle des correspondances réalisée sur les 3 stations.

Conclusion



Conclusion

Notre étude qui s'est étalée de Février jusqu'au mois de Mars de l'année 2020, a porté sur le suivi des macroinvertébrés de trois stations (Oueds) situées dans la région de M'sila: Oued Baniou situé à la municipalité de Maarif, Oued Boulila qui appartient à la commune de Chellal et Oued Bayadha localisé au niveau de la municipalité d'Ouled Mhadi.

La faune invertébrée a été échantillonnée avec un matériel assez simple (une tasse et des seaux), et la qualité physico chimique de l'eau a été mesurée avec un instrument multi paramètre de terrain pour évaluer des paramètres tels que la température, le pH, et la conductivité.

Globalement, la faune invertébrée recensée est composée de quatre ordres (les Coléoptères, les Diptères, les Ephéméroptères et les Hétéroptères), 11 familles taxonomiques et 13 genres. Cette faune aquatique est constituée de 58 individus dont les Coléoptères sont majoritaires avec 54%, suivis en ordre décroissant d'abondance par : les Diptères 36%, les Ephéméroptères 7% et les Hétéroptères 3%. Sur l'ensemble, dix espèce ont été identifiés, cependant, 3 espèces restent encore indéterminées sur le plan taxonomique au vue de l'absence de description suffisantes dans les clés et références utilisées ainsi qu'également à la durée relativement courte allouée à cet étude.

L'effectif du peuplement benthique a montré que les Ephéméroptères sont présent dans les stations de Baniou et Bayadha. Elles sont un groupe sensible à la pollution et sont les premières à disparaître ce qui prouve la bonne qualité des eaux et la bonne santé de ces deux Oueds. Au contraire, au niveau de la station de Boulila, on observe l'effectif le plus élevé de Diptères (16 individus). Parmi ces Diptères les chironomidés représentent un effectif de 6 à Boulila alors qu'ils ne sont que de 2 individus à Baniou et 1 individu à la station de Bayadha, il est connu dans la bibliographie que ce groupe est tolérant à la pollution et sont des filtreurs qui se nourrissent de microorganismes végétaux ou animaux et de débris organiques. Ce fait prouve la mauvaise qualité de l'eau au niveau d'Oued Boulila.

De par leur richesse biologique, les zones humides (Oueds) constituent un patrimoine naturel exceptionnel. Elles constituent des réservoirs d'eau potable, les végétaux et les macroinvertébrés qui s'y développent consomment de la matière organique et filtrent ainsi une partie de la pollution. Malheureusement, aujourd'hui ces plans d'eau sont menacés et tendent à disparaître peu à peu, sous l'effet de plusieurs facteurs tels que l'intensification



agricole (Assèchement par prélèvements d'eau pour l'irrigation), l'urbanisation, la pollution chimique (eutrophisation), l'introduction d'espèces invasives et la chasse.

Il est aujourd'hui, urgent de mettre en place des mesures pour protéger la valeur exceptionnelle de ces milieux en termes de biodiversité, d'héritage culturel et de services écosystémiques. Aussi, une campagne de sensibilisation auprès du public doit être menée en collaboration avec les autorités locales afin d'inventorier et de conserver ces écosystèmes dont l'importance est primordiale.

Références bibliographiques



Références bibliographiques

- **Abba, E. 2006.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux d'un écosystème aquatique du Moyen Atlas: Dayet Aoua. Mémoire d'Etudes Supérieures Approfondies. Université Ibn Tofail. Maroc, 76p.
- **Abdi, S. 2017.** Structure et écologie des canards plongeurs (Anatidés) dans les zones humides Guerbes-Sanhadja (wilaya de Skikda, Nord-Est de l'Algérie). Thèse de Doctorat. Université Mohamed Chérif Messaadia de Souk Ahras, p101.
- **Aidoud, M & Goudjil, A. 2015.** Structure des communautés de macroinvertébrés de la moyenne Seybouse. Mémoire de Master. Université de Guelma, 74p
- **Ait-Mouloud, S. 1988.** Essais de recherche sur la dérive des macroinvertébrés dans l'Oued Aissi : faunistique, Ecologie et biogéographie. Thèse de Magister. U.S.T.H.B. Alger, 118p.
- **Auber, L. 1976.** Atlas des Coléoptères de France. Deux tomes. 4ème édition. Société nouvelle des Editions Boubée. Paris, 535p.
- **Barbault, R, 1995.** Ecologie des peuplements, structure et dynamique de la biodiversité. 2ème Edition- Masson. Paris – Milan – Barcelone, P. 15-19.
- **Ben Moussa, A & Chahlaoui, A & Rour, E. & Chahboune, M. 2014.** Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued Khoumane. Moulay Idriss Zerhoun. Maroc. Journal of Materials and Environmental Science. 5(1), 183-198.
- **Bendahmane, I. 2015.** Ecologie de la reproduction des oiseaux d'eau à Dayet el-Ferd. Thèse de Doctorat. Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen, 83p.
- **Berthelemy, C. 1966.** Recherches écologiques et biogéographiques sur les Plécoptères et Coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. Anns Limnol., 2(2) : 227-458.
- **Blondel, J. 1979.** Biogéographie et écologie. Masson. Paris, 173p.
- **Boissonneault, y. 2006.** Le suivi écologique des rivières au Québec, comparaison des bio-indicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques. Mémoire de Maîtrise. Université des Trois Rivières. Québec, 137p.
- **Bouhala, Z. 2012.** Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued Charef (Oued Seybousse). Mémoire de Magister. Université de Guelma, 129p.



- **Boulinier, T & Nichols, J.D & Sauer, J.R & Hines J.E. & Pollock, K.H .1998.** Estimating species richness: the importance of heterogeneity in species detectability. The Ecological Society of America, 1018p.
- **Bournaud, M. & Keck, G. 1980.** Diversité spécifique et structure des peuplements de macro-invertébrés benthiques au long d'un cours d'eau : le Furans (Ain). Acta Oecologica, Oecologicageneralis. 1 (2) : 131-150.
- **Brenda, X. 2008.** Etude conjuguée géochimique/hydrologique des relations nappe-rivière dans une zone humide: cas de la zone humide alluviale de Monbéqui. Thèse de Doctorat. Université de ToulouseIII de France, 215p.
- **Cornet, M & Château, R. 1969.** Les Culicidés de l'Ouest africain (2e note). Espèces apparentées à c. *Similis Carter, Ingram & Macfie, 1920* (Diptera, Ceratopogonidae). Cah. OR.S TOM., ser. Ent. med. Parasitol., 12 : 221-230.
- **Dajoz, R. 2006.** Précis d'Ecologie. Dunod. Paris, 640p.
- **Dajoz, R. 1971.** Précis d'écologie. Dunod. Paris, 434p.
- **Dajoz, R. 2008.** La biodiversité « l'avenir de la planète et de l'homme ». Ellipses. Paris, 302p.
- **Diguingue, D. 2001.** Etude des macroinvertébrés benthiques et de l'alimentation d'espèces de poissons en relation avec le rétrécissement saisonnier de la superficie d'eau du lac de barrage de la Comoe. Thèse d'Ingénieur. Université Polytechnique de Bobo Dioulasso (U.P.B) de Burkina Faso, 83p.
- **Dynesius, M. & Nilsson, C. 1994.** Fragmentation and flow regulation of river systems in the northeast third of the world. Science. 266 : 753-282.
- **Firmignac, F & Lascaux, J. 2008.** Analyse des peuplements de macroinvertébrés benthiques sur les stations à Moules perlières (*Margaritifera margaritifera*) du Cousin. ECOCEA de Toulouse, 108p.
- **Fouzari, A. 2009.** Contribution à l'étude des macroinvertébrés d'Oued Seybouse ; Diptera, Coleoptera et Gasteropoda. Mémoire de Magistère. Université de Guelma, 208p.
- **François, R. 2008.** Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod. Paris, p726.
- **Frontier, S. 1983.** Stratégie d'échantillonnage en écologie. Masson. Paris. (n°17), 494p.
- **Grall, J. & Hily, C. 2003.** Traitement de données stationnelles (Faune). Robert. FT 10(1). Doc.



- **György, K. 2014.** Freshwater Invertebrates in Central Europe, Springer Dordrecht Heidelberg. London New York, 411p.
- **Haouchine, S. 2011.** Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie. Thèse de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 116p.
- **Hecker, N & Costa, L.T & Farinha, J.C et Tomas V. 1996.** Inventaire des zones humides méditerranéennes: collecte des données publication MedWet/WetlandsInternattional/ Instituto da Conservação da Natureza. Volume II. 99 p.
- **Houmeur, Z & Bendada, M. 2016.** Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Bouhamdane. Thèse de Master. Université 8 Mai 1945 de Guelma, 75p.
- **Kais Boumediene, H. 2014.** Suivi et évaluation de la structure écologique et biodiversitaire infralittorale de la zone côtière Oranaise. Thèse de Doctorat. Université Ahmed Ben Bella d'Oran, 227p.
- **Legendre, L & Legendre, P. 1979.** Ecologie numérique, le traitement multiple des données écologiques. 2ème Edition Masson. Paris, 206p.
- **Lounaci, A. 1987.** Recherches hydro biologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse de Magister, Université d'Alger, 133p.
- **Lounaci, A. 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie).Thèse de Doctorat d'état en Biologie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 208p.
- **mddp. 2008.** Guide de la surveillance biologique basée sur les macros-invertébrées benthiques d'eau douce du Québec- cours d'eau peu profond à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement. mddep, 86p.
- **Mebarki, M. 2001.** Etude hydro biologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, Oued Sébaou et Oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques. Thèse de Magistère. U.M.M.T.O, 178p.
- **Mimeche, F. 2014.** Ecologie du Barbeau de l'Algérie, *Luciobarbus callensis* (Valenciennes, 1842) (Pisces : Cyprinidae) dans le barrage d'el K'sob (M'Sila). Thèse Doctorat. Ecole National Supérieure d'Agronomie. El-Harrach, Alger, 80p.
- **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. Québec de Canada. 86p.

- **Moisan, J. 2010.** Photos d'accompagnement au Guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement. Ministère du développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 67p
- **Moubayed, Z. 1986.** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la zoogéographie de trois réseaux hydrographiques du Liban: l'Assi, le Litani et le Beyrouth. Thèse de Doctorat es Sciences. Université Paul Sabatier, Toulouse, 496p.
- **Neil, C & Jane, R. 2004.** Biologie 2ème édition. Epril. Québec, 1364p.
- **Nisbet, M. & Vernaux, J. 1970.** Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annls. Limnol.* 6 : 161-190.
- **Oscoz, J & Galicia, D & Miranda F. 2011.** Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain. Springer Dordrecht Heidelberg. London New York, 176p.
- **Ouali, H. 2015.** Les mares temporaires de Kabylie au printemps, caractérisation physico-chimique et inventaire des macroinvertébrés. Thèse de Master. Université Mira Abderrahmane de Bejaia, 43p.
- **Oudihat, K. 2011.** Ecologie et structure des Anatidés de la zone humide de Dayet El Ferd (Tlemcen). Mémoire de Magister en Ecologie et Biologie des populations. Université Abou-BekrBelkaid de Tlemcen, p92.
- **Poisson, R. 1957.** Hémiptères aquatiques. Faune de France. 61 : 1-263.
- **Ramade, F. 1984.** Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale. Mc Graw-Hill. Paris, 379 p.
- **Raven, P & Berg, L & Hassenzahl, D. 2009.** Environnement, de boeck. Bruxelles, 687p.
- **Saifouni, A. 2009.** État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.). El Harrach d'Alger. p250.
- **Sanogo, S. 2014.** Inventaire des macroinvertébrés de différents plans d'eau du bassin de la Volta en vue de l'identification des taxons bio indicateurs dans un continuum barrage hydroagricole-effluent-fleuve au Burkina Faso. Thèse de Doctorat. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso de Burkina Faso, 157p.
- **Satha, H. 2014.** Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de Master. Université de Guelma, 111p.



- **Tachet, H & Bournaud M & Richoux, PH. 1980.** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique). Association française de limnologie, 150p.
- **Tachet, H & Richoux, P & Bournaud, M & Usseglio-Polatera, P. 2000.** Invertébrés d'eau douce : Systématique, Biologie, écologie. CNRS Editions. Paris. France, 588p.
- **Tachet, H & Richoux, P & Bournaud, M & Usseglio-polatera, P. 2010.** Invertébrés d'eau douce. Systématique, biologie, écologie. CNRS EDITIONS. Paris, 606p.
- **Tenkiano, N. 2017.** Macroinvertébrés benthiques et Hyphomycètes aquatiques : diversité et implication dans le fonctionnement éco-systémique des cours d'eau de Guinée. Thèse de Doctorat. Université de Toulouse, 226p.
- **Thioulouse, J & CHessel, D & Doledec, S et Olivier J.M. 1997.** ADE.4: A multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and computing*, 7: 75 – 83.
- **Yasri, N. 2009.** Diversité, écologie et biogéographie des macroinvertébrés de quelques affluents du Mazafran. Thèse de Magister. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene. Alger, 96 p.

ملخص

للمساهمة في معرفة النوعية البيولوجية والفيزيوكيميائية و كذا الحفاظ على التنوع البيولوجي للحيوانات في الأراضي الرطبة (شط الحضنة) ، و في ظل تأثير العوامل البيئية ، بدأت دراسة حيوانية للافقاريات الكبيرة من فيفري إلى مارس لسنة 2020 على المحطات الموزعة على طول ثلاث وديان: واد بانيو ، واد بوليلة ، ووادي بياضة. سمحت لنا الدراسة الحيوانية بتحديد ما مجموعه 58 فردًا مقسمين إلى 13 نوعًا و 11 عائلة تنتمي إلى 4 رتب: غمدية الأجنحة ، ثنائيات الأجنحة ، زائدات الأجنحة و نصفيات الأجنحة. أكثر المجموعات تمثيلا هي غمدية الأجنحة و ثنائيات الأجنحة حيث يظهر تعداد السكان القاعي أن هذه الأخيرة هي المسيطرة. التنوع الأكثر بروزًا تم تسجيله بمحطة بياضة ، حيث يعد احتمال إيجاد نفس النوع منخفضًا جدًا مقارنة بالمحطات الأخرى. تم إجراء التحليل الإحصائي للعوامل الجزئية لدراسة الاختلافات المكانية لسكان القاع في الأنهار المختلفة التي تمت دراستها ، والتي أظهرت تأثيرها بالنشاط البشري بشكل واضح.

Résumé

Pour contribuer à la connaissance de la qualité biologique et physico-chimique et à la conservation de la biodiversité faunistique des zones humides (Chott de Hodna), sous l'impact des paramètres environnementaux, une étude faunistique des macroinvertébrés a été entamée depuis Février au Mars de l'année 2020 sur des stations réparties le long des 3 oueds : Oued Baniou, Oued Boulila et Oued Bayadha. L'étude faunistique nous a permis de recenser un total de 58 individus répartis en 13 espèces et 11 familles qui appartenant à 4 ordres : les Coléoptères, les Diptères, les Ephéméroptères et les Hétéroptères. Les groupes les mieux représentés sont les Diptères, et les Coléoptères où l'effectif du peuplement benthique montre que ces derniers sont nettement dominants. La diversité la plus remarquable est enregistrée à la station de Bayadha, dont la probabilité de rencontrer la même espèce est très faible par rapport aux autres stations. Une AFC a été effectuée pour l'étude des variations spatiales de la population benthique dans les différents cours d'eau étudiés, cette dernière qui est clairement affectée par l'activité anthropique.

Abstract

To contribute to the knowledge of the biological and physicochemical quality and to the conservation of the fauna biodiversity of wetlands (Hodna Chott), under the impact of environmental parameters, a faunistic study of macroinvertebrates has been initiated from February to March. Of the year 2020 on stations distributed along the 3 Oueds: Oued Baniou, Oued Boulila and Oued Bayadha. The faunistic study allowed us to identify a total of 58 individuals divided into 13 species and 11 families belonging to 4 orders: Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera and Heteroptera. The best represented groups are the Diptera, and the Coleoptera, where the size of the benthic population shows that the latter are clearly dominant. The most remarkable diversity is recorded at the Bayadha station, whose probability of encountering the same species is very low compared to other stations. An AFC was carried out to study the spatial variations of the benthic population in the different rivers studied, the latter which is clearly affected by human activity.