

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA



FACULTE DES SCIENCES EXACTES
ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
Département Des Sciences Agronomiques

Thèse Présentée pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT 3^{ème} Cycle (LMD)

Spécialité : Science Agronomique

Option : Protection des végétaux

THEME

Les Macro-Invertébrés Benthiques dans l'Oued El Abiod (Est Algérien). Inventaire, diversité, abondance, variation spatial et valeurs de tolérance.

Présenté Par M^{elle} Samia BOUDRARI

Soutenue le : 03/03/2022

Devant le jury composé de :

Noms & Prénoms	Grade	Etablissement	Qualité
GUIMEUR Kamel	MCA	Université de Biskra	Président
MEHAOUA Mohamed Seghir	Pr.	Université de Biskra	Directeur de thèse
MIMECHE Fateh	Pr	Université de M'Sila	Co-Directeur de thèse
HADJAB Ayoub	MCA	Université de Biskra	Examineur
BENSALAH Med Kamel	MRA	CRSTRA- Biskra	Examineur

Année Universitaire : 2021-2022

DÉDICACES

A l'homme, mon précieux offre du dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher père Akli.

A la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: mon adorable mère Zina.

A mon oncle Mourad qui m'a aidé ceci est ma profonde gratitude pour ton éternel amour, que cette thèse soit le meilleur cadeau que je puisse t'offrir.

À Yacine qui est toujours a côté de moi qui n'a pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

À mes frères Nouredin et Abdelkader et mon frere khaled paix a son ame
À mes sœur Djamila Habiba et Kahina

À mes belle-sœur Amel et Hanane et leurs enfants khaled, selma, yacine et bilhel
Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A mes fleurs Sabrina et Afaf qui sont toujours à côté de moi depuis l'enfance
A mes grands-parents, mes oncles et mes tantes. Que Dieu leur donne une longue et joyeuse vie.

A tous les cousins, les voisins et les amis que j'ai connu jusqu'à maintenant.
Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Je dédie ce modeste travail
Boudrari Samia

REMERCIEMENTS

Dans cet itinéraire de la reconnaissance, que ceux et celles qui m'ont aidé à réaliser ce travail trouvent ici l'expression de mes remerciements les plus sincères.

J'exprime mes profonds remerciements à mes directeurs de thèse, mes enseignants **Professeur Mehaoua Mohamed Seghir (université de Biskra)** et **Professeur Mimeche Fateh (Université de M'Sila)** qui m'ont accordé l'honneur de diriger ce travail, pour leur précieuse aide, leur encouragements et leur conseils et pour l'aide compétente qu'ils m'ont apporté, pour leur patience et leur encouragement à finir ce travail. Leur œil critique m'a été très précieux pour structurer le travail et pour améliorer la qualité des différentes parties.

Je glorifie en premier dieu qui m'a guidé tout au long de ce chemin
J'exprime également ma reconnaissance au **Dr. Guimer Kamel (MCA)** à l'université de Biskra, qui a accepté de présider ce jury. J'exprime ma profonde gratitude à **Dr. Hadjeb Ayoub (MCA)** à l'université de Biskra et **Dr. Bensalah Mohamed Kamel (MRA)** à CRSTRA- Biskra, pour avoir accepté d'examiner cette thèse qu'ils trouvent ici l'expression de mon profond respect.

Je ne saurais remercier autant **Yacine Boubaiche** pour le soutien et toutes les bonnes paroles pendant ces longues années d'études.

Mes sincères remerciements à tous les postulants au Doctorat, aux enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie et laboratoire de Génétique, biotechnologie et valorisation des bio-ressources - université de Biskra, pour leurs aides et encouragements.

En terminant ce travail, il m'est un agréable devoir de saluer et de remercier sincèrement tous ceux qui, de près ou de loin, ont permis la réalisation de ce travail en apportant une contribution sous une forme ou une autre.

Que ceux et celles que j'ai oublié de mentionner, excusent cette inattention de hâte.

Samia Boudrar J

Liste des figures

Figure 1 : Les differents types d'échantillonneurs des invertébrés	11
Figure 2 : Situation géographique de la wilaya de Batna.....	27
Figure 3 : Situation géographique de la wilaya de Biskra source :	28
Figure 4 : Les variations mensuelles d'humidité et vitesse des vents de Biskra (A) 2018 (B) 2019.....	35
Figure 5 : Les variations mensuelles d'humidité et vitesse des vents de Batna (A) 2018 (B) 2019.....	35
Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région Batna(A) et Biskra (B) durant les dix dernières années d'études (2009-2019).....	37
Figure 7 : Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la wilaya de Batna (A) et Biskra (B) de 1991 à 2020.....	38
Figure 8 : Situation des régions de Batna et Biskra dans le climagramme d'Emberger.	40
Figure 9 : Localisation et situation du bassin versant de l'oued Abiod dans le réseau hydrique.	41
Figure 10 : Les stations d'étude dans l'Oued El Abiod	43
Figure 11 : Les moyennes d'altitude des six stations d'étude.	44
Figure 12 : Description d'habitat des six stations de l'Oued El Abiod.....	47
Figure 13 : L'appareil multi-paramètres pour mesurer les paramètres physico-chimiques.	49
Figure 14 : Le tri (A) et la conservation (B) des macro-invertébrés dans des tubes à essai étiquetés et remplis d'éthanol de 90°.....	53
Figure 15 : Une loupe binoculaire utilisée pour identifier les macro-invertébrés récoltés dans les six stations de l'oued Abiod.	53
Figure 16 : Les moyennes (A) et répartitions spatiales de la température de l'air (B) et la température d'eau (B) et dans les six stations de l'Oued El Abiod.....	64
Figure 17 : Les moyennes (A) et répartitions spatiales de pH de l'eau dans les six stations de l'oued Abiod.....	66
Figure 18 : Les moyennes (A) et répartitions spatiales (B) de la conductivité électrique dans les six stations de l'oued Abiod.....	68
Figure 19 : La variation de la moyenne de la salinité dans les six stations de l'oued Abiod...	69
Figure 20 : Les moyennes (A) et répartitions (B) de la profondeur dans les six stations de l'oued Abiod.....	70
Figure 21 : Les moyennes (A) et répartitions (B) de la vitesse courante dans les six stations de l'Oued El Abiod.	71

Figure 22: L'abondance relative des ordres recoltés dans les six stations du l'oued abiod. ...	72
Figure 23: Richesse taxonomique des différentes stations étudiées.....	73
Figure 24: La distribution d'abondance par ordre de la faune benthique au niveau des six stations.....	74
Figure 25: La proportion de chaque ordre au niveau des six stations.	74
Figure 26 : Les indices de diversité -nombre des individus, indice de Schannon, Equitabilité et l'indice de Simpson (SRI), Ratio N/S et Ratio Sri/S.....	78
Figure 27: Pourcentages des familles de la classe des insectes.....	79
Figure 28: L'abondance (A) et la répartition (B) et (C) des diptères dans les six stations d'étude.....	81
Figure 29: L'abondance des Trichoptères dans les six stations d'étude.	85
Figure 30 : La répartition (A) et (B) des Trichoptères dans les six stations d'étude.....	86
Figure 31: L'abondance des Coleoptères dans les six stations d'étude.....	89
Figure 32: La répartition(A) et (B) des Coleoptères dans les six stations d'étude.	90
Figure 33: L'abondance des éphéméroptères dans les six stations d'étude.....	93
Figure 34: La répartition (A) et (B) des Ephéméroptères dans les six stations d'étude.	94
Figure 35: L'abondance des Hémiptères dans les six stations d'étude.	97
Figure 36: La répartition(A) et (B) des Hémiptères dans les six stations d'étude.	98
Figure 37: La répartition des Annelides dans les six stations d'étude.	99
Figure 38: L'abondance (A) et la répartition (B) des Annelides dans les six stations d'étude.	102
Figure 39: L'abondance des Gastéropodes dans les six stations d'étude l'Oued El Abiod.	104
Figure 40: La répartition (A) et (B) gastéropodes dans les six stations d'étude.	105
Figure 41: Les quatre indices utilisés pour évaluer la qualité biologique du l'Oued El Abiod.....	112
Figure 42 : Projection des paramètres physico-chimiques analysés dans l'eau des 6	114

Liste des tableaux

Tableau 1: Donnees climatiques enregistrees a Batna et a Biskra.	30
Tableau 2: Moyenne de precipitations et temperatures de Batna et a Biskra de 2009 a 2019	36
Tableau 3: Moyenne de precipitations et temperatures de Batna et a Biskra de 2009 a2019.	37
Tableau 4: Les donnees meteorologiques des periodes periode de2009a 2019.....	39
Tableau 5: Les donnees meteorologiques des periodes periode de 1991a 2020.....	39
Tableau 6 : Les criteres de zonations des cours d'eau selon l'attitude et la pente.	42
Tableau 7: Guide de la taille des particules du substrat fluvial.....	45
Tableau 8: Caracteristiques des stations prospectees a l'oued el Abiod.....	48
Tableau 9: Norme d'interpretation.....	50
Tableau 10: La relation existante entre la mineralisation et la conductivite.....	50
Tableau 11: Normes d'interpretation des valeurs de la salinite d'eau.	50
Tableau 12: classe de vitesse du courant selon l'echelle de berg.	51
Tableau 13: Qualite de l'eau associee a l'indice d'Hilsenhoff fbi.....	58
Tableau 14: Qualite de l'eau associee a l'indice BMWP.....	58
Tableau 15: Qualite de l'eau associee a l'indice ASPT.	59
Tableau 16: Qes valeurs de l'indice biologique global normalise (IBGN)	60
Tableau 17: Qualite physico-chimiques de l'eau des six stations dans l'oued abiod.	62
Tableau 18: Frequences d'occurrence des taxons recoltes dans l'Oued El Abiod.	76
Tableau 19: Les indices de diversite de la macro invertebres dans les six stations de l'Oued El' Abiod.	78
Tableau 20: Résultats de la qualite biologique du l'oued abiod en utilisant l'indice fbi.	107
Tableau 21: Résultats de l'evluation de la qualite biologique de l'oued abiod en utilisant l'indice BMWP.	109
Tableau 22: Résultats de l'evluation de la qualite biologique du l'Oued El Abiod en utilisant l'indice ASPT.....	110
Tableau 23: Résultats de la qualite biologique en utilisant l'indice biologique global normalise (IBGN).	110
Tableau 24: Matrice de correlation pearson des differents parametres dans les 06 stations.	112
Tableau 25: Valeurs propres des differents axes.....	114
Tableau 26: Correlation entre les parametres physicochimiques et les groupes zoologique.	117

Liste des abréviations

OMS	Organisation internationale de la santé
Pa	Pression d'air
Pr	Précipitation
C°	Degré Celsius
Q	Quotient pluvio-thermique d'Emberger.
K	Température en kelvin
Lat	Latitude
Long	longitude
St	Station
Pr	profondeur
Alt	Altitude
Vit	Vitesse courante
Bl	Bloc
Alg	algue
Sa	Sable
Da	Dales
Rif	Rifle
Cou	courir
Lar	Largeur
végé	végétation
Pi	Piscine
Her	Herbacé
Ar	Argile
Gr	Gravier
Sub	Substrat
pH	Potentiel d'hydrogène
Cu	Conductivité électrique
T	température
F%	Fréquence relative
Ar	Abondance
S	Richesse spécifique
Fi%	Fréquence occurrence
H'	Indice de Shannon-Wiener
E	Indice d'Equitabilité de Piélou

D'	Indice de Simpson
FBI	L'indice d'Hilsenhoff ou Indice biotique des Familles
BMWP	L'indice anglais BMWP (Biological Monitoring Working Party)
ASPT	L'indice multimétrique ASPT(Average score per taxon)
I.B.G.N	.L'Indice Biologique Générale Normalisé
GI	-Le groupe faunistique indicateur
Σt	classe de variété taxonomique » (Σt)
ANOVA	Analyse de variance
(n)	Corrélation de Pearson (n)
ACP	L'analyse des composantes principales
AFC	Analyse factorielle des correspondances
ACC	La corrélation (ACC)

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I : Généralité sur les macro-invertébrées	
I-1 .LES MACRO-INVERTEBRES BENTHIQUES DES EAUX DOUCES (DULÇAQUATIQUE).....	9
I-2- L'HABITAT DES MACROS INVERTEBRES BENTHIQUES.....	9
I-3. TECHNIQUES D'ECHANTILLONNAGE ET D'ANALYSE.....	10
I-3-1.LES DIFFERENTS TYPE D'ECHANTILLONNAGE D'INVERTEBRES DANS LES COURS D'EAU.....	10
I-4.L'INTERET DES INVERTEBRES.....	12
I-4-1.LA VALEUR CULTUREL	12
I-4-2.LA VALEUR ECONOMIQUE	12
I-4-3.LA VALEUR ECOLOGIQUE	13
I-4-4. LA VALEUR SCIENTIFIQUE ET MEDICOVETERINAIRE.....	14
I-4-5. LA VALEUR PHARMACEUTIQUE.....	15
I-4-6.LA VALEUR EN L'ENTOMOLOGIE MEDICOLEGALE	15
I-5.LES FACTEURS QUI INFLUENCENT LES MACRO- INVERTEBRES.....	16
I-5-1.Les facteurs abiotique	16
I-5-2.Les facteurs biotique	16
I-5-1.LES PERTURBATIONS PHYSIQUES	18
I-5-1-1.Les solides en suspension	18
I-5-1-2. Les pressions anthropiques et la sédimentation.....	18
I-5-1-3.Elémenation des branches et les arbres tombés.....	19
I-5-1-4.Enlevement la végétation riveraine	19
I-5-2.Les perturbations chimiques	20
I-6. NOTION DE L'INDICATION BIOLOGIQUE.....	21
I-7.LES INVERTEBRES D'EAU DOUCE COMME BIO-INDICATEURS DE POLLUTION	22
I-8.LES INDICES BIOTIQUES.....	23
PRESENTATION GENERALE DE LA REGION D'ETUDE.....	26
II-1.LIMITES GEOGRAPHIQUES DE LA REGION D'ETUDE.....	26

II. Présentation générale de la région d'étude

II-1-1. LIMITES GEOGRAPHIQUES DE LA WILLAYA BATNA.....	26
II-1-2. LES LIMITES GEOGRAPHIQUES DE LA WILAYA DE BISKRA	27
II-2. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE.....	28
II-2-1. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE BATNA	28
II-2-2. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE BISKRA	29
Oued Djedi	29
Oued Biskra.....	29
Oued El Arab.....	30
II-3. CLIMAT ET PRECIPITATION :.....	30
II-3-1. DONNEES CLIMATIQUES	30
II-3-1-1. Les températures moyennes mensuelles et annuelles.....	32
II-3-1-2. Les précipitations	32
II-3-1-3. L'humidité relative de l'air	33
II-3-1-3-1. L'humidité relative de l'air de la willaya de Batna.....	33
II-3-1-3-2. L'humidité relative de l'air de la willaya de Biskra	34
II-3-1-4. Les vents.....	34
II-3-1-4-1. Les vents de la willaya de Biskra.....	34
II-3-1-4-2. Les vents de la willaya de Batna.....	34
II-3-2. SYNTHESE BIOCLIMATIQUE	35
II-3-2-1. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен:.....	35
II-3-2-1-1. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la willaya de Batna de 2009 à 2019.....	37
II-3-2-1-2. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la willaya de Biskra de 2009 à 2019.....	37
II-3-2-1-3. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la willaya de Batna de 1991 à 2020.....	38
II-3-2-1-4. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la willaya de Biskra de 1991 à 2020.....	38
II-3-3. Le climagramme d'Emberger :	38
II-3-4. L'importance des précipitations sur les Oueds.....	40

III. Matériel et méthodes

III-1. DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE.....	41
---	-----------

III-2.ÉCHANTILLONNAGE ET ANALYSES.....	43
III-2-1.LE PRINCIPE CHOIX DE LA STATION.....	43
III-2-2. CARACTERISTIQUES GENERALES DES STATIONS D'ETUDE.....	44
III-2-2-2.Piscines	44
III-2-2-3.Substrat	45
III-2-2-4.La sédimentation.....	45
III-2-2-5.Végétation aquatique :	46
III-2-2-6.Végétation marginale :.....	46
III-2-3.ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU	48
III-2-3-1.Prélèvement « Mesure <i>in situ</i> ».....	49
III-2-3-1-1.La température.....	49
III-2-3-1-2.Le potentiel hydrogène de l'eau (pH).....	49
III-2-3-1-3.La conductivité électrique	50
III-2-3-1-4.La salinité	50
III-2-3-2.DONNEES MESOLOGIQUES	51
III-2-3-1-1.la profondeur.....	51
III-2-3-1-2. La vitesse de l'eau	51
III-2-3. ECHANTILLONNAGE DES MACROS INVERTEBRES	52
III-2-3-1.Au niveau du terrain.....	52
III-2-3-2. Au niveau de laboratoire.....	52
III-2-3-2-1. Le Tri	52
III-2-4-2-2.Identification de la macro invertébrée benthique	53
III-2-3-3. Méthodes d'analyse des peuplements benthiques.....	54
III-2-3-3-1.Indices écologiques de composition	54
Les indices de diversité.....	54
La richesse spécifique	54
L'abondance des espèces	54
L'abondance absolue	55
La dominance (Abondance relative).....	55
III-2-3-3-2.-Les indices écologiques de structure	55
Indices de diversité	55
Indice de Shannon-Wiener H' :	56
Indice d'Equitabilité de Pielou E :	56
Indice de Simpson D'	57

<u>Indice de Similarité de Sorensen Is</u>	57
III-2-4.Evaluation de la qualité hydro biologique du l'Oued El Abiod.....	57
2-2-4-1.LES INDICES DE TOLERANCE A LA POLLUTION	57
III-2-4-1-1.L'indice d'Hilsenhoff ou Indice biotique des Familles (FBI)	57
III-2-4-1-2.L'indice anglais BMWP (Biological Monitoring Working Party)	58
III-2-4-1-3.L'indice multimétrique ASPT (Average score per taxon).....	58
III-2-4-1-3.L'Indice Biologique Générale Normalisé (I.B.G.N)	59
III-2-5.ANALES STATISTIQUE DES DONNE	60
III-2-5-1.Analyse de variance	60
III-2-5-2.Corrélation de Pearson (n)	60
III-2-5-3. Analyses multivariées	61
III-2-5-3-1.L'analyse des composantes principales (ACP)	61
III-2-5-3-2.Classification hiérarchique ascendante.....	61
IV. Résultat et discussion	
IV-1.PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	62
IV-1-1.TEMPERATURE	63
IV-1-1-2.LE POTENTIEL HYDROGENE DE L'EAU (PH)	65
IV-1-3.LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE	67
IV-1-4.LA SALINITE	68
IV-1-5. LA PROFONDEUR	70
IV-1-6. LA VITESSE D'EAU	70
IV-2.ABONDANCE QUANTITATIVE DES GROUPES FAUNISTIQUES	71
IV-2.LES INDICES DE DIVERSITE	73
IV-2-1.Indices écologiques de composition	73
IV-1-2-1-3.Fréquence d'occurrence des taxons.....	75
IV-2-2.Les indices écologiques de structure.....	77
IV-1-2-2-1.Indices de diversité de Schannon H' , l'équitabilité et l'indice de Simpson..	77
IV-2. ANALYSE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DE LA FAUNE	
BENTHIQUE	79
IV-2-1. EMBRENCHEMENT DES ARTHROPODE	79
IV-2-1-1.Classe des Insectes.....	79
IV-2-1-1-1. Les Diptere <i>Linnaeus, 1758</i>	80
IV-2-1-1-1-2. Ephydridae <i>Zetterstedt, 1837</i>	81

IV-2-1-1-1-3. Ceratopogonidae <i>Grassi, (1900)</i>	82
IV-2-1-1-1-4. Culicidae <i>Meigen, 1818</i>	82
IV-2-1-1-1-5. Psycodidae <i>Newman, 1834</i>	82
IV-2-1-1-1-7. Scatophagidae <i>Haliday, 1853</i>	83
IV-2-1-1-1-8. Anthomyidae <i>Latreille, 1829</i>	83
IV-2-1-1-1-9. Muscidae <i>Latreille, 1802</i>	84
IV-2-1-1-1-10. Limnoniidae <i>Latreille, 1802</i>	84
IV-2-1-1-1-11. Simuliidae <i>Newman, 1834</i>	84
IV -2-1-1-2. Trichoptera <i>Kirby, 1813</i>	85
IV -2-1-1-2-1. Lemnepheliidae <i>Kolenati, 1848</i>	86
IV -2-1-1-2-2. Hydropsychidae <i>Curtis, 1835</i>	87
IV -2-1-1-2-3. Hydroptilidae <i>Stephens, 1836</i>	87
IV -2-1-1-2-4. Pollycentropodidae <i>Ulmer (en), 1903</i>	87
IV -2-1-1-2-5. Ecnomidae <i>Ulmer (en), 19031</i>	88
IV -2-1-1-3. Coleoptera <i>Linnaeus, 1758</i>	88
IV -2-1-1-3-1. Hydrochidae	90
IV -2-1-1-3-2. Halipilidae <i>Aube, 1836</i>	91
IV -2-1-1-3-3. Dytiscidae <i>Leach , 1815</i>	91
IV -2-1-1-3-4. Hydrophilidae <i>Latreille, 1802</i>	91
IV -2-1-1-3-5. Elmidae <i>Curtis, 1830</i>	92
IV -2-1-1-4. Ephemeroptera <i>Hyatt & Arms, 1891</i>	92
IV -2-1-1-4-1. Leptophlebiidae <i>Banks, 1900</i>	94
IV -2-1-1-4-2. Caenidae <i>Newman, 1853</i>	95
IV -2-1-1-5. Hemiptera <i>Linnaeus, 1758</i>	96
IV -2-1-1-5-2. Pleidae <i>Fieber, 1851</i>	97
IV -2-2. Embrenchement Annélide (Annélida) <i>Lamarck, 1802</i>	98
IV -2-2-1. Classe Clitellata <i>Michaelsen 1919</i>	99
IV -2-2-1-1. Sous Classe Hirudinea <i>Lamarck, 1818</i>	99
IV -2-2-1-1-1. Arhynchobdellida <i>Blanchard, 1894</i>	99
Hirudinidae	100
IV -2-2-2-1. Sous classe Oligocheata <i>Grube, 1850</i>	100
IV -2-2-2-1. <i>Haplotaxida Brinkhurst, 1971</i>	100
Lumbriculidae <i>Grube, 18501</i>	101
IV -2-3. Embrenchement des mollusques (Mollusqua)	102

IV -2-3-1. Gasteropoda	103
IV -3.EVALUATION DE LA QUALITE HYDRO BIOLOGIQUE DU OUED	
ABIOD.....	105
IV -3-1.LES INDICES DE TOLERANCE A LA POLLUTION	105
IV -3-1-1.Indice d'Hilsenhoff ou Indice biotique des Familles (FBI).....	106
IV -3-1-2.L'indice BMWP (Biological Monitoring Working Party)	108
IV -3-1-3. L'indice multimétrique ASPT(Average score per taxon).....	110
IV -3-1-5.L'indice biologique globale normalisé (IBGN).....	111
IV -4.TRAITEMENT STATISTIQUE DES DONNEES.....	112
IV -4-1. MATRICE DE CORRELATION	112
IV-4-2. ANALYSE DES CORRESPONDANCES DE PERSON ACP	113
IV -4-3.ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES (AFC)	115
IV.4-4. LA CORRELATION ENTRE LES PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUE ET LES GROUPES ZOOLOGIQUE (ACC).....	116
CONCLUSION.....	121
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	124
Annexe	
ملخص	
Résumé	
Abstract	

INTRODUCTION

Les ressources en eau, comprend au sens large toutes les eaux accessibles comme ressources, c'est-à-dire utiles et disponibles pour l'être humain, les végétaux qu'il cultive, le bétail qu'il élève et les écosystèmes, à différents points du cycle de l'eau. Ces ressources sont limitées en quantité et en qualité surtout en zones arides. Les eaux douces sont d'une importance capitale pour la vie et le fonctionnement des écosystèmes (Tenkiano, 2017).

La rareté relative des ressources en eau autour de la Méditerranée, leur fragilité et leur inégale répartition font naître un risque majeur de pénurie qui s'accroît continuellement face aux pressions démographiques et aux besoins croissants de l'essor socio-économique (Chkir, 2008).

L'enjeu planétaire prioritaire du 21^{ème} siècle sera très certainement celui des besoins croissants en eau douce de qualité. Les évolutions climatiques incontournables ne feront qu'accroître l'importance de cet enjeu, de par la fréquence des assèchements des cours d'eau, la baisse très probable du niveau de recharge des aquifères et les difficultés croissantes à maintenir une qualité correcte pour l'eau potable, les milieux aquatiques et les autres usages (Belles, 2012).

Milan (2015), indique que la demande en eau augmente dans tous les pays. Cela s'explique par l'augmentation de la population urbaine et par la tertiarisation des économies. Il existe dans un nombre croissant de régions une surexploitation des ressources en eau ; les détournements ou prélèvements d'eau par pompage et pour l'irrigation sont tels qu'ils dépassent les seuils autorisant le renouvellement et l'autoépuration des masses d'eau superficielles ou des nappes phréatiques.

En Algérie, la qualité des eaux superficielles se dégrade dans des bassins d'importance vitale sous l'effet des rejets de déchets urbains et industriels, les barrages réservoirs s'ensablent et perdent de la capacité utile et le rejet de la vase dans les cours d'eau pose d'énormes problèmes écologiques et environnementales. Les eaux souterraines sont polluées à partir de la surface et sont irréversiblement endommagées par l'intrusion d'eau saline, la surexploitation des couches aquifères. Nombre de villes se révèlent incapables de fournir en quantité suffisante de l'eau potable et des équipements d'hygiène.

L'engorgement et la salification des terres déterminent une baisse de la productivité des périmètres irrigués. Dans un tel contexte, il devient prioritaire d'établir une stratégie pour localiser, quantifier et protéger les ressources en eau de façon à pouvoir les exploiter d'une manière rationnelle et en bonne qualité (Remini, 2010).

Le cours d'eau est le nom générique des eaux courantes qui circulent à travers un canal fixe; les cours d'eau sont nommés en fonction de caractéristiques de débit ou flux, de dimensions..., comme les fleuves, les rivières, les ravines, les ruisseaux, les torrents... Si la majorité des cours d'eau sont visibles en permanence à la surface, certains sont souterrains et d'autres encore sont temporaires, Certains cours d'eau comme le torrent ou l'oued peuvent avoir un débit non continu, avec un arrêt du débit à certaines saisons : c'est le cours d'eau intermittent, avec parfois un simple ruissellement. Si la plupart des cours d'eau ont une source, certains n'en ont pas. Les parties avec des virages serrés sont des méandres. (Aquapotrail, 2008).

L'étude des eaux courantes ou milieux lotiques s'intéresse à l'étude de l'interaction biotique et abiotique dans les flux d'eaux courantes continentales (Angelier, 2003). Les milieux lotiques prennent des formes très diverses, allant du ruisseau peu large au grand fleuve de plusieurs kilomètres de large (Allan, 1995). On observe donc quelques caractéristiques communes rendant l'écologie des eaux courantes unique par rapport aux autres habitats aquatiques : les flots sont unidirectionnels ; ces systèmes sont dans un état de changement physique continu ; il y a une variabilité entre les systèmes lotiques est haute ; la « biota » est spécialisé pour vivre dans les conditions des flots (Giller et Malmqvist, 1998).

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (Dynesius et Nilsson, 1994). Ils jouent des rôles essentiels dans la conservation de la biodiversité, dans le fonctionnement des organismes et dans le cycle de matière organique. Les influences humaines sur les biocénoses aquatiques sont très diverses. En effet, les modifications de la morphologie des cours d'eau, leurs usages et leurs propriétés physicochimiques auront des conséquences sur la quantité et la qualité de l'eau (Resh et al., 1996).

Lorsque l'eau est polluée et ses qualités sont dégradées, il perturbe la vie aquatique et rendant son utilisation nocive pour l'homme et les animaux. La présence du polluant à partir de la dégradation des milieux aquatiques en quantité suffisante soit des substances

qui perturbent l'équilibre biologique de l'environnement, soit des substances toxiques pour les êtres vivants ou elle est très dégradée par l'eutrophisation. Tous ces polluants nuisent aux usages de l'eau par l'homme (baignade, loisirs nautiques, pêche, eau potable, irrigation, élevage de poissons ou de coquillages) (Likoli, 2015).

La pollution de l'eau par des éléments nutritifs provenant d'eaux urbaines résiduelles et d'agriculture devrait s'aggraver dans la plupart des régions, intensifiant l'eutrophisation et portant atteinte à la biodiversité aquatique (Anonyme, 2012). L'industrie moderne est apparue dans le monde il y a deux siècles environ provoquant ainsi, un accroissement des déchets solides et liquides. Cette pollution aquatique est étroitement liée à ce développement économique. Ce qui entraîne des impacts négatifs sur l'environnement et l'économie de beaucoup de pays (Han et *al.*, 2001).

La détérioration de la qualité des eaux dans les écosystèmes aquatiques est un enjeu de plus en plus important en Algérie, comme ailleurs dans le monde et plus particulièrement dans le contexte méditerranéen où les ressources en eau sont limitées, fragiles et menacées. En effet, ces ressources souffrent surtout de la surexploitation (Margat et Vallée, 1999 ; Mutin, 2000 ; Khamar et *al.*, 2000 ; Azzaoui et *al.*, 2002).

Pour la préservation des écosystèmes aquatiques, le contrôle permanent de leur état général de santé (qualité de leurs eaux, diversité des organismes qui y vivent et qualité de leurs habitats) est un élément crucial à l'heure actuelle. Donc, une chimie et une microbiologie analytiques performantes de laboratoire seront toujours nécessaires pour relever ces défis, en s'appuyant sur des méthodes de dosage fiables, précises, sensibles et rapides, bien qu'en partie supplées, comme on peut l'espérer, par des méthodes physico-chimiques en ligne (prélèvements et analyses) et des bio-essais sur sites (Belles, 2012).

Jusqu'à tout récemment, la plupart des méthodes de suivi de l'état de santé des écosystèmes aquatiques étaient basées uniquement sur l'utilisation de mesures physico-chimiques telles que la mesure de la concentration en polluants des cours d'eau (Rioux et Gagnon, 2001).

Afin de bien mesurer les effets de la pollution de l'eau, les travaux de Ben Moussa et *al.*, (2013), ont montrés que l'approche classique, par le calcul des paramètres physico-chimiques, peut être complétée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants (indicateurs biologiques), par exemple des microorganismes, des plantes ou des animaux. En effet, l'état biologique et écologique des communautés

résidentes d'un écosystème est le reflet de l'ensemble des caractéristiques (chimiques, physiques et biologiques) du milieu, autant passées que présentes. De plus, cet état intègre autant l'effet d'événements courants qu'accidentels (EPA,1987).

Selon Horeau et *al.*, (1997), la qualité écologique d'un hydrosystème est étroitement liée au mode d'occupation du bassin versant, de ce fait, pour une gestion durable des perturbations des milieux aquatiques, des systèmes de surveillance de l'état d'intégrité sont élaborés à l'aide des organismes aquatiques (Hart et *al.*,1999). Les communautés aquatiques (algues, invertébrés, poissons) sont utilisées depuis plusieurs décennies pour évaluer la qualité biologique des cours d'eau. (Heliott, 2014).

Blandin, (1986) indique que la bio-indication au sens large se réfère à la capacité d'organismes ou d'un ensemble d'organismes à révéler par leur présence, leur absence ou leur comportement démographique, les caractéristiques et l'évolution d'un milieu. Ces êtres vivants sont alors qualifiés de bio-indicateurs. En comparaison avec les données chimiques, le contrôle biologique offre un moyen relativement abordable de mesure environnementale pour l'évaluation de la dégradation des habitats aquatiques et de la perte de la diversité biologique induite par les perturbations anthropiques (Hynes, 1960 ; Hawkes, 1979, Karr, 1991).

Les premières recherches en limnologie en Afrique du Nord remontent au 19^{ème} siècle, et elles sont limitées le plus souvent à des notes zoologiques, l'écologie n'étant que sommairement abordée: Edwards (1923), Lestage (1925), Gauthier (1928), Navas (1929), Thomas et Dakki (1979). La recherche en écologie sur les invertébrés dans les écosystèmes aquatiques de l'Algérie était rare et incomplète jusqu'aux années 1980 (Benzina, 2018). Ce n'est qu'après les années 1980 que plusieurs travaux ont été réalisés dans différentes parties du pays. Les principaux travaux connus sont ceux de Gagneur et *al.*, (1986) sur les Oligochètes d'Algérie, Lounaci (1987) sur la faune des cours d'eau d'Oued Aissi, Gagneur et Clergue-Gazeau (1988) sur les Diptères Simuliidae d'Algérie, Gagneur et Thomas (1988) sur les Ephéméroptères d'Algérie, Arab (1989) sur les macro-invertébrés d'Oued Chiffa et Mouzaia, Gagneur et Aliane (1991) sur les Plécoptères de la Tafna, Moubayed et *al.*, (1992) sur les Diptères Chironomidae d'Algérie, Lounaci Daoudi (1996) sur les macro-invertébrés du réseau hydrographique du Sébaou, Thomas (1998) sur les Ephéméroptères d'Algérie, du Maroc et de Tunisie, Samraoui et Menai (1999) sur les Odonates d'Algérie, Lounaci et *al.*,(2000) sur la faune benthique du bassin d'Oued Sébaou, Mebarki (2001) sur

la faune benthique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie, Arab (2004) sur la faune benthique des réseaux hydrographiques du Chélif et du Mazafran, Lounaci et Vinçon (2005) sur de Kabylie, Moubayed et *al.*,(2007) sur les Diptères Chironomides d'Algérie, Yasri (2009), sur l'hydrobiologie du réseau hydrographique du Mazafran, Hamzaoui (2009), sur la macrofaune benthique de l'Oued Saoura (wilaya de Bechar), Sekhi (2010) sur les macro-invertébrés des cours d'eau Tiout, Hadjadj et Moghrar (wilaya de Naâma), Haouchine (2011) sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie, Djellab et *al.*, (2013) sur les Diptères : Syrphidae du Nord Est de l'Algérie, Fergani et Arab (2013) sur l'utilisation des macro-invertébrés benthiques comme bioindicateurs de pollution d'Oued El-Harrach, Lakhdara et *al.*,(2014) sur la Caractérisation des macro-invertébrés et les Amphibiens dans différents plans d'eau de l'extrême Nord-est Algérien, Cherairia et *al.*,(2014) sur la biodiversité des Diptères: Simuliidae du Nord Est de l'Algérie, Zougaghe et *al.*,(2014) sur la qualité biologique du réseau hydrographique du bassin versant de la Soummam (nord de l'Algérie), Bebbi et *al.*,(2015) sur le peuplement d'Éphéméroptères de l'oued Abdi, Bouchelouche et *al.*,(2015) sur les déterminants du statut et de l'environnement de la distribution des Odonates de Wadi Isser (Kabylie, Algérie), Sellam et *al.*,(2016) sur l'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie, Belhaouari et *al.*,(2017) sur l'utilisation des macro-invertébrés benthiques et des macrophytes pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau de l'Oued Chlef, Benzina, Si Bachir et *al.*,(2018), sur les Diptères: Chironomides du Nord Est d'Algérie et Djamai (2020), sur les variations spatiales des macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala – Wilaya El-Tarf).

Dans les écosystèmes aquatiques, quatre compartiments biologiques sont aujourd'hui réglementairement requis pour l'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau: les diatomées, les macrophytes, les poissons et les macro-invertébrés benthiques (Djamai, 2020). Ces derniers ont été largement étudiés et ils sont reconnus pour être de bons indicateurs de la santé des écosystèmes aquatiques (Resh, 1995 ; Tachet et *al.*,2006 ; Moisan et Pelletier, 2008; Tchatcho, 2014).

Les macro-invertébrés forment l'essentiel du peuplement benthique des ruisseaux. Ils sont en général composés de larves d'insectes, crustacés, mollusques, nématelminthes et annélides et se trouvent principalement à proximité du sédiment. Leur abondance et leur diversité dépendent du contexte environnemental. En effet, les facteurs tels que la vitesse

du courant, la température et le substrat peuvent réguler la répartition des macro-invertébrés au sein du ruisseau. De même, le peuplement faunistique d'un écosystème aquatique est constamment soumis à la variabilité spatio-temporelle de l'environnement (Tenkiano, 2017).

Les macro-invertébrés benthiques jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre de l'écosystème aquatique, car ils constituent un élément essentiel du réseau trophique de nombreux animaux des rivières comme les poissons. Ils forment un groupe possédant des caractéristiques les rendant particulièrement intéressants en bioévaluation (Djamai, 2020). Les macro-invertébrés sont sensibles aux perturbations environnementales et les variations interspécifiques de cette sensibilité permettent l'observation d'un gradient de réponses des communautés selon l'intensité et la nature du stress (Lewis et *al.*, 2001). De ce fait, les macro-invertébrés constituent d'excellents indicateurs de la qualité de leur milieu (Tenkiano, 2017).

Ces animaux aquatiques occupent une place de choix et sont à la base de nombreux indices biotiques, étant donné que le cycle de développement de la majorité des macro-invertébrés est de type annuel (Olivier et *al.*, 2004). Ils constituent un groupe essentiel notamment au niveau des trois points suivants : la transformation de matière organique, la nourriture des poissons et leur intérêt potentiel en tant qu'élément de diagnostic de la pollution (Gnohossou, 2006).

Les macro-invertébrés constituent un groupe taxonomique très hétérogène regroupant plusieurs phylums. Cette grande diversité de formes confère à ce groupe une grande diversité de réponses potentielles aux perturbations, et de ce fait, de bons candidats pour la bioévaluation (Rosenberg et Resh, 1993). Moison (2008), indique aussi, que les macro-invertébrés 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. Largement diversifié, occupant une large gamme d'habitats. Les macro-invertébrés constituent d'excellents témoins de la qualité des habitats où ils se rencontrent, d'où leur utilisation de plus en plus fréquente dans différents types d'indice écologique (Tachet, 2013). Ils sont sensibles aux perturbations environnementales et les variations interspécifiques, cette sensibilité permettent l'observation d'un gradient de réponses des communautés selon l'intensité et la nature du stress (Lewis et *al.*, 2001). De

ce fait, les macro-invertébrés constituent d'excellents indicateurs de la qualité de leur milieu (Tenkiano, 2017).

Les eaux de la vallée de l'oued Abiod, débute à la région d'Ichemoul, dans la partie nord des Aurès. Administrativement cette région se trouve dans la wilaya de Batna et en fin de parcours, les eaux aboutissent dans le barrage de Foug El Gherza dans la wilaya de Biskra au sud avec un exutoire naturel à chott Melghir.

Les deux régions de Batna et de Biskra situées dans la partie Sud-est de l'Algérie, contiennent un ensemble de sites naturels et artificiels. Les sites naturels sont représentés principalement par Oued El Abiod notre zone d'étude, son embouchure est le Barrage de Foug El Gherza, un site artificiel présentant une valeur très importante dans les processus vitaux tant à l'échelle locale, régionale, nationale et internationale. Mais malgré la diversité et la richesse de ses ressources naturelles, peu d'études et manque des travaux relatifs à leurs connaissances et à leurs grandes valeurs, écologiques, sociales et économiques et agricoles.

Les études au niveau de l'Oued Abiod sont réalisées beaucoup plus sur les poissons, la végétation mais les recherches sur les macro-invertébrés sont limitées. Donc la diversité des macro-invertébrés dans l'Oued Abiod entre les deux régions (Batna et Biskra) est particulièrement liée aux différentes caractéristiques physicochimique, biologique, les conditions climatiques, les activités anthropiques et la position géographique de ce cours d'eau.

Cette étude résume les données sur les macro-invertébrés benthiques recueillies à partir de 6 sites dans l'oued el Abiod, qui s'est intéressée à la méthode biocénotique et plus exactement celle fondée sur l'ensemble des macro-invertébrés benthiques connus comme bio-indicateur de pollution de l'eau.

Notre objectif principal est axé sur l'étude des données faunistiques, et d'étudier la répartition de la faune recensée en relation avec l'habitat pour une meilleure connaissance de l'écologie des espèces et de leur distribution, d'autre part, de déterminer l'organisation et la variation spatiale des macro-invertébrés benthiques en fonction des caractéristiques environnementales, d'autre part encore, d'évaluer la qualité hydrobiologique de l'eau et du milieu par les voies biologiques.

Question 1 : Est-ce que les communautés biologiques (macro-invertébrés benthiques) permettent de discriminer les stations perturbées ?

Question 2: Est-ce que les communautés biologiques (macro-invertébrés) sont influencées par les conditions environnementales du milieu?

Question 3 : Quelles sont les variables environnementales qui influencent le plus les communautés biologiques?

Question 4: Est-ce que les communautés des macro-invertébrés benthiques fournissent la même réponse quant à la position des stations sur la richesse spécifique, l'abondance et la répartition spatiale ? L'approche des indices

Question 5 : Quels indices sont les plus performants à l'égard de leur sensibilité et de leur efficacité pour discriminer les stations perturbées? Indice de qualité

Question 6: Quels sont les valeurs de tolérances corrélés avec les gradients environnementaux et la structure des communautés?

Pour réaliser notre recherche nous avons passé par plusieurs étapes de travail :

La première étape est l'étude de la situation géographique et analyse météorologique à faire la synthèse des connaissances sur le cours d'eau Oued El Abiod et les critères de sélection et description des stations d'étude.

Dans la deuxième étape, les résultats de l'étude quantitative et qualitative des variations spatiales des invertébrés sur le cours d'eau Oued El Abiod seront présentés. Ceci débutera par un inventaire des macro-invertébrés de cours d'eau suivi de la comparaison des compositions, des abondances et des biomasses entre les stations.

La troisième étape est consacrée à l'étude de l'influence de la pollution sur la composition (Analyse des quelques paramètres physico-chimiques) de l'eau et la structure des macro- invertébrés, ceci en vue d'élaborer un indice biotique de pollution pour la surveillance des cours d'eau.

Dans la dernière partie, la relation entre les macro-invertébrés et la pollution, analyses de la structure du peuplement (seuil de tolérance indices écologiques, ...). Mesurer des valeurs de tolérance sera discutées et des propositions seront faites pour l'aménagement et la gestion du cours d'eau.

PREMIERE PARTIE :
Analyse bibliographique

CHAPITRE I:

Généralité sur les Macroinvertébré Benthique

Chapitre I : Généralité sur les macro-invertébrés

I-1 .Les macro-invertébrés benthiques des eaux douces (dulçaquatique)

Les macro-invertébrés des eaux douce ou dulcicole sont tous les animaux sans squelette osseux ou cartilage, préfèrent la vie dans les endroits humides imbibé d'eau, au fonds des milieux aquatiques lotique des cours d'eau (rivière, ruisseau...) ou lentique (lac). D'une taille macroscopique l'âge adulte, On les observe par l'œil nu en multiformes (larvaires nymphale et adulte) des groupes zoologique (insectes, les mollusques, les crustacés et les vers) sur différents habitats : substrats minéraux (pierre, sable, gravier) substrats organiques (La litière et les plantes aquatiques ...). Cummins (1975) considère que les macro-invertébrés ont au moins 3-5 mm au dernier stade de leur développement, ce qui implique un recouvrement des tailles entre les stades jeunes de macro-invertébrés et les derniers stades de développement chez les microinvertébrés. Selon Rosenber Get, Resh, 1993 le terme benthique qualifie les organismes qui habitent généralement le substrat (le fond) pendant une partie de leur cycle vital ;la préfixe macro désigne les organismes qui piégés dans des filets dont les mailles mesurent de 200 à500 mm. Le benthos est l'ensemble des organismes vivant au fond des eaux, stagnantes ou courantes. Il est en majorité constitué par les macro invertébrés, les champignons, les bactéries et algues (Tenkiano, 2017).

I-2- L'habitat des macros invertébrés benthiques

Les macro-invertébrés benthiques occupent différents milieux aquatiques. Ces organismes habitent les rivières, les marais au fond boueux sédimentaire, les lacs, les cours d'eau sous les substrats rocheux ou vaseux... Ils recherchent des endroits où ils peuvent s'agripper, se nourrir, se cacher et dans certains cas se reproduire (Djamai, 2020).

En écosystème lotique, on retrouve des organismes capables de s'agripper à l'aide de crochets spéciaux ou de structures de type succion. Ces animaux ne bougent pas beaucoup; ils rampent sur le substrat (les surfaces solides). Certains, comme les phryganes, construisent des structures pour se maintenir en place: on peut les comparer à des maisons portatives appelées «fourreaux». D'autres sont très plats et de forme hydrodynamique pour éviter de se faire emporter par le courant. Ils se nourrissent en filtrant l'eau ou en attrapant leurs proies au passage. Ces macro-invertébrés de courant rapide possèdent souvent des pattes et des pièces buccales spécialisées (Djamai, 2020).

En écosystème lentique, comme dans les bassins des lacs, on retrouve des organismes qui ont moins besoin de s'agripper. Ces macro-invertébrés vont chercher leur nourriture en se déplaçant, contrairement à ceux des eaux plus rapides où la nourriture se rend à eux. Ils sont donc adaptés à bouger, pour vivre à la surface, sur le fond ou dans les sédiments mous (comme la boue) (Djamai, 2020).

I-3. Techniques d'échantillonnage et d'analyse

L'évaluation des écosystèmes aquatiques à partir des invertébrés benthiques est affectée par les techniques d'échantillonnage. Chacune des techniques est quelque peu sélective et favorise des composantes spécifiques de la communauté benthique qui consistent en différents mélanges d'espèces qui varient en fonction de leur sensibilité à la pollution de l'eau (Barton et Metcalf-Smith, 1992). On retrouve dans la littérature des études comparatives qui ont pour but d'évaluer la performance des techniques d'échantillonnage. Les études obtiennent des résultats contradictoires. Par exemple, Modde et Dodds (1990) concluent que les substrats artificiels permettent une meilleure évaluation de la qualité de l'eau dans les petits ruisseaux que les échantillons prélevés sur substrats naturels. Inversement, Casey et Kendall (1996) remarquent que l'échantillonnage, pour un petit ruisseau à fond dur, sur substrats naturels est plus efficace que celui sur substrats artificiels pour l'évaluation des communautés d'invertébrés benthiques (Boissonneault, 2006).

I-3-1. Les différents type d'échantillonnage d'invertébrés dans les cours d'eau

De façon générale, les macro-invertébrés benthiques sont récoltés selon des protocoles d'échantillonnage standardisés. Les différentes techniques de prélèvement visent la capture de différents spécimens d'espèces et de tailles différentes. La méthode choisie dépend donc de l'objectif de l'étude (Fig.1). La dimension des mailles du filet utilisé pour prélever et traiter les échantillons d'invertébrés déterminera la composition des échantillons d'invertébrés benthiques prélevés. Dans les ruisseaux et les rivières, les invertébrés benthiques sont prélevés sur le substrat grossier (substrat d'érosion) ou meuble (substrat de sédimentation) au moyen de différents types d'échantillonneurs. Les programmes d'échantillonnage d'invertébrés benthiques en eau libre ont lieu habituellement au début du printemps ou de l'automne, où les communautés benthiques sont plus stables. De même, il est important d'assurer une stabilité du moment et des intervalles auxquels l'échantillonnage est effectué d'une année à l'autre. Il existe

différentes techniques d'échantillonnage qualitatif et quantitatif, chacune présentant des avantages et des inconvénients qui lui sont propres. L'échantillonnage à l'aide de filets dérivants peut servir à prélever les invertébrés qui émergent et migrent, alors que le filet Surber sert pour les profondeurs de moins de 30 cm. L'échantillonneur cylindrique de Neill ou de Hess est l'un des échantillonneurs d'invertébrés benthiques les plus répandus pour prélever des échantillons de substrats d'érosion en ruisseaux et en rivières. Cet échantillonneur est idéal pour différents types de matériaux d'érosion comme le gravier, les galets, les petites roches et le sable. Bien qu'il ne puisse être utilisé qu'en eau peu profonde, une version modifiée du cylindre de Neill (maille de 210 μm ; surface de contact des matériaux de 0,1 m²) a été utilisée pour prélever des invertébrés benthiques dans des cours d'eau importants (CCME, 2011) (Fig.1).

Dans les cours d'eau dans lesquels on peut se déplacer à pied appartiennent à deux types : les cours d'eau à substrat grossier et à écoulement rapide et les cours d'eau à substrat meuble et à écoulement lent (Stark et *al.*, 2001). Ces types de cours d'eau sont également désignés respectivement en terme de cours d'eau à forte pente (high gradient stream) ou à faciès lotique et cours d'eau à faible pente (low gradient stream) ou à faciès lentique (Barbour et *al.*, 1999; Stark et *al.*, 2001). Ainsi, la stratégie d'échantillonnage différera selon ces types de substrats et d'écoulement. Pour les programmes de suivi, Maxted et *al.*, (2003) recommandent de séparer l'évaluation de ces deux types de cours d'eau, car les communautés de macro-invertébrés benthiques de référence y sont différentes. Ainsi, seuls les cours d'eau appartenant au même type pourront être comparés entre eux.

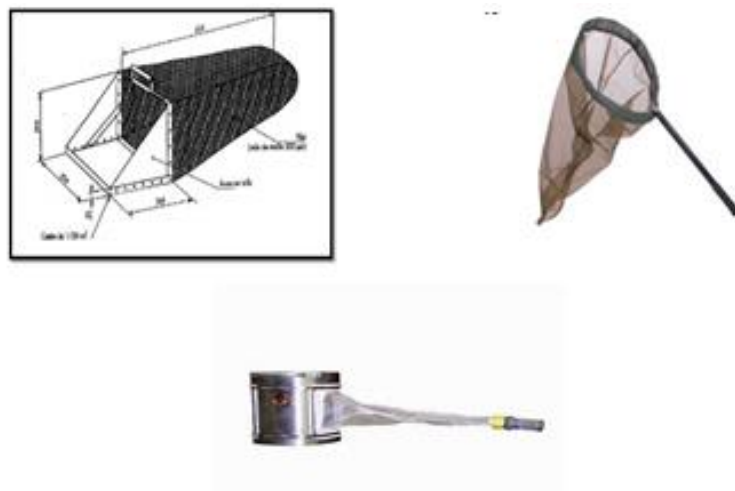


Figure 1 : Les différents types d'échantillonneurs des invertébrés (Melhaou, et *al.*, 2009).

I-4.l'intérêt des invertébrés

Les invertébrés sont bénéfiques aux activités humaines dans trois domaines à savoir : culturel, économique et écologique (Pyle et *al.*, 1981) . Les invertébrés occupent une place de choix et sont à la base de nombreux indices biotiques : Etant donné que le cycle de développement de la majorité des macro-invertébrés est de type annuel (Olivier et *al.*, 2004). Les macro-invertébrés sont ou mal connus ou ignorés. Ils constituent pourtant un groupe essentiel notamment au niveau des trois points suivants : la transformation de matière organique, la nourriture des poissons et leur intérêt potentiel en tant qu'élément de diagnostique de la pollution (Gnohossou ,2006).

I-4-1.La valeur culturel

Ces invertébrés jouent un rôle très important dans fécondation des végétaux, ils contribuent par leur beauté, leur diversité, à agrémenter le monde dans lequel nous vivons (papillons, libellules). Pavan, (1986) indique qu'ils constituent aussi des modèles d'inspiration en peinture et ont servi à illustrer des pages célèbres de la littérature dans nos différentes sociétés et cultures.

La production animale ou végétale en milieu aquatique. L'aquaculture se pratique dans des rivières ou dans des étangs, en bord de mer. On parle dans ce cas de « cultures marines ».D'une part elle fournissait dans le monde un nombre important des poissons d'eau douce des mollusques, des crustacés et des poissons d'eau de mer recouvrent les besoins des marches et les consommations par l'homme. D'une autre part la lutte biologique certains pays d'Aise utilisent les poissons comme des prédateurs contre les invertébré ravageur de ris.

I-4-2.La valeur économique

Lorsqu'on analyse l'importance des invertébrés dans le domaine économique, on s'aperçoit immédiatement qu'elle est très grande. Malheureusement l'image qui se présente immédiatement à l'esprit est celle des invertébrés ravageurs des cultures ou des denrées emmagasinées, des pestes des animaux domestiques et de l'homme et des agents vecteurs ou responsables de maladies. Remarquons de suite que les responsables de ces dommages ne représentent pas plus d'une centaine d'espèces et qu'ils peuvent être contrôlés par d'autres (rôle des coccinelles, des ichneumons, des calosomes) ou par des produits

phytosanitaires, ces derniers étant plus dommageables pour l'environnement que les ravageurs ou vecteurs de maladies proprement dits. Cet aspect négatif est, sans doute, assez mineur si l'on considère les gains que les invertébrés nous procurent. En effet, il n'est pas nécessaire de démontrer l'importance économique du ver à soie (sériciculture) et des abeilles (apiculture) pour l'homme. Actuellement, les travaux de recherche développent des essais de pollinisation de légumineuses et d'arbres fruitiers par des abeilles solitaires ou des Diptères (espèces d'Osmia, de Bombus, de Syrphidés) (Gaspar, 1987).

Les macro-invertébrés benthiques jouent un rôle très important dans le maintien de l'équilibre de l'écosystème aquatique. Moison, (2008) Indique que les macro-invertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. Dans les écosystèmes, qu'ils soient terrestres ou aquatiques, les végétaux constituent les producteurs primaires ; les invertébrés peuvent constituer des consommateurs d'ordre I et II. Ces invertébrés sont consommés à leur tour par des poissons (consommateurs III), ceux-ci sont utilisés par des poissons carnivores (Cummins, 1975 ; Diomande, 2001). Servant de nourriture aux oiseaux d'eau qui sont à leur tour des bioindicateurs des différents changements environnementaux (Wangari, 1986), aussi les amphibiens, les reptiles et les mammifères, c'est le réseau trophique. Mais aussi pour l'homme en particulier sous les tropiques, où ils peuvent être une source non négligeable de protéines en période de disette (termites, sauterelles, chenilles, larves de coléoptère xylophage). Quant à nos pays, les crustacés d'eau douce et de mer, ainsi que les mollusques marins et terrestres sont exploités et procurent du travail dans les domaines de l'élevage et du commerce (homard, langouste, moule, huître, poulpe, écrevisse, escargot) (Gaspar, 1987).

I-4-3.La valeur écologique

Il n'est pas utile de rappeler le rôle non négligeable des vers de terre dans le processus de l'humification, Darwin l'avait déjà écrit en 1881. Signalons aussi l'action des insectes coprophages et saprophages qui contribuent à assainir, sans que nous nous en rendions compte, notre environnement. Etant donné l'action des invertébrés lors de la formation des sols et par leur influence sur la végétation, toutes les activités agricoles et forestières en tirent un profit non négligeable. La seconde activité écologique importante des invertébrés est leur rôle dans le contrôle biologique des ravageurs et la place qu'ils

occupent dans la méthode dite de lutte intégrée. La troisième activité est le rôle joué par les insectes dans la pollinisation.

Sous cet aspect, il ne faut pas oublier qu'ils interviennent pour polliniser des plantes économiquement importantes pour notre alimentation, mais aussi celles qui ont pour but d'embellir notre environnement. Les invertébrés aquatiques nous renseignent aussi sur la qualité des eaux (degré de pollution) et les terrestres comme indices biologiques de la qualité de l'air et du sol. Les invertébrés offrent donc à l'homme des sources non négligeables et irremplaçables de nourriture, de travail, de bien-être et l'exposé des avantages et dommages qu'ils nous procurent montre que le bilan leur est favorable. Pourtant, on observe partout dans le monde non seulement la disparition de plusieurs espèces d'invertébrés (Bernardi, 1986 ; Collins et *al.*, 1985, 1987) mais aussi une banalisation importante de la faune (Gaspar et *al.*, 1975).

I-4-4. La valeur scientifique et médicovétérinaire

Dans ses relations avec la nature, l'homme est intéressé par ce qui le concerne directement : en général dans le domaine des eaux douces, les poissons et la pollution. De ce fait, la macro invertébrée, ou tout court les invertébrés, comme bien d'autres animaux, sont mal connus ou ignorés. Certaines espèces d'invertébrés sont comestibles pour l'homme (crustacés, moules etc.) ou utilisées comme appât dans la pêche. Par ailleurs, bon nombre d'invertébrés sont des agents vecteurs ou hôtes intermédiaires de parasites responsables de maladies qui constituent de nos jours des préoccupations de santé publique. Les glossines ou mouche Tsé-Tsé sont vecteurs du *Trypanosome gambiens*, agent pathogène de la trypanosomiase africaine ou maladie du sommeil qui sévit en Afrique tropicale ; L'onchocercose est une maladie des yeux et de la peau causée par un vers (filiaire) dont le nom scientifique est *Onchocerca volvulus*. Elle est transmise aux humains par la piqûre d'une petite mouche noire (une simulie). Ces mouches se reproduisent dans les cours d'eau agités, augmentant le risque de cécité chez les personnes vivant à proximité, d'où le nom usuel de "cécité des rivières". Dans le corps humain. le vers femelle adulte produit des milliers de larves (microfilaires) qui migrent dans la peau et les yeux (OMS, 2021).

Le moustique tigre, ou *Aedes Albopictus*, est un moustique provenant à l'origine d'Asie, mais qui est désormais présent dans la plupart des pays du globe. Dans la plupart des cas, sa piqure est bénigne, bien que ce moustique puisse être vecteur de diverses

maladies comme la dengue, le chikungunya ou le Zika. Le moustique tigre établit le plus souvent ses quartiers chez des particuliers, dans de petites réserves d'eaux stagnantes. Il apprécie particulièrement les zones urbaines très denses et il colonise toutes sortes de récipients et réservoirs artificiels ainsi que d'éléments disponibles en milieu urbain (vases, pots, fûts, bidons, bondes, rigoles, avaloirs pluviaux, gouttières, terrasses sur plots...). Une fois installé dans votre jardin ou dans votre habitation, il est très difficile de l'en déloger (Ballongue, 2020).

Au point de vue de la science, les insectes et notamment des espèces de Diptères ont permis des études en génétique, en médecine et ainsi qu'en biologie évolutive. Ces dernières sciences ne seraient pas ce qu'elles sont sans les *Drosophiles* (Djamai, 2020).

I-4-5. La valeur pharmaceutique

Banaigs, 2013 indique Aujourd'hui, la plupart des molécules d'origine marine en développement clinique sont destinées au traitement des cancers. L'éribuline (Halaven®), analogue synthétique de l'halichondrine, un polykétide extrait d'une éponge, est un nouvel anticancéreux récemment mis sur le marché (Esai, Japon) pour le traitement du carcinome mammaire, localement avancé ou métastatique. L'ectéinascidine-743 (Yondelis), alcaloïde isolé d'une ascidie, a reçu l'autorisation de mise sur le marché (AMM) européenne en 2007 pour le traitement des sarcomes mous et est commercialisée par les sociétés PharmaMar en Europe et Johnson & Johnson aux États-Unis et au Japon depuis 2009. Une dizaine d'autres molécules (aplidine, kahalalide, dolastatine et ses dérivés...) isolées de divers invertébrés marins sont en développement clinique (PharmaMar, Knoll, Ilex, Daïchi, BASF Pharma, Wyeth) pour des activités antitumorales. Certains groupes pharmaceutiques s'intéressent également de près aux neurotoxines marines, comme les phycotoxines produites par des micro-algues ou les toxines du venin des cônes (gastéropodes marins). Les conotoxines sont des peptides de 10 à 40 acides aminés ; l'une d'entre elles, le ziconotide, est commercialisée comme analgésique par la société Elan Pharmaceuticals) sous le nom de Prialt (Banaigs, 2013).

I-4-6. La valeur en l'entomologie médico-légale

D'après Gaudry, Charabidze et Gosselin, (2014) Un cadavre en décomposition est souvent synonyme de présence d'insectes, le corps constituant un substrat nutritif pour les insectes nécrophages. En conditions favorables, la colonisation entomologique peut survenir rapidement après le décès. Ce phénomène naturel est utilisé en criminalistique

pour estimer la date de la mort d'une victime. L'entomologie légale constitue l'ensemble des interactions entre les insectes et la justice. Ses applications sont multiples : détermination de l'origine géographique d'une marchandise, mise en évidence de mauvais traitement à animaux ou protection des espèces protégées par des conventions nationales, communautaires ou internationales (convention de Washington). Néanmoins cette discipline reste très majoritairement consacrée à l'étude des insectes nécrophages pour l'estimation du délai post mortem. Les insectes sont essentiels dans toutes les chaînes alimentaires et peuvent être associés à la décomposition de tissus organiques (insectes saprophages et nécrophages). Possédant pour certains des cycles courts de développement (Diptères) associés à un régime alimentaire et un processus de colonisation particulier des carcasses animales ou cadavres humains, c'est tout naturellement que les insectes nécrophages sont rentrés dans le domaine des sciences forensiques.

I-5. Les facteurs qui influencent les macro- invertébrés

I-5-1. Les facteurs abiotique

L'effectif et la richesse taxonomique de la communauté des macro-invertébrés sont influencé par les changements des propriétés physiques (par exemple un barrage hydroélectrique ou l'érosion des berges) et chimiques (pollution) de l'habitat. Les organismes qui vivent dans les cours d'eau ont des préférences quant à la température, l'oxygénation, le niveau de pH, etc. Les perturbations des propriétés chimiques ou physiques de l'eau d'une cour d'eau peuvent entraîner une variation de l'abondance, la dominance et la diversité des organismes. L'excès des polluants dans l'eau peut entraîner une diminution des espèces sensibles et, par conséquent, limiter la richesse aux espèces qui tolèrent des conditions extrêmes. La pollution peut donc diminuer la diversité des espèces de macro-invertébrés dans une communauté.

I-5-2. Les facteurs biotique

Les interactions intra et extracellulaire entre les espace telle que la compétition (la concurrence) pour la nourriture qui devient plus rare, jouent un rôle très important dans élimination de certaines espèces. De plus, la dégradation de l'habitat par la pollution peut éliminer des espèces de macro-invertébrés prédateurs. Comme conséquence on y assiste à la création de déséquilibres dans la communauté de macro-invertébrés où tous les niveaux des chaînes alimentaires aquatiques se trouvent affectés.

Voelz et McArthur, (2000) indique que La richesse spécifique est un attribut des communautés indépendant de leur composition taxonomique (deux communautés de compositions spécifiques différentes peuvent abriter le même nombre d'espèces). Elle est influencée par un grand nombre de facteurs environnementaux. Dont l'histoire géologique, la stabilité des conditions environnementales, la productivité de l'écosystème l'hétérogénéité de l'habitat la compétition et la prédation De l'échelle locale à l'échelle régionale, les interactions de ces facteurs déterminent des motifs de variation de la richesse spécifique à partir desquels il est possible de construire une typologie des cours d'eau largement généralisable.

D'après Cassier et *al.*, (1998) Vivre en parasite ! Expression populaire certes, mais : échec, refuge, nécessité, intégration réussie ? S'il est vrai que la question peut être posée, elle concerne, dans le monde animal et non dans celui des humains, un faux problème. Les parasites sont omni présent, génération après génération, et chaque espèce animale ou végétale peut l'agression d'un parasite, ou mieux, d'un de parasite plus ou moins spécifique. Il est même vraisemblable que, dans de nombreuses situations, le nombre des parasites eucaryote soit supérieur à celui des eucaryotes libres. Tous les organismes vivants sont concernés, soit en tant qu'hôte, soit en tant que parasite. Néanmoins, il est encore trop tôt pour répondre aux questions posées dès le départ. Elles ne concevoir que dans un contexte évolutif, dans une analyse de la diversité des relations intra spécifiques et interspécifique. les associations intraspécifique sont fondées sur l'existence d'une interattraction mutuelle, d'une dépendance des membres, qu'ils soient issus d'un individu-souche par reproduction asexuée (colonies caractéristiques de milieux aquatiques), ou qu'il résultent d'une reproduction sexuée et appartiennent soit même famille (société :termites, abeille, guêpes, fourmis, pinnipèdes, cervidés, primates), soit des familles contemporaines(grégarisme :criquets chenilles processionnaires, etc.).Dans le domaine des relations interspécifiques une première question se pose. Qu'est- ce qu'un parasite ? un parasite est un organisme qui vit aux dépens d'un autre être vivant, l'hôte, véritable milieu biologique, donc habitat protégé, nursery ou couveuse, moyen de transport et source d'énergie. L'association est obligatoire pour le parasite qui seul en tire avantage pendant l'intégralité ou une partie au moins de son cycle vital. Il s'établit entre les deux organismes étroitement associés un équilibre dynamique où le parasite se nourrit des substances élaborées par l'hôte. Les deux associés s'influencent réciproquement sans que l'existence de l'un ou de l'autre soit en règle générale menacée. Cet équilibre peut être rompu en faveur

du parasite quand l'organisme ne parvient plus à réparer ses pertes ou à s'opposer aux toxines parasitaires ; il est rompu en faveur de l'hôte lorsque la présence du parasite déclenche une réaction cellulaire ou hormonale qui inhibe le développement de ce dernier. Dans ces deux cas, l'expression « en faveur de » est cependant inopportune puisque le déséquilibre se solde *in fine* par la mort de l'un des deux, voire des deux partenaires. Le parasitisme n'a donc de sens que s'il est fondé sur une interaction durable pendant laquelle les génomes des deux partenaires interagissent. La pathogénie n'est qu'un corollaire du parasitisme.

I-5-1. Les perturbations physiques

I-5-1-1. Les solides en suspension

Ils favorisent une diminution de la pénétration de la lumière limitant la photosynthèse chez les plantes aquatiques. Cela peut provoquer une diminution de l'oxygène et, par le fait même, une diminution de la diversité des macro-invertébrés (Djamai, 2020).

I-5-1-2. Les pressions anthropiques et la sédimentation

Les travaux anthropiques provoquent l'érosion du sol ce qui réduit les surfaces des eaux des cours d'eau ou peuvent modifier radicalement le lit. Monnier *et al.*, (1986) ; Papy et Douyer, (1991) ; King et Le Bissonais, (1992) indiquent que l'érosion hydrique dépend du ruissellement superficiel. Ruissellement et érosion résultent d'interactions complexes entre plusieurs facteurs : la pluie, la nature et l'utilisation des sols, et la morphologie du relief.

La désagrégation par l'eau résulte de différents mécanismes physiques et physico-chimiques et peut affecter différents niveaux de la structure des sols depuis les interactions entre les particules d'argiles jusqu'aux mottes de terre. La désagrégation mécanique sous l'impact des gouttes de pluie, la désagrégation par gonflement différentiel et la dispersion physico-chimique. Ces mécanismes de désagrégation se différencient du point de vue de la nature des interactions en jeu et de l'énergie nécessaire à leur rupture, des conditions physico-chimiques nécessaires pour leur mise en œuvre, de la cinétique des processus ainsi que de la nature et la taille des particules résultant de la désagrégation (Le Bissonais, 2010).

Ces particules sont déposées et accumulées sous forme sédimentaire sur le fond des rivières. Ils entraînent l'altération de biotope en rendant leur lit plus mou et en

remplissant les trous et les espaces entre les roches. Nous retrouvons donc d'endroits réduite moins disponible à vivre.

La démographie est fortement liée à l'utilisation de l'eau dans tous les domaines. L'eau constitue une ressource essentielle pour un certain nombre d'activités humaines. Dans les bassins et les cours d'eaux cette eau est prélevée majoritairement dans l'écoulement superficiel qui s'en trouve donc modifié en termes de quantité. Paul Milan, (2015) indique que Les grandes civilisations qui se sont développées depuis la plus haute Antiquité ont prospéré car elles ont su maîtriser l'eau. Les Chinois ont construit les premiers barrages, créé des terrasses et développé la riziculture irriguée. En Mésopotamie (entre le Tigre et l'Euphrate), des hommes ont été à l'origine de la révolution du néolithique (invention de l'agriculture) et ils ont créé les premières villes. La civilisation de l'Égypte pharaonique n'aurait pu se développer sans la présence du Nil. L'historien grec Hérodote disait d'ailleurs que l'Égypte était un "don du Nil". Les Arabes étaient de grands experts de l'eau. Ils ont inventé le shadouf et la noria (la roue à godets). Dans l'Espagne musulmane, ils ont développé une brillante agriculture (la huerta). Enfin, les Romains pour alimenter les villes en eau ont construit d'immenses aqueducs « le Pont du Gard ».

I-5-1-3.Éléméntation des branches et les arbres tombés

Pour que les organismes puissent s'agripper (Djamai, 2020). Les branches et les arbres tombés occupent la totalité de la surface d'eaux par fois ils bloquent l'écoulement ou modifient la trajectoire des rivières. Ce qui résulte la déshydratation certains espaces aquatiques.

I-5-1-4.Enlèvement la végétation riveraine

Ceci affecte les macro-invertébrés qui s'en nourrissent et augmente la quantité de lumière dans les parties plus profondes, causant la perte d'un habitat ombrageux pour les macro-invertébrés. De plus, une augmentation de la quantité de lumière entraîne l'augmentation de la productivité des algues, ce qui favorisera certaines espèces de macro-invertébrés aux dépens d'autres espèces. Finalement, l'augmentation de celle-ci entraîne aussi une augmentation de la température de l'eau, ce qui affecte la diversité et le nombre des macro-invertébrés.

Cela provoque une diminution de la variété d'habitat et donc une diminution de la diversité des macro-invertébrées. Les débris de bois peuvent être encore plus importants si le fond est sablonneux. Ces débris offrent l'unique endroit où les macro-invertébrées

peuvent s'accrocher et se reproduire. De plus, en retirant ces débris, nous déstabilisons leur habitat et nous perturbons, par la même occasion, les communautés d'organismes.

I-5-1-5. La construction de barrières et barrage

En raison de l'importance de l'eau dans les diverses activités humaines, elle utilise des sources naturelles d'eau pour les fournir, répondre à leurs besoins, et être protégé Il devrait être utilisé pour son exploitation rationnelle et la protection du droit des générations futures à l'eau et aux richesses naturelles l'homme faire réfléchir sur la façon de les stocker, il a construit de barrières et des barrages et de grands réservoirs, mais ces réservoir agissent sur la quantité et la propriétés physique-chimique de l'eau et elle influence sur la faune benthique en terme de la distribution, le nombre et développement. Djamai, (2020) indique qu' un barrage altère le régime naturel de la rivière (débit, niveau de l'eau, ...) de même que la température et la chimie de l'eau. Le barrage peut aussi perturber les couches plus froides du fond qui sont nécessaires aux stades de vie de certains macro-invertébrées et en conséquence, limiter la colonisation.

I-5-2. Les perturbations chimiques

L'augmentation des nutriments (eaux de ruissellement des pluies, ...) Elle augmente la production des algues ainsi que le broutage des algues par certains macro-invertébrées, contribuant au déséquilibre des communautés.

Les effluents industriels (métaux lourds, pesticides, pollution organique...) Ils tuent les macro-invertébrées, augmentent la température de l'eau et diminuent l'oxygène. Le métabolisme des macro-invertébrées peut donc être perturbé. Une augmentation de la pollution organique entraînant une diminution d'oxygène peut tuer des macro-invertébrées, à l'exception des espèces comme les vers, les Chironomides qui peuvent tolérer des niveaux plus bas d'oxygène. Nous nous retrouvons donc avec une diminution de la diversité et une augmentation des espèces tolérantes. Les nitrates et les phosphates stimulent la croissance et la reproduction des végétaux aquatiques, particulièrement les algues du plancton et du benthon qui se mettent à proliférer « eutrophisation » (Melhaoui et *al.*, 2009).

I-6. Notion de l'indication biologique

Pour une gestion durable des perturbations des milieux aquatiques, des systèmes de surveillance de l'état d'intégrité sont élaborés à l'aide des organismes aquatiques (Hart *et al.*, 1999). La bio indication au sens large se réfère à la capacité d'organismes ou d'un ensemble d'organismes à révéler les caractéristiques et l'évolution d'un milieu par leur présence leur absence ou leur comportement démographique (Blandin, 1986). Ces êtres vivants sont alors qualifiés de bio-indicateurs. En comparaison avec les données chimiques, le contrôle biologique offre un moyen relativement abordable de mesure environnementale pour l'évaluation de la dégradation des habitats aquatiques et de la perte de la diversité biologique induite par les perturbations anthropique (Hynes, 1960 ; Hawkes, 1979; Karr, 1991). Les macro-invertébrées constituent un groupe taxonomique très hétérogène regroupant plusieurs phylums. Cette grande diversité de formes confère à ce groupe une grande diversité de réponses potentielles aux perturbations, et de ce fait, de bons candidats pour la bio-évaluation (Rosenberg et Resh, 1993).

L'évaluation de la qualité de l'eau est souvent réalisée à l'aide de méthodes « classiques » de mesure d'une série de paramètres physico-chimiques que l'on compare par la suite à des normes ou des critères de qualité approuvés. Cette approche a ses limites, car elle peut prédire un impact alors qu'il n'y en a pas, ou bien ne pas prédire d'impact alors qu'il y a eu un. Selon une étude américaine (Thomas, 1993), cela peut se produire dans respectivement 36 % et 6 % des cas. L'approche traditionnelle peut être avantageusement complétée par un suivi biologique qui consiste à utiliser des organismes vivants, afin de mesurer les effets de la pollution de l'eau. Ainsi, le suivi biologique tient compte des effets combinés des produits chimiques, de l'effet des pics de contamination ainsi que de l'impact des perturbations écologiques comme l'eutrophisation, la présence d'espèces exotiques ou, encore, la dégradation des habitats. Blandin, 1986 indique que la bio-indication reposait au préalable sur la recherche de la présence/absence d'organismes et éventuellement leur abondance, ceci permettant d'apporter des informations précises sur la qualité du milieu et Selon Bellan (1984), les indicateurs biologiques ou taxons indicateurs sont des détecteurs révélant l'existence de conditions complexes à interpréter et résultant le plus souvent d'un ensemble de facteurs biotiques ou abiotiques difficiles à mesurer directement. Blandin (1986), stipule que les bio-indicateurs sont définis comme des espèces animales ou végétales permettant de donner une indication du niveau de dégradation d'un milieu par le biais de leurs caractéristiques physiologiques,

éthologiques ou écologiques. Ils mettent ainsi en évidence des modifications naturelles ou provoquées des milieux. Ces modifications peuvent faire diminuer ou augmenter le niveau de la population du bioindicateur selon qu'ils affectent positivement ou négativement différents paramètres de vie de ces organismes au niveau comportemental, morphologique, tissulaire ou physiologique. Par exemple, une altération de la physiologie de la reproduction d'un organisme choisi comme bioindicateur pourrait résulter en une diminution de sa population. Un bon bioindicateur doit avoir des exigences écologiques très spécifiques afin qu'on puisse faire un lien direct entre sa présence ou absence et une particularité environnementale (Touzin, 2008). Lors de l'utilisation des méthodes biologiques, on peut faire appel à plusieurs types de bioindicateurs comme les diatomées, les macrophytes, les macro-invertébrées benthiques et les poissons. Les diatomées sont des algues microscopiques pourvues d'un squelette siliceux sur lequel est basée leur identification. Elles forment une couche gélatineuse sur les roches immergées et on les retrouve dans tous les milieux, qu'ils soient sombres ou éclairés, propres ou pollués. De plus, elles sont très sensibles à la pollution azotée et phosphorée. Les macrophytes sont des végétaux de grande taille qui peuplent les écosystèmes aquatiques. La famille des salmonidés est un bon exemple de bio-indicateur puisque ces poissons (ex : truite mouchetée) sont sensibles au manque d'oxygène (Touzin, 2008).

I-7. Les invertébrés d'eau douce comme bio-indicateurs de pollution

Pour une gestion durable des perturbations des milieux aquatiques, des systèmes de surveillance de l'état d'intégrité sont élaborés à l'aide des organismes aquatiques (Hart et al., 1999). En comparaison avec les données chimiques, le contrôle biologique offre un moyen relativement abordable de mesure environnementale pour l'évaluation de la dégradation des habitats aquatiques et de la perte de la diversité biologique induite par les perturbations anthropiques (Hynes, 1960; Hawkes, 1979; Karr, 1991). La surveillance biologique des communautés benthiques est aujourd'hui l'outil le plus sensible pour détecter de façon rapide et précise les perturbations dans les biocénoses aquatiques (Cairns et Pratt, 1993). Les macro-invertébrées constituent un groupe taxonomique très hétérogène regroupant plusieurs phylums. Cette grande diversité de formes confère à ce groupe une grande diversité de réponses potentielles aux perturbations (Rosenberg et Resh, 1993). Ce groupe biologique présente l'avantage d'être le plus souvent tributaire d'un milieu, de répondre rapidement aux stress et de constituer un des premiers maillons de la chaîne

alimentaire des cours d'eau (Barbour et *al.*, 1999). De plus, il existe une certaine rémanence chez ces organismes qui leur permettent de témoigner de pollutions plus ou moins anciennes (Friedrich et *al.*, 1992). Leur cycle de vie est aussi relativement long, de l'ordre d'une année (Marchant, 1986). Les organismes aquatiques de par leur diversité de formes taxonomiques, leur durée de vie, et leur large distribution dans l'ensemble des eaux courantes, constituent d'excellents bioindicateurs de l'état de santé des hydrosystèmes (Charvet, 1999). Pour la plupart, dans des conditions normales, ils ont une mobilité réduite sur les supports aquatiques (quelques mètres). Certains compensent toutefois ce handicap par des capacités de dérive active (mise en suspension dans le courant), souvent rythmée, pour se disperser ou quitter un environnement qui ne répond plus à leurs besoins (respiration, nourriture, nymphose). Face à des perturbations ou des pollutions majeures, mis à part cette possibilité de dérive, ils ne peuvent que subir ou mourir. Ils sont donc représentatifs des conditions environnementales d'un milieu donné. Ils sont abondants et relativement faciles à collecter (Leunda, 2009) de plus, leur prélèvement a peu d'effets nuisibles sur le biote résident. Leur identification n'est pas aussi difficile que celle des micro-organismes et du plancton et de nombreux ouvrages de détermination sont disponibles. Les macro-invertébrés les plus couramment utilisés comme bioindicateurs sont les insectes aquatiques (sous formes larvaires et parfois adultes), les acariens, les mollusques et les crustacés d'eau douce. Ces organismes sont récoltés pour être ensuite identifiés à l'espèce, au genre, à la famille ou à l'ordre selon le type de suivi choisi par l'instigateur (Boissonneault, 2006). Ces petits animaux forment des maillons importants de la chaîne alimentaire et sont d'excellents bioindicateurs (Tenkiano, 2017). La détérioration de ces communautés benthiques peut s'exprimer de différentes manières, soit par l'absence de taxons polluo-sensibles, par la dominance de certains taxons polluo-résistants comme les Chironomidae ou par les changements importants dans la composition relative dans la communauté benthique (Plafkin et *al.*, 1989). Cet ensemble de caractéristiques font que les macro- invertébrés benthiques sont à l'origine de nombreux outils diagnostiques de la qualité des écosystèmes aquatiques. L'analyse de la composition des communautés fournit une image d'ensemble de l'intensité des perturbations que subissent les cours d'eau qui sont, la plupart du temps, traduite par une valeur obtenue par le calcul de différents indices.

I-8. Les indices biotiques

Depuis le début du siècle dernier la qualité biologique des cours d'eau est de plus en plus étudiée. Dès les années 1920, les caractéristiques biologiques des organismes

aquatiques ont été reliées à la variabilité spatiale des habitats, aux contraintes environnementales et aux perturbations anthropiques. Cependant, ce n'est vraiment que dans les années 1970- 1980 que les auteurs se sont intéressés à l'obtention d'une description écologique des conditions environnementales tenant compte des relations faune/ habitat, et en considérant que des relevés faunistiques pouvaient fournir des indications sur les caractéristiques d'organisation physiques et fonctionnelles de l'écosystème aquatique étudié. Ceci a donné lieu à la naissance de nombreux outils diagnostiques de la qualité des écosystèmes aquatiques basés sur les macro-invertébrés benthiques. Un certain nombre d'études ont documenté la manière dont les assemblages de macro-invertébrés répondent aux variables environnementales et les variables qui expliquent le mieux leur distribution et leur abondance. Certaines études ont montré de bonnes relations entre les assemblages de macro-invertébrés, des variables chimiques et de la base d'énergie organique. Tandis que les facteurs physiques liés à l'habitat étaient largement mis en évidence comme contributeurs principaux tels que la composition du substrat, le débit et la vitesse du courant, la hauteur et la taille du cours d'eau ainsi que la température. La végétation, la géologie sont également importants pour leur distribution spatiale.

Beck (1955) parle pour la première fois d'indice biotique en classant les macro-invertébrés selon leur tolérance face à une pollution organique. D'après Heliott, 2014, Des méthodes pratiques pour calculer des indices biotiques ont été conçues (ex. indices basés sur la diversité des macro-invertébrés), et adaptées pour être appliquées en routine par les gestionnaires des milieux aquatiques. Ces méthodes standardisées ne tenaient pas compte d'un référentiel correspondant à l'état "normal" des communautés concernées. Les approches récentes basées sur le concept de l'intégrité de l'écosystème et sur la biodiversité semblent plus prometteuses pour la gestion intégrée de l'eau.

Une grande variété d'indices biotiques et de scores basés sur les macro-invertébrés à ont été développés et appliqués pour l'évaluation de la qualité de l'eau, tels que l'indice biotique étendu de Trent (the Extended Trent Biotic index (ETBi)) (Chandler, 1970), l'indice biotique belge (Belgian Biotic index (BBi)) (De Pauw et Vanhooren, 1983), protocoles de bioévaluation rapides (Rapid Bioassessment Protocols (RBPS)) (Barbour et al 1999), surveillance biologique de la qualité de l'eau (Biological Monitoring Water Quality (BMWQ)) (Camargo et Munoz, 1989), l'indice de macro-invertébrés multimétrique en Flandre (Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF))

(Gabriels et al 2010), l'indice biotique des familles (Family-level Biotic Index (FBI)) (Hilsenhoff, 1988), l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN), Score moyen par taxon (ASPT), et le groupe de travail sur la surveillance biologique (the Biological Monitoring Working Party (BMWP)). D'autres méthodes peuvent consister à prédire la qualité de l'eau en utilisant un modèle de réseau neuronal de rétro proposition (BP-NN) ou à estimer les concentrations de métaux critiques pour une bonne qualité écologique de l'eau en utilisant un indice biotique basé sur les macro-invertébrées (Mutonkole, 2015).

DEUXIEME PARTIE:

Etude expérimentale

CHAPITRE I:

Présentation de la région d'étude

II.Présentation générale de la région d'étude

II-1.Limites géographiques de la région d'étude

II-1-1.Limites géographiques de la wilaya Batna

Batna est une commune du Nord-Est de l'Algérie, située dans la région de l'Aurès. La ville dépend administrativement de la wilaya de Batna dont elle est le chef-lieu. Elle se trouve à 435 km au sud-est d'Alger et à 113 km au sud-ouest de Constantine.

La ville de Batna est considérée historiquement comme étant la « capitale » des Aurès. Située à 1 058 mètres d'altitude, elle est la 5e plus importante ville du pays avec 375 000 habitants et la plus haute agglomération d'Algérie bien qu'elle ait été construite dans une cuvette entourée de montagnes (Busson, 2020).

La Wilaya de Batna se trouve localisée dans la partie orientale de l'Algérie entre les “ 4° et 7° ” de longitude Est et “ 35° et 36° ” de latitude Nord. D'une Superficie de 12.038,76 kms², le territoire de la Wilaya de Batna s'inscrit presque entièrement dans l'ensemble physique constitué par la jonction de deux Atlas (Tellien et Saharien) ce qui représente la particularité physique principale de la Wilaya et détermine de ce fait les caractères du climat et les conditions de vie humaine.

La wilaya de Batna est située au nord-est de l'Algérie, dans la région des Aurès. Elle est délimitée(Fig.2) :

Au nord, par la wilaya de Mila ;

Au nord-est, par la wilaya d'Oum-El-Bouaghi ;

À l'est, par la wilaya de Khenchela

Au sud, par la wilaya de Biskra ;

À l'ouest, par la wilaya de M'Sila ;

Au nord-ouest, par la wilaya de Sétif.



Figure 2 : Situation géographique de la wilaya de Batna

Source : (ANIDI, 2015).

II-1-2. Les limites géographiques de la wilaya de Biskra

Biskra est surnommée la « reine des Zibans », « porte du désert » (Farhi 2002). Elle est la porte orientale du Sahara algérien (Fontaine Jacques Et Kouzmine Yaël., 2008) La ville se situe à 123 km au sud-ouest de Batna, à 388 km au nord de Ouargla, à 242 de Constantine, à 331 de Skikda, à 332 de Tébessa et à 425 au sud-est d'Alger (Marc Côte, 1996).

Capitale des Ziban, elle occupe une position centrale dans cette région, entre le Zab Rharbi (secteur de Tolga) à l'ouest, une région agricole prospère et le Zab Chergui (secteur de Sidi Okba) (Marc côte, 1991).

La wilaya de Biskra est située à l'Est du pays et plus exactement au Sud des Aurès qui constituent sa limite naturelle au Nord. Elle s'étend au Sud-Est jusqu'à la zone du Chott Melghir et au Sud-Ouest jusqu'au commencement du grand erg oriental. D'une superficie de 21.671,2 Km², la wilaya de Biskra est limitée par : La wilaya de Batna au Nord, la wilaya de M'sila au Nord –West, la wilaya de Djelfa au SudOuest et la wilaya de Khenchela au Nord et à l'Est (Fig.2) (ANIDI, 2015).



Figure 3 : Situation géographique de la wilaya de Biskra source :(ANDI,2015).

II-2.Le réseau hydrographique

Selon Delartigue, 1904 ; Ballais, 1981 ; Abdessemed, 1984) Le réseau hydrographique est endoréique ou aréique pour l'ensemble du massif. Pour les oueds, certains sont sahariens, ils traversent le massif du Nord-Est vers le Sud-Ouest et constituent des subdivisions dans la structure géographique. Ils s'éteignent tous dans les chotts du sud et de l'Ouest ainsi Belagoune,(2012) indique que le réseau hydrographique est l'ensemble des cours d'eau, affluents et sous affluents permanents ou temporaires, dans lesquels s'écoulent toutes les eaux de ruissellement puis converger vers un seul point de vidange du bassin versant (exutoire).

II-2-1. Le réseau hydrographique Batna

La petite et moyenne hydraulique : la mobilisation des eaux de surface est assurée essentiellement par un seul barrage (KOUDIET MEDOUAR) d'une capacité de 69 Hm³ (ANDI 2015).

Les eaux souterraines sont les ressources les plus utilisées dans la Wilaya de Batna, notamment pour l'AEP, l'Agriculture et l'industrie. La mobilisation de ces potentialités est assurée par un grand nombre de forages, puits individuels ou collectifs et les sources captées ou non captées, réparties à travers tout le territoire de la Wilaya. D'après l'inventaire présenté par la Direction de l'Hydraulique, la Wilaya de Batna compte 383 Forages dont 328 en exploitation et 25 abandonnés définitivement dont 30 % environ sont implantés dans les seules plaines de Barika, Ain Djasser et El Madher, là où les ressources

en eau souterraines sont particulièrement importantes. Le Débit mobilisé à partir des 292 forages sont répartis comme suit (ANDI, 2015) :

A.E.P. : 285 Forages : 451 543.68 m³/j

A.E.P/I.R.R. : 4 Forages : 19 353.00 m³/j

A.E.I. : 11 Forages : 16 416.00 m³/j

IRR : 25 Forage : 64 368.00 m³/j

AEP/ANP : 4 Forage : 3024.00 m³/j

II-2-2.Le réseau hydrographique Biskra

Le territoire de la wilaya de Biskra est drainé par un réseau hydrographique assez dense. La majorité des oueds qui drainent ce territoire sont endoréiques et sont de type intermittent en grande partie. Parmi les plus importants oueds qui coulent dans la wilaya, il y a :

- **Oued Djedi**

Le bassin versant de l'oued Djedi couvre une superficie de 24200 Km². C'est le cours d'eau le plus important du bassin versant. Il traverse toute la région située à l'ouest du méridien de Biskra et se jette dans le Chott Melghir. Il est orienté Ouest – Est, mais au cours de son trajet, il subit des déviations locales et c'est ainsi qu'au niveau de Sidi Khaled il bifurque au Nord pour ne reprendre sa direction initiale qu'au niveau de Lioua. L'oued Djedi peut être considéré comme le collecteur de la vaste gouttière qui s'étend sur plus de 500 km au pied de l'Atlas saharien (Dubieff, 1953). Elle est assez fortement inclinée (2 pour mille) vers l'ENE, partant de Rass Echaab, à 969 mètres d'altitude, au chott Melghir, à une vingtaine de mètres au-dessus du niveau de la mer. L'origine de l'Oued Djedi se situe à la confluence des deux oueds : M'zi et Messad. Sur son passage, il reçoit plusieurs oueds.

- **Oued Biskra**

Le bassin versant de l'Oued Biskra, drainant une superficie de 2947Km², Il collecte des affluents issus des massifs des Aurès, notamment, oued Branis et oued El Hai où il prend sa source d'altitude de 2000 km. Il traverse et alimente l'oasis de Biskra grâce aux crues relativement fréquentes par les précipitations en hiver, il se jette dans chott melghir.

- **Oued El Arab**

Il prend sa source des monts qui constituent la partie orientale des Aurès d'altitude de 1038 m à partir de la wilaya de khenchela et traverse zribet el oued se jette lui aussi dans la zone dépressionnaire du chott Melghir de la wilaye de Biskra.

L'intérêt des oueds de la massif montagneuse des Aurès sont acheminés d'une façon, vers la région des Zibans des quantités très importantes d'eau

II-3.Climat et précipitation :

II-3-1-Données climatiques

Pour caractériser le climat de la zone d'étude, nous avons exploité les données climatiques de deux années d'études 2018 et 2019, émanant des stations météorologiques de Batna et Biskra.

Tableau 1: Données climatiques enregistrées à Batna et à Biskra.

Températures moyennes mensuelles en (°C)														
Tempe		J	F	M	A	M	J	j	A	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	2018	7,6	5,8	11	14,1	16,6	21,9	29,8	23,9	23,3	15,8	11	7,1	15,7
	2019	4,7	6,1	9,7	13,3	15,7	26,1	27,9	27,6	22,9	17,3	10,3	9,9	16,6
Biskra	2018	13,9	12,4	17,6	22	25,1	29,9	37,1	32	31,3	22,8	17	13,8	13,9
	2019	13,1	13,3	16,9	20,9	24,4	33,9	35,5	35,1	29,9	24,7	15,9	15,8	13,1
Précipitations moyennes mensuelles en (mm)														
Tempe		J	F	M	A	M	J	j	A	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	2018	0,5	14	37	47,2	55	0,25	4	60	27,9	63	0	5,1	313,2
	2019	32,9	16,2	61,3	36,8	48,8	0	3,8	12,8	31,7	26	45,1	17,8	333,2
Biskra	2018	0,25	7	12	0,5	49	0	0	2,19	17	26,9	0,76	0,3	115,9
	2019	1,52	0,2	9,2	31,6	17,4	0	0,8	7,2	16,8	0,6	7,7	2,2	95,22
Températures maximales mensuelles en (°C)														
Tempe		J	F	M	A	M	J	jui	A	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Ba	2018	4,7	6,1	9,7	13,3	15,7	26,1	37,9	27,6	22,9	17,3	10,3	9,9	16

	2019	14,5	12,1	17	21,5	23,8	31	39,6	32,1	30,6	21,6	17,9	14,1	23
Biskra	2018	18,8	17,2	22,8	28,1	30,6	36,3	43,6	37,7	36,9	27,7	22	19,7	28,4
	2019	16,6	18,5	22,9	26,8	30,2	40,6	41,7	41,3	35,4	30	20,7	20,6	28,8
Températures minimales mensuelles en (°C)														
Tempe		J	F	M	A	M	J	j	A	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	2018	-1	-0,5	2	5,6	7,3	16,1	17,8	18,3	15,2	9,4	5,1	4	8,3
	2019	0,1	-0,5	4,8	6,7	9,6	13,3	19,8	15,7	15,5	9,7	3,7	-0,3	8,2
Biskra	2018	7,5	7,5	10,7	15,1	18,6	27,2	29,2	28,9	24,4	19,4	11,1	10,8	17,5
	2019	9,2	7,5	12,5	16	19,6	23,9	30,5	26,4	25	17,6	11,9	8	17,3
Vitesse moyenne mensuelle de vent en (Km/h)														
Tempe		J	F	M	A	M	J	j	A	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	2018	12,5	12,7	11,1	11,2	11,3	13,8	11,4	12	11,9	10,8	12,1	10,7	11,79
	2019	10,3	10,9	16,2	10,3	11,0	11	10,8	10,8	10,3	10,4	10,5	10,6	11,09
Biskra	2018	9,7	9,9	8,7	8,7	9,4	9,4	9,3	9,8	9,6	9,6	9,7	9,9	9,47
	2019	9,7	9,9	9,9	8,9	9,8	9,2	9,6	9,9	9,7	9,6	9,8	9,9	9,65
Humidité relative moyenne mensuelle en (%)														
Tempe		J	F	M	A	M	J	j	A	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	2018	65,5	61,2	61	60,8	64,8	47,3	33,3	58,3	56,7	69,7	67,5	75,8	60,15
	2019	75,6	66,7	61,9	60	54,7	28,7	29,3	37,3	50,3	55,3	65,7	67	54,37
Biskra	2018	52,3	55,6	44,5	40,7	45,4	34,33	25,4	41,6	42,8	54,4	56,3	59,8	46,09
	2019	53,9	44,4	43,7	37,5	41,3	37,5	22,7	24,5	29,3	43,5	53,4	51,6	40,27

Tutiempo.net (2019)

II-3-1-1. Les températures moyennes mensuelles et annuelles

La température de l'air est un facteur très important qui régit les déperditions d'eau qui s'opèrent par le phénomène de l'évapotranspiration. L'étude des températures moyennes mensuelles et annuelles est primordiale, car c'est elle qui nous permette d'évaluer le déficit d'écoulement des bassins versants (Aidoudi et Sebaa, 2008 ; Belagoune, 2012).

II-3-1-1-1. Les températures de la willaya de Batna

Les températures enregistrées durant l'année 2018 montrent une température moyenne annuelle de 15,7°C. La température moyenne mensuelle minimale est observée au mois de janvier avec -1°C, tandis que la température moyenne mensuelle la plus maximale est enregistrée au mois de juillet avec 27,9°C (Tab.1.). En revanche, les températures moyennes mensuelles enregistrées durant l'année 2019 montrent une température moyenne annuelle de 16,6°C. La température moyenne mensuelle la plus basse est observée au mois de février avec -0,5°C, alors que la température moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de juillet avec 39,6°C (Tab.1).

1-3-1-1-2. Les températures de la willaya de Biskra

La température annuelle moyenne enregistrée durant l'année 2018 est de 13,9°C, où la température moyenne mensuelle minimale est observée au mois de février avec 7,5°C, c'est le mois le plus froid ; tandis que, la température moyenne mensuelle maximale est enregistrée au mois de juillet avec 43,6°C (Tab.1).

En 2019, on constate que la température annuelle moyenne est de 13,1°C, où la température moyenne mensuelle la plus basse est observée au mois de février avec 7,5°C, c'est le mois le plus froid ; tandis que, la température moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de juillet avec 41,7°C (Tab.1).

II-3-1-2. Les précipitations

L'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique. En effet les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et de l'exposition. La hauteur pluviométrique est donc déterminée par la direction des axes montagneux par rapport à la mer et aux vents humides. En effet, ce sont les versants Nord, Nord-Ouest et leurs sommets qui reçoivent les précipitations les plus fortes; celles-ci diminuent vers le Sud au fur et à mesure que les vents s'épuisent.

Les précipitations en Aurès varient selon quatre paramètres (Aidoudi et Sebaa, 2008) :

- La longitude : selon laquelle on note une diminution des précipitations d'Est vers l'Ouest
- La latitude : la pluviosité diminue du Nord vers le Sud.
- L'Altitude : les précipitations augmentent avec l'altitude.
- L'exposition : les versants Nord reçoivent des quantités des précipitations plus importantes que celle des versants Sud.

II-3-1-2-1 Les précipitations de la willaya de Batna

Durant l'année 2018, le mois de Aout enregistre une précipitation maximale de 60 mm contre une minimale de mm au mois de Novembre. La précipitation totale est de 313.2 mm. Le taux maximal des précipitations en 2019 est remarqué au mois de Mars avec 48.8mm. Par contre, le taux minimal est observé au mois de juin avec seulement 0 mm. La précipitation totale est de 333.2mm (Tab.1).

II-3-1-2-2. Les précipitations de la willaya de Biskra

Durant l'année 2018, le mois le plus pluvieux est le mois de Mai qui enregistre une précipitation maximale de 49mm contre une minimale de 0.2 mm au mois de janvier qui était le mois le moins pluvieux. Les précipitations nulles ont été enregistrées aux mois de juin et juillet. Cependant, la précipitation totale était de 115.9 mm. Les données de tableau montrent que le maximum des précipitations au cours de l'année 2019 est observé au mois d'Avril avec 31.6 mm contre un minimum de 0.8 mm au mois de février. Les précipitations nulles ont été enregistrées aux mois de juin et juillet. Alors que, la précipitation annuelle était de 95.22 mm (Tab.1).

II-3-1-3.L'humidité relative de l'air

Elle exprime le rapport en pourcentage de la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'air (P_a) à la pression de la vapeur saturante (P_r) dans les mêmes conditions de mesure de température lue au thermomètre sec et de pression (Aidoudi et Sebaa, 2008).

II-3-1-3-1.L'humidité relative de l'air de la willaya de Batna

Concernant les données de l'humidité relative moyenne annuelle, elles sont de 62,15% en 2018 et de 60.7% en 2019. Il paraît que les maximums de l'humidité 75,8% et 75,6% ont été enregistrés respectivement au mois de décembre 2018 et au mois de janvier

2019. Par contre, les minimums de 33,3 % et 27,8% sont respectivement enregistrés aux mois de juillet et juin de 2018 et de 2019 (Tab.2) et (Fig.4 et 5).

II-3-1-3-2. L'humidité relative de l'air de la willaya de Biskra

Concernant les données de l'humidité relative moyenne annuelle, elles sont de 46,09% en 2018 et de 59,8% (Tab.1). en la valeur la plus élevée de l'humidité relative en 2018 a été enregistrée durant la période hivernale avec 55,52% correspondant au mois de Janvier. Tandis que, la valeur la plus basse a été relevée en été, en particulier en juillet (25,4%) (Fig.4.A). Cependant durant l'année 2019, le maximum de l'humidité relative a été enregistré au mois de janvier avec 53,9% ; contre le minimum de 22,7 % au mois de juillet (Fig.4.B).

II-3-1-4. Les vents

Généralement les vents chargés de pluies viennent du Nord-Ouest après qu'ils perdent une grande partie de l'humidité sur l'atlas tellien, ils soufflent pendant l'automne et l'hiver et une partie du printemps (Remini, 2005). Le sirocco est un vent sec et chaud provoquant une augmentation notable de la température et une chute brutale de l'humidité atmosphérique. Il peut s'observer à toutes les époques de l'année cependant son maximum de fréquence se situe en juillet et son minimum en décembre et janvier (Remini, 2005). Selon les données des stations, on peut extraire les remarques suivantes :

II-3-1-4-1. Les vents de la willaya de Biskra

Les vents sont généralement faibles à direction Sud-Ouest à Ouest, avec un passage du sirocco en été. La vitesse maximale du vent en 2018 a été enregistrée au mois de juin (13,8 km/h) et la minimale au mois de Novembre (10,7 km/h) ; avec une vitesse moyenne annuelle de 11,79 km/h (Fig.3.A). En revanche durant l'année 2019, la vitesse maximale du vent a été notée au mois de Mars (16,21km/h) et la minimale au mois de janvier, Avril, Septembre (10.03 km/h), avec une vitesse moyenne annuelle de 11,09 km/h (Fig.3.B).

II-3-1-4-2. Les vents de la willaya de Batna

Les vents sont relativement fréquents. En période hivernale, les vents soufflent fréquemment avec une direction Nord-Ouest et ils sont relativement humides. Cependant, à la fin du printemps et en été, les vents deviennent très desséchants, en particulier, le sirocco venant de Sud-Ouest. Les vents de sable se manifestent notamment au printemps et en été.

D'après le tableau (1) , nous remarquons que la vitesse du vent en 2018 a atteint un maximum de 9,9 km/h durant le mois de Décembre et un minimum de 8,7 km/h au mois de juin , avec une moyenne annuelle de 9,50 km/h (Fig.4.A) . En revanche, la vitesse du vent la plus élevée en 2019 est enregistrée au mois de Février, Mars et Aout (9,9 km/h) et la plus basse a été observée au mois d'Avril (8,9 km/h), avec une moyenne annuelle de 9,65 km/h (Fig 4.B).

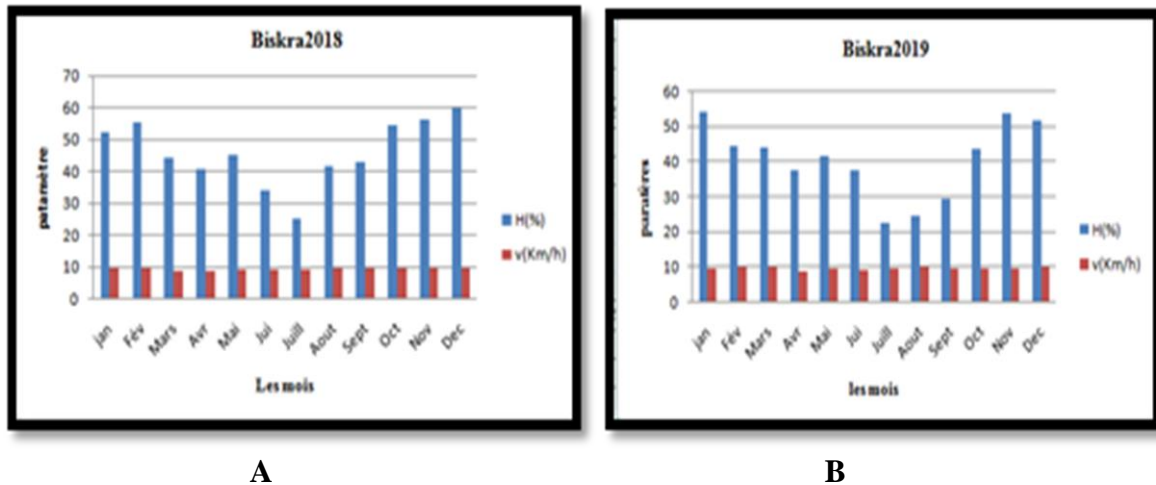


Figure 4 : Les variations mensuelles d'humidité et vitesse des vents de Biskra(A) 2018 (B) 2019

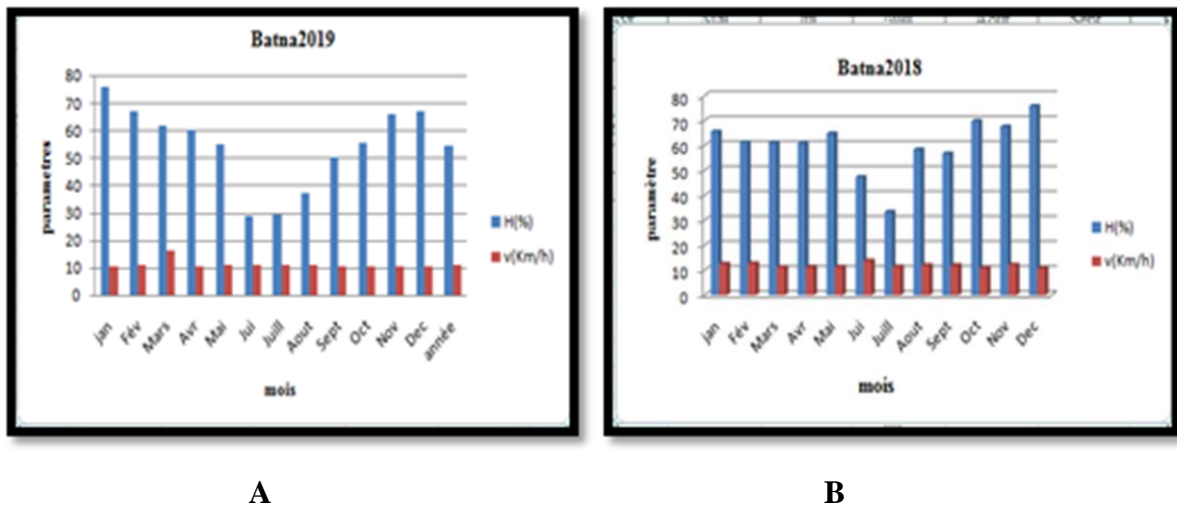


Figure 5 : Les variations mensuelles d'humidité et vitesse des vents de Batna (A) 2018 (B) 2019

II-3-2.Synthese bioclimatique

II-3-2-1.Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen:

De nombreux indices climatiques sont proposés. Les plus courants sont basés essentiellement sur la pluie et la température. C'est le cas du quotient pluviothermique d'EMBERGER (Emberger, 1930, 1955 ; Sauvage, 1963) et de l'indice xérothermique de

Bagnouls et Gaussen (1957) qui sont les plus utilisés. Il s'agit de la représentation de deux courbes relatives à deux paramètres climatiques principaux qui sont la température et la précipitation. On utilise cette méthode pour déterminer la période sèche et la période humide. Pour Bagnouls et Gaussen, le climat sec est celui où la totalité des précipitations exprimée en (mm) est inférieure ou égale au double des températures moyennes. $P \text{ (mm)} \leq 2T \text{ (}^\circ\text{C)}$, cette relation permet d'établir un diagramme pluviométrique sur lequel les précipitations sont portées à une échelle double des températures.

D'après le tableau (Tab.2) , nous avons remarqués que La moyenne mensuelle des températures de la région de Batna et Biskra Durant dix ans (2009-2019) 15,84 et 21(C°) et la température moyenne mensuelle minimale est observée au mois de Février et Janvier avec -0.3°et 6,72C, tandis que la température moyenne mensuelle la plus maximale est enregistrée au mois de juillet avec 34,92 et 39,75°C respectivement.

Tableau 2: Moyenne de précipitations et températures de Batna et à Biskra de 2009 à 2019

moyenne mensuelle de précipitations et températures de 2009-2019														
		J	F	M	A	M	J	jll	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	P(mm)	29,6	25	35,37	43,68	34	22	5,7	27	21,49	24,8	14,8	15	269
	T(c°)	6,67	7	10,23	13,89	18	23	27	26,2	22,21	17,2	11,3	7,76	15,2
Biskra	P(mm)	9,6	10	17,66	22,15	10	19	7,9	17,9	35,73	30,3	15,3	9,6	196
	T(c°)	11,8	13	16,33	21,18	25	29	33	32,5	28,65	17	12,4	11,8	20,7

Tutiempo.net2019

La précipitation totale était de 269,27 mm le mois le plus pluvieux est le mois d'Avril qui enregistre une précipitation maximale de 43,70 mm contre une minimale de 5,71 mm au mois de juillet dans la région de Batna, Alors le mois le plus pluvieux est le mois de Septembre qui enregistre une précipitation maximale de 35,73 mm contre une minimale de 7,06 mm au mois de juillet dans la region de Biskra et d'un total de 195,83mm.

Tableau 3: Moyenne de précipitations et températures de Batna et à Biskra de 2009 à2019.

moyenne mensuelle de précipitations et températures de 1991-2020.														
		J	F	M	A	M	J	jll	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec	Année
Batna	P(mm)	37,7	22,5	34,5	37,4	44,7	20,7	6,5	21,5	33	27,6	28,5	37,7	352,6
	T(c°)	6,4	7,1	10,3	13,4	18	23,2	26,8	26,3	22	17,1	10,9	7,2	15,7
Biskra	P(mm)	20,3	12,9	23	21,3	13,7	6,3	15,2	4,8	28	24,7	30,1	15,6	216,1
	T(c°)	12,2	13,8	17,3	21,1	26,2	31,2	34,4	33,9	29,1	23,7	17,1	13,1	22,8

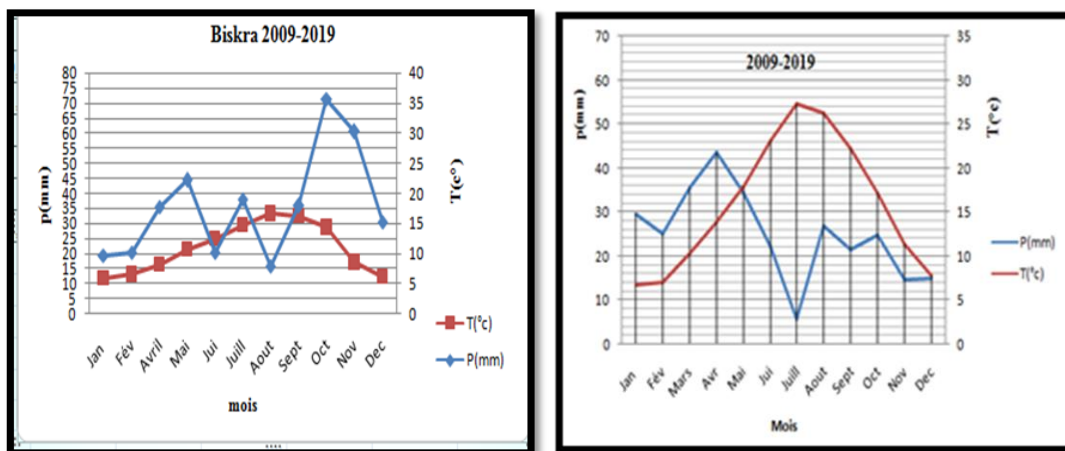
www.hppt/Infofrance.fr

II-3-2-1-1.Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la willaya de Batna de 2009 à 2019

Il présente qu'une période humide au mois du mai jusqu'à la fin de Décembre, et une période sèche de janvier jusqu'à la fin d'Avril durant dix ans (2009-2019) (Fig.6.A).

II-3-2-1-2.Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la willaya de Biskra de 2009 à 2019.

Il présente une période sèche qui s'étale presque toute l'année durant dix ans (2009-2019), Alors qu'une période humide qui s'étale seulement quelques jours du mois de juin, juillet et Aout 2009-2019, et (Fig.6.B).



B

A

Figure 6 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson de la région Batna(A) et Biskra (B) durant les dix dernier années d'études (2009-2019).

II-3-2-1. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse de la willaya de Batna de 1991 à 2020.

Il présente qu'une période humide au mois de Juillet, et deux périodes sèche de janvier jusqu'à la fin de juin et de début de Août jusqu'à la fin de Décembre durant trente ans (1991-2020) (Fig.7.A).

II-3-2-1-4. Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse de la willaya de Biskra de 1991 à 2020.

Il présente deux périodes sèche qui s'étale presque toute l'année durant trente ans (1991-2020), de Janvier à la fin de Mai et de début de Septembre jusqu'à la fin de Décembre. Alors qu'une période humide qui s'étale seulement quelques jours du mois de juin, juillet et Août 1991-2020, et (Fig.7.B).

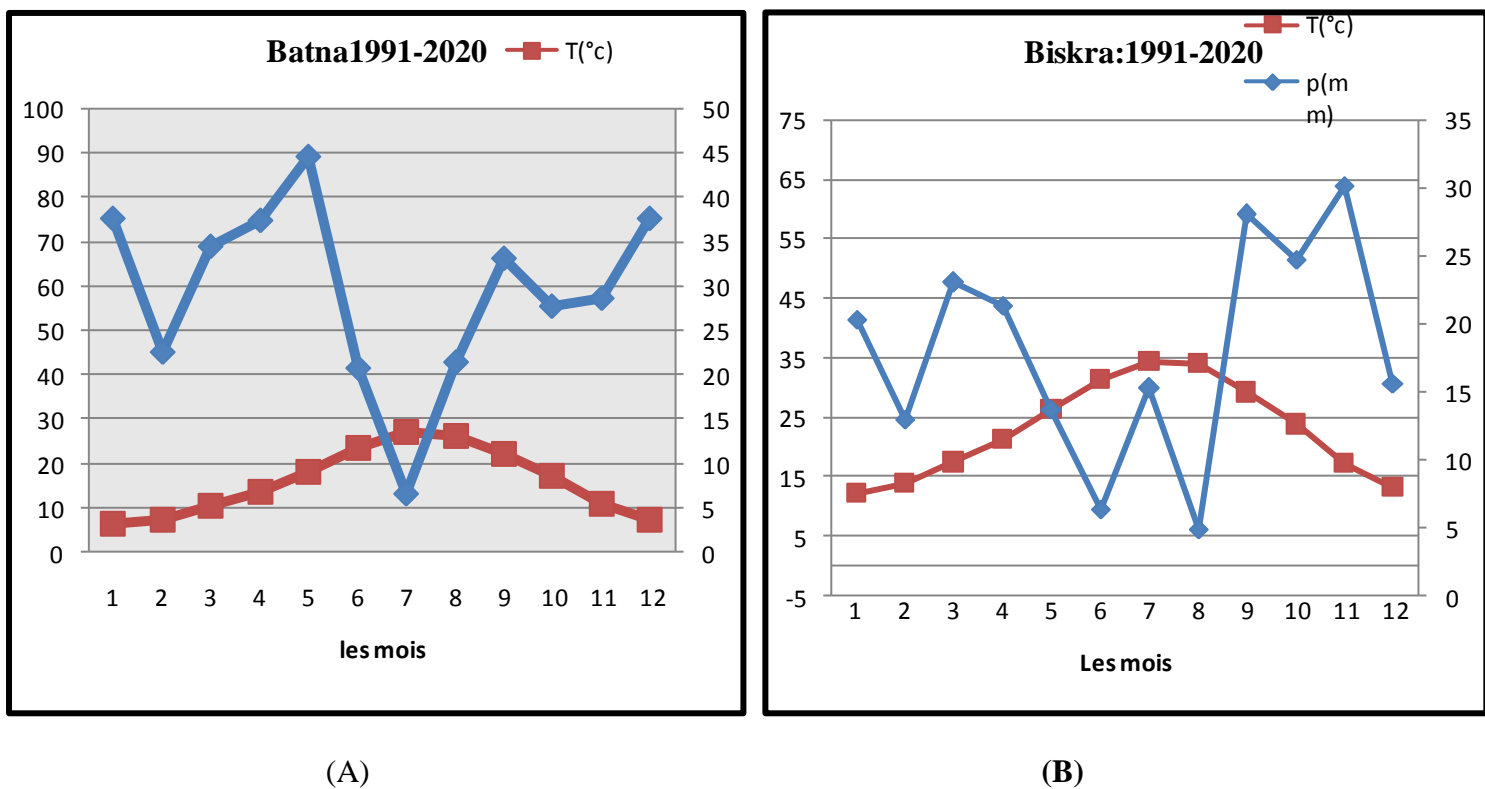


Figure 7 : Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse de la willaya de Batna (A) et Biskra (B) de 1991 à 2020.

II-3-3. Le climagramme d'Emberger :

En 1932, Emberger proposa une formule permettant le calcul de l'indice d'aridité annuel, en tenant compte des précipitations et de la température. Cette formule s'écrit :

$$Q = 2000P/M^2 - m^2 \text{ dont } Q$$

: Quotient pluvio-thermique d'Emberger.

P : précipitation moyenne annuelle en (mm).

M : la moyenne des maxima de la T du mois le plus chaud en kelvin (°K).

m : la moyenne des minimal de la T du mois le plus froids en kelvin (°K).

Les résultats sont reportés dans le tableau suivant (T en (°K) = T en (°C) + 273,2).

En représentant ces valeurs sur le climagramme d'Emberger, nous constatons que :

Tableau 4: Les données météorologiques des périodes Période de 2009 à 2019.

Période 2009-2019	P (mm)	M		m		Q
		(°c)	(°K)	(°c)	(°K)	Q
Batna	269,27	36,5	309,7	0,3 -	273,2	24,65
Biskra	195,49	39,76	312,96	6,72	279,76	3,26

Tableau 5: Les données météorologiques des périodes Période de 1991 à 2020.

Période 1991-2020	P (mm)	M		m		Q
		(°c)	(°K)	(°c)	(°K)	Q
Batna	352,6	36	309,2	0,5	273,25	33,67
Biskra	216,1	40,2	313,4	7,2	280,4	4,78

Selon les résultats obtenus des deux tableaux (Tab.5) des données météorologiques des périodes Période de 2009 à 2019 et les données météorologiques de la période Période de 1991 à 2020 (Tab.5)

- Le climagramme d'Emberger de la wilaya de Batna : Il appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver froid.
- Le climagramme d'Emberger de la wilaya de Biskra : Il appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

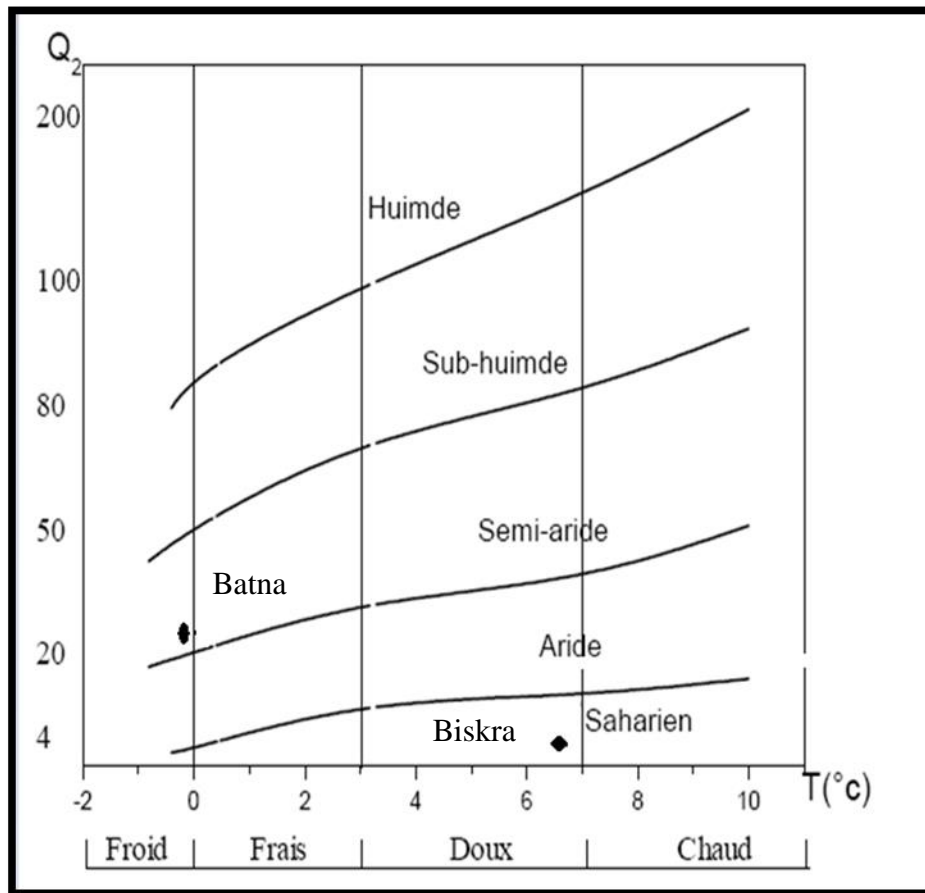


Figure 8 : Situation des régions de Batna et Biskra dans le climagramme d'Emberger.

II-3-4. L'importance des précipitations sur les Oueds

Les débits des oueds restent mal connus, les stations hydrométriques sont en panne. Les précipitations surtout liquides alimentent un bassin versant, qui constitue le facteur essentiel intervenant. Répartition annuelle et mensuelle des facteurs climatiques, leur total journalier et surtout les averses génératrices des crues. Ces différents aspects des précipitations sont plus ou moins adoptée selon un effet combiné d'altitude, exposition et climatiques telle que la température, l'évapotranspiration, le vent et l'humidité aussi des facteurs qui influent sur l'écoulement et le régime hydrologique du bassin, Les zones aride et semi-aride comprennent une grande diversité d'habitats aquatique L'eau souterraine qui sort sur la surface les sources forme les cours d'eaux et Lacs au milieu des oasis ; les chott ; les bassins de traitement des eaux usés et les barrage de retenue .

CHAPITRE II:

Matériel et méthodes

III. Matériel et méthodes

III-1. Description de la zone d'étude

Le bassin versant de l'oued Abiod, drainant une superficie de 1300 Km², est situé dans le massif de l'Aurès (Fig.9). Il fait partie du bassin versant endoréique Chott Melghir. La longueur de l'oued est de 85 km depuis son origine dans les montagnes Chelia (2326 m de haut) et Ichemoul (2100 m de haut). Après avoir traversé Tighanimine, il se jette progressivement dans les canyons des gorges de Rhoufi et M'chouneche, puis ouvre un chemin vers la plaine jusqu'aux gorges sahariennes de Foumel Gherza.

Selon Hamel, 2009 le sous bassin versant de l'Oued El Abiod: ce sous bassin se trouve dans zone constituée d'une succession de massifs montagneux, faisant partie des Aurès, et appartenant ainsi au domaine de l'Atlas Saharien. Il est annexé au bassin hydrologique de chott Melghir ; il s'étend de la ville de Arris au Nord –Est, appartenant à la wilaya de Batna jusqu'à la cuvette d'El-Outaya dans la partie Sud-Ouest qui fait partie de la Wilaya de Biskra (Fig.9).

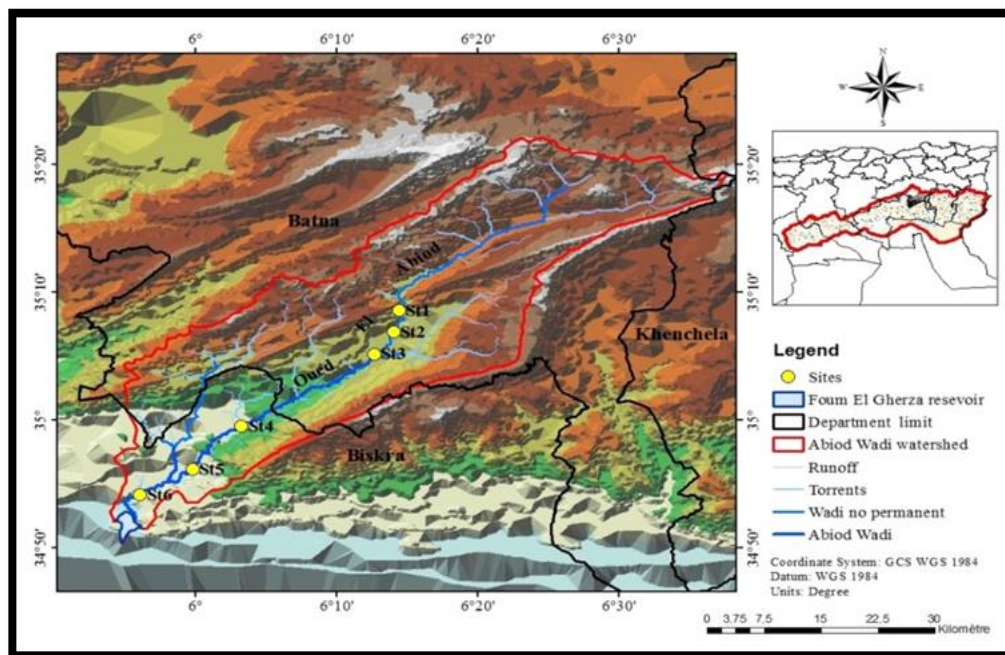


Figure 9: Localisation et situation du bassin versant de l'oued Abiod dans le réseau hydrique. (Photo originale Boudrari 2019).

Les coordonnées géographiques du sous bassin sont: **Latitude** : 35° 6'16'' et 35° 10'44'' Nord /**Longitude**: 6°55'39'' et 6°92'75'Est.

L'Oued El Abiod se trouve partagé entre deux régions à climats différents : la région de Batna (de Chelia à Ghoufi) qui est caractérisée par un climat semi-aride à hiver froid et une période sèche qui s'étale du début juin jusqu'à la fin août. Et la région de Biskra (stations

M'chouneche et Foum El Gherza), qui est une région à climat aride à hiver tempéré, alors que la période sèche s'étale sur toute l'année (Hafiane et *al.*, 2013).

Dans notre étude nous avons sélectionné six stations au long du cours d'eau l'Oued Abiod d'altitude (maximale de 886 m à minimale de 200 m) (Fig.10). Le degré de la pente dépend en directe à l'altitude, et fortement agisse sur la vitesse courante. En générale la délimitation des zones se fait par la détermination de la zone amont (la partie haute de près de la source) et la zone aval (La partie base de près de l'embouchure).

Tableau 6 : Les critères de zonations des cours d'eau selon l'altitude et la pente.

Première zone : le cours supérieur	Deuxième zone : le cours moyen	Troisième zone : le cours inférieur
la pente est forte	La pente diminuée	Le cours d'eau arrive à maturité.
L'écoulement est rapide La rivière érode les berges et le fond	Les vitesses d'écoulements moyennes. La rivière perd sa capacité à transporter des gros matériaux	La pente s'adoucit, et L'absence de contraintes de courant
-grand substrat (blocs) résistent au courant	les graviers, puis les sables se déposent	Faibles capacités de transport solide. le fond est vaseux (argiles, limons) et sédiments.
Le lit s'enfoncé, les berges sont fortement pentues,	le lit s'élargit, le cours se divise autour d'îlots que la végétation peut stabiliser ou qu'une crue peut emporter	lit majeur très large
La température de l'eau est fraîche bien oxygénée.	l'oxygénation de l'eau moins oxygénée. la température de l'eau varie selon la saison : augmente en été	Température élevée par rapport aux deux zones précédentes.
Le benthos s'adapte au courant	De nombreux animaux (insectes, mollusques, crustacés) y trouvent gîte et nourriture.	Le milieu présente un fort potentiel pour le développement de la faune sous toutes ses formes : abris, nourriture
Peu de végétations aquatiques résistantes au courant s'accrochent sur le bloc et galet, présence de l'arbre sur les berges.	Des végétaux aquatiques spécialisés aux formes des feuilles en lanières (lancéolées) sont fixés sur les graviers et dans le sable. Des végétaux aquatiques à semi-aquatiques colonisent les zones abritées du courant, le long des berges	plancton de se développer et à la flore d'établir des ceintures végétales sur les berges.

On peut considérer que les deux l'altitude et la pente sont des bons critères pour délimiter les zonations. D'après le critère proposé pour le découpage en trois zones du cours d'eau. D'après les critères de tableau (Tab.6) nous avons adopté que nos stations étudiées sont classées en trois zones. dont la station 1; 2 et 3 sont classées dans la première partie « la zone supérieure » et les deux stations 4 et 5 situées dans la deuxième partie « la zone

moyenne » en fin il ne reste que la station est classé dans la troisième partie « la zone inférieur ».

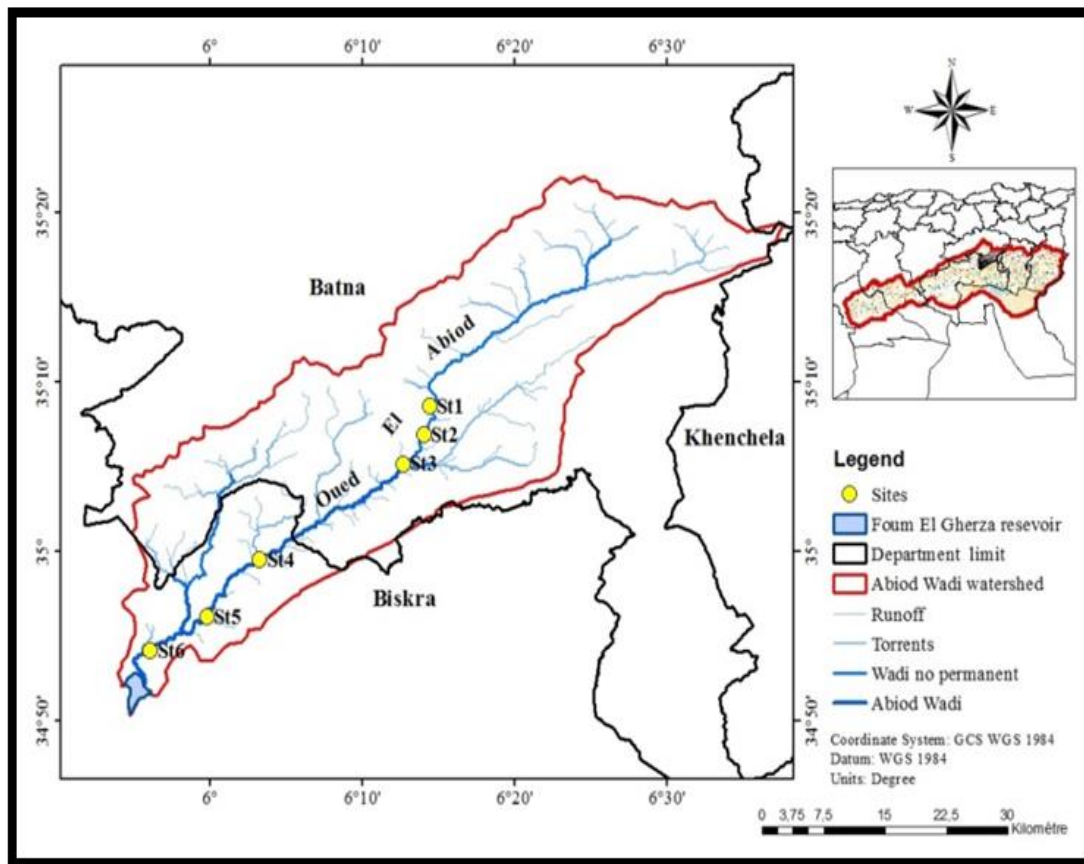


Figure 10 : les stations d'étude dans Oued El Abiod (Photo originale Boudrari 2019).

III-2.Échantillonnage et analyses

III-2-1.Le principe Choix de la station

Pour réaliser notre objectif scientifique de cette étude, nous avons choisie de six (06) stations terrestres. Le choix des stations a été basé sur un ensemble de critères:

(A) La localisation par rapport à l'hydrologie (Fig.9) : l'oued Abiod est parmi les principaux oueds qui d'Atlas Saharien il dépend des réseaux hydrologique lie au chot mrghir vers le Sahara. : La station 1,2et 3 situe à l'étage bioclimatique semi-aride (Fig.10). c'est une zone montagneuse (haute de 886m de la station 01à779 m de la station 03 (Fig.11). les station 4 ,5et 6 zone désertique d'altitude bas par apport a les station précédentes de 455m de la station 04 à 224m de la station 06 (Fig .11) situé à l'étage bioclimatique aride.cette variation climatique agisse sur la diversité et distribution végétale et surtout la faune benthique.

(B) La fréquentation de la zone se cour d'eau : les stations sont fréquentées par les visiteurs (pêcheurs, les touristes ...) et les habitants qui pratiquent ses activités rurales comme les pâturages et l'agriculture à coté et à longueur de l'Oued.

(C) L'accessibilité : étant donné le terrain accidenté des abords du l'oued, les six stations sont fixées dans des endroits où le terrain est plus ou moins plats.

(d) La sécurité: ce sont les six stations qui sont les plus sécurisées.

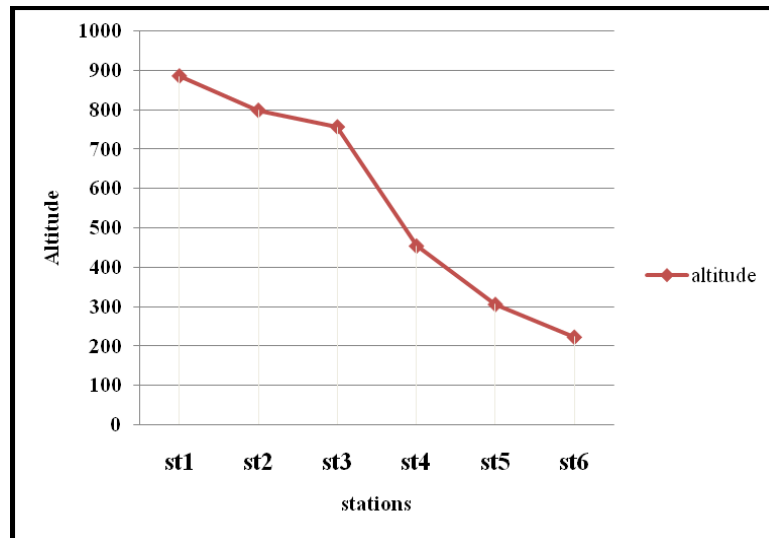


Figure 11 : les moyennes d'altitude des six stations d'étude.

III-2-2. Caractéristiques générales des stations d'étude

III-2-2-1. Riffles et courses

Les riffles sont définis comme des tronçons peu profonds et rapides d'une rivière où l'eau coule sur les galets et le gravier, provoquant un écoulement turbulent et une eau brisée sont observés à la surface. Une course a un flux tranquille, pas d'eau cassée à la surface et a une plus grande profondeur que les riffles (Wadson 1994, Rowntree et Wadson 1999).

Dans nos stations d'étude nous avons remarqué que les riffles lient aux stations 1, 2 et 3 où la vitesse courante est rapide.

III-2-2-2. Piscines

Une piscine est une zone d'un ruisseau qui est profonde et où l'eau coule plus lentement que dans d'autres parties de la rivière. Il peut également s'agir d'une collection d'eau qui ne se trouve pas dans le courant principal du débit d'eau, par ex. dans les creux formés dans le substratum rocheux (Gerber et Gabriel, 2002). La 4^{ème} station dans notre zone d'étude l'Oued

Abiod est caractérisé par une présence remarquable des larges piscines cause des grand substrats qui empêche l'écoulement et elle accumule avec un profond de l'eau entre eux.

III-2-2-3.Substrat

Ce paramètre évalue le type de substrat retrouvé dans les fosses. Une fosse dont les sédiments sont constitués de gravier et de sable fermes et où croissent des plantes aquatiques enracinées supporte une grande variété d'organismes. Par contre, une fosse dont le substrat dominant est le limon ou la roche mère et qui n'a pas de racines ni de plantes aquatiques est moins attrayante pour ceux-ci. Les racines de végétaux terrestres qui émergent des berges sont un habitat biogène. De plus, un cours d'eau qui possède un substrat uniforme dans ses fosses supportera une moins grande diversité d'organismes qu'un cours d'eau dont les fosses ont un substrat varié. L'évaluation première sera donc faite sur le type de substrat et son hétérogénéité pour classer le site dans l'une ou l'autre des quatre grandes catégories. Pour ajuster le pointage à l'intérieur de la catégorie, la présence d'éléments végétaux, tels que les racines, et les macrophytes submergés seront pris en compte (Moisan et Pelletier, 2011).

Guide de la taille des particules du substrat selon (Tab.7).

La catégorie mentionné dans le tableau (7) le guide de taille des particules du substrat Selon (Gerber et Gabriel, 2002). Le substrat de nos stations d'étude est mentionné dans le tableau (8).

Tableau 7: Guide de la taille des particules du substrat fluvial.

Catégorie	Gamme de taille
Limon	<0,06 mm
sable	0,06 à 2 mm
Gravier	2 à 20 mm
Des pierres	2 à 30 cm
Rochers	> 30 cm
Substrat rocheux	dalles de roche

III-2-2-4.La sédimentation

Selon organismes Moisan et Pelletier (2011) ce paramètre renvoie à la quantité de sédiments s'étant accumulés dans les fosses et aux changements de topographie du fond à la suite du dépôt de sédiments. Les sédiments transportés peuvent se concentrer dans certaines zones et entraîner la formation d'îlots ou de bancs. Ils peuvent également s'accumuler dans les fosses ou dans les sections moins rapides. Habituellement, la sédimentation est évidente

dans les secteurs où l'écoulement est obstrué par des débris (naturels ou non) ou dans des zones de faible courant, telles les berges. Une grande accumulation de sédiments est un symptôme d'un environnement instable en changement perpétuel. Un tel environnement ne convient pas à de nombreux.

III-2-2-5.Végétation aquatique :

La végétation aquatique se compose de plantes qui vivent dans le ruisseau canal et qui peut être partiellement ou totalement submergé (Gerber et Gabriel, 2002).

La végétation aquatique varie en genre et densité selon la zonation (Tab.6) et l'étage bioclimatique de semi-aride à aride des stations de Batna vers Biskra et le découpage de l'oued en deux parties montagneuse et désertique.

III-2-2-6.Végétation marginale :

La végétation marginale est la végétation, par exemple les graminées, roseaux et carex, aux bordures (Gerber et Gabriel, 2002).

Ce paramètre vise à évaluer la largeur de la végétation naturelle bordant le cours d'eau. La végétation naturelle est la végétation qui serait en place sans défrichage ni coupe. Il peut également s'agir d'une bande naturalisée. On en évalue la largeur à partir de la première encoche d'érosion ou de la première trace laissée par le passage de l'eau. Dans plusieurs cas, il s'agit de la limite d'implantation de la végétation permanente, c'est-à-dire la limite des arbres et des arbustes. Cette bande végétale exerce un pouvoir tampon sur les polluants provenant du ruissellement. Elle contrôle l'érosion et fournit des habitats et un apport nutritif lié à la chute des feuilles. La dégradation de cette bande est souvent causée par le développement urbain et ses infrastructures (routes, stationnement, bâtiments et golf). Elle peut aussi être causée par la présence de cultures, de pâturages, de gazon, de roches ou de sol nu. Toutefois, la présence de champs en friche, de sentiers ou de pistes cyclables dans la bande végétale pourrait être jugée comme ayant un effet négligeable. Chacune des berges est évaluée séparément, le résultat final correspond à la somme du pointage donné à chacune des berges (Moisan. et Pelletier, 2011).

Dans la zone d'étude l'oued Abiod nous avons observé une densité végétative sur les limites et les bordures du cours d'eau et cette densité se diffère d'une part selon la zonation de l'oued la différence entre la zone supérieure et la zone inférieure (Tab.6) et aussi elle Contrôle et influence sur la largeur de l'Oued. Pour des cours d'eau de dimension variable, la largeur

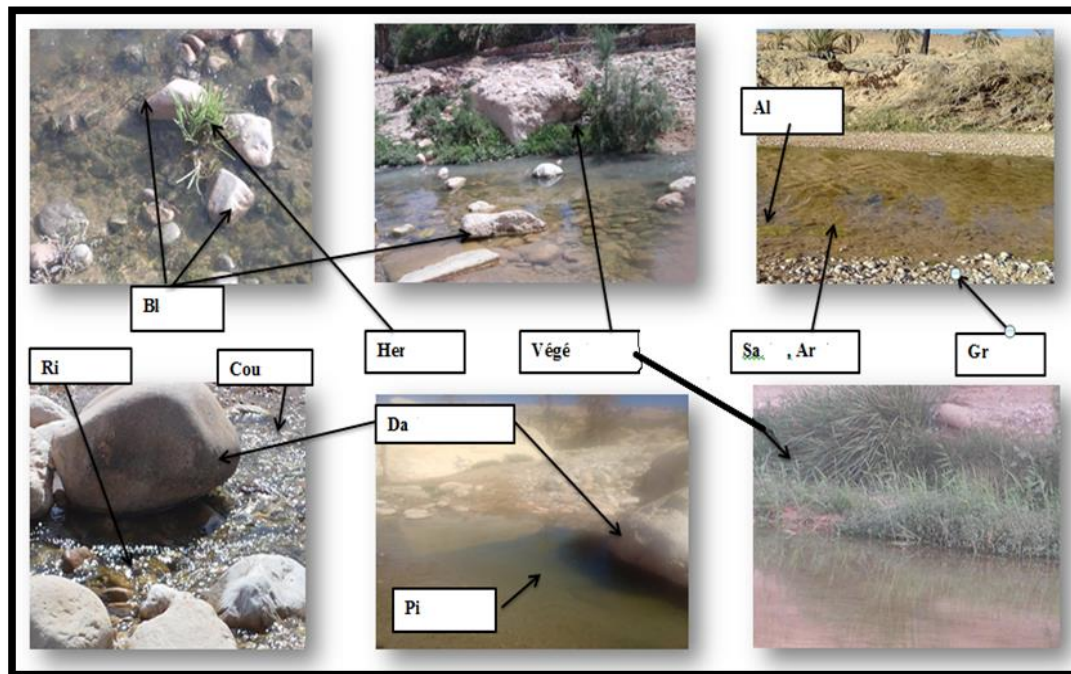
de la bande végétale souhaitable peut aussi être variable. Elle peut être déterminée suivant la largeur du cours d'eau, c'est-à-dire quatre fois la largeur mouillée. (Barbour et al., 1999).

Nous avons observé une gamme du végétal marginal fortement dense dans la station 6 par rapport à les autres stations.

III-2-2-7. Algues :

Les algues d'eau douce sont des plantes simples qui peuvent avoir des formes unicellulaires, filamenteuses ou coloniales. Une caractéristique primaire des algues est que la photosynthèse est la principale mode de nutrition (Wentzel, 1983). Elles sont souvent observées pendant les périodes les plus chaudes de l'année flottant sous forme de touffes ou ancrées aux rochers et aux pierres. L'enrichissement nutritif est le résultat d'un ruissellement agricole riche en nutriments, les effluents industriels et domestiques entrant dans la rivière peuvent accélérer la croissance des algues, ce qui entraîne des proliférations d'algues (Gerber et Gabriel, 2002).

Dans notre étude les algues sont abondantes dans la période chaude que la période froide aussi la forte précipitation fait un rinçage des algues aux stations de l'Oued Abiod. Nous avons observé que la densité des algues est très forte dans la station la plus chaude que la station froide à cause de la différence bioclimatique et la zonation.



Bl : Bloc ; Ri : Rifles ; Cou : Courir ; Her : Herbacé ; Da : Dalle ; végé : végétation ; Pi : Piscines, Al : Algues ; Sa, Ar : Sable, Argile ; Gr : Gravier.

Figure 12 : Description d'habitat des six stations de l'Oued El Abiod (**Photo originale Boudrari 2019**).

Tableau 8: Caractéristiques des stations prospectées à l'Oued El Abiod (*Alt. Altitude ; Lat. Latitude ; Long. Longitude ; Lar. Largeur ; Pr. Profondeur ; Vég. Végétation ; Sub. Substrat ; Vit. Vitesse du courant.*)

Stations	Taghit	Tiffel	Ghassira	Baniane	Mchounche	EL habel
Code	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Lat.	35°,15162 9''N	35°11'78''3 2N	35°07'40.4' ''N	35°,00'52''3 4N	35°,00'18,8'' N	34°50'55'' N
Long	6°,24'27.2 1''E	6°23'36''06 E	6°14'21.6'' E	6°02'43'',1E	6°02'43,1'' E	05°55'04''E
Pr (cm)	6	7,6	5,55	10,28	14,81	5,72
Alt	886	799	757	455	307	224
Vit d/t	0,72	0,39	0,49	0,45	0,14	0,01
Végé	Arbre fruitier Grenadin Herbacé	Arbuste Arbre fruitier grenadine	Herbacée	Palmier Arbre fruitier	Palmier	Palmier algue herbacé Les algues
Subs	L'argile Pierre	L'argile Pierre Gravie	L'argile Pierre Gravier	Gravier Bloc Dalle	Bolc Gravies Roche Dalle	Sable L'argile

III-2-3. Analyse physico-chimique de l'eau

Pour chaque station, la température de l'air et de l'eau de surface, le pH, la conductivité, la salinité et l'oxygène dissous dans l'eau ont été mesurés in situ, immédiatement après le prélèvement des échantillons à l'aide d'un appareil multi-paramètres (Fig.13). L'utilisation de cet appareil consiste à faire plonger la sonde appropriée dans l'eau après étalonnage, puis à attendre quelques secondes avant de lire le résultat de la mesure, après bien sûr la stabilisation de l'affichage de ce dernier sur l'écran. Des prélèvements d'eau ont aussi été réalisés pour être analysés en laboratoire (06) paramètres ont été mesurés).



Figure 13 : L'appareil multi-paramètres pour mesurer les paramètre physico-chimique.

III-2-3-1. Prélèvement « Mesure *in situ* »

Au cours de la préparation de cette étude nous avons commencé par le choix et la définition des différentes stations d'échantillonnage. Dans chaque commune de prélèvement nous avons noté : la date, le numéro, les caractéristiques physiques de chaque station et les différents substrats (micro-habitats) qui la composent (pierres, sable, végétation aquatique, etc.) et à l'aide de multi paramètre terrain nous avons réalisé des analyses chimiques de l'eau de chaque station à chaque prélèvement (salinité, pH, CE, T°C, vitesse de courant d'eau et mesure de profondeur).

Selon Maitland, 1990 Les paramètres physico-chimiques des eaux naturelles sont en relation avec le climat, la géologie, la biocénose et le temps ces propriétés déterminent dans une large mesure la capacité auto épuratrice des cours d'eaux. Mary, (1999) indique que les caractéristiques physico-chimiques des eaux expliquent la présence ou l'absence de certaines espèces animales et conditionnent leur développement.

III-2-3-1-1. La température

La température de l'air et de l'eau de surface (1 mètre de profondeur) a été relevée à l'aide d'un thermomètre muni d'une sonde de CONSTORT C535 aux heures de plein éclairage.

III-2-3-1-2. Le potentiel hydrogène de l'eau (pH)

Mesuré directement à l'aide d'un pH-mètre (CONSTORT). La lecture de pH se fait selon la première version du référentiel pédologique Française in Baize 1988 (Tab.9).

Tableau 9: Norme d'interprétation

(pH Le potentiel hydrogène de l'eau pH	Interpretation
pH inférieur à 3.5	hyper-acide
pH entre 3.5 et 5	très acide
pH entre 5 et 6.5	acide
pH entre 6.5 et 7.5	neutre
pH entre 7.5 et 8.7	basique
pH supérieur à 8.7	très basique

III-2-3-1-3.La conductivité électrique

Mesurée directement à l'aide d'un conductimètre (CONSTORT C535). Relation existante entre la minéralisation et la conductivité selon échelle de (Rejsek, 2002) (Tab.10).

Tableau 10: La relation existante entre la minéralisation et la conductivité.

Conductivité	Minéralisation
<100	Très faible
Entre 100 et 200	Faible
Entre 200 et 333	Moyenne
Entre 333 et 666	Moyenne accentuée
Entre 666 et 1000	Importante
>1000	Elevée

III-2-3-1-4.La salinité

Mesurée directement par l'appareil.La salinité d'une eau est sa concentration en électrolytes, c'est-à-dire les anions et les cations dissous dans l'eau (Leveque, 1996). La conductivité est proportionnelle à la quantité de sels ionisables et indique le degré de minéralisation d'une eau (Nisbet et Verneaux, 1970).Pour interprété les résultats nous avons utilisé Normes d'interprétation de Selon Aubert, (1978) (Tab.11).

Tableau 11: Normes d'interprétation des valeurs de la salinité d'eau Selon Aubert, (1978).

Concentration (g/l)	salinité
≤0.2	Non salé
0.2-0.5	salinité moyenne
0.5-1.5	salé
1.5-3	très salé
3-7	Extrêmement salé

III-2-3-2. Données mésologiques

Sur chaque station, quelques mesures permettant de définir les conditions environnementales de la faune ont été relevées ou estimées visuellement : l'altitude mesurée sur le terrain, la largeur moyenne et la profondeur moyenne, la vitesse du courant.

III-2-3-1-1. la profondeur

Profondeur a été mesurée appréciée par une règle graduée.

III-2-3-1-2. La vitesse de l'eau

Le courant est un facteur écologique essentiel qui conditionne les possibilités d'existence des organismes en fonction de leurs limites de tolérance (Champoux et Claud, 1993). La vitesse du courant dépend du débit, du substrat du fond et de la largeur du lit, de la pente, des précipitations (périodiques) et de la fonte des neiges qui en provoquent de grandes variations (Lounaci, 1987). Classes de vitesse du courant selon l'échelle de berg (Decamps, 1971) (Tab.12).

Tableau 12: Classes de vitesse du courant selon l'échelle de berg.

Vitesse (cm/s)	< 10	10 à 25	25 à 50	50 à 100
Classification	Très lente	Lente	Moyenne	Rapide

La vitesse du courant a été mesurée par une méthode simple, à l'aide d'un pilulier lancé dans le sens du courant en même temps que le déclenchement du chronomètre. Le temps mis par le pilulier pour parcourir une distance de 10 mètres donne une estimation de la vitesse du courant selon la formule suivante :

$$\boxed{V = d/t}$$

V : vitesse du courant (m/s).
d : distance de 10 mètres (m).
t : temps de parcours (s).

Pour évaluer la vitesse de courant, après la conversion de son unité en cm/s, nous avons adopté la classification de berg (Decamps, 1971) (Tab.13).

III-2-3. Echantillonnage des macros invertébrés

III-2-3-1. Au niveau du terrain

L'échantillonnage des macro-invertébrés répond à un protocole standardisé Afnor De préférence de se mettre dans le terrain « l'Oued » avec des bottes .Les prélèvements s'effectuent avec un échantillonneur de type « Surber » pourvu d'une base de surface de 1/20 m² (20x25 cm) et équipé d'un filet d'ouverture de maille de 500 µm , l'utilisation d'échantillonneur de type « surber» avec un manche c'est l'échantillonneur de type « Haveneau » dans les endroits difficile d'accès, après l'échantillonnage quantitative des macro-invertévé benthique, le prélèvement s'effectué depuis sept 6 station dans l'Oued El Abiodentre(Batna et Biskra) dans la période de 2018 à2019 . À l'aide un échantillonneur de type « Surber » dans les milieux lotiques équipé d'un filet d'ouverture de maille de 500 µm et pourvu d'une base de surface de 1/20 m². L'échantillonneur de type « troubleau» a été utilisé pour l'étude qualiitative dans les milieux lentisques (Chahlaoui, A 1996).

Le prélèvement est une étape très importante, puisque toutes les étapes qui suivent reposent sur la fiabilité et la représentativité des échantillons recueillis. « Le but de l'échantillonnage est donc de rassembler la diversité la plus représentative de macro-invertébrés, et ce pour chaque station examinée » (De Pauw et Vanhooren, 1983)

III-2-3-2. Au niveau de laboratoire

III-2-3-2-1. Le Tri

Les macro-invertébrés récoltés sont mélangés à de nombreux débris. Nous avons adopté échantillonnage quantitative donc le premier travail à effectuer au laboratoire consiste un tri préliminaire donc éliminé de certains supports (vases) par le rinçage avec l'eau distillai et débarrassé les plus grossier (vases, pierres. galet etc.) à l'aide des tamis (500um) puis séparé les individus et conservé les échantillons (Fig.B) selon la taille la forme et la couleur dans des tubes à essai étiquetés par date et station rempli d'éthanol de 90° c'est le tri (Fig.14.A).



(A)



(B)

Figure 14 : le tri (A) et la conservation (B) des macro-invertébrés dans des tubes à essai étiquetés et rempli d'éthanol de 90°.

III-2-4-2-2. Identification de la macro invertébrée benthique

L'identification se fait sous une loupe binoculaire pour les individus de grande taille et sous le microscope pour les parties d'organisme de petite taille. Le but de l'identification est de déterminer les taxons présents dans l'échantillon (diversité) et la présence des groupes taxonomique les plus sensibles à la pollution (De Pauw et Vanhooren, 1983). L'identification des macro-invertébré recolté dans les six stations de l'Oued Abiod s'effectué sous une loupe binoculaire grossissement x80)(Fig.15° à l'aide des guides ou des ouvrages d'identification :

- Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie, écologie (Tachet et *al.*, 2010).
- Identification Guide of Freshwater Macro-invertebrates of Spain (Oscoz et *al.*, 2011).

Ces étapes sont réalisées suivant un protocole normalisé (Norme AFNOR XP T90-388).



Figure 15 : Une loupe binoculaire utilisé pour identifie les macro- invertébré recolté dans les six stations de l'Oued Abiod.

III-2-3-3. Méthodes d'analyse des peuplements benthiques

De façon à synthétiser les données sur l'état des écosystèmes aquatiques, de nombreux indices sont couramment utilisés pour les invertébrés benthiques. Ils permettent d'évaluer la qualité biologique des milieux aquatiques par l'expression d'une valeur simple et unique (Boissonneault, 2006).

III-2-3-3-1. Indices écologiques de composition

- **Les indices de diversité**

La diversité dépend du nombre d'espèce (S) et de l'abondance relative de chaque espèce (N). Cette diversité peut être appelée «Diversité écologique» ou «Diversité spécifique» (Washington, 1984). Pour la plupart des indices de diversité, la diversité maximale se rencontre lorsque chaque individu appartient à une espèce différente, tandis que la diversité minimale est obtenue lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce (Charvet, 1995).

Les indices écologiques de composition employés sont la richesse spécifique(S), Fréquence relative (F%) ou abondance relative (AR) et Fréquence d'occurrence (Fi%).

- **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). La richesse spécifique est fréquemment utilisée comme une variable reflétant l'état d'un système et intervenant souvent dans les efforts de gestion et de conservation de la biodiversité ainsi que dans l'évaluation de l'impact des activités anthropiques sur la biodiversité (Nicholas et *al.*, 1998). Il s'agit de la mesure la plus fréquente dans la biodiversité (Ramade, 2003).

- **L'abondance des espèces**

L'abondance d'un organisme est le nombre total de cet organisme ou le nombre d'organismes par unité de surface ou de volume. Face à une pollution, les espèces vont suivre trois types de réactions selon leur sensibilité :

- disparaître, pour les plus sensibles ;
- se maintenir, pour les indifférentes ;
- profiter des nouvelles conditions mises en place et se développer, pour les tolérantes et les opportunistes. Ces différentes réponses vont se traduire au niveau de l'abondance des

espèces. Les profils d'abondance dans le temps sont donc largement utilisés comme indicateurs des effets des polluants.

- **L'abondance absolue**

C'est le nombre d'individus d'une espèce récoltés dans le prélèvement considéré ou d'une population donnée présent par unité de surface ou de volume (Ramade, 2003).

- **La dominance (Abondance relative)**

C'est l'abondance d'une espèce par rapport à l'abondance totale des individus de toutes les espèces du prélèvement. La dominance est calculée comme suite et exprimée en pourcentage :

$$AR \% = (n_i / N) * 10$$

AR% : Dominance de l'espèce i.

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

N : Nombre total des individus de toutes les espèces.

- **La fréquence**

C'est le nombre total des prélèvements où l'espèce considérée est présente, par rapport au nombre total des prélèvements effectués. La fréquence est exprimée en pourcentage :

$$F \% = (p_i / P) * 100$$

F% : Fréquence de l'espèce i.

p_i : Nombre des prélèvements où l'espèce « i » existe.

P : Nombre total des prélèvements réalisés.

En fonction de la valeur de F%, nous qualifions les espèces de la manière suivante (Dajoz, 1985) :

F = 100% espèces omniprésentes

F = (100- 75) espèces constantes

F = (75- 50) espèces fréquentes

F = (50- 2) espèces communes

F = (25- 5) espèces accessoires

F ≤ 5% espèces rares.

III-2-3-3-2.-Les indices écologiques de structure

- **Indices de diversité**

Selon Costello et *al.*, (2004), les indices de diversité les plus utilisés sont l'indice de richesse spécifique de Margalef suivi par l'indice de diversité de Shannon- Wiener (Salas et *al.*, 2006).

Pour Warwick et Clarke (1998), Rogers et *al.*, (1999) ces indices sont susceptibles d'être fortement influencés par différentes dimensions de l'échantillon (effort d'échantillonnage, type d'habitat ou sa complexité). Pour ces auteurs les variations de ces indices ne peuvent pas être exclusivement liées à la réponse des espèces et du peuplement, mais aussi à la perturbation de l'écosystème.

- **Indice de Shannon-Wiener H' :**

Permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps (Daget, 1976 ; Blondel, 1979 ; Legendre et Legendre, 1979 ; Barbault, 1992). Cet indice a l'avantage de n'être subordonné à aucune hypothèse préalable sur la distribution des espèces et des individus (Chardy et Glemarc, 1977).

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i \text{ où } P_i = n_i / N$$

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

N : Nombre total des individus de la collection.

D'après Legendre et Legendre (1984), les valeurs de l'indice de Shannon exprimés en bits sont nulles lorsque l'échantillon ne contient qu'une seule espèce. Les valeurs les plus élevées de H' correspondent à un prélèvement équilibré et diversifié. Dans notre cas, c'est le logarithme de base 2 qui a été utilisé tel que préconisé par Legendre et Legendre (1984). Cet indice est largement utilisé en écologie benthique (Gray et *al.*, 1992 ; Glemarc, 2003 ; Simboura et *al.*, 2007 ; Grall et Nolwenn, 2005). H' varie de 0 lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce vers un nombre positif plus ou moins grand lorsque les individus sont répartis entre différentes espèces. Pour une même richesse spécifique, H' croît lorsque l'équitabilité augmente.

- **Indice d'Equitabilité de Pielou E :**

Accompagne l'indice de Shannon, appelé également indice d'équi-répartition (Blondel, 1979) ou de régularité (FRONTIER, 1976). Cet indice permet d'estimer la répartition des individus entre les espèces d'un même milieu. L'indice d'équitabilité de Pielou (1977) cité par Lardici et *al.*, (1992) est donné par la formule :

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

H' : Indice de Shannon-Weaver.

$\text{Log}_2 S$: 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.

- **Indice de Simpson D'**

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

$$D' = \sum ni (ni - 1) / N (N-1)$$

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.

- **Indice de Similarité de Sorensen Is**

Afin d'évaluer les ressemblances entre les populations des différentes stations, nous avons comparé leurs peuplements deux à deux en utilisant l'indice de similarité de Sorensen (Is) (Moubayed, 1986) :

$$Is = (2*C)/A+B$$

Is : Indice de similarité.

C : nombre de taxa communs aux deux stations.

A et B : nombre de taxa de chaque station.

Cet indice varie entre 0 et 1 ; il tend vers 0 lorsque les deux biocénoses considérées n'ont aucune espèce commune et vers 1, quand les deux biotopes présentent des biocénoses identiques.

III-2-4.Evaluation de la qualité hydro biologique du l'Oued El Abiod

2-2-4-1.Les indices de tolérance à la pollution

Les indices de tolérance à la pollution sont généralement calculés en tenant compte des valeurs de tolérance des taxons des invertébrés benthiques et leur abondance au sein de l'échantillon.

III-2-4-1-1.L'indice d'Hilsenhoff ou Indice biotique des Familles (FBI)

L'indice d'Hilsenhoff est largement utilisé pour évaluer l'intégrité biotique des communautés d'invertébrés benthiques (Hilsenhoff, 1982). La variante utilisée se base sur l'identification à la famille (FBI). Chaque famille est associée à un indice de tolérance à la pollution. Pour chacune des familles, le nombre d'individus échantillonnés est multiplié par son indice de tolérance. Les résultats par famille sont additionnés. Ce nombre est ensuite divisé par le nombre total d'organismes dans l'échantillon. La cote finale de l'indice (une par

station) est alors rapportée à l'échelle d'Hilsenhoff (Tab.13) pour l'associer à une qualité d'eau.

$$FBI = \sum x_i * t_i / n$$

x_i = Nombre d'individus d'un taxon identifié.

t_i = tolérance de ce même taxon.

n = nombre total d'individus dans l'échantillon.

Tableau 13: Qualité de l'eau associée à l'indice d'Hilsenhoff FBI.

FBI	Qualité de l'eau	Interprétation
0 – 3,75	Excellente	sans pollution organique
3,76 – 4,25	Très bonne	légère pollution organique possible
4,26 – 5,00	Bonne	pollution organique probable
5,01 – 5,75	Moyenne	pollution organique assez substantielle
5,76 – 6,50	Plutôt mauvaise	pollution organique substantielle
6,51 – 7,25	Mauvaise	pollution organique très substantielle
7,26 – 10,00	Très mauvaise	pollution organique grave

III-2-4-1-2.L'indice anglais BMWP (Biological Monitoring Working Party)

Il a été développé en Angleterre dans les années 1970 (Gonçalves, 2011). Il fournit des valeurs uniques, au niveau de la famille, représentatives de la tolérance de l'organisme à la pollution. Plus leur tolérance à la pollution est grande, plus le score BMWP est bas (Tab.14). Mackie en 2001 a modifié cet indice pour refléter les conditions en Amérique du Nord. Le BMWP a été calculé en additionnant les scores individuels de toutes les familles et de l'ordre Oligochaeta, représentés au sein de la communauté (Friedrich et *al.*, 1996).

Tableau 14: Qualité de l'eau associée à l'indice BMWP.

Les scores	La qualité biologique
> 130	Très bonne qualité biologique
81-130	Bonne qualité biologique
51-80	Qualité biologique moyenne
11-50	Mauvaise qualité biologique

III-2-4-1-3.L'indice multimétrique ASPT (Average score per taxon)

Le score moyen par taxon (ASPT) représente le score de tolérance moyen de tous les taxons de la communauté. Il est calculé en divisant le BMWP par le nombre de familles

représentées dans l'échantillon, à partir de cette valeur, la qualité de l'eau de chaque station a été évaluée (Tab.15) (Mandaville, 2002).

Tableau 15: Qualité de l'eau associée à l'indice ASPT.

valeurs d'ASPT	Évaluation de la qualité de l'eau
>6	Eau propre
5-6	Qualité douteuse
4-5	Probable pollution modérée
<4	Probable pollution

III-2-4-1-3.L'Indice Biologique Générale Normalisé (I.B.G.N)

L'IBGN est un indice biologique du compartiment des invertébrés benthiques. Il évalue l'aptitude d'un milieu à héberger des êtres vivants en prenant en compte à la fois la richesse et la diversité des macro-invertébrés benthiques mais également la représentativité des habitats présents sur la station (Grandjean, 2003). Il permet d'attribuer une note de qualité biologique du milieu qui intègre l'influence de la qualité physico-chimique de l'eau et l'influence des caractéristiques morphologiques et hydrauliques du cours d'eau. Cette note varie de 0 (très mauvaise qualité) à 20 (excellente qualité) (Tab.16).

Le calcul de l'indice se fait en 3 étapes : - La détermination de la « classe de variété taxonomique » (Σt): qui est égale au nombre total de taxons récoltés même s'ils ne sont représentés que par 1 seul individu. Elle donne essentiellement des renseignements sur la variété des habitats présents dans les cours d'eau étudiés où 14 classes de variétés sont définies.

- Le groupe faunistique indicateur (GI) en ne prenant en compte que les taxons indicateurs représentés dans l'échantillon par 3 individus ou 10 individus selon les taxons. La détermination du GI s'effectue en prospectant les colonnes du tableau de haut en bas et en sélectionnant le taxon qui représente le degré de polluo-sensibilité le plus élevé de l'échantillon intégral de la station étudiée.

- Le calcul de l'indice en lui-même :

$$\text{IBGN} = \text{Groupe faunistique indicateur} + (\text{classe de variété} - 1)$$

Tableau 16: Les valeurs de l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN) selon AFNOR, 1992.

IBGN	20 à 16	16 à 12	12 à 8	8 à 4	4 à 0
Couleur	bleu	vert	jaune	orange	rouge
Qualité de l'eau	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

III-2-5. Analyses statistiques des données

III-2-5-1. Analyse de variance

La variabilité spatiale de la qualité physico-chimique des eaux a donc été étudiée à l'aide d'ANOVA et Kruskal et Wallis à deux facteurs (l'espace). Celle-ci a permis de savoir si les mesures physico-chimiques variaient de façon significative dans l'espace entre les stations d'un sous bassin versant à l'autre, et dans le temps d'une année à l'autre. L'analyse a été effectuée à l'aide de logiciel XLSTAT software (Version 2014.5.03).

III-2-5-2. Corrélation de Pearson (n)

Cette méthode a pour but la simplification, l'ordination et la coordination des données initiales, en exprimant la trame complexe dans des inter-relations entre variables par un plus petit nombre de facteurs (Pearson et Rosenberg, 1978).

Le test de PEARSON calcule et élabore des matrices de coefficients « r » ainsi que des covariances pour toutes les paires de variables d'une liste (option de matrice carrée) ou pour chaque paire de variables formée en prenant une variable de chacune de deux listes de variables (option de matrice rectangulaire). Le coefficient de corrélation de Pearson indique le degré de relation linéaire entre les deux séries de données (Held, 2010). 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, et une valeur de 0 montre que les variables ne sont pas linéaires entre elles. Il est considéré comme forte corrélation si le coefficient est supérieur à 0,8 et une faible corrélation si le coefficient est inférieur à 0,5 (Bolbapocă et Jäntschi, 2006). Ce coefficient a été effectué, à l'aide de logiciel XLSTAT software (Version 2014.5.03), afin d'étudier les interrelations entre nos paramètres physico-chimiques.

III-2-5-3. Analyses multivariées

Toutes les analyses multivariées ont été effectuées à l'aide d' XLSTAT software (Version 2014.5.03).

III-2-5-3-1.L'analyse des composantes principales (ACP)

L'ACP permet de décrire de façon simplifiée des tableaux de données quantitatives du type (n observations X p variables). Le principe de cette analyse est de créer, à partir de combinaisons linéaires des variables initiales, de nouvelles variables synthétiques non corrélées entre elles et de variance décroissante appelées composantes principales (Legendre et Legendre, 1984). Cette méthode permet de visualiser les ressemblances entre les observations et les liaisons entre les variables. Elle est couramment utilisée pour le traitement de données physico-chimiques (Feuillade, 1972 ; Carrel et *al.*, 1986 ; Doledec et Chessel, 1987 ; Sanchez-Perez et *al.*, 1991). L'étude de la typologie de chaque sous bassin versant étudié, a été réalisée par le biais d'une analyse en composantes principales (ACP) de trois matrices dont chacune se différenciaient par le nombre des stations (6 à oued El Abiod ,) et les 06 variables météorologiques et physico-chimiques (l'altitude, la profondeur moyenne, la vitesse moyenne du courant, la température, le pH, la salinité, la conductivité). Afin de connaître la typologie globale des eaux de surfaces des trois sous bassins de l'oued El Abiod , l'étude de la structure météorologique-physico-chimique a été effectuée, de même, par une analyse en composantes principales (ACP) d'une matrice météorologique de 06 stations .

III-2-5-3-2.Classification hiérarchique ascendante

Afin de compléter l'interprétation de l'ACP, une classification hiérarchique ascendante des stations de la zone d'étude a été réalisée. La technique utilisée est une technique d'agrégation selon la variance ou méthode de Ward basée sur le calcul des distances euclidiennes entre les relevés. Les techniques d'agrégation selon la variance cherchent à optimiser, selon des critères liés à des calculs d'inertie, la partition obtenue par agrégation de deux éléments (Lebart et *al.*, 1997).

CHAPITRE III :

Résultats et discussion

IV. Résultat et discussion

IV-1. Paramètres physico-chimiques

Les études des paramètres physico-chimiques permettent de déterminer la qualité et l'état sanitaire de l'eau et seuil de tolérance de la pollution. La pollution aquatique avec différents origines agissent sur les conditions écologiques ou vivent les différents organismes benthiques, les activités anthropiques influencent sur les paramètres physico-chimiques et cause des modifications dans les caractéristiques et les propriétés chimiques et physiques de l'eau, ils sont mesurés pour le but de réaliser une étude des biocénoses aquatiques (faune benthique) en relation avec leur biotope (un cours d'eau). Pour chaque site et à chaque campagne, la température, le pH, la conductivité, la salinité (mg/l) de l'eau, la vitesse courante et la profondeur ont été mesurés in situ à l'aide d'une sonde multi-paramètres. Les analyses des paramètres physico-chimiques de l'eau ont été effectuées parallèlement avec les prélèvements de la faune benthique. 06 paramètres ont fait l'objet de notre étude ; les résultats des analyses de qualité physico-chimiques de l'eau des six stations dans l'Oued Abiod : obtenus durant la période d'étude sont représentés dans le tableau (17) :

Tableau 17: Qualité physico-chimiques de l'eau des six stations dans l'Oued Abiod.

	St1	St2	St3	St4	St5	St6
Variables	Moy ± E.type (Max- Min)	Moy ± E.type (Max- Min)	Moy ± E.type (Max- Min)	Moy ± E.type (Max- Min)	Moy ± E.type (Max- Min)	Moy ± E.type (Max- Min)
T °eau	11,20± 2,05 (13- 10)	14,50± 4,28 (21,3- 9,8)	17,78± 5,89 (26,6- 10,8)	21,00± 2,64 (26- 18,8)	20,98± 2,97 (22,8- 23)	22,56±9,62 (26,1- 19,3)
T °air	15,56±6,77 (17, 6,0)	17,97±5,75 (27- 12,4)	21,27±7,43 (34,2- 14,6)	27,13±6,92 (39,5- 20,70)	28,33±4,32 (34- 23)	27,30±2,25 (31,2- 24,40)
pH	7,56± 0,19 (1,04- 7,00)	7,94±0,55 (8,49- 7,00)	8,25±0,25 (8,52- 7,98)	7,46±0,51 (8,28- 7,04)	7,44±0,47 (8,16- 7,10)	7,77±0,45 (8,05- 6,98)
CE (µS)	1650±530 (1950- 1190)	1520±320 (1840- 1140)	1670± 330 (2740- 1190)	1440± 210 (1800- 1250)	1080± 70 (1170- 1020)	1320±420 (1940- 940)
S (g/l)	0,88±0,19 (1,04- 0,19)	0,96±0,43 (1,74- 0,54)	0,88±0,16 (1,10- 1,01)	0,78±0,13 (1,01- 0,67)	0,58±0,04 (620- 550)	0,53±0,05 (0,61- 0,50)
V(cm/s)	118±113 (250- 20)	88±20 (333- 22)	80±89 (132- 7,6)	45±39 (118- 14)	80±142 (333- 6,2)	86±113 (166- 6)
P (cm)	8,20±3,68 (13- 3,68)	7,92±2,56 (10- 2,56)	5,63±1,93 (7,75- 2)	12,73±7,07 (25- 6,50)	16,34±4,8 (24- 12)	14,90±3,68 (20- 10,00)

Moy: moyenne- **E. Type:** Ecart Type- **Max:** valeur Maximale- **Min:** valeur minimale- **T:**température- **CE:** conductivité électrique- **pH:** potentiel d'Hydrogène- **S(mg/l)** salinité - **V(cm/s)** vitesse du cour d'eau- **P(cm)** : profondeur.

Le substrat était principalement de la pierre, du sable fin, du sable grossier et des roches. La température de l'eau était significativement plus basse à Taghit (St1) et Tifefel (St2) par rapport aux autres sites ($p < 0,0001$). Les valeurs de pH étaient comprises entre 7,00 et 8,52- ils étaient significativement plus alcalins à Taghit (St1) et Ghassira (St3)

($p < 0,05$). Une différence significative a été observée dans la conductivité et la salinité entre les sites d'échantillonnage ($p < 0,05$ et $p < 0,0001$). De manière significative, la profondeur la plus élevée a été enregistrée dans EL habel (St6) par rapport à l'autre ($p < 0,0001$). Aucune différence significative n'a été observée dans la vitesse de l'eau entre les sites d'échantillonnage ($p > 0,05$).

IV-1-1. Température

D'après Allan, (1995) la température des plans d'eau naturels subit des variations saisonnières et diurnes, de même qu'une stratification thermique verticale. Sa variation influe sur la transformation des eaux en vapeur. De ce fait, elle influe sur le degré d'évaporation et par conséquent elle agit sur le taux de salinité des eaux (Benchaaban, 2012). De plus, la Variation de la température a des effets sur tous les autres paramètres mesurés comme le pH, la conductivité électrique, le taux des sels dissous, comme elle a un effet sur toutes les réactions de dégradation, de minéralisation des matières organiques et le développement des microorganismes responsables ou non de ces transformations. L'accroissement de la température favorise avec d'autres facteurs la productivité primaire et donc une augmentation de nourriture pour la faune aquatique (Bremond et Vuichard, 1973). D'après les résultats obtenus nous constatons que la température de l'eau présente une Variation entre les stations d'étude, la température mensuelle d'eau varie entre $11,20^{\circ}\text{C}$ dans la station 1 et $22,56^{\circ}\text{C}$ dans la station 6, la température mensuelle de l'air varie entre $15,56^{\circ}\text{C}$ dans la station 1 et $28,33^{\circ}\text{C}$ dans la station 5 (Fig.16.B. et C) c'est-à-dire la relation entre la température externe (l'air) et interne (l'eau) est une relation proportionnelle -dont l'augmentation de la température externe par les radiations solaire émiaient par soleil joue un rôle principale dans les variations thermiques du climat et augmentent la température des eaux et le contraire (Fig.16.A). D'une façon générale la température des eaux superficielles est influencée par la température de l'air (Bensaci, 2011). Les valeurs des températures enregistré sont hétérogènes reliant avec l'heure des mesures, les caractéristiques des stations de prélèvement notamment l'altitude et ceci reflète aussi bien l'influence de la déférence climatique entre Batna et Biskra où les valeurs de la température des eaux sont maximales en été et minimales en période hivernal. La température de l'eau joue un rôle important sur l'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accéléré lorsque la température de l'air s'accroît

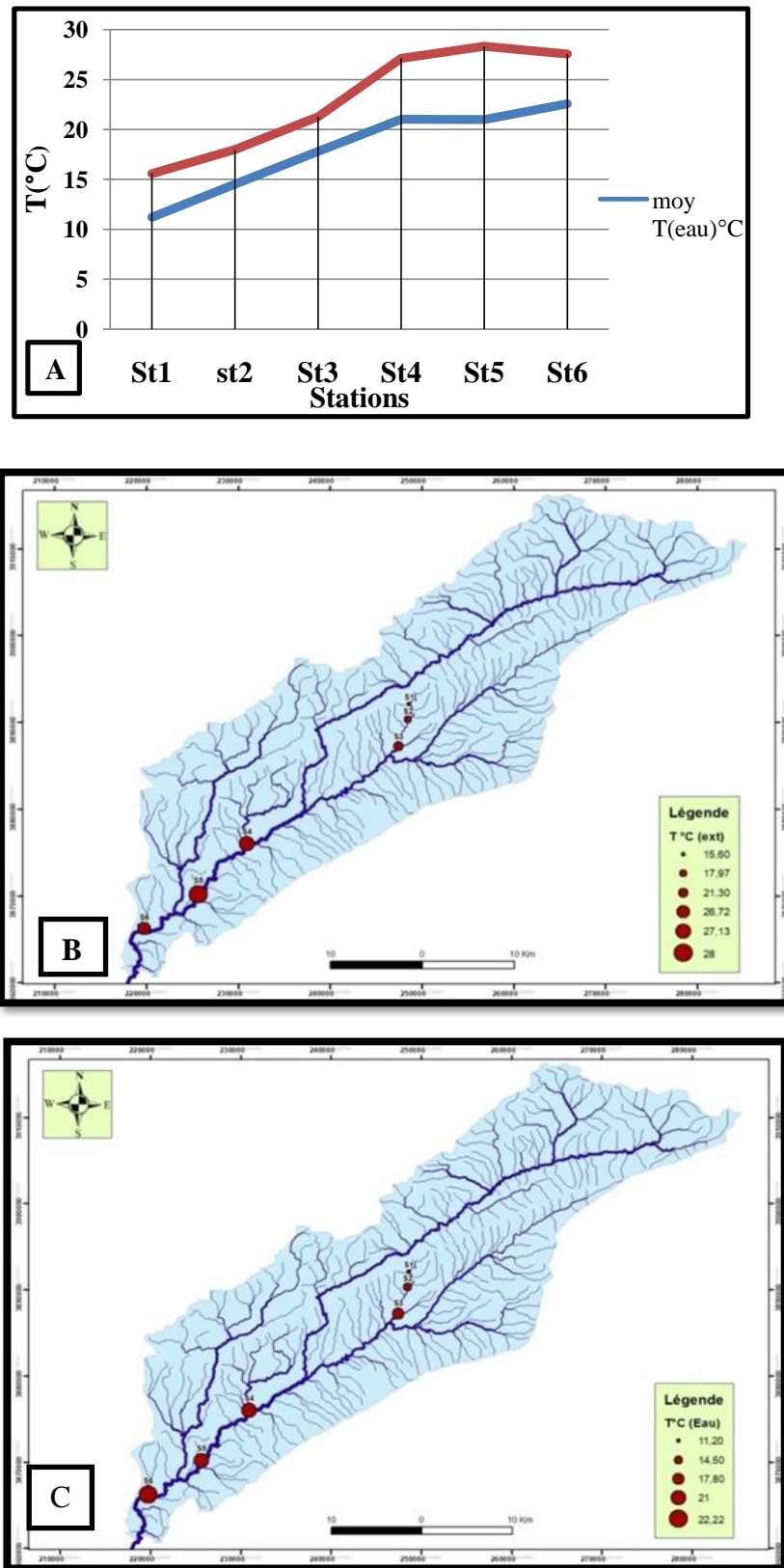


Figure 16: les moyennes (A) et répartitions spatiales de la température de l'air (B) et la température d'eau (B) et dans les six stations de l'Oued Abiod. (Mimeche, 2014). L'hivernage n'a été pas la période favorable climatiquement pour le prélèvement des macro-invertébrées pour un nombre de sites important. Les crues plus

fréquentes à cette période entraînent des problèmes dans l'échantillonnage qui devient impossible (lessivage de la rivière, pas de visibilité des substrats). L'activité des insectes aquatiques est très forte qu'une température supérieure à 15° dont certains insectes aquatiques entre en diapause hivernal quand la température est diminuée. Elle joue un rôle considérable dans l'évolution physicochimique et biologique des eaux douces, en effet la solubilité des gaz dans l'eau diminue quand la température croît (Ramade, 2005). La température est un facteur important dans la réparation de la vie végétale et animale et dans les cours d'eau. Ses variations ont une grande influence sur la vie aquatique, en particulier sur 10 phénomènes respiratoires (les eaux froides étant plus riches en oxygène que les eaux chaudes). Ses variations peuvent tuer certaines espèces, mais également, elles en favorisent le développement d'autres (Arrigon, 1991). Une élévation de température peut perturber fortement le milieu (pollution thermique). Elle peut aussi être un facteur d'accroissement de la productivité biologique, qui peut être mis en valeur par l'aquaculture (Gaujous, 1995).

IV-1-1-2. Le potentiel hydrogène de l'eau (pH)

Le pH des milieux aquatiques est influencé par plusieurs paramètres physique et chimique et biologique. Le paramètre de pH est le reflet de la concentration d'une eau en ions H^+ , Pour donner le degré d'acidité, d'alcalinité ou neutralité de l'eau (Huliot, 2014). Le pH a une influence majeure sur les formes physico-chimiques du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux (Gendronneau, 2006). Un pH compris entre 6 et 8 permet un développement correct de la faune et la flore aquatique (Widad, 2008). Les eaux de rivière ont une valeur de pH propre en fonction du sous-sol du bassin versant. Il résume la stabilité de l'équilibre établi entre les différentes formes de l'acide carbonique et il est lié au système tampon développé par les carbonates et les bicarbonates (El Blidi *et al.*, 2003). Il dépend de la diffusion du gaz carbonique à partir de l'atmosphère, du bilan des métabolismes respiratoires et photosynthétiques (Hutchinson, 1987). De ce fait la photosynthèse algale consomme beaucoup de CO_2 et provoque ainsi une augmentation notable du pH des eaux. La respiration, au contraire, contribue à son abaissement par production de gaz carbonique. De même lors de la minéralisation de la matière organique, la production de CO_2 entraîne une baisse du pH (Alayat, 2013). Il dépend aussi aux caractéristiques des plans d'eau et du bassin versant (Dussart, 1966) et dépend aux variations saisonnières (Dinon, 2008). Il est la valeur qui détermine si une substance est

acide, neutre ou de base, il est calculé à partir du nombre d'ions hydrogène présent. Les valeurs de pH enregistrées sont dans les normes. Des valeurs de pH au-dessous de 5,5 ou au-dessus de 9,5 indiquent un danger pour la faune et la flore (Belhaouari, 2017).

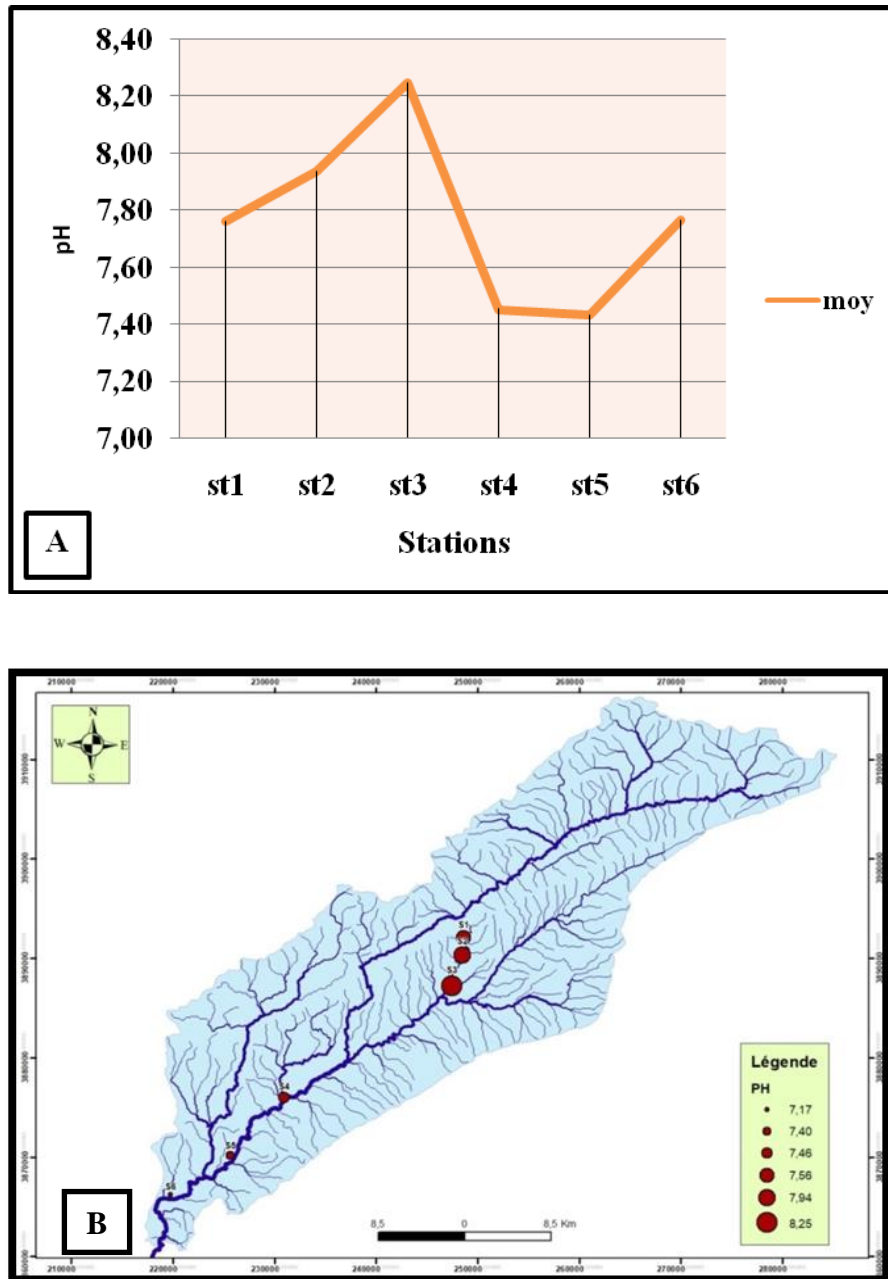


Figure 17 : les moyennes (A) et répartitions spatiales de pH de l'eau dans les six stations de l'Oued Abiod.

Le pH de l'eau du l'Oued Abiod est légèrement alcalin. Les valeurs du pH font apparaître des fluctuations très faibles, ils sont généralement variés entre 8,25 dans la station 3 et 7,44 dans la station 5 (Fig.17 A et B). Les mollusques possédant une coquille

calcaire sont très sensibles à l'acidification des cours d'eau puisque celle-ci se dissout lorsque le pH de l'eau est inférieur à 7 (Noisette, 2013). La plupart des invertébrés d'eau douce préfèrent un pH compris entre 6,5 et 9,0, même si certains peuvent vivre dans des eaux dont le pH est en dehors de cet intervalle (Onyenwe, 2017). Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, toxique pour les espèces aquatiques (Abba, 2006). Le pH ou l'expression de l'acidité du milieu, compte parmi les paramètres physicochimiques qui conditionnent le milieu aquatique, et influence un grand nombre de processus biologiques et chimiques (Meghlaoui, 2015). Il est lié aux Variations de la température, de la salinité, de l'oxygène dissous, du taux de CO₂ (Ben Bouih, 2000).

IV-1-3.La conductivité électrique

La conductivité électrique reflète la teneur totale en ions et exprime donc la salinité (Philippart, 1991). La conductivité (exprimée en $\mu\text{S}/\text{cm}$) la conductivité électrique exprime la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. L'eau très pure est un isolant qui oppose une grande résistance au passage de l'électricité, contrairement à une eau chargée en sels minéraux (calcium, magnésium, sodium, potassium) d'origine naturelle ou polluante. La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (Huliot, 2014).

La mesure de la conductivité électrique est l'une des plus simples. Elle est importante pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaires. Valeur inverse de la résistivité, paramètre très largement utilisé en hydrogéologie, la conductivité est en fonction de la concentration en espèces ionisés, principalement la matière minérale (Gaagai, 2009). Les moyennes calculées montrent des conductivités de l'ordre de 1470 $\mu\text{S}/\text{cm}$ oscillant entre des valeurs extrêmes allant de 1320 dans la station 6 à 1670 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dans la station 3. Une conductivité élevée traduit une minéralisation élevée qui peut être naturelle ou artificielle (Bouayed, 2011). Les plus fortes valeurs sont enregistrées dans la station 3 - ceci est du probablement à l'augmentation de la température d'une part et la présence de déchets résiduels dans l'eau dans cette station par rapport au reste des stations. Les valeurs diminuent jusqu'à 410 $\mu\text{S}/\text{cm}$ au niveau les stations 5 et 6 (Fig.18.A). La conductivité électrique dépend des sels après décomposition et minéralisation et également avec le phénomène d'évaporation qui concentre ces sels dans l'eau, elle varie aussi suivant le substrat géologique traversé. Elle proportionnellement à la quantité des sels ionisables dissous. Elle constitue une bonne indication du degré de minéralisation des eaux (Mimeche, 2008). L'eau par elle-même conduit mal l'électricité. Ce sont les sels dissous,

qui lui donnent ses propriétés conductrices. Comme il n'est pas pratique d'analyser l'eau en termes de substances qu'elle contient, la conductivité électrique (facilité avec laquelle un courant électrique passe dans l'eau) est un bon indicateur de la teneur totale en impuretés, donc elle sert d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Ghazali, 2013).

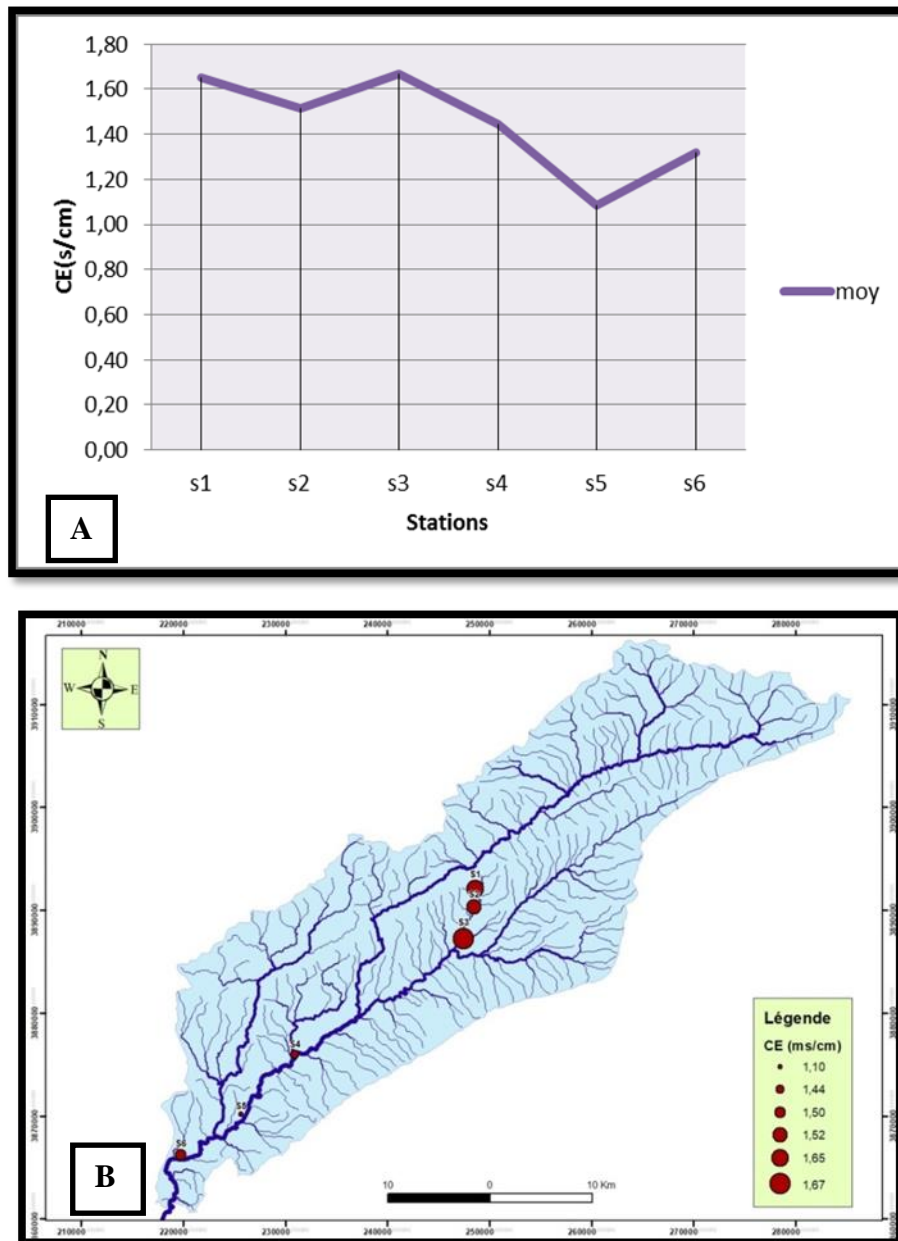


Figure 18: Les moyennes(A) et répartitions spatiales (B) de la conductivité électrique dans les six stations de l'Oued Abiod.

IV-1-4.La salinité

La conductivité électrique nous renseigne avec une bonne approximation sur la charge minérale des eaux ainsi sur la salinité (Mimeche, 2014). Elle est corrélée et dépend

de la température, de la concentration et types d'ions présents. Les résultats obtenus montrent que les teneurs de salinité présentent des Variations, entre 0,53g/l (minimum au S6) et de 0,96g /l (maximum au St2) (Fig.19).

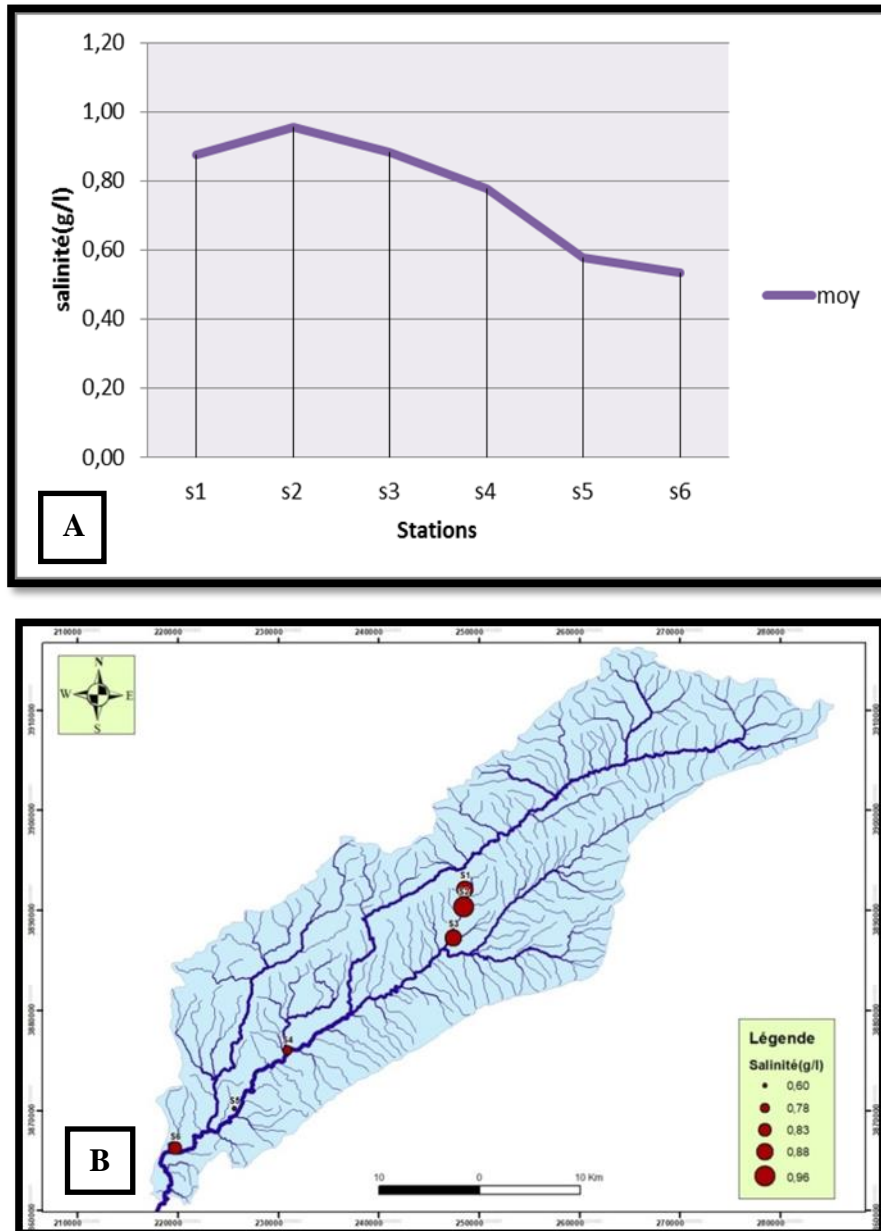


Figure 19 : La variation de la moyenne de la salinité dans les six stations de l'Oued Abiod.

L'augmentation de la température est provoqué la phénomène de vaporisations des eaux cette dernier cause l'augmentation de la salinité dans les stations de prélèvement de notre étude, Il en résulte une augmentation de la concentration des sels minéraux dissous dans l'eau donc les résultats obtenus ont été classées dans les catégories salées, et la

relation existante entre la minéralisation et la conductivité mesurée montre que la minéralisation de l'eau dans les stations d'étude est importante à élever (Tab.19).

D'après Rodier (1996), les valeurs supérieures à 1mg/cm indiquent une très forte charge d'éléments minimaux et c'est que nous observons au niveau six stations de l'Oued Abiod cette charge peut être expliquée par l'élévation de la température et par le déficit des précipitations qui a permis une concentration relative des sels minéraux.

IV-1-5. La profondeur

Nous avons adopté d'après nos résultats la profondeur en moyenne entre (minimale de 5,6cm/s à la station 6) et (maximale de 16,34cm/s à la station 5) (Fig.20.A et B). On peut expliquer la variation de la profondeur de l'eau dans les six stations de l'Oued Abiod par la différence entre l'altitude de la station (du minimum de 224m à la station 6 et le maximum de 836 m à la station 1) l'eau le plus profond dépend de l'altitude élevée, ce dernier empêche la stagnation et l'accumulation d'eau, et a augmenté sa vitesse d'écoulement.

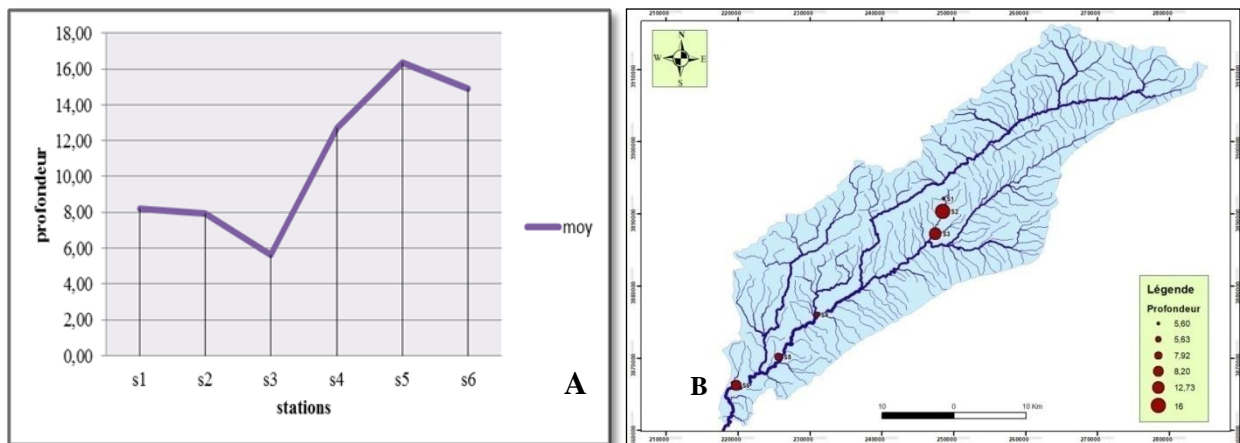


Figure 20: Les moyennes (A) et répartitions (B) de la profondeur dans les six stations de l'Oued Abiod.

IV-1-6. La vitesse d'eau

La vitesse d'eau après la conversion de son unité en moyenne de 82 cm/s entre (minimale de 80cm/s à la station 5) et (maximale de 118cm/s à la station 1) (Fig.21.A et B). La classification de (Decamps, 1971). Ces résultats sont classées dans la catégorie rapide dans tout les stations sauf la Station 4 d'une catégorie moyenne - parce qu'elle caractérisé par la présence du grandes substrats , La vitesse du courant dépend du débit, du substrat du fond et de la largeur du lit, de la pente, des précipitations (périodiques) et de la fonte des neiges qui en provoquent de grandes variations (Lounaci, 1987). Le courant est

un facteur écologique essentiel qui conditionne les possibilités d'existence des organismes en fonction de leurs limites de tolérance (Champoux et Claud, 1993). Dans les montagnes d'altitude haut les ruisseaux sont typiquement caractérisés par l'eau claire et rapide les gradients souvent raides, provoquant des courants rapides par rapport à les montagnes de moyenne altitude ou les ruisseaux sont caractérisés par un cours d'eau est plus large en raison des apports des autres cours d'eau. Ainsi que la vitesse actuelle plus lente en raison de la pente plus douce avec un écoulement moins turbulent d'eau au contraire au niveau des zones basse d'altitude la cour inférieure présente une vitesse actuelle diminuée encore.

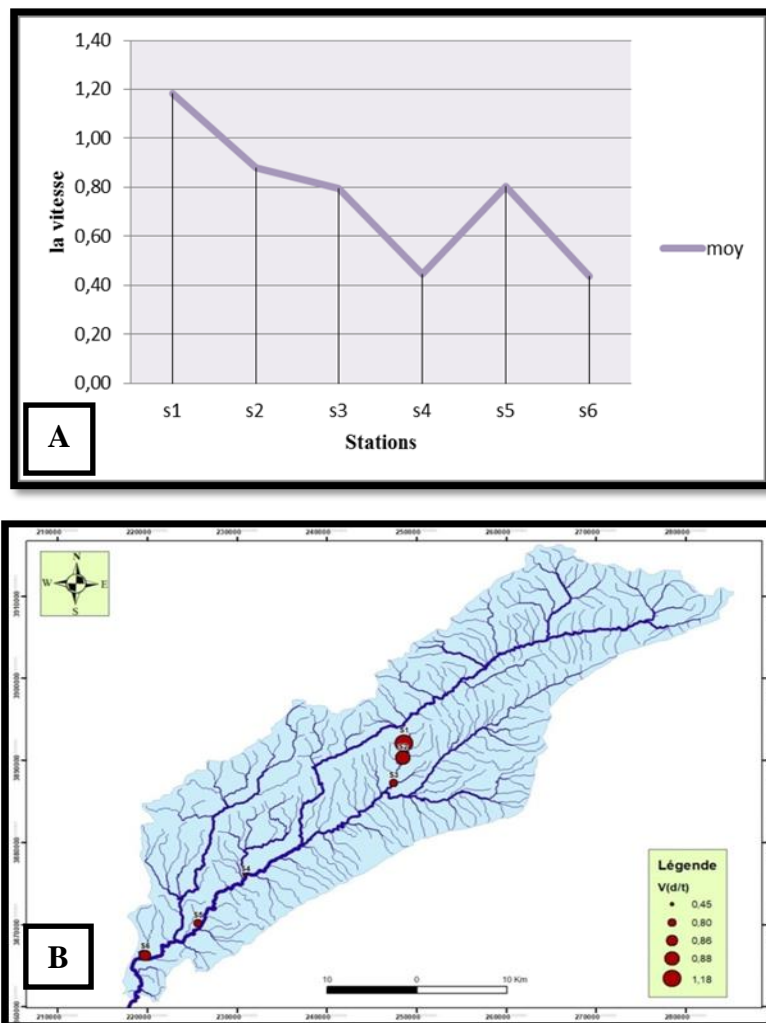


Figure 21 : Les moyennes(A) et répartitions (B) de la vitesse courante dans les six stations de l'Oued Abiod.

IV-2. Abondance quantitative des groupes faunistiques

L'inventaire faunistique de l'Oued Abiod regroupe 42 d'un total de 1979 individus repartis aux six ordres classés dans 32 familles ont collectés dans six stations d'échantillonnage de l'Oued El Abiod (Tableau 27. voir annexe).

Le test de Kruskal-Wallis n'a montré aucune relation significative entre les abondances des macro-invertébrés des six stations ($\chi^2= 8,17$, $P= 0,0581$). Un total d'individus représentant les ordres classés sous a été collecté dans six stations d'échantillonnage de l'oued Abiod. Un pourcentage de 99,96% de la faune totale appartient à la classe des insectes en papier. Les nombreux sont les Diptères (57,58%) puis les Trichoptères (32,27%) suivie par les Epheméroptères (6,45%), les Coleoptères (3%) les Hémiptères (0,45%) et les Gasteropodes ne représentent que des prosobranches (0,1%) et la classe de Clitelle présente Athynchobdellia (Hirudinae) (0,1%) Haplotaxida (Oligochaeta) (0,05%) (Fig.22).

Dans l'ensemble, il n'y avait pas de différence dans la fréquence de l'abondance, comme le montre la variation non significative des abondances entre les stations (test de Kruskal-Wallis, $P > 0,05$).

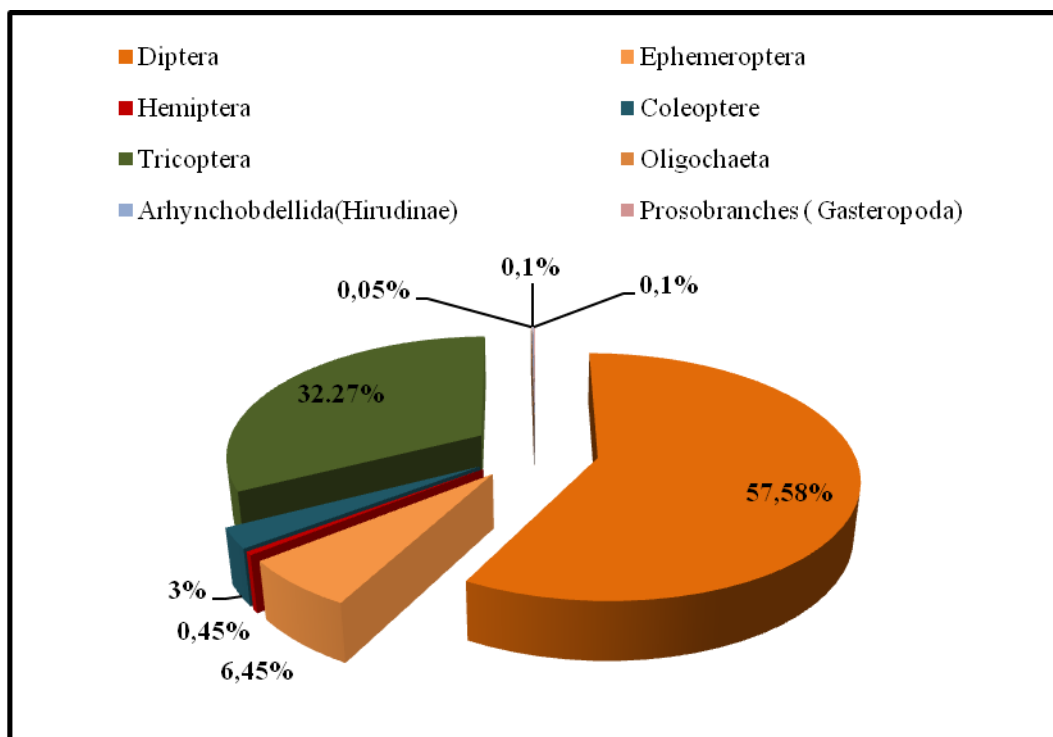


Figure 22: L'abondance relative des ordres récoltés dans les six stations du l'Oued Abiod.

IV-2. Les indices de diversité

IV-2-1. Indices écologiques de composition

IV-1-2-1-1. Richesse taxonomique

Les échantillonnages effectués au niveau des six stations au cours de la période entre le mois de mars 2018 et mars 2019, nous ont permis de recenser 1979 individus appartenant à 41 taxons. La lecture de la figure 23, relatif à la richesse taxonomique montre des fluctuations au long des stations étudiées. Le nombre des taxons varié d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de taxons récoltés à la station (3) 03 d'ordre et un maximum de 06 ordres récoltés à la station (01,05 et 06). Tous les macro-invertébrés collectés sont identifiés au niveau taxonomique le plus bas possible. Les macro-invertébrés benthiques de la station 01 constitués de 10 taxons (Genres ou espèces), 10 familles, 06 ordres, alors que 06 taxons (Genres ou Espèces), 07 familles, 04 ordres ont été enregistrés à la station 02. La station 03 était représentée par 12 taxons (genres ou espèces), 09 familles et 04 ordres, 14 familles, 04 ordres et 10 taxons (Genres ou espèces) ont été trouvés à la station 04. Alors que la station 05 était composée de 10 taxons (Genres ou espèces), 18 familles et 06 ordres. Les macro-invertébrés benthiques enregistrés à la station 06 étaient représentés par 15 taxons (Genres ou espèces), 14 familles et 06 ordres.

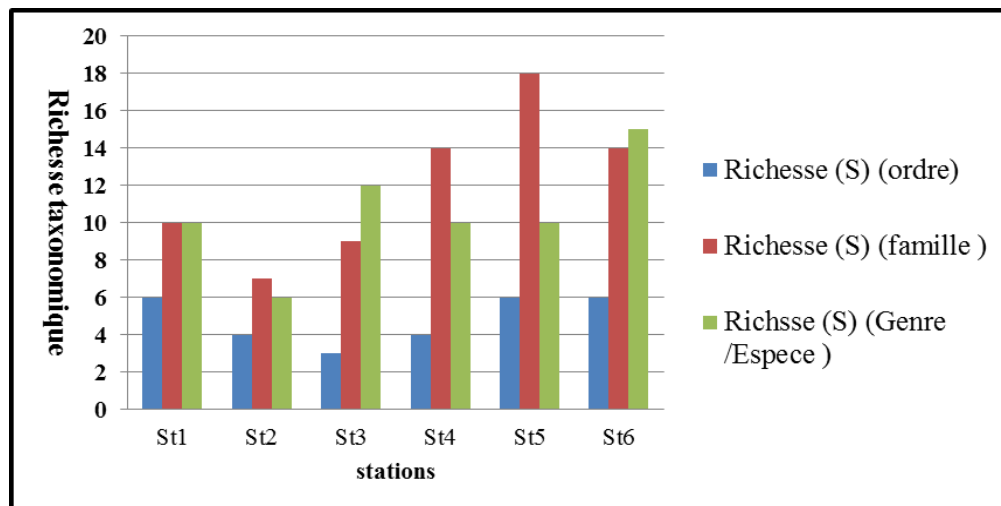


Figure 23: Richesse taxonomique des différentes stations étudiées.

IV-1-2-1-2. Abondance

Un total de 1979 individus a été capturé au niveau du l'Oued Abiod appartenant à 42 taxons (genre ou espèce), 32 familles, 09 ordres et 3 classes. Ils variaient entre 770

individus au niveau de la station 01, 348 individus au niveau la station 03. La station 02 compte 317 individus et 261 individus pour la station 04. Pour les stations restantes c'est-à-dire les stations, 05 et 06, il y a été trouvé respectivement 70 et 213 individus. Les figures et illustrent une représentation de la distribution des macro-invertébrés en fonction des stations. Le premier montre l'abondance par ordre et par station (Fig.24), alors que le second présente la proportion de ces ordres (Fig.25).

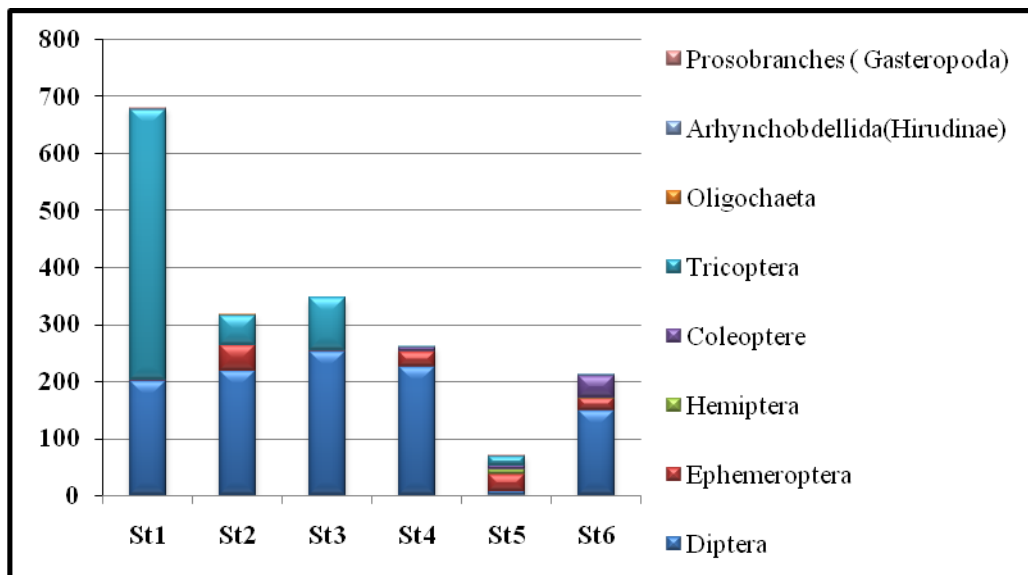


Figure 24: La distribution d'abondance par ordre de la faune benthique au niveau des six stations.

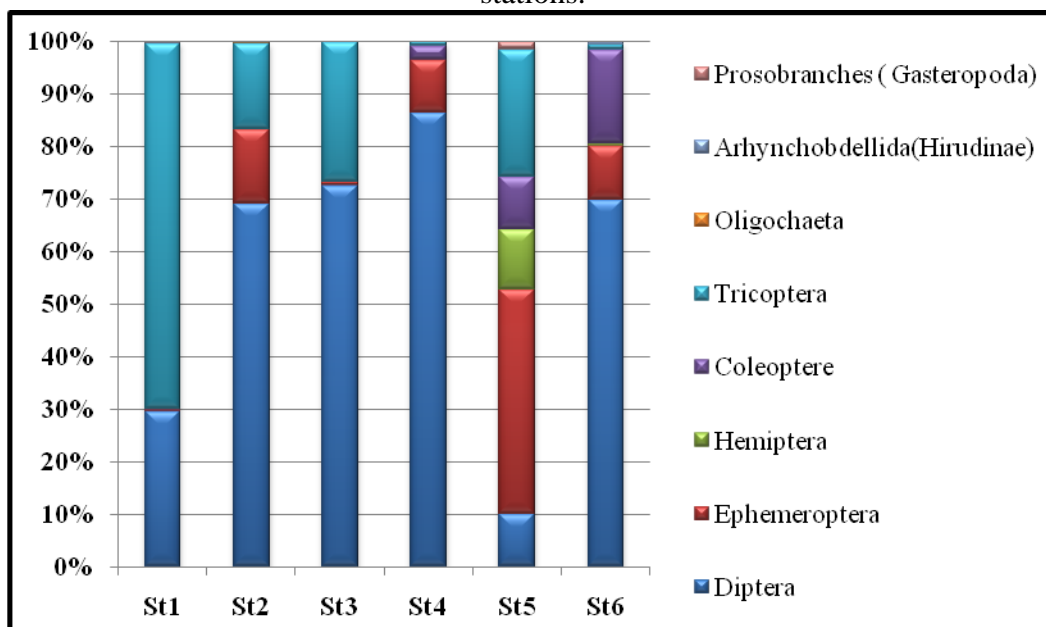


Figure 25: La proportion de chaque ordre au niveau des six stations.

Il y a une différence dans la distribution de l'abondance de la faune benthique remarqué entre les stations étudiées où il y a une augmentation du nombre d'individus au

niveau de la station 01 suivie par la station 03 par rapport aux autres stations, la diminution dans l'effectif des taxons peut interpeler et amener un certain nombre d'hypothèses (problème du prélèvement, la saison d'échantillonnage, les conditions physico-chimique activités anthropiques etc.). Le second diagramme montre que la distribution des taxons est répartie de façon hétérogène sur presque l'ensemble des stations .On s'aperçoit une domination taxonomique principalement représentée par les Trichoptera au niveau de la station 01 et par Ephemeroptera au niveau la station 05 et par Coleoptera au niveau la station 06 (Fig.24).

IV-1-2-1-3.Fréquence d'occurrence des taxons

Les fréquences d'occurrence estimés à partir de la totalité des prélèvements effectués dans les différents stations et au cours de toute la période d'étude donnent (Tab.18) :

Tableau 18: Fréquences d'occurrence des taxons récoltés dans l'Oued Abiod.

	Occidentelle 0-25	Accessoire 25≤f<50	Régulière 50≤f<75	Constante 75≤f<100	Omniprésente 100%
Chironomidea				*	
Culicidae	*				
Ceratopogonidea	*				
Simuliidea	*				
Psycodidea	*				
Muscidae	*				
Ephydriidae	*				
Anthomyidae	*				
Scatophagidae	*				
Limnioniidae	*				
Empididae	*				
Heptogeniidae	*				
Betidae	*				
Ephemerillidae	*				
Pollycentropodidae	*				
Canidae		*			
Leptophlbiidae		*			
Pleidea	*				
Corixidae				*	
Elmidae	*				
Halipilidae		*			
Hydrochidae		*			
Dytiscidae		*			
Hydrophilidae	*				
Limnephilidae				*	
Ecnomidae	*				
Hydropsychidae	*				
Hydroptilidae	*				
Limbriculidae		*			
Huridinidae	*				
Hydrobiidae					*

- un seul taxon omniprésent : les Hydrobiidae (Gasteropode)
- Chironomidea, Limnephilidae et Corixidae sont les quatre taxons constants.
- .- Le peuplement est constitué essentiellement de six taxons accessoires : Canidae, Leptophlbiidae, Halipilidae, Hydrochidae, Dytiscidae, Limbriculidae.

- Le peuplement est constitué essentiellement de staxons accessoires : Culicidae, Ceratopogonidea, Simuliidea, Psycodidea, Muscidae, Ephydriidae, Anthomyidae, Scatophagidae, Limnioniidae, Empididae, Heptogeniidae, Betidae, Ephemerillidae, Pleidea, Elmidae, Hydrophilidae, Ecnomidae, Hydropsychidae, Hydroptilidae. et Huridinidae.

IV-2-2. Les indices écologiques de structure

La diversité des vivant d'autre part est lie a la condition climatique Elliot Et Hemingway (2002), Blaber (2002) indique que les ressources vivantes des eaux saumâtres, particulièrement sous les tropiques, supportent des niveaux élevés de stress de toutes natures. Les lagunes et les estuaires tropicaux sont des écosystèmes riches et présentent une grande diversité d'espèces, plus élevée que dans les milieux similaires situés sous climat tempéré. Les milieux tempérés abritent en effet une moyenne de 20 espèces communément rencontrées tandis que les milieux tropicaux en présentent le plus souvent plus de 100 espèces.

IV-1-2-2-1. Indices de diversité de Schannon H' , l'équitabilité et l'indice de Simpson

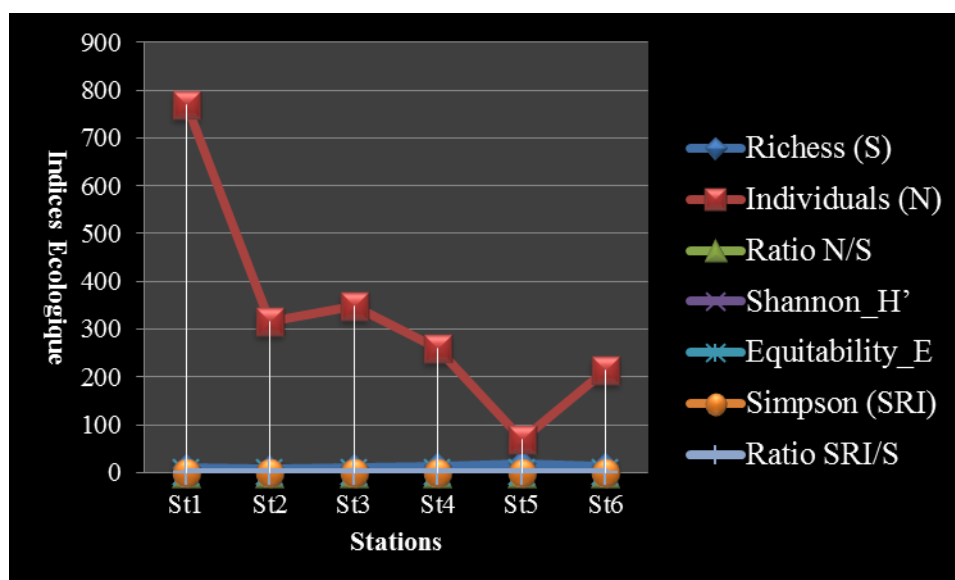
Selon Bournaud et Keck (1980), l'indice de Schannon présente l'intérêt écologique de fournir une 'indication globale de l'importance relative' des différents taxons. Nous avons calculé pour chaque station l'indice de diversité H' qui intègre la richesse taxonomique et l'abondance relative des différents taxons.

L'équitabilité E qui correspond à l'indice de diversité relative est le rapport de H'/H_{max} , H_{max} étant la valeur maximale théorique que H' peut atteindre. Elle renseigne sur la stabilité du milieu par la régularité du peuplement. D'une manière générale, H' et E augmentent d'une part, avec le nombre d'espèces et, d'autre part, avec la régularité de leur distribution d'abondance, autrement dit, un indice faible est une conséquence d'un faible nombre de taxons et/ou de la dominance de quelques espèces (Fig.26).

La valeur de la richesse varie de 7 familles à la station Tiflifel (St2) à 18 familles à la station M'Chouneche (St5). Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et d'équité étaient plus élevées à la station de M'Chouneche (St5) ($H' = 2,537$, $E = 0,8776$) par rapport aux autres stations. Cependant, le nombre moyen d'individus par espèce (ratio N/S) était plus élevé dans la station de Taghit (St1) par rapport aux autres stations. De plus, les valeurs de l'indice réciproque de Simpson (SRI) étaient plus élevées à la station M'Chouneche (S5) ($SRI = 0,8976$) et SRI/S étaient plus faibles à la station Tiflifel (St2) ($SRI/S = 0,0472$) par rapport aux autres gares (Tab. 19).

Tableau 19 : Les indices de diversité de la macro invertébrés dans les six stations de l'Abiod.

	St1	St2	St3	St4	St5	S6
Richesse (S)	10	7	9	14	18	14
Individu (N)	770	317	348	261	70	213
Ratio N/S	77,00	45,29	38,67	18,64	3,89	15,21
Shannon_H'	0,7554	0,9957	0,7492	1,545	2,537	1,766
Equitabilité_E	0,3281	0,5117	0,341	0,5856	0,8776	0,669
Simpson (SRI)	0,484	0,5176	0,4302	0,6606	0,8976	0,7601
Ratio SRI/S	0,0484	0,0739	0,0478	0,0472	0,0499	0,0543

**Figure 26** : Les indices de diversité -nombre des individus, indice de Shannon, Equitabilité et l'indice de Simpson (SRI), Ratio N/S et Ratio SRI/S

L'ensemble des peuplements récoltés présentent des fluctuations des indicateurs de diversité, Dans ce cas, les indicateurs de diversité des stations St1 - St5 - St6 sont les plus élevées, ce qu'ils signifient que ces stations présentent des peuplements bien diversifiés avec une distribution d'abondance régulière entre les stations, Les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans les stations St2 - St3 - St4 - où il existe deux taxons dominants avec un faible nombre de taxons, L'équitabilité varie entre 0,35 et 0,82 dans les six stations - donc elle tend vers 1, L'indice de dominance varie entre 0,23 et 0,72, donc elle tend vers le 0, selon les résultats de l'équitabilité et l'indice de dominance, il existe un certain équilibre

entre les effectifs des différents genre benthique échantillonnés ($E > 0,5$ et $D < 0,5$), les six stations présentent une similarité de l'abondance des espèces ou plusieurs taxons bien représentés.

IV-2. Analyse qualitative et quantitative de la faune benthique

IV-2-1. Embreusement des Arthropode

IV-2-1-1. Classe des Insectes

Chez la majorité des insectes aquatiques seuls les stades immatures vivent dans l'eau, Les adultes et dans certains groupes sont terrestres l'exception faite sur quelques Hémiptères et Coléoptères dont tout le développement des larves en adultes se fait dans l'eau (Dejoux *et al.*, 1968), Les insectes et plus particulièrement leurs larves, constituent l'essentiel des macro-invertébrées aquatiques (Tachet *et al.*, 1980). Ils constituent aussi par le nombre d'individus et la diversité des taxons la classe la plus importante des Arthropodes et même de l'ensemble du règne animal (Beaumont et Cassier, 1983). Les insectes représentent une bonne partie des macro-invertébrées benthiques, Ils représentent le groupe le plus dominant dans l'inventaire global de la faune (99,96 %) dans nos résultats d'étude, Les principaux ordres récoltés sont présentés comme suit :

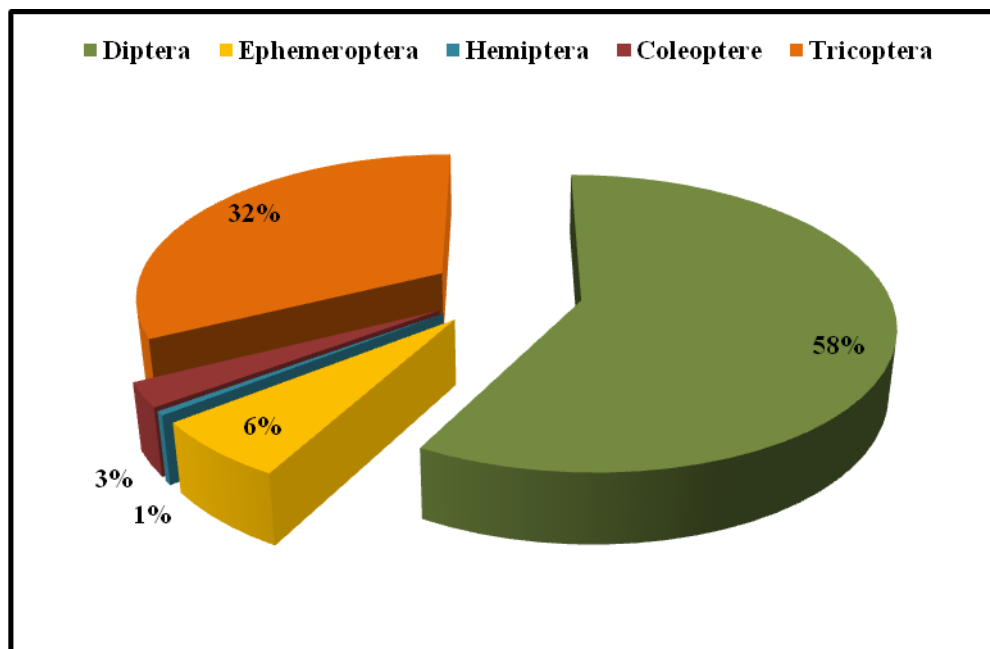


Figure 27: Pourcentages des familles de la classe des insectes.

IV-2-1-1-1. Les Diptère *Linnaeus, 1758*

De point de vue abondance, les Diptères viennent en première position par un effectif de 1145 individus et un pourcentage de 58% de la classe des insectes (Fig. 27) et 57,58% de la faune totale (Fig.22) d'un effectif minimal 07 à la station 05 et maximal à la station 01 (Fig. 28. C). Ils sont un groupe zoologique très important par leur diversité et richesse spécifique, Ils sont représentés par 11 familles (Fig.28.C), La présence des Diptère est due au degré de pollution organique élevée qui pourrait être favorable à la prolifération de ces invertébrés polluo-résistants par exemple les chironomes (Benmoussa *et al.*, 2014), ont représentés dans toutes les stations avec des proportions variables (Fig.28.A).On a constaté 6 taxons et 5 familles dont la plus dominante est celle des Chironomidae (77,29%), suivi par Ephydriidae (8,9%), Ceratopogonidae (4,54%) les Culicidae (4,36%), Empididae, Limnoniidae, Scatophagidae, Antomyidae, Muscidae, Psychodidae, Simulidae peu abondants ne sont présentées respectivement que par (1,13%, 0,08%, 0,34%, 0,26% 1,04%, 0,08%, 1,92%).

D'après Thomas, 1969 les larves de Diptères constituent, en nombre et en diversité, un pourcentage important de la faune récoltée dans les eaux douces, Les diptère terrestres sont nombreuses au contraire les diptères aquatique aquatiques génialement la majorité de forme aquatique on les trouve en phase larvaire et nymphale mais bien souvent ils sont d'un intérêt économique et médical certains espèces considéré comme vecteur des maladies vectorielle, Les éléments de cet ordre possèdent une propriété caractéristique de colonisation dans tout les endroit pollué et non pollué, ils sont souvent utilisés comme indicateurs des conditions trophiques dans les lacs (Maiolini *et al.*, 2006), Ces espèces sont opportunistes, ils sont parmi les premiers invertébrés à coloniser le milieu aquatique durant les périodes d'eutrophisation ou d'enrichissement organique (Armitage *et al.*, 1995).

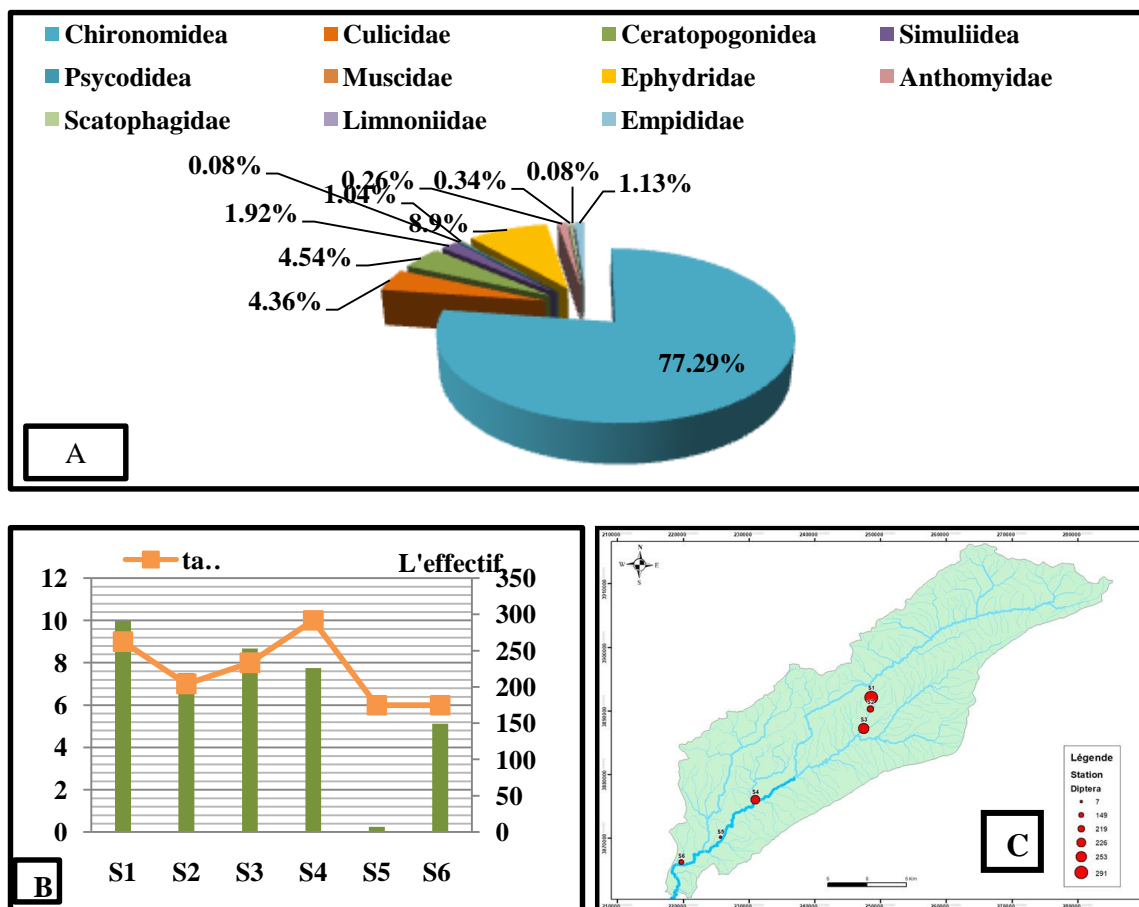


Figure 28: L'abondance (A) et la répartition (B) et (C) des Diptères dans les six stations d'étude.

IV-2-1-1-1-1. Chironomidae Newman 1834

La famille chironomidae, c'est la plus dominante, avec une abondance de 77,29% des Diptère (Fig.28). Elle est présente dans toutes les stations sauf dans la station (St6) (Fig. 28.B) par deux sous familles Orthocladiinae, chironominae présenté par deux taxon « Tanytarsini sp Chironomus sp » et sous familles Tanypodinae par « Procladius sp ».

Selon Zerguine *et al.*, (2018) Les Chironomidae sont une famille d'insectes d'eau douce, largement répandue et souvent la plus abondante dans les écosystèmes lenticques et lotiques, Les Chironomidae constituent un groupe très diversifié d'insectes aquatiques (Chaib *et al* 2013), Mimeche *et al.*, (2018) à K'sob reservoir et Mimeche *et al.*, (2019) à Oued K'sob montre un nombre élevé de Chironomidae, le Chironomide sont installés dans une place où le débit d'eau est plus régulier et accumule des débris (Cupsa *et al* .,2010).

IV-2-1-1-1-2. Ephydridae Zetterstedt, 1837

Elle occupe la deuxième place dans l'ordre des Diptères (8,9%) (Fig. 28. A), la famille Chironomidae, représentés par *Dichaeta sp*, elle répartie dans deux station 04

(Banian) et 06 (El hbel) (Fig. 28.B). Ils présentent en forme larvaire et pupale la déférence entre les deux stades dans la couleur dont la nymphe est plus foncée et sclérotisée que la larve. Les mouches du rivage (également connues sous le nom de mouches à saumure) sont intimement liées aux environnements humides. La plupart des larves sont aquatiques ou semi-aquatiques et habitent fréquemment les marges des étangs, des marais et piscines, sur presque tous les types de substrat, fréquemment des débris ou des tapis d'algues et de la boue. La famille des Ephydriidae a été une famille très réussie dans son adaptation aux habitats extrêmes (Oscor *et al.*, 2011).

IV-2-1-1-1-3. Ceratopogonidae Grassi, (1900)

La famille des Ceratopogonidae comprend à la fois des espèces terrestres et aquatiques. En raison de l'hétérogénéité des espèces de la famille, il existe des espèces aux habitudes très diverses. Les larves sont fréquemment trouvées sur les rivières, généralement associées à des rives calmes des rivières, sur les feuilles et les accumulations de débris, les macrophytes et les algues- bien qu'ils puissent également être trouvés dans les eaux avec un certain degré de courant. Leur tolérance à de grandes quantités de matière organique n'en fait pas des candidats idéaux pour être des indicateurs de bonne qualité des eaux (Oscor *et al.* 2011), dans nos régions d'étude cette famille est répartie dans deux stations (St 3, St5 et St6) (Fig. 25.B). Cette famille était la plus abondante de l'ordre des Diptères après Ephydriidae avec un effectif de 52 individus soit 4,36% (Fig.28.A).

IV-2-1-1-1-4. Culicidae Meigen, 1818

Elle était la moins abondante de l'ordre des Diptères avec un effectif de 50 individus soit 4,36% (Fig.28.A), ils sont récoltés en grand nombre dans la station St4 (Fig. 28.B), ils étaient constitués d'un taxon : *Culex*. La famille des Culicidae est un groupe diversifié d'insectes largement hématophages. Un certain nombre d'espèces sont des vecteurs de virus, de nématodes et de protozoaires (Benmalek *et al.*, 2018). En raison de leur grande distribution géographique, de leur abondance et de leur nocivité, les moustiques ont transmis diverses maladies aux humains et aux animaux (Boudemagh *et al.*, 2013).

IV-2-1-1-1-5. Psychodidae Newman, 1834

Les Psychodidés sont récoltés dans trois stations (St1, St2 et St3) (Fig. 28.B). Ils présentent par une seule sous famille Psychodinae présente par un taxon : *Psychoda sp.* Elle

était les moins abondants de l'ordre des Diptères avec un effectif de 03 individus soit 0,26%. Les larves de Psychodidae préfèrent les sédiments humides et les détritiques au bord des ruisseaux, des étangs, des marécages asséchés et des marais, On trouve des espèces véritablement aquatiques le long des cours d'eau à débit rapide et lent, vivant sur différents substrats (p, Ex, Boue, sable, surface, tapis de mousse), Généralement, les larves peuvent être classées comme des collecteurs-cueilleurs, se nourrissant de presque tous les types de matières organiques en décomposition et de détritiques, Les larves de certaines espèces sont associées à la décomposition de la matière organique dans des environnements tels que les installations de traitement des eaux usées, les drains ou les gouttières, et sont des indicateurs d'eaux fortement enrichies en matières organiques, En conséquence, ils peuvent être couramment trouvés dans les salles de bain et les toilettes publiques (Oscoz *et al.*, 2011).

IV-2-1-1-6. Empididae Latreille, 1804

Les Empididés sont présentés par la sous famille Clitellinae, elle est recolté dans tout les stations sauf la station (St6), La famille des Empididae est divisée en six sous-familles, avec seulement deux genres vraiment aquatiques, Hemerodromiinae et Clinocerinae (Vaillant 1981- Vaillant et Gagneur 1998- Wagner 1997b). Ils colonisent différents milieux: on les retrouve dans les zones hygropétriques de sources, ruisseaux et rivières, avec des courants rapides et épais substrats, sous les rochers, sur les mousses, sur bois et même sur le sol humide des berges (Oscoz *et al.*, 2011).

IV-2-1-1-7. Scatophagidae Haliday, 1853

Elle présente par un taxon : *Acanthocnema sp* dans quatre familles (St1, St4, St5 et St6), le genre *Acanthocnema*, qui vit dans les ruisseaux rapides et sont des prédateurs des œufs d'insectes aquatiques (Oscoz *et al.*, 2011), la famille des scatophagidés ont une distribution holarctique presque exclusive et présentent la distribution globale la plus septentrionale parmi les diptères (Vockeroth, 1987), Ils se produisent souvent dans des environnements tels que les prairies, les marais et les tourbières, et le long des rives des ruisseaux et des lacs, Ils se nourrissent généralement de larves d'invertébrés, y compris d'autres diptères (Oscoz *et al.*, 2011).

IV-2-1-1-8. Anthomyidae Latreille, 1829

Elle présente par un taxon : *Limnophora sp*, il est recolté dans deux stations (St4 et St6) et trouvé en deux formes larvaires et pupales au niveau de la partie inférieure de la plante

aquatique Oscoz (2011) indique les larves d'Anthomyidés ont des habitudes différentes et certaines espèces se trouvent dans les tiges et les racines de diverses plantes, tandis que d'autres espèces sont considérées comme aquatiques ou semi-aquatiques, On les trouve dans les deux étangs et les ruisseaux, où ils préfèrent généralement les plantes aquatiques ou mousse comme substrat.

IV-2-1-1-1-9. Muscidae Latreille, 1802

Les Muscidés sont récolté en faible nombre dans la station (St6), ils étaient constitués d'un taxon : *Limnophora sp* , Muscidae est une famille cosmopolite des diptères comprenant quelque 4000 espèces (Pont et Báez,2002), La grande majorité des larves musculaires sont terrestres, trouvées parmi les excréments, les charognes et les matières végétales en décomposition, Cependant, certaines espèces possèdent de véritables larves aquatiques, Ceux-ci peuvent être trouvés en courant et debout les eaux dans des environnements tels que les ruisseaux, les étangs, les chutes d'eau, les exutoires des lacs et les marais- souvent dans la matière organique en décomposition et les tapis de mousse ou d'algues où ils se nourrissent principalement d'autres diptères (Oscoz et al.,2011).

IV-2-1-1-1-10. Limnioniidae Latreille, 1802

Selon Oscoz et al.,(2011) indique que les limoniidés sont l'une des familles de diptères les plus diversifiées et cosmopolites, avec une grande variété d'habitats,Les espèces de cette famille sont aquatiques ou semi-aquatiques et 1403 Description et biologie des taxons coloniser les habitats qui vont des zones de dépôt aux détritux végétaux au bord des rivières et des milieux lenticules, ainsi que des surfaces hygropétriques,cette famille est présenté par un taxon *Eriopterus sp* ,Ils est récolté dans une station (St6).

IV-2-1-1-1-11. Simuliidae Newman, 1834

Les simulidés présentent respectivement par deux sous familles un taxon pour chaque sous famille prosimuliini, simuliini : *prosimulium sp* récoltés dans une station (St4) , *Simulium sp* présente dans quatre stations (St1, St2,St3 et St4).La famille Simuliidae est strictement liée aux systèmes fluviaux, et on les trouve dans les zones peu profondes des cours d'eau lents et forts, Ils utilisent des substrats tels que des dalles de pierre, des cailloux, des troncs submergés et des tiges de végétation submergée, auxquels ils s'attachent avec la structure à l'extrémité de leur abdomen, Cette structure a des propriétés adhésives et peut fonctionner comme une ventouse, ce qui leur permet de résister à la force

de l'eau et de se nourrir des matières en suspension que le courant entraîne, Ce sont des filtres et captent les particules à l'aide de leur peigne ou prémandables en éventail (Oscoz et *al.*,2011).

IV -2-1-1-2. Trichoptera Kirby, 1813

Les Trichoptère présentent par un pourcentage de 32% de totale de classe des insectes (Fig.29) et un effectif de 618 d'individus de 0 minimal aux trois 04, 05 et 06 stations 474 maximal à la station 01 (Fig.30.B), Ils sont couvrées par un étui ou sans étui, Ils attachaient aux substrats soit juxtaposés les unes avec les autres en colonie ou séparées dans l'eau, nous les observons plus abondants dans les milieux les plus hauts d'altitude que les milieux d'altitude bas, Ils sont communs sur les deux substrats parce qu'ils sont des filtres et donc favorisés par la présence de suspensions dans l'eau (Galdean et *al.*, 2001), Ils sont peut jouer un rôle important dans les écosystèmes des eaux courantes douce, Ce groupe est considéré comme bio- indicateurs idéales pour la pollution des cours d'eau, Habituellement, ils préfèrent des eaux fraîches et rapides (Louaci et Vin9on, 2005), Les larves des Trichoptères constituent une source alimentaire pour les poissons (Semichon, 1931).

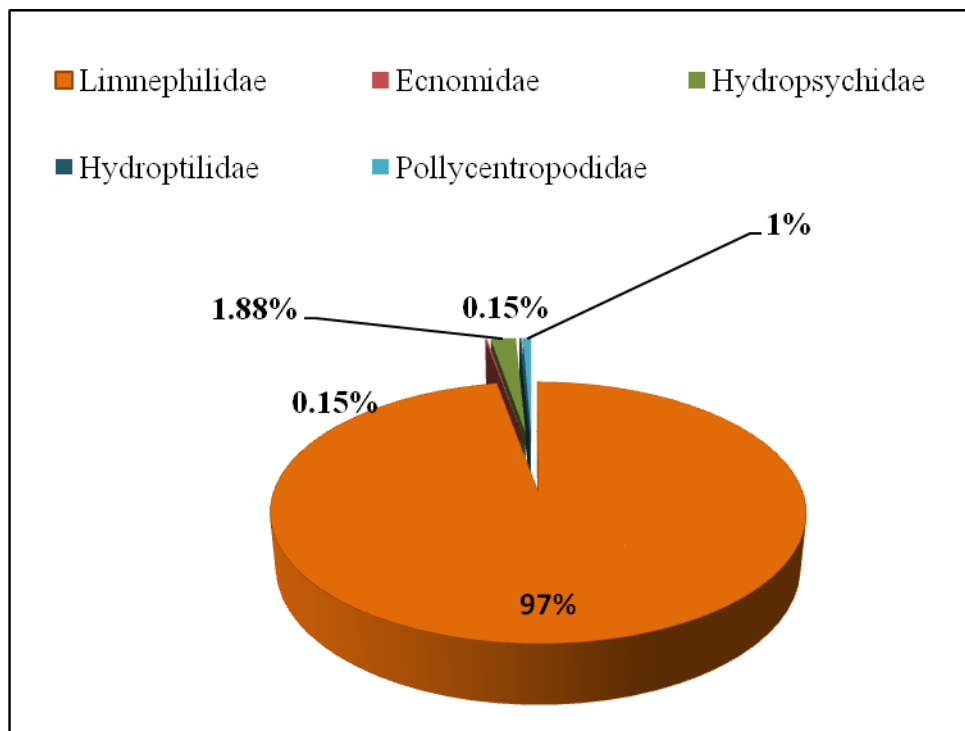


Figure 29: L'abondance des Trichoptères dans les six stations d'étude.

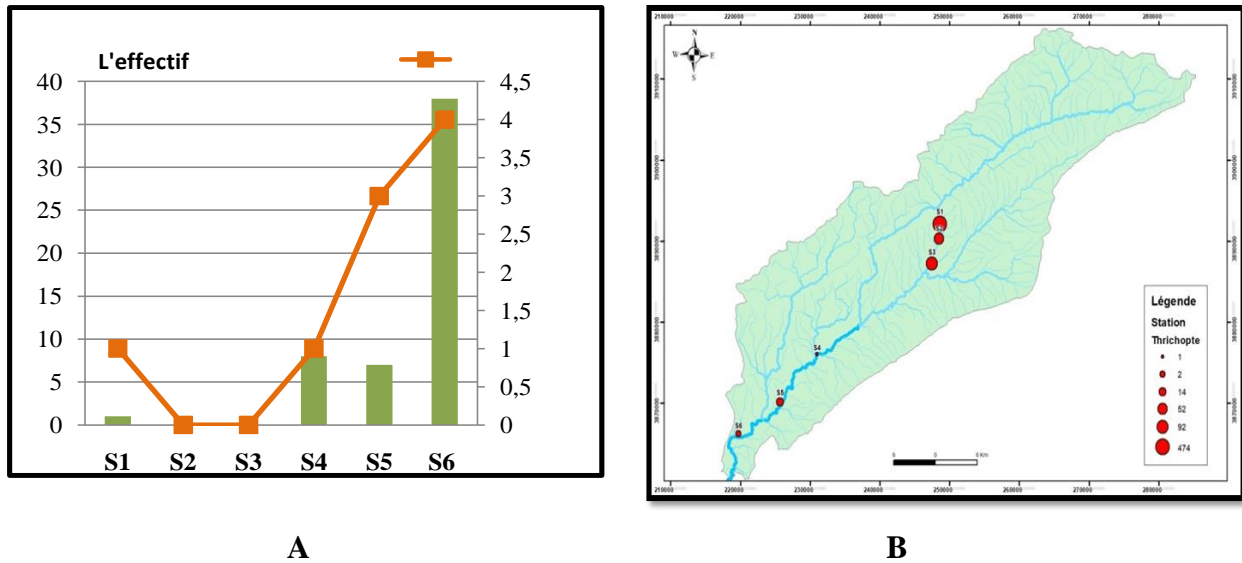


Figure 30 : La répartition (A) et (B) des Trichoptères dans les six stations d'étude.

Ce groupe le plus influencé par les conditions climatiques car les cours d'eau sont alimentés par les précipitations, cette dernière augmente leur débit et régénère l'eau. Cet ordre est le plus affecté par les activités anthropiques (Ailenei, 2005), le débit d'eau (Wills et coll., 2006) et la pollution (Mare Rosca et coll., 2008). Ce groupe zoologique représente 32,33% de la faune totale (Fig.22). Quatre familles ont été identifiées :

IV -2-1-1-2-1. Lemnepheliidae Kolenati, 1848

La famille de Lemnepheliidae est la plus dominante avec un taux d'abondance de 97% des Trichoptères (Fig.29) c'est la famille la plus importante numériquement 618 d'individus de la faune totale récoltée. Elle présente dans trois stations (Taghite - Tiffel et Ghassira), elle compte un taxon : *Apatania sp* (Fig.31.A).

Limnephilidae est un groupe très diversifié avec de nombreux représentants, ce qui permet à la famille de couvrir une grande variété d'habitats. Ils occupent les deux zones, celles où les eaux sont froides et rapides, et celles où les eaux sont plus chaudes, ainsi que les lacs, les lagunes, les bassins, les rivières ou les ruisseaux (Wallace et al., 1990). En général, les espèces qui vivent dans des eaux plus rapides utilisent des fragments minéraux, tandis que les espèces qui vivent dans des eaux plus lentes utilisent des fragments végétaux. Dans les tronçons rapides, et pour éviter d'être balayés par le courant, ils incorporent des pierres plus lourdes sur l'extrémité postérieure du boîtier, ainsi que des morceaux de branches sur le boîtier afin qu'ils favorisent la dispersion des lignes actuelles (Oscoz et al., 2011).

IV -2-1-1-2-2.Hydropsychidae Curtis, 1835

Elle représentées par 1,88% se Trichoptères (Fig.30) et la second famille la plus importante numériquement par 12 individus et 0,6% de la faune totale, Elle présente dans deux station (Baniane et Mchouneche) et compte: des sous familles Hydropsychinae et Diplectroninae chaque sous familles à seulement un taxon taxon *Hydropcyclus sp - Diplectrona sp :Diplectrona felix* (Fig.32.A).Les Hydropsychidés sont l'un des Trichoptères les plus répandus dans le monde, contenant de nombreuses espèces très abondantes qui se remplacent le long des écosystèmes fluviaux, On les trouve principalement dans les substrats de pierre à vitesse de courant modérée à élever, Cependant, dans certains cas, les larves peuvent aussi se trouver sur des macrophytes ou du bois, Les larves sont des filtreuses et le matériel dérivant est capturé par le filet en retrait, La taille du maillage de ce filet varie selon l'espèce et la section de la rivière qu'elles habitent, Ainsi, les espèces en amont ont un maillage plus grand que les espèces en aval, La forme du filet peut également changer en fonction de la qualité de l'eau (la présence de métaux peut causer des déformations) ou des paramètres environnementaux généraux comme : température, Parce que les larves essaient de trouver les meilleurs microhabitats, La période d'émergence habituellement va du printemps à l'automne, bien que certaines espèces puissent également émerger en hiver (Vieira-Lanero 2000 ; Graf et al., 2008).

IV -2-1-1-2-3.Hydroptilidae Stephens, 1836

Elle ne représente que par 0,15% des Trichoptères (Fig.29), elle présente dans une seule station 05 (Mchouneche), Les Hydroptilidés sont aussi appelés « microtrichoptéranes », car les plus petites espèces appartiennent à cette famille, avec des larves de 2 à 3 mm de longueur, Les larves construisent et transportent (seulement le dernier stade) un cas qui les rend plus visibles, En raison de leur petite taille, ils passent autrement inaperçus dans les étapes précédentes.

IV -2-1-1-2-4.Pollycentropodidae Ulmer (en), 1903

Elle compte 4 individu avec (0,62%) de totale des Trichoptère (Fig.29) elle était contribué par un seul taxon : *Neureclipsis sp* présent deux stations 05 et 06 (Mchouneche et Elhbel) (Fig.30.A). Les espèces de Polycentropodidae vivent dans des eaux calmes et basses vitesses, avec des substrats de cailloux et de pierres, à la fois dans les rivières et les lacs, Les espèces de cette famille sont carnivores, et ils tissent un filet de soie attaché au substrat, Le filet ressemble à une poche qui recueille des proies vivantes qui est

passivement entraîné par le courant, mais il peut également agir comme un Snare (Edington et Hildrew, 1981).

IV -2-1-1-2-5.Ecnomidae Ulmer (en), 19031

Elle ne représente que par 0,15% des Trichoptères (Fig.29). Cette famille présente de faible effectif dans une seule station 05 (Mchouneche) de l'Oued Abiod (Fig.30.A). Elle est représentée par un taxon : *Ecnomus sp.*

Les Ecnomidés sont des trichoptères à sténotérome chaud, caractéristiques des tronçons de basses terres et des lacs, Certaines occasions, ils ont également été trouvés dans des ressorts à hautes altitudes, Ils préfèrent les habitats lenticules divers substrats, des pierres aux sédiments fins ou sédiments associés à la matière organique (Algues, macrophytes ou bois). Les larves sont des prédateurs et des proies avec leurs filets tubulaires, Ils ont des cycles de vie univoltine avec une période d'émergence qui va du printemps à automne (Vieira-Lanero, 2000 ; Graf et al., 2008).

IV -2-1-1-3.Coleoptera Linnaeus, 1758

Les coléoptères sont représentés sous deux formes (larvaires et adultes), parmi la faune benthique récolté ils sont représentés par 05 familles. Ils constituent un groupe plus ou moins diversifié après le groupe des Ephéméroptère dans l'Oued Abiod par 3%, Ils sont représentés par 11 taxons de la faune benthique totale récolté (Fig.22) et la classe des insectes (Fig.24). Dont la famille le mieux représentées est la famille Dytiscidae par 37% suivi par les familles Hydrochidae et Hydrophilidae par 33% et 26% respectivement, Dans nos prélèvement, la autre famille pour la plupart, à la fois peu ou moins abondant Elmidae et Halipilidae , ne représente qu'une faible abondance avec 2% du total des Coléoptères (Fig.31).

Les coléoptères sont répartie dans les stations étudié el Oued Abiod par un effectif varie de 0 individus à la station 02 et 40 individus à la station 06 (Fig.32.B).

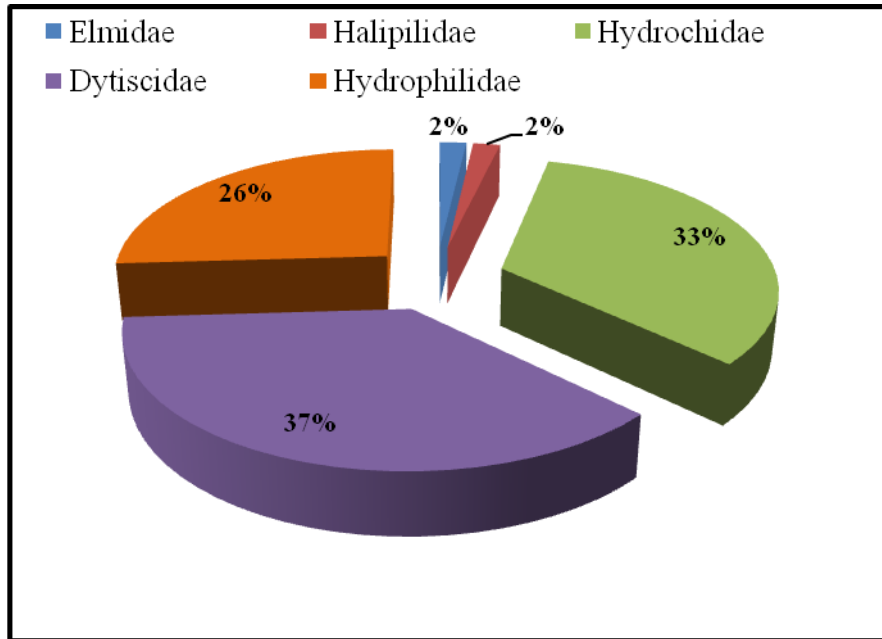
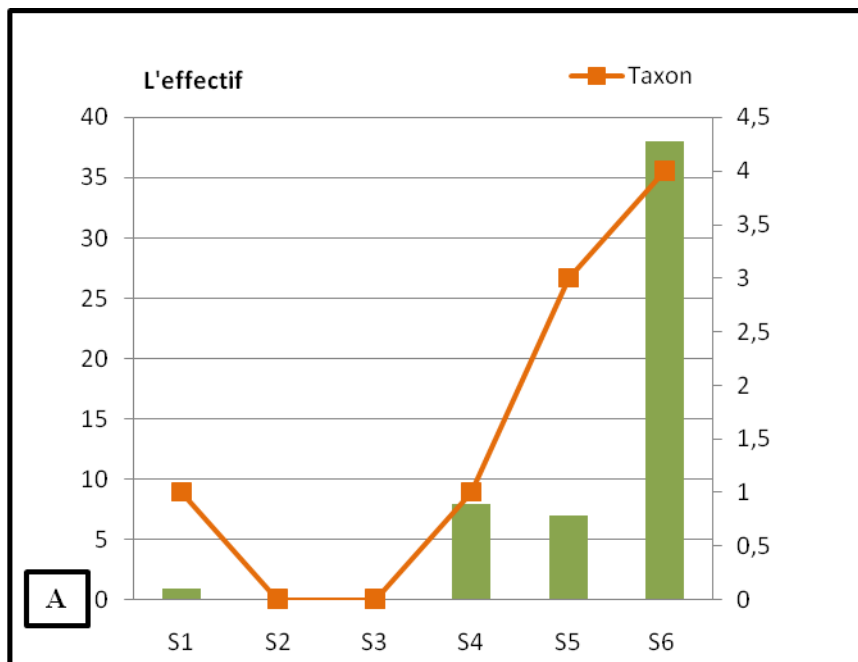


Figure 31: L'abondance des Coléoptères dans les six stations d'étude.



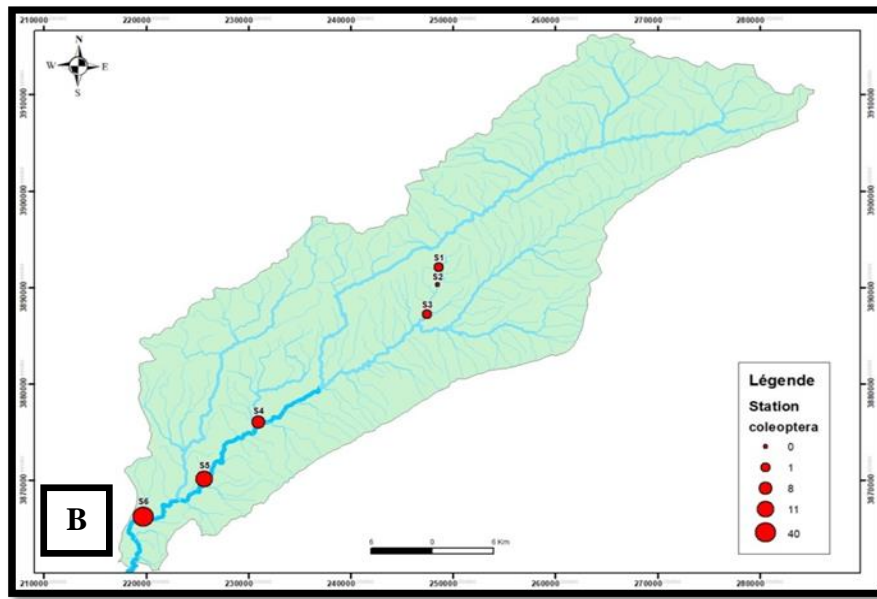


Figure 32: La répartition(A) et (B) des Coléoptères dans les six stations d'étude.

D'après Bertrand les Coléoptères sont parmi les insectes les plus abondamment représentés dans les eaux douces, soit à l'état parfait, d'imago, soit à l'état larvaire, Selon Angus (1973), Lounaci (1987) et Mebarki (2001), 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, Leurs adaptations comportementales et morphologiques au milieu aquatique sont exceptionnellement diverses, Les plus petits coléoptères sont de moins de 1 mm, les plus grands d'environ 5 cm de long (Jäch et Balke, 2008).

IV -2-1-1-3-1.Hydrochidae

Le seul genre de cette famille, *Hydrochus* Leach 1817, comprend 180 espèces dans le monde (Jäch et Balke, 2008), Toutes les espèces sont strictement aquatiques, Elles vivent dans des eaux courantes et stagnantes, Les adultes sont communs partout où se trouvent les eaux stagnantes, vivant dans un large éventail d'habitats, des lacs aux bords pierreux des grandes rivières, généralement dans les zones avec la végétation submergée (Oscos, J et al., 2011).

Dans les stations étudiés la famille Hydrochidae était la plus importante numériquement, La répartition des Hydrochidae dans nos stations d'étude révèle l'existence de ces invertébrés dans deux stations 01 et 06 avec des proportions variables, Elle compte 20 individus et représenté par 33% de l'ordre des Coléoptères (Fig.32.A).Elle compte un taxons: *Hydrochus sp*, dans deux station (Taghit et Tiflifel).

IV -2-1-1-3-2.Halipilidae Aube, 1836

Dans les stations étudiées la famille Halipilidae était la seconde famille la plus importante numériquement dans l'ordre des coléoptères, elle passe toute sa vie larvaire jusqu'à l'émergence pour devenir adulte en milieu aquatique, La répartition d'Halipilidae dans nos stations d'étude révèle l'existence de ces invertébrés dans deux stations 05 et 06 avec des proportions variables, Elle compte 18 individus et représente par 29% de l'ordre des Coléoptères (Fig.31), Elle compte un taxon: *Halipus sp* (Fig.32.A). Il existe environ 200 espèces d'Halipilidés connus, appartenant à cinq genres, On les trouve sur tous les continents, bien qu'elles soient plus diversifiées dans les régions tempérées du Nord (Jäch et Balke, 2008), et les larves vivent dans une grande variété d'habitats d'eau douce, On les trouve le plus souvent dans les étangs permanents ou lacs avec des eaux propres et riches en nutriments ou dans les eaux de ruissellement (Nilsson, 1996).

IV -2-1-1-3-3.Dytiscidae Leach, 1815

Les Dytiscidés sont l'une des espèces aquatiques les plus diversifiées familles de coléoptères, avec 4000 espèces décrites appartenant à 175 genres (Jäch et Balke, 2008). Les « coléoptères plongeurs » vivent dans presque tous les types des habitats aquatiques, très abondants sur les rives des lacs, des étangs, des flaques d'eau, des barrages, des ruisseaux temporaires et des lagunes, Les larves et les adultes respirent l'air atmosphérique, Les adultes prennent de l'air à partir de la surface de l'eau avant de s'immerger de nouveau et de l'emmagasiner dans des bulles sous les élytres, Les larves utilisent un siphon situé à l'extrémité de l'abdomen pour prendre de l'air, (Oscoz et al., 2011).

Dans les stations étudiées, les Dytiscidae avec 14 individus forment 23 % du peuplement des Coléoptères (Fig.28). Elle est la plus diversifiée et elle représente la troisième famille la plus importante numériquement des Coléoptères récoltés dans nos stations d'étude révèle l'existence de ces invertébrés dans trois stations 04,05 et 06, Elle est composée cinq taxons : *Hygrotus sp* - *Hydrovatus sp* - *Deranectes sp* - *Laccophilus* et *Hyphydrus sp* (Fig.32.A).

IV -2-1-1-3-4.Hydrophilidae Latreille, 1802

La famille Hydrophilidae compte environ 2652 espèces dans le monde, réparties en 174 genres, 1800 espèces sont aquatiques (Jäch et Balke 2008), Cette famille a des représentants aquatiques, semi-aquatiques et terrestres, On trouve des adultes et des larves

d'espèces aquatiques dans les eaux courantes et les eaux stagnantes (Hansen, 1996), De nombreuses espèces habitent des cours d'eau à courants lents, ou des eaux stagnantes, comme des lacs, des barrages, des étangs et des canaux d'irrigation, Cependant, certaines espèces peuvent également être trouvées dans les courants rapides (Oscoz,2011), Elle représente la seconde famille la plus diversifiée des Coléoptères récoltés, La répartition des Hydrophilidae dans nos stations d'étude révèle l'existence de ces invertébrés dans 4 stations 03,04 ,05 et 06 avec des proportions variables, Elle compte 08 individus et représente 13 % (Fig.28) de l'ordre des Coléoptères, Elle compte trois taxons: *crenitis sp* ,*Hydrobius sp* et *Hydrophilus sp* (Fig.32.A).

IV -2-1-1-3-5.Elmidae Curtis, 1830

La Famille Elmidae est représentés avec dans l'Oued Abiod par 2% de totale d'ordre des coléoptères, Ce taxon est très peu fréquent et très peu abondant dans les stations étudiées présent dans la station Baniane (St4) par un seul taxon : *Riolus sp* (Fig.32.A). A l'état de larve, les Elmidae d'une ne dépassent pas quelque mm, Ils ont une carapace sclérifiée et leur corps ovale est très segmenté, Adultes, ils sont très petits, noirs avec de longues antennes, On les observe sur les mousses et les débris de nombreuses de l'oued Abiod où ils utilisent les débris végétaux et d'algues comme une source de nourriture,

Environ 1330 espèces sont connues dans le monde, de 146 genres (Jäch et Balke, 2008), Ils vivent principalement milieux lotiques, généralement bien oxygénés, eaux claires et propres, Ils préfèrent les fonds en pierre avec de forts courants, La sous-famille des Elminae présente des espèces dans lesquelles les larves et les adultes sont aquatiques, tandis que les larves des espèces de Larainae sont aquatiques, mais leur les adultes sont semi-aquatiques et vivent dans des zones marginales ou sur la surface émergente des roches et des pierres dans les ruisseaux et les rivières, Ce sont des phytophages (Nilsson, 1996).

IV -2-1-1-4.Ephemeroptera Hyatt & Arms, 1891

La prospection de toutes les stations nous a permis de récolter 127 individus soit 6,41% de la faune totale (Fig.22). Elles sont les quatrièmes ordres le plus diversifié dans ce travail. L'effectif important de ces organismes est collecté à la station 2 avec 45 individus maximaux et 2 individus minimale à la station 01(Fig.34.B).

Les Ephémères constituent un ordre d'insectes intimement lié à la vie aquatique, elles sont des insectes très délicats reconnaissables à leurs deux ou trois cerques ou « queues »

au bout de l'abdomen. Ces insectes sont très sensibles tant aux pollutions qu'aux modifications anthropiques des milieux, Diverses études ont montré que ce groupe est un matériel favorable dans les études écologiques, notamment dans l'estimation de la qualité biologique des eaux, Ils se caractérisent par leur grande valeur bio indicative vis-à-vis des nuisances subies par les cours d'eau, du fait que ce groupe contient une forte proportion d'espèces ayant des exigences écologiques strictes (Bebba, 2015). Ce groupe se compose de cinq familles dominées par (Fig.33).

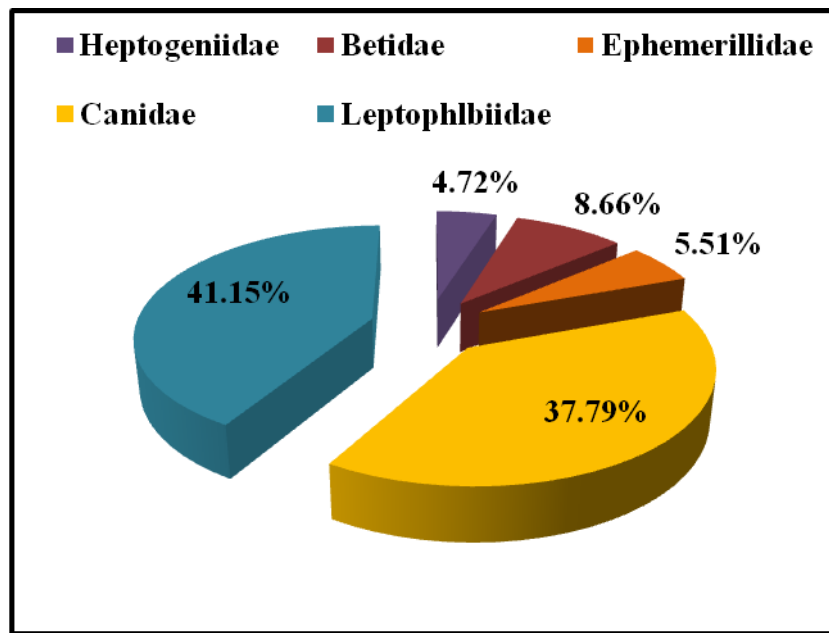


Figure 33: L'abondance des Éphéméroptère dans les six stations d'étude.

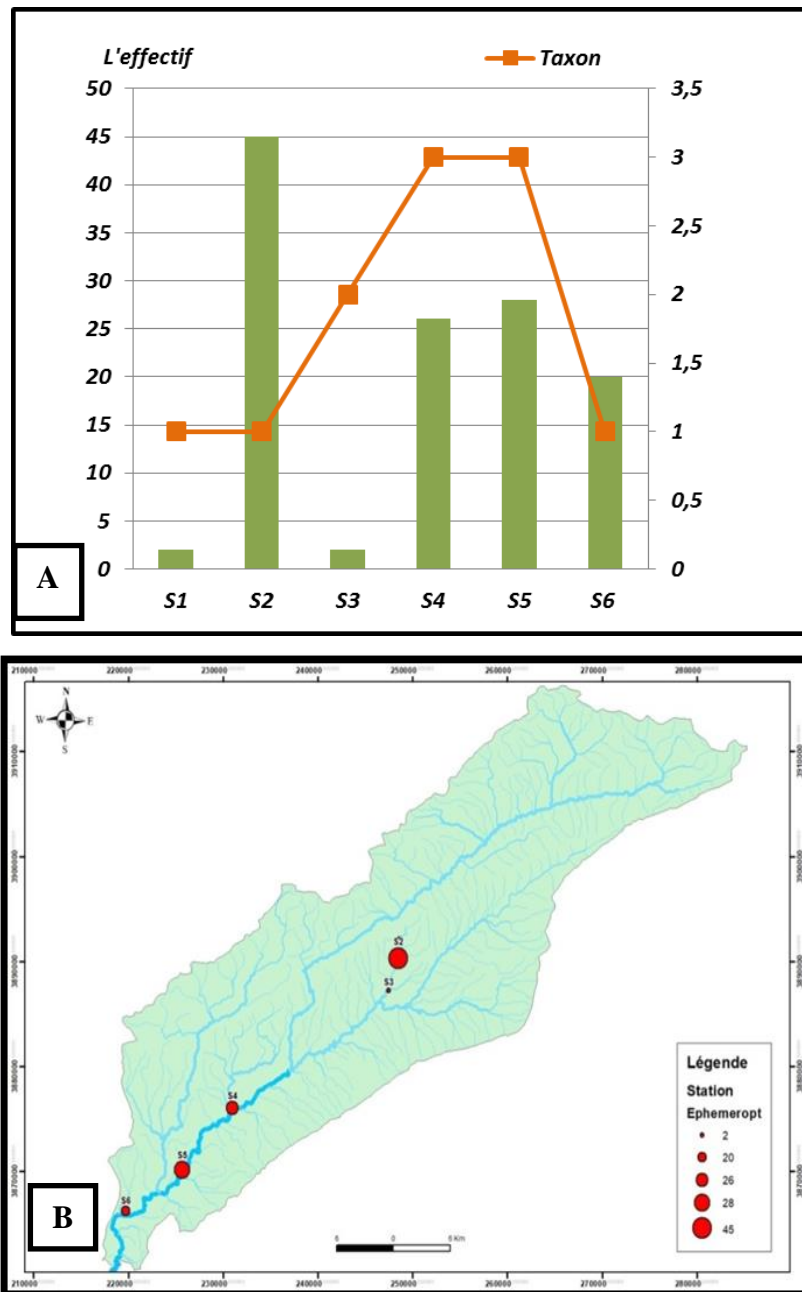


Figure 34: la répartition (A) et (B) des Éphéméroptère dans les six stations d'étude.

IV -2-1-1-4-1. Leptophlebiidae Banks, 1900

Elle présente par (40,15%) de totale d' Ephéméroptères (Fig.33) elle est abondante et assez fréquente dans quarts stations : 01,02,03 et 05 avec un effectif de 51 individus, elle présente par deux taxons : *Choroterpes* : *choroterpes picteti* - *Paraleptophlebia sp* (Fig.34.B) Oscoz et al., (2011) indique que les espèces de cette famille peuvent habiter un large éventail d'habitats d'eau douce, On peut les trouver soit dans les lacs de hautes montagnes, La majorité des espèces préfèrent les eaux froides, mais deux espèces de *Choroterpes*, *Habrophlebia* (Confusa Sartori et Jacob, 1986), Peuvent également tolérer des

eaux chaudes, Dans le cas de Choroterpes, Flowers (2009) a suggéré que sa tolérance aux eaux chaudes était possible parce que ses ancêtres étaient répartis le long des deux côtés de la mer de Téthys pendant l'ère mésozoïque.

IV -2-1-1-4-2.Caenidae Newman, 1853

Cette famille présente par (37,79%) de totale d'Ephemeroptères (Fig.33) de l'ordre des Ephéméroptères où elle colonise dans les stations : 04, 05 et 06 dans la zone d'étude, elle compte 48 individus et présente par un taxon *Caenis sp* (Fig.31.A), les espèces de caenis sont présentes dans tous les types de cours d'eau et rivières à des altitudes inférieures à 1400 (Oscoz et al., 2011).

IV -2-1-1-4-3.Baetidae Leach, 1815

Elle était abondante forme (8,66%) de totale d'Ephéméroptères (Fig.33) et aussi fréquente seulement dans la station 4. Elle compte 11 individus et présente par un taxon : *Acentrella : Acentrella sinaica* (Fig.34.A).

On le trouve dans tous les types de rivières et de ruisseaux, tant en eaux courantes et eaux stagnantes « lacs et étangs » (Elliott et al., 1988). Ils préfèrent les substrats de galets, de gravier ou de sable (Oscoz, 2011).

IV -2-1-1-4-4.Heptageniidae Needham, 1901

Elle présente avec 6 individus avec (4,72%) de totale des Ephéméroptères, elle est abondante et fréquente dans trois stations : 04 -05 -et 06, la famille était contribué par deux sous familles Rhithrogeninae et Ecdyonurinae présentent par deux taxons *Epeorus - Ecdyonurus* respectivement (Fig.34.A). Les Heptageniidae sont généralement des éphémères rhéophiles, associés à des substrats pierreux de rivières de montagne et rivières d'amont (Belfiore, 1983- Campaioli et al., 1994), Leur morphologie est parfaitement adaptée pour les zones comportant principalement des substrats de particules grossières (comme les pierres et les substrats de cailloux), puisqu'elles demeurent sous la couche limite formée par le débit d'eau, En outre, ils sont vraiment tolérants aux basses températures et ils ont des besoins élevés en oxygène (Puig, 1999). Ce sont des brouteurs qui se nourrissent d'algues et de microorganismes qu'ils trouvent sur les roches, Toutes ces caractéristiques font de la présence de cette famille un indicateur de bonne qualité des eaux (Oscoz et al., 2011).

IV -2-1-1-4-5.Ephemerillidae Klapálek, 1909

Cette famille présente avec (5,51%) de total des Éphéméroptères (Fig.30) elle compte 7 individus et elle était contribué par un seul taxon: Ephemerella : Ephemerella sensu lato, abandonnée et fréquente seulement dans la station 05 (Fig.34.A). Ils habitent une grande variété d'habitats, bien qu'ils préfèrent zones avec de l'eau courante, avec de la mousse ou des cailloux et gravier (Puin,1999), Ils peuvent tolérer un certain degré de variation thermique, mais ils sont très intolérants aux variations environnementales, comme la pollution organique (Oscoz et al .,2011).

IV -2-1-1-5.Hemiptera Linnaeus, 1758

D'après Bertrand (1951), les Hémiptères sont des insectes piqueurs et suceurs, sont des êtres inoffensifs car ils ne s'attaquent qu'aux petits organismes de la surface d'eau et d'autre part Dethier (1985,1986) signale que les Hémiptères sont des insectes d'eau stagnante. La majorité des espèces est prédatrice, certaines ont un régime détritophage ou phytophage (Algues) et toutes sont sensibles aux caractéristiques des milieux aquatiques qui les hébergent (nature du substrat, structure et composition de la végétation fermeture des milieux, taux de minéralisation de la matière organique, taux d'oxygène dissout, pH, pollution (Elder, 2012), Selon nos résultats, la faune récoltée des Hémiptères est 0,45 % de la faune totale inventoriée (Fig.22).Elle ne représente que par un faible effectif maximal à la station 5 (Fig.36.B).

Ce groupe appartient à 2 familles, corixidae avec un taux de 0,35% de la faune totale et 78% des Hémiptères (Fig.35) présenté dans deux stations (Mchouneche et Elhbel) (Fig.36.A).

IV -2-1-1-5-1.Corixidae Leach, 1815

Dans nos récoltes la famille des Corixidae est représentée par 01 taxons, *Micronecta* et il est noté sauf à deux stations Mchouneche (05) et Elhbel (06) (Fig 35.A), mais à faible abondance, Les Corixidae fréquentent les mares, les étangs, la zone littorale des lacs, les cours d'eau, mais peu des espèces sont connues des eaux courantes rapides, la plupart cependant se contenant dans les eaux douces (Poisson, 1957), La plupart des Corixidae sont omnivores, avec un large éventail de préférences alimentaires, Les Corixidae habitent des eaux de toute nature - d'une façon générale, ils sont plutôt limnophiles, recherchant les eaux calmes et tranquilles, Comme l'ont constaté divers auteurs, notamment Poisson (1936) et Macan (1941), l'écologie varie d'une espèce à l'autre le premier de ces auteurs a

fait diverses remarques sur la plus ou moins grande euryhalinité - certaines espèces aussi, d'après Macan (1941), recherchent les eaux à végétation abondante, d'autres encore les tourbières, les mares sur sol calcaire, ou même les eaux polluées, souillées par les déjections de bétail, Les Corixidae constituent la famille la plus étendue et la plus diversifiée des Hémiptère (Nieser et al, 1994), C'est une très bonne nageuse Elle est également la mieux adaptée à l'écosystème d'eau douce (Oscoz et al.,2011).

IV -2-1-1-5-2.Pleidae Fieber, 1851

Les Pléiades vivent de préférence dans des zones lenticules avec beaucoup de macrophytes, comme des lacs, des étangs, des marais ou des terres humides, Elles ne sont pas trop fréquentes dans les rivières, bien qu'elles puissent apparaître dans des mares ou des tronçons inférieurs de rivières à bonne végétation émergente (Tamanini, 1979), Ils sont de bons nageurs et nagent sur le dos, bien qu'ils bougent à peine et qu'on les trouve habituellement parmi les plantes, où ils se protègent d'autres prédateurs et se nourrissent aussi de proies (Oscoz et al .,2011).

Dans les stations étudiées de l'Oued Abiod la famille Pleidae est représentée par un taxon : *Neoplea* « *Neoplea striola* » répartie en deux stations (Mchouneche et El hbel) (Fig.36.B) ,Elle est trouvée dans les eaux stagnantes et les zones inférieures des cours d'eau d'un écoulement lent avec une végétation dense par rapport les eaux douces courantes des zones supérieures, Djamaï , (2018) indique qu'elle est fréquente les eaux calmes douces à saumâtres, où elle chasse les cladocères et autres animalcules qu'elle poursuit en nageant sur le dos.

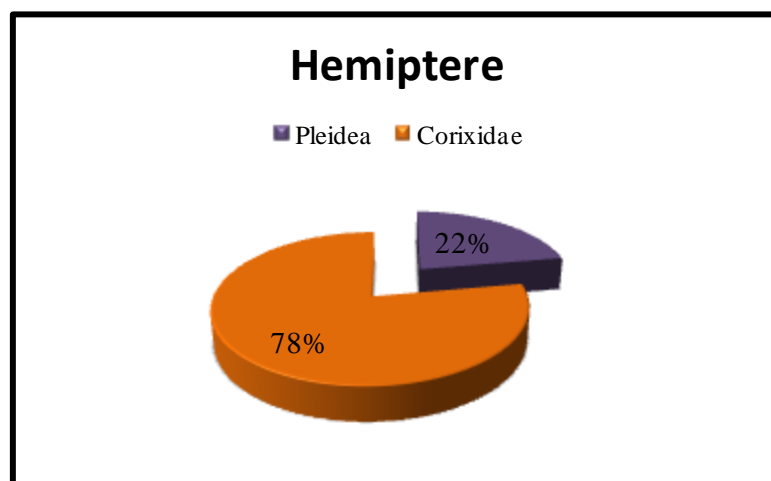


Figure 35: L'abondance des Hémiptères dans les six stations d'étude.

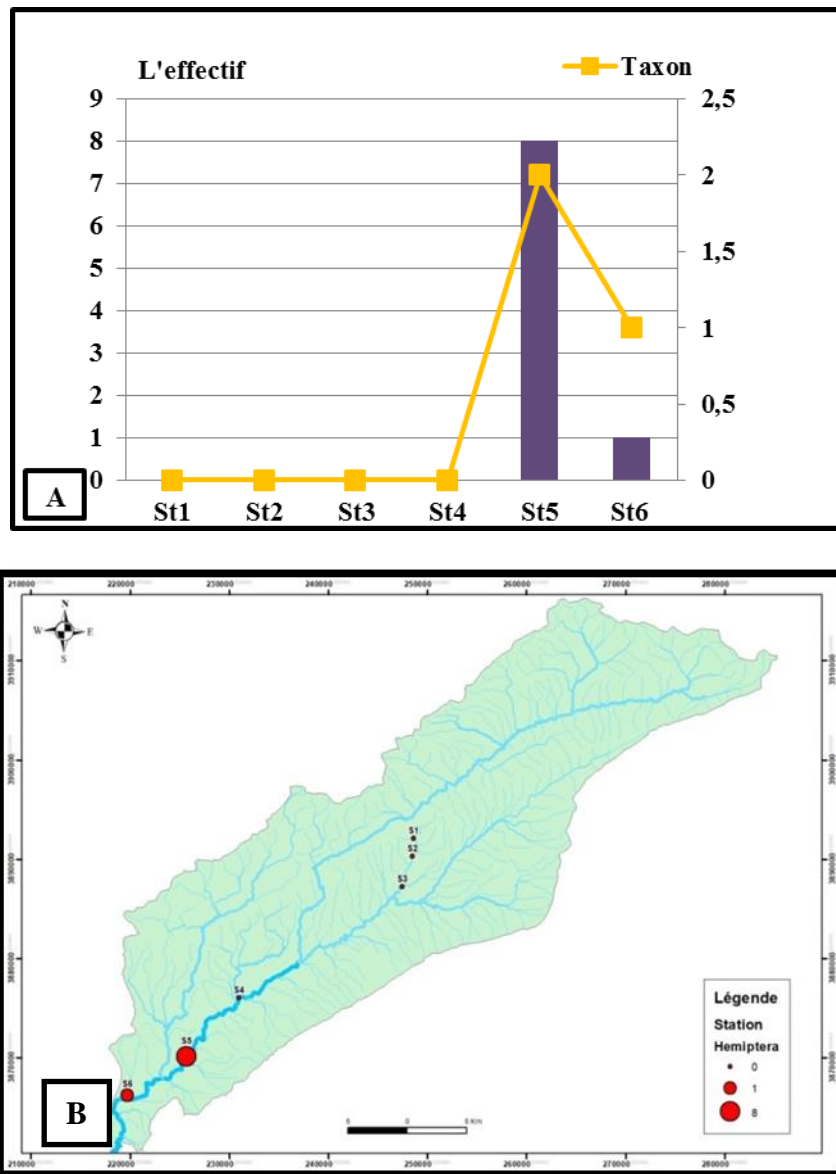


Figure 36: La répartition(A) et (B) des Hémiptères dans les six stations d'étude.

IV -2-2. Embreusement Annélide (Annélida) Lamarck, 1802

Selon Decrouy Antoine (2020) les annélides forment un groupe d'animaux très varié, Il existe plus de 1,300 espèces, parmi lesquelles on retrouve des animaux terrestres, marins et d'eau douce, Les annélides les plus connus sont les espèces de vers de terre, une espèce fondamentale pour le recyclage de la matière organique, Mais ce groupe comprend des espèces aussi diverses comme le sont les sangsues ou les souris de mer,

Dans nos stations d'études les Annélides ne sont représentés que 0,15% d la faune totale (Fig.19). Ils sont réparti dans trois stations Taghite ,Tififel et el hbel (Fig.37), Par une seule classe :

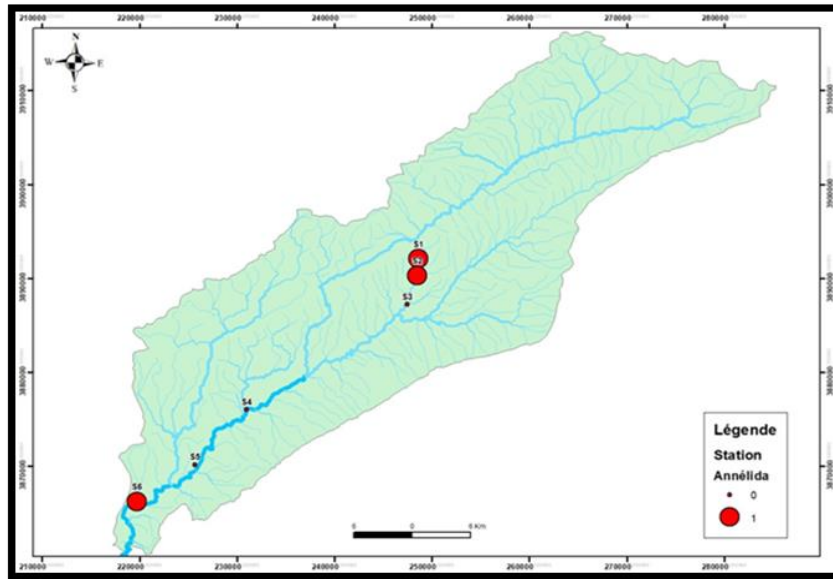


Figure 37: La répartition des annélides dans les six stations d'étude.

IV -2-2-1. Classe Clitellata *Michaelsen 1919*

Les clitellates comprennent environ 8000 espèces, Contrairement à la classe des polychètes, ils n'ont pas de parapodes et leurs têtes sont moins développées, La plupart des clitellates vivent sur terre, en eau douce ou dans l'océan (Aquaportail, 2020).

Cette classe est représentée par des sous classe dans nos stations d'étude :

IV -2-2-1-1. Sous Classe Hirudinea *Lamarck, 1818*

Les Hirudinés sont un groupe d'annélides qui inclue plus de 500 espèces, la majorité d'entre elles vivent en eau douce, Parmi elles on peut trouver des prédateurs d'invertébrés ainsi que de nombreux parasites, Dans ce groupe se trouvent des parasites tristement célèbres : les sangsues, Ces vers annelés se nourrissent du sang d'autres animaux, Pour ce faire, elles ont une ventouse ventrale avec laquelle elles s'attachent à leur hôte, Un exemple de ces annélides sont les espèces du genre *Ozobranchus*, qui se nourrissent exclusivement du sang de tortues, (Decrouy,2020), Dans nos stations d'étude ce groupe est représenté par un seul groupe :

IV -2-2-1-1-1. *Arhynchobdellida Blanchard, 1894*

Les Arhynchobdellides se caractérisent par leur possession de mâchoires musculaires pour l'alimentation et l'absence d'un Trompe. Les sangsues Arhynchobdellides sont remarquablement diverses en morphologie et en stratégies

d'histoire de la vie, et se trouvent dans le monde entier dans les habitats d'eau douce et terrestres (Bordaa et Siddallb, 2004).

Il est représenté par une seule famille :

- **Hirudinidae**

On les retrouve donc dans presque nos cour d'eau ,Elle est représentée par 75% des Annélides (Fig.38.A), elle compte un taxon : *Hirudo sp* : *Hirudo medicalis* repartaient dans deux stations : 01 et 06 (Fig.38.B), Huridinae appartienne aux sangsues qu'ils sont considéré comme des invertébrés très résistante aux pollutions, elle contienne deux ventouses, une à chaque extrémité de son corps, Ces venteuse la permettre de se déplacé et s'accroche pour sucer le sang des petits animaux tels que les grenouilles ou les poissons pour maintenir sa nourrir.

La famille a une distribution mondiale, Souvent ils laissent l'eau poser leurs cocons, Les deux principaux les espèces de ce groupe sont la sangsue médicinale *Hirudo medicalis* Linnaeus 1758, et *Limnatis nilotica* Savigny 1822, Ils sont excellents et agiles nageurs sangsues qui peuvent être facilement attirées par les éclaboussures dans le l'eau, Les mouvements verticaux en forme d'onde et l'utilisation de la ventouse caudale fournissent un mouvement vers l'avant et une poussée, Ils appliquer une pression négative sur les surfaces avec leur ventouse caudale à des fins d'aspiration et de fixation (Oscoz et al 2011).

IV -2-2-2-1. Sous classe Oligocheata Grube, 1850

Les Oligochètes sont un groupe d'animaux annélides connus communément comme "vers", Leurs segments sont très réduits, ils peuvent même ne pas apparaître, Ce groupe inclue les vers de terre (Ordre Crassielitellata) et de nombreux groupes de vers aquatiques, aussi bien d'eau douce que d'eau salée, Les oligochètes ne sont représentés que 0,05% de la faune totale (Fig.19), et par une seule famille dans nos stations d'étude (Antoine Decrouy ,2020), Cette sous classe est représenté par un seul groupe dans nos stations d'étude :

IV -2-2-2-1. Haplotaxida Brinkhurst, 1971

Les vers de l'ordre Haplotaxida sont des annélides, Toutes ces espèces sont des habitants d'eau douce ou, dans une moindre mesure, des habitants d'eau de mer, En 1971, ce groupe comprenait toutes les oligochètes Oligochaeta à l'exception des lombrics

Lumbriculidae et donc des espèces terrestres, qui constituent un groupe paraphylétique selon l'état actuel des connaissances, car elles n'incluent pas les sangsues (Aquaortail, 2020).

Cet ordre est représenté par une seule famille dans nos stations d'études :

- **Lumbriculidae Grube, 18501**

Elle est représentée par 25% des Annélides (Fig.38.A), elle présente dans une seule station (Tifelfel) dans les sédiments principalement dans le sable des eaux calmes (Fig.38.B), ils utilisent les débris organiques et de sables pour se nourrir. D'après Pelegri et Blackburn 1995- Reible et coll, (1996) les Oligochètes d'eau douce jouent un rôle écologique très important dans la bioturbation des sédiments déposés qui s'accumulent dans les lacs et les ruisseaux. Par leur fouisseur, leur alimentation, leur locomotion, leur respiration et leur excrétion activités, ils interviennent à la fois dans les processus physiques et chimiques à proximité de l'interface sédiment-eau, comme les éléments nutritifs le cyclisme, la disponibilité des contaminants ou de l'oxygène échange et pénétration dans la couche de sédiments, Martin et *al.*, (2008) indiquent que la diversité mondiale des oligochètes d'eau douce est fixée à environ 1119 espèces (y compris les espèces hypogéennes) appartenant à quelque 193 genres. Il existe une notion générale étendue des oligochètes aquatiques comme étant des organismes tolérants à la pollution et servant ainsi d'indicateurs de plans d'eau dégradés. Cependant, ces animaux ont une gamme beaucoup plus large de niches écologiques et peuvent être trouvés dans tous les types d'habitats d'eau douce et estuarien, tous deux superficiels et souterrain (Oscoz et *al.*, 2011). Selon les travaux de Andriew et *al.*, (2008) et Tura et *al.*, (2006) la présence d'Oligochètes et d'Hirudinae dans le secteur inférieur des rivières dans les zones polluées ou sur des substrats riches en substances organiques est également très courante dans d'autres rivières. Ces espèces indiquent la pollution organique (Crupsa 2014).

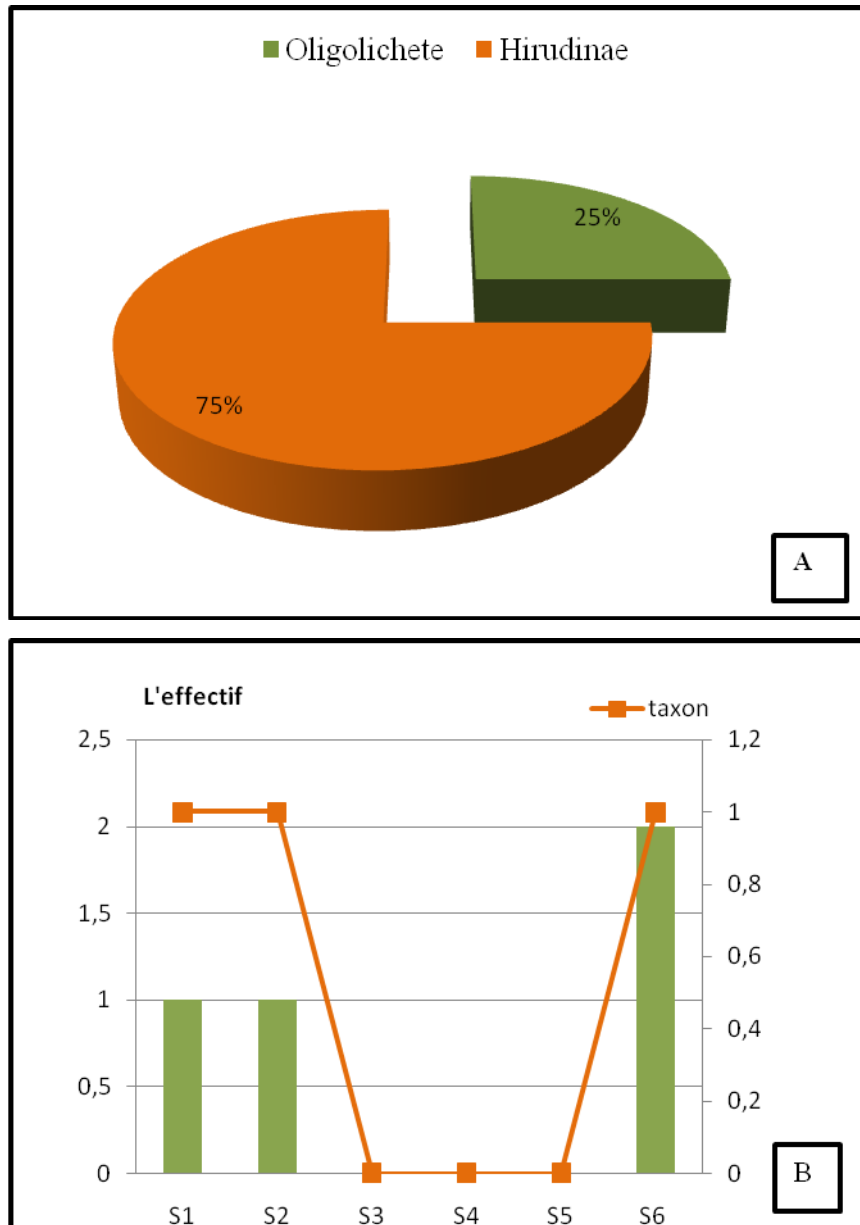


Figure 38:L'abondance (A) et la répartition (B) des Annélides dans les six stations d'étude.

IV -2-3. Embreusement des mollusques (Mollusqua)

Les mollusques d'eau douce se trouvent dans un large éventail d'habitats d'eau douce, ils ont des stratégies variées sur l'histoire de la vie et présentent des interactions écologiques complexes. Ces organismes présentent des degrés variables de susceptibilités aux changements des conditions du milieu (Legendre et *al.*, 1984). Les mollusques aquatiques occupent des milieux très variés et sont généralement de bons indicateurs de l'évolution des milieux, Ils occupent par ailleurs une place de grande importance au sein

des écosystèmes aquatiques (Doucet, 2009), Les mollusques aquatiques sont exclusifs à ce milieu et, leur déplacement est très lent, Dans nos étude ce groupe zoologique est présenté par la classe des gastéropodes, selon Shoup (1943) a observé que la distribution des gastéropodes d'eaux douces est reliée à l'alcalinité totale des conditions de faible alcalinité constituent en effet un facteur défavorable puisque le carbonate de calcium (CaCO_3) est un élément essentiel à l'élaboration de la coquille.

IV -2-3-1. Gasteropoda

Dans notre étude les mollusques sont présentés par les Gastéropodes, Ce groupe est représenté avec 0,1% de la faune totale (Fig.22), il présent par 2 famille, Appartienne à l'ordre Littorinimorpha, Présent dans deux stations par des faibles effectifs.

Les Gastropodes sont des macro-invertébré possèdent un corps mou recouvert par une coquille (type escargot) Ces mollusques à une coquille sont appelés gastéropodes.

Les Gastéropodes sont des mollusques qui possédaient primitivement une symétrie bilatérale qui se trouve profondément altérée dans les espèces actuelles, Leur corps mou, non segmenté, dépourvu d'appendices articulés, se divise en trois grandes régions : la tête, le pied, organe musculieux ventral, servant à la locomotion (reptation, fouissement), et la masse viscérale, Les gastéropodes aquatiques sont dotés de branchies, Contrairement aux gastéropodes terrestres, leurs yeux sont placés à la base des tentacules « à leur extrémité pour les gastéropodes terrestres » (Douce,009).

Certain salon de beauté moderne a décidé de tirer parti du Gastéropode en vendant un soin du visage. La bave d'escargot aurait en effet des propriétés anti-vieilissantes pour la peau reconnues Lors de ce soin, quelques escargots auront le plaisir de se déplacer librement le long de visage.

Pour manger, ils broutent les algues sur les pierres et les végétaux aquatiques, Il existe beaucoup de gastéropodes d'eau douce, La plupart ne vivent que dans les eaux calmes des étangs, mares, lacs et rivières même si certains préfèrent les fonds caillouteux des ruisseaux et petites rivières aux eaux vives.

- **Hydrobiidae** *Stimpson, 1865*

C'est la seule famille des Gastéropodes représenté par deux taxon, une pourcentage de 60% des Gastéropodes (Fig.39) de *Bythiospeum sp* répartie en deux station 01et 05 (Fig.40.A) , La plupart des espèces d'Hydrobiidae sont des créonophiles évidents, généralement présents dans les sources fluviales et les sources, Leur distribution

est limitée par leur état de sténotherme, Ainsi, beaucoup habitent de préférence des milieux hypogés (où la température ne fluctue pas) plutôt que des rivières (Oscoz *et al.*, 2011).

- **Tateidae** Thiele, 192

, Un rayonnement de petits gastéropodes d'eau douce appartenant à la famille des Tateidae, Ce rayonnement est probablement d'origine oligocène et comprend plus de 50 espèces en sept genres (Haase and Bouchet 1998, Zielske and Haase 2015). Dans la région d'étude l'Oued Abiod cette famille est représentée par 40% des Gastéropodes (Fig.39) avec un seul taxon *Potamopyrgus sp* dans la station 5 (Mcounèche) (Fig.40.B).

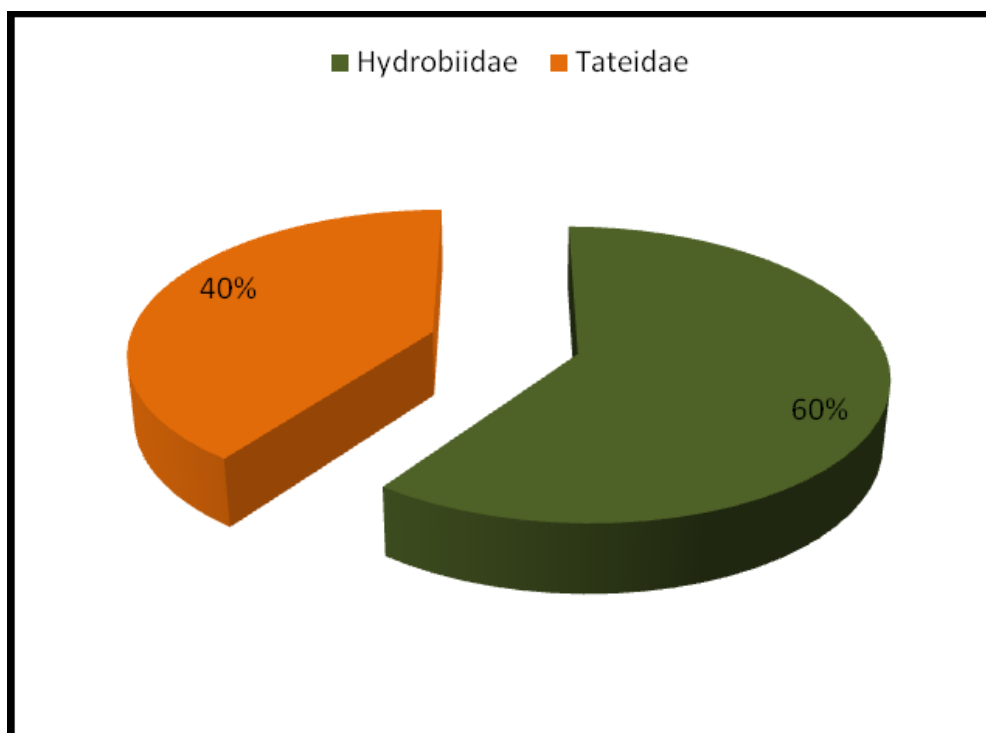


Figure 39: L'abondance des Gasteropoda dans les six stations d'étude l'Oued Abiod.

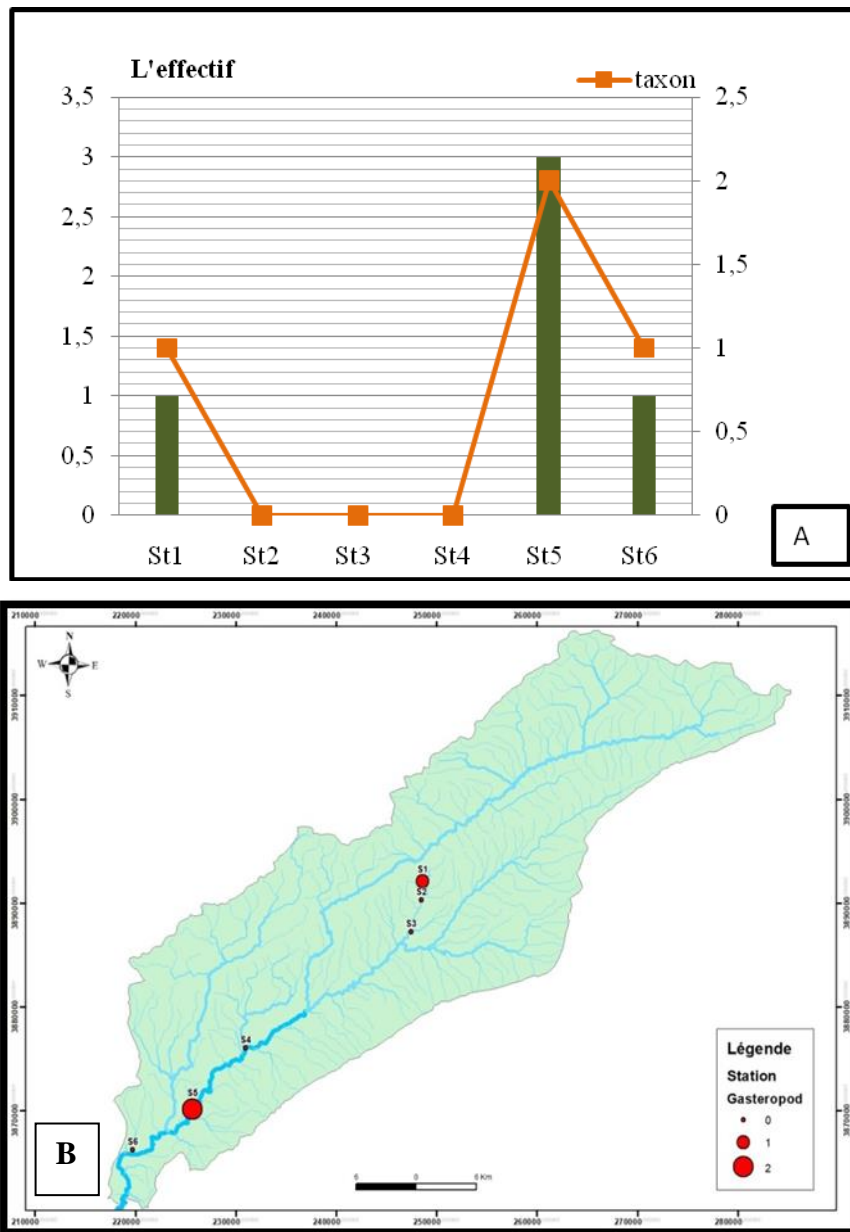


Figure 40: La répartition (A) et (B) Gastropodes dans les six stations d'étude.

IV -3.Evaluation de la qualité hydro biologique du Oued Abiod

IV -3-1.Les indices de tolérance à la pollution

Les macro- invertébrés benthiques sont à l'origine de nombreux indices biotiques pour la plupart basés sur l'abondance ou la richesse d'un certain nombre de groupes taxonomiques indicateurs (Rosenberg et Resh, 1993 - Tachet et *a.l*, 2006), Ils permettent d'obtenir un portrait beaucoup plus précis de l'intégrité d'un écosystème (Yoder et Rankin, 1995).

Cairns Pratt, (1993) indique que biotiques la surveillance biologique des communautés benthiques est aujourd'hui l'outil le plus sensible pour détecter de façon rapide et précise les perturbations dans les biocénoses aquatiques.

Les indices biotiques sont des outils d'évaluation de la qualité basés sur les différentes réactions des organismes aux changements environnementaux, Ils sont les plus utilisés car ils sont très robustes, sensibles, rentables, faciles à appliquer et faciles à interpréter (Chessman et *al.*,1997). De nombreux indices biotiques basés sur les macro-invertébrées ont été établis car ils jouent un rôle central dans l'écosystème aquatique en participant à la décomposition de la matière organique et en constituant la principale source de nourriture pour d'autres invertébrés, poissons et certains oiseaux (Zeybek et *al.*, 2014), Dans la présente étude, nous avons établi quatre indices.

IV -3-1-1.Indice d'Hilsenhoff ou Indice biotique des Familles (FBI)

Le pourcentage d'un ou deux taxons dominants est une variable souvent utilisée comme mesure de tolérance à la pollution, Ainsi, une communauté fortement dominée par quelques taxons peut indiquer la présence d'un stress,(tolerance),L'indice biotique a été initialement développé par Hilsenhoff (1982) pour fournir une seule « Valeur de tolérance », qui est la moyenne des valeurs de tolérance de toutes les espèces dans la communauté benthique des arthropodes. Bode *et al.*, 1991 ont inclus d'autres invertébrés, tels que les mollusques et les annélides, Selon l'évolution de la connaissance régionale ou provinciale de la faune benthique.

Dans la présente étude, une comparaison du FBI à travers les stations (Tab.19) a montré que la valeur plus élevée du FBI relevée à la station 4 indique une très mauvaise qualité d'eau, cette station avait également une valeur relativement faible de l'indice de diversité Schannon, suivi par station 1,2,3,5 et 6 FBI dans cette stations variait entre 5,89-6,23 ce qu'il indique une qualité moyenne à une plutôt mauvaise qualité, due à la présence de taxons très tolérants tels que les Diptères, les annélides et gastéropode , La pollution élevée dans ces stations était due aux impacts de l'activité anthropique, notamment l'application d'engrais synthétiques et de pesticides en agriculture et les déchets domestiques, plutôt mauvaise, La biodiversité des communautés d'insectes aquatiques dans un écosystème donné reflète souvent les conditions environnementales, Les espèces sensibles colonisant ces habitats en raison des conditions environnementales défavorables sont progressivement éliminées et les espèces tolérantes établissent leurs colonies et se développent en abondance (Rosenberg et Resh, 1993).

Tableau 20: Résultats de la qualité biologique du l'Oued El Abiod en utilisant l'indice FBI.

L'indice FBI									
Les familles	Valeur de tolérance	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Oued Abiod	
Chironomidea	8	3,35	5,27	5,65	4,31	0,45	0	6,29	
Culicidae	8	0	0	0,02	1,5	0	0		
Ceratopogonidea	6	0	0	0,02	0	0,09	1,4		
Simuliidea	6	0,02	0,02	0,05	0,32	0	0		
Psycodidea	10	0,01	0,03	0,05	0	0	0		
Muscidae	6	0	0	0	0	0	0,01		
Ephydridae	6	0	0	0	0,39	0	2,39		
Scatophagidae	6	0,01	0	0	0,004	0,09	0,03		
Empididae	6	0,01	0,15	0	0,068	0,08	0		
Heptogeniidae	4	0,01	0	0	0,03	0,22	0		
Betidae	6	0	0	0,02	0,22	0	0		
Ephemerillidae	1	0	0	0	0	0,1	0		
caenidae	7	0	0	0	0,37	1,4	0,89		
Leptophlbiidae	2	0,01	0,28	0,01	0	0,09	0		
Pleidea	/	0	0	0	0	0	0		
corixidae	5	0	0	0	0	0,42	0,21		
Elmidae	5	0	0	0	0,019	0	0		
Haliplidae	5	0	0	0	0	0,14	0,38		
Hydrochidae	5	0,01	0	0	0	0	0,44		
Dytiscidae	5	0	0	0,01	0,13	0,64	0,03		
Hydrophilidae	5	0	0	0,01	0	0	0,05		
pollycentropodidae	4*	0	0	0	0	2	0,04		
Limnephilidae	4	2,78	0,15	0,05	0	0	0		
Hydropsychidae	4	0	0	0	0,015	0,62	0		
Hydroptilidae	3	0	0	0	0	0,04	0		
Oligolichete	8	0	0,025	0	0	0	0		
Hirudinae	8	0,01	0	0	0	0	0,04		
Hydrobiidae	8	0,01	0	0	0	0,11	0		
<i>Totale</i>		6,23	5,93	5,89	7,38	6,49	5,95		

IV -3-1-2.L'indice BMWP (Biological Monitoring Working Party)

Un certain nombre de méthodes ont été développées pour évaluer la qualité d'eau douce en fonction des espèces ou des taxons présents, La bio surveillance est considérée comme la méthode la plus appropriée pour les études environnementales et le contrôle de la qualité de l'eau, car les organismes vivants sont d'excellents biocapteurs des caractéristiques physicochimiques et biologiques de l'eau.

Le BMWP est l'un des indices de bioévaluation les plus utilisés pour l'évaluation de la qualité des écosystèmes aquatiques (Ruiz-Picos, 2017), Il s'agit d'une échelle de 1 à 10 suivant laquelle la sensibilité de différentes familles d'insectes et d'autres macro-invertébrés est notée, les scores les plus élevés étant attribués aux espèces les plus sensibles à la pollution organique (Gonçalves, 2011), La somme des scores des différents taxons trouvés sur un site donné donc un score total permettant de classer ce site d'échantillonnage dans l'une des cinq classes de qualité de l'eau (Tab,16) (Benetti *et al.*, 2012), En raison de sa facilité d'utilisation et de son faible coût, l'indice BMWP a été utilisé dans de nombreux pays d'Afrique, d'Asie, d'Océanie et d'Amérique latine (Chang *et al.*, 2014), Les valeurs de l'indice utilisées sont mentionnées dans le tableau (Tab. 21).

L'indice BMWP montré que les valeurs les plus élevées appartenaient à la cinquième station avec un score de 95 tandis que les valeurs les plus bas appartenaient à la deuxième station avec un score de 33, les stations St1, St3, St4 et St6 avec des scores de 51, 46, 64 et 65, respectivement, Lorsque l'indice biotique a été examiné en termes de classes de qualité de l'eau, les stations St2 et St3 ont été déterminées comme étant polluée avec une mauvaise qualité biologique, les stations St1, St4 et St6 avec une qualité moyenne sauf la station 5 a été déterminée comme étant polluée avec une bonne qualité biologique, Les activités humaines peuvent influencer sur la distribution, la quantité et la qualité chimique des sources d'eau, Les activités humaines sont le principal contributeur à la charge de pollution dans les systèmes aquatiques, Les effluents industriels, commerciaux et domestiques qui sont directement rejetés dans les organismes aquatiques sont les principaux polluants des systèmes d'eau douce (Villaruel *et al.*, 2015), De plus, il y a une autre forme de pollution dite « diffuse » à travers la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines par les activités agricoles, Il devient donc de plus en plus difficile d'estimer le taux de contamination que ces différentes formes de pollution engendrent et d'en faire un suivi quantitatif (Ghazal *et al.*, 2006).

Tableau 21: Résultats de l'évaluation de la qualité biologique de l'Oued El Abiod en utilisant l'indice BMWP.

L'indice BMWP								L'Oued Abiod
Les familles	Valeur de tolérance	St1	St2	St3	St4	St5	St6	
Chironomidea	2	*	*	*	*	*		59
Culicidae	2			*	*			
Simuliidea	5	*	*	*	*			
Psycodidea	4	*	*	*				
Muscidae	4						*	
Ephydriidae	2				*		*	
Scatophagidae	10	*			*	*	*	
Limnioniidae	4					*	*	
Empididae	4	*	*		*	*		
Heptogeniidae	10	*			*	*		
Betidae	4			*	*			
Ephemerillidae	10					*		
caenidae	7				*	*	*	
Leptophlbiidae	10	*	*	*		*		
Pleidea	5				*		*	
corixidae	5					*	*	
Elmidae	5				*			
Haliplidae	5					*	*	
Dytiscidae	5			*	*	*	*	
Hydrophilidae	3			*			*	
pollycentropodidae	7					*	*	
Limnephilidae	7	*	*	*				
Hydropsychidae	5				*	*		
Hydroptilidae	6					*		
Oligolichete	1		*					
Hirudinae	3	*					*	
Hydrobiidae	3	*				*		
BMWP		51	33	46	64	95	65	

IV -3-1-3. L'indice multimétrique ASPT(Average score per taxon)

L'ASPT représente le score de tolérance moyen de tous les taxons de la communauté, Pour calculer l'ASPT, L'indice anglais BMWP a d'abord été déterminé, BWMP a été calculé en additionnant les scores individuels de toutes les familles et de l'ordre Oligochaeta au sein de la communauté, ASPT a ensuite été calculé en divisant le score BMWP par le nombre de taxons présents, Résultats de l'évaluation de la qualité biologique du l'Oued Abiod en utilisant l'indice ASPT (Tab.22).

Un score ASPT de 6 et plus indique une excellente qualité d'eau- le score ASPT de 5,00 à 5,99 indique une qualité d'eau moyenne- un score de 4,00 à 4,99 indique une pollution modérée présente sur le site, et un score inférieur à 3,99 indique que l'eau souffre d'une grave pollution, On remarque que les valeurs du ASPT variait de 8,81 – 4,71 - une comparaison à travers les stations a montré que le plus bas ASPT plus bas au station 2 est 4,71 avec Probable pollution modéré de l'eau, les score 5,6, 5,75 et 5,95 du ASPT des stations respectivement 1,3 et 6 indiquait une qualité biologique moyenne, les stations St4 et St5 avec un score de 8,81 et 6,33 respectivement avec une excellente qualité d'eau.

Tableau 22: Résultats de l'évaluation de la qualité biologique du l'Oued El Abiod en utilisant l'indice ASPT.

Stations	ASPT	
St1	5,6	Moyenne qualité de l'eau
St2	4,71	Probable pollution modéré de l'eau
St3	5,75	Moyenne qualité de l'eau
St4	8,81	Excellente qualité de l'eau
St5	6,33	Excellente qualité de l'eau
St6	5,95	Moyenne qualité de l'eau
Totale l'Oued Abiod	5,68	Moyenne qualité de l'eau

Tableau 23: Résultats de la qualité biologique en utilisant l'indice biologique global normalisé (IBGN).

Indice	IBGN					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Variétés Taxonomiques	474	52	92	2	11	2
Classe de variété	14	14	14	1	4	1
Groupes indicateurs	3	3	3	5	3	4
IBGN	16	16	16	5	5	4
Couleur	Bleu vert	Bleu vert	Bleu vert	Orange	Orange	Rouge
Qualité de l'eau	Bonne	Bonne	Bonne	mauvaise	mauvaise	Très mauvais
pollution	Faible	Faible	Faible	Forte	Forte	Très forte

IV -3-1-5.L'indice biologique globale normalisé (IBGN)

L'IBGN est une méthode intéressante car c'est un outil permettant une représentation synthétique et rapide de l'écosystème étudié, Il prend en compte l'ensemble des invertébrés de la communauté et pas uniquement les groupes les plus sensibles, Il présente une certaine commodité de récolte, de manipulation et d'exploitation par rapport aux informations apportées, Par ailleurs, il présente de larges possibilités d'applications dans le cadre du suivi de la qualité écologique d'un cours d'eau, En effet, il peut être utilisé avec l'objectif de situer la qualité biologique d'un site considéré isolément, de suivre son évolution temporelle, ou encore de caractériser un gradient spatial (amont-aval perturbation), Valeurs moyennes de l'indice biologique global normalisé au niveau des stations (Tab.23).

Les stations St1, St2 et St3 présentent une bonne qualité avec un IBGN de 16 et un nombre d'individus assez importants (52 et 474), En effet l'existence des taxons polluo-sensibles (des Trichopteres et la famille des Limnephilidae) qu'on trouve que dans les eaux propres et disparaissent à la moindre perturbation, On obtient une qualité hydro biologique moyenne pour les stations St4 et St5 avec un IBGN de 5 et un nombre de taxon un peu plus élevées entre 2 et 11 et un groupe indicateur GI de 5 indiquant une légère dégradation de la qualité de l'eau et du milieu par rapport aux stations précédentes, Les familles présentes sont peu exigeantes vis-à-vis de la qualité de l'eau et du milieu, elles appartiennent à des groupes plus ou moins polluo-résistants tels que les Dipteres et les Coléoptères, la qualité hydrobiologique de l'eau dans la station St6 est qualifiée de très mauvaise, combinant une variété taxonomique faible comparé à les autres stations (02 taxons), ce qui entraînerait une limitation de la valeur de l'IBGN de (4) et la disparition es taxons les plus polluo-sensibles et la dominance des espèces polluo-résistants qui indique une probable altération de la qualité de l'eau.

Pour vérifier l'évaluation de la qualité de l'eau du l'Oued Abiod à l'aide de la FBI, l'indice biologique (BMWP), le score moyen par taxon (ASPT) et l'IBGN ont également été déterminés, Les indices présentent les mêmes fluctuations dans la même station mais malgré ça ils donnent des qualités différentes, L'écart entre les indices pourrait s'expliquer aux niveaux de classe de qualité et les systèmes de catégorisation ayant été limités par des valeurs différentes, Les classes de qualité d'ASPT ont à 4 niveaux - les classes de qualité du BMWP et l'IBGN ont à 5 niveaux et les classes de qualité du FBI ont 7 niveaux (Fig.41).

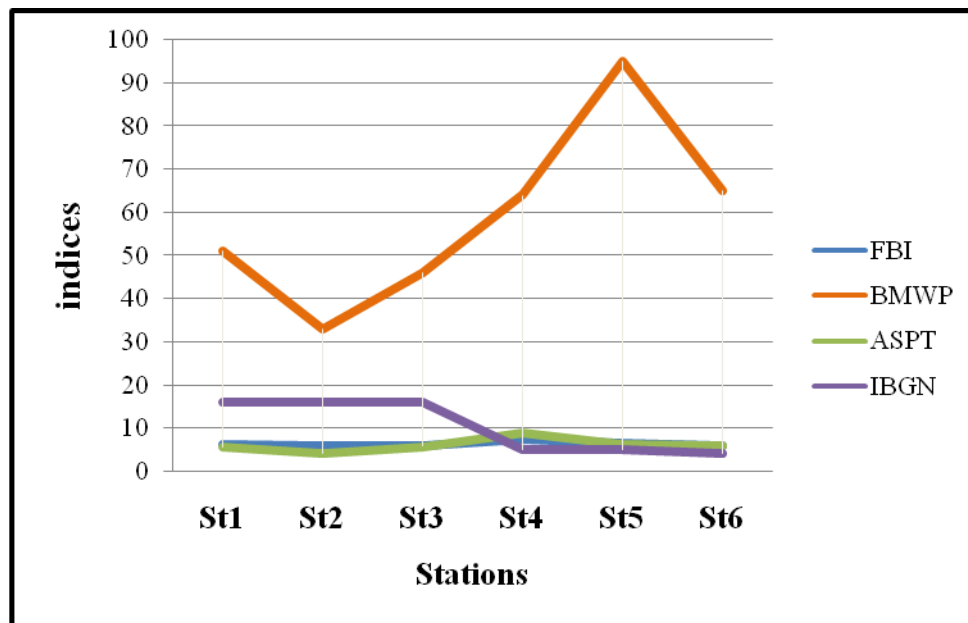


Figure 41: Les quatre indices utilisés pour évaluer la qualité biologique du l'Oued Abiod.

IV -4.Traitement statistique des données

IV -4-1. Matrice de corrélation

Le tableau de corrélation récapitule les résultats de corrélation du test de Pearson pour les différents paramètres physicochimiques (Tab.24).

Tableau 24: Matrice de corrélation Pearson des différents paramètres dans les 06 stations.

Variabes	T°C water	pH	CE (mS/cm)	salinité (g)	Water Speed (d/t)	profondeur
T°C water	1					
pH	0,0441	1				
CE (mS/cm)	-0,6014	0,5406	1			
salinité (g)	-0,6763	0,4465	0,8260	1		
Water Speed (d/t)	-0,7721	0,1391	0,4288	0,5764	1	
profondeur	0,4398	-0,7719	-0,8687	-0,8609	-0,5532	1

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

Pour comprendre les mécanismes régissant la quantité des eaux des six stations de l'Oued Abiod, Nous avons utilisé l'outil statistique particulièrement l'analyse en composantes principales, cette dernière a mis en évidence les liens qui semblent exister entre les éléments physico-chimiques (Travi et Mudry, 1997).

Les axes F1 et F2 (87,82% de l'information totale), montrent :

-une Corrélation positive entre la CE(mS/cm) et la salinité leurs coefficients de corrélation sont hautement significatifs ($r > 0,8$) et indiquent que ces paramètres sont fortement corrélés. Selon Bremond et Perrodon (1979) une conductivité élevée traduit soit des pH normaux, soit le plus souvent des fortes oppositions entre la vitesse courante et la température de l'eau, la température de l'eau est liée à l'état physique de l'eau, d'une part il dépend des conditions climatiques (la baisse de température met l'eau en l'état solide, une température élevée provoque la vaporisation de l'eau ce qui résulte en la déshydratation), D'autre part il dépend de la quantité des précipitations, ces dernières produisent les ruissellements qui alimentent et augmentent le débit des Oueds.

-Des fortes oppositions entre la profondeur et la CE (mS/cm), la salinité et le pH d'eau sur l'axe F1 l'eau plus profonde est signifiée un débit élevé donc une faible concentration des minéraux.

- Les facteurs environnementaux (salinité, conductivité, type des sédiments...etc.) sont aussi responsables de la structure des communautés qu'ils sont naturels ou dus à l'activité humaine (Worrich, 1993), A l'organisme et de sa tolérance aux changements environnementaux (Hofman, 2010).

IV-4-2. Analyse des correspondances de Person ACP

La matrice des données utilisées est un tableau ternaire prenant en compte 6 facteurs du milieu et six stations. Le Tableau (Tab.25) des valeurs propres montrent que la majeure partie des informations est expliquée principalement par les deux premiers axes factoriels F1 et F2 qui représentent 87,82% de l'inertie totale (Fig.39).

Tableau 25: Valeurs propres des différents axes

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valeur propre	3,9205	1,3485	0,4539	0,1717	0,1050	0,0004
Variabilité (%)	65,3422	22,4745	7,5653	2,8621	1,7497	0,0062
% cumulé	65,3422	87,8167	95,3820	98,2441	99,9938	100,0000

Les graphiques issus de l'analyse factorielle, montre clairement que l'axe F1 exprime 65,34% et l'axe F2 exprime 22,47% (Fig.38).

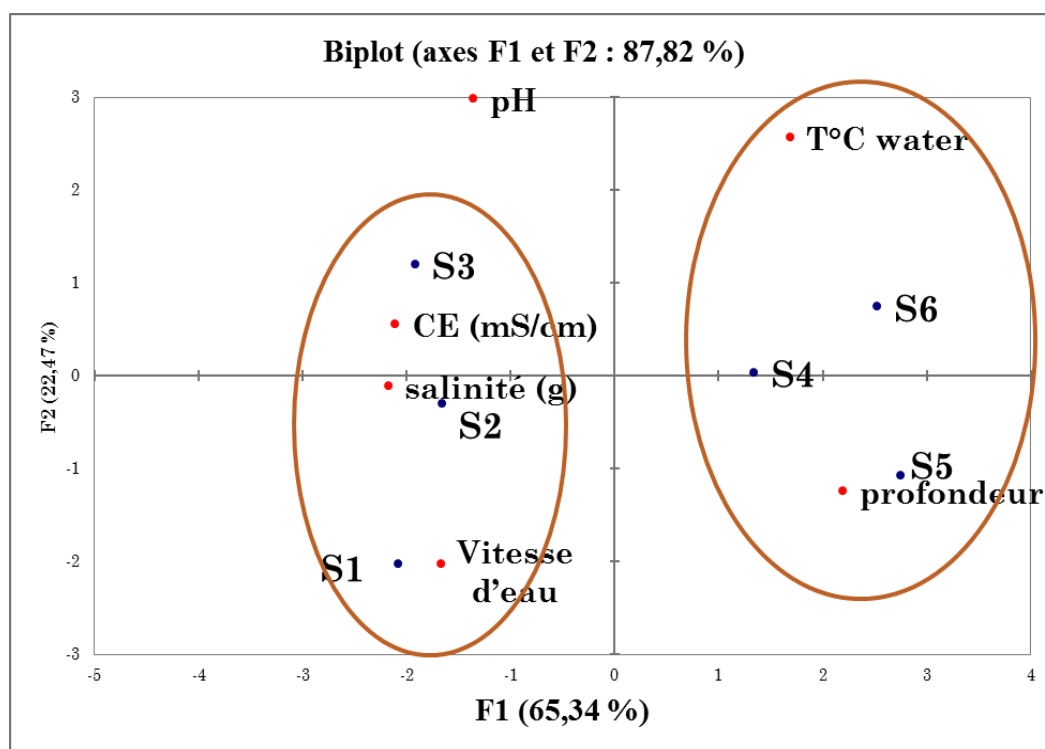


Figure 42 : Projection des paramètres physico-chimiques analysés dans l'eau des 6 Stations étudiées, sur le plan des deux premiers axes factoriels de l'ACP d'une matrice stations/paramètres physico-chimiques.

La Carte factorielle (Fig.42) présente une distribution des sept stations d'échantillonnage en quatre groupes selon leurs caractéristiques physiques et chimiques, Les stations 1et2 est caractérisées par des valeurs élevé vitesse courante par rapport aux autres stations et des valeurs faibles valeur de température et profondeur c'est probablement car les deux stations sont situé dans la zone montagneuse se caractérise par une haute altitude par rapport a les autres stations.

La station 3 se caractériser par des valeurs élevées des paramètres liés à la minéralisation (la conductivité et la salinité), c'est probablement dû aux activités agricoles

et le rejet des déchets et les eaux d'acensement qu'ils caractérisent cette station, en Algérie, les rejets des eaux usées et l'occupation anarchique de l'espace par des activités tant industrielle qu'agricole ont engendré une dégradation de l'écosystème aquatique, ce dernier étant devenu un exutoire pour toute sorte de rejets « déchets, eaux usées ... » (Mebarki et al.,2013).

Les stations 4 et 5 sont caractérisées par des valeurs moins de la conductivité et la salinité ce qu'il traduit une minéralisation faible, et des faibles valeurs de vitesse courante avec un valeur de profondeur élevé, ces deux station sont caraverisé par altitude bas par rapport a les stations précédentes en plus la présence des substrat rocheux de grand taille (bloc, dalles et pierre) forment des piscine d'eau profonde,

La station 6 est se caractérisé par des valeurs de température élevé qui provoque la vaporisation de l'eau et cause la déshydratation de l'Oued ce qu'il explique des valeurs moins de la conductivité et la salinité ce qu'il traduit une minéralisation faible et des faibles valeurs de vitesse courante et de profondeur.

IV -4-3.Analyse factorielle des correspondances (AFC)

La distribution spatiale des espèces est précisée grâce à une analyse factorielle des correspondances (AFC) réalisée sur la même matrice de 6 stations et 31 familles, L'élément d'analyse dans notre cas est l'abondance des espèces dans chaque station, seule la distribution des points lignes et colonnes sur le plan F1x F2 est retenue, avec les deux axes qui concentrent le maximum d'information avec 23,71 % sur l'axe 1 et 53,77 % sur l'axe 2, soit une information totale de 77,48% (Fig. 43).

L'axe 1 oppose deux groupes, le premier en position positive il correspond aux taxons inféodés à la station 1 avec une famille à très fortes abondances il s'agit de: Limnephilidae et presenee Hydrobiidae, Le deuxième groupe caractérisé par des espèces moins fréquents et moins abondants inféodés a l'ensemble des stations 4 et5 avec 17 familles sur le côté négative il s'agit de: Hydrophilidae, Ecnomidae, Dytiscidae, Elmidae, pleidae corixidae, Hydropsychidae, Ephemerillidae , Empididae, Culicidae, Similiidae, Betidae, Leptophlibiidae, Heptoginiidae, Limberculidae ,Hydroptilidae,Tateidae.

L'axe 2 est caractérisé par deux groupes, le premier est en position positive, il est y compris 11 espèces notée au niveau la station 6: Caenidae, Scatophagidae, Pollycentropodidae, Limnomiidae, Halpilidae, Ephydriidae, Anthomyidae, Ceratopogonidae, Hydrochidae, Muscidae, Ghossophilidae, Pour les coordonnées négative 2 familles dominats les deux stations 2 et 3: Chironomidae, Psychodidae.

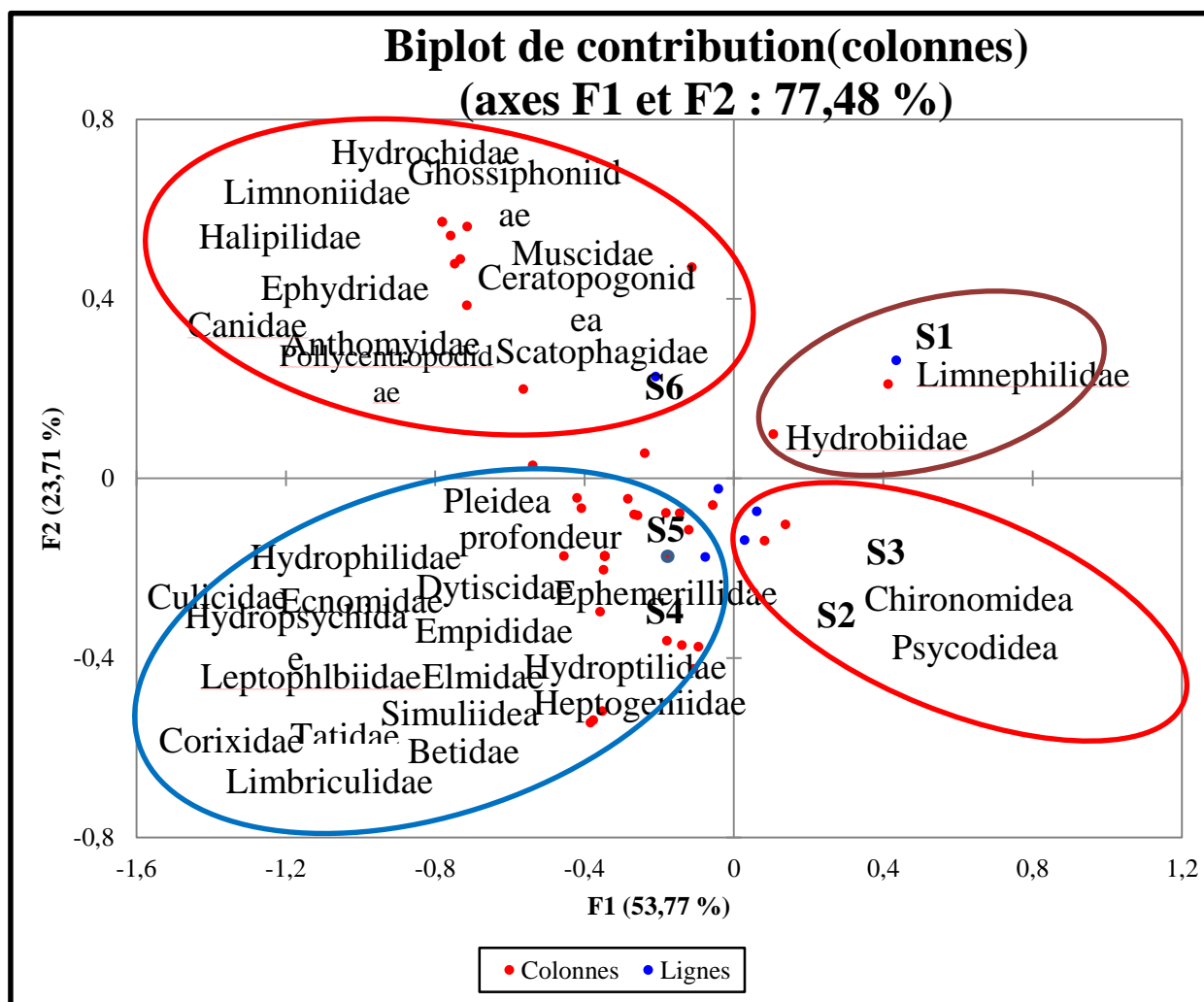


Figure40: Analyse Factorielle des Correspondances réalisée sur les 6 stations et 32 familles.

IV.4-4. La corrélation entre les paramètres physicochimique et les groupes zoologique (ACC)

La corrélation de Spearman a été effectuée par logiciel XLSTAT (Version 2014.5.03), est utilisé pour déterminer l'existence ou pas de relation entre les variables et les groupe zoologique des macro-invertébrés (Tab. 26) :

Tableau 26 : Corrélation entre les paramètres physicochimiques et les groupes zoologique.

	T°C	T°C de l'eau	pH	CE (mS/cm)	salinité (g)	Vitesse d'eau (d/t)	profondeur
Chironomidea	-0,73333	-0,73333	0,33333	0,73333	0,69007	0,69007	-0,6
Culicidae	0,086066	0,2582	0,086066	0,2582	0	-0,35635	-0,2582
Ceratopogonidea	0,54495	0,54495	0,07785	-0,23355	-0,64466	-0,56408	0,23355
Simuliidea	-0,27603	-0,13801	0,13801	0,55205	0,21429	0,071429	-0,41404
Psycodidea	-0,7746	-0,7746	0,60246	0,7746	0,80178	0,7127	-0,7746
Muscidae	0,34641	0,57735	0,11547	-0,34641	-0,59761	-0,59761	0,34641
Ephydriidae	0,43033	0,7746	-0,086066	-0,43033	-0,62361	-0,80178	0,43033
Anthomyidae	0,43033	0,7746	-0,086066	-0,43033	-0,62361	-0,80178	0,43033
Scatophagidae	0,36515	0,36515	-0,7303	-0,54772	-0,66144	-0,28347	0,7303
Limnioniidae	0,34641	0,57735	0,11547	-0,34641	-0,59761	-0,59761	0,34641
Empididae	-0,21483	-0,21483	-0,21483	-0,071611	0,44475	0,2965	-0,071611
Heptogeniidae	0,60246	0,2582	-0,7746	-0,60246	-0,44544	-0,17817	0,60246
Betidae	0,086066	0,2582	0,086066	0,2582	0	-0,35635	-0,2582
Ephemerillidae	0,57735	0,11547	-0,57735	-0,57735	-0,35857	0	0,57735
Pollycentropodidae	0,7303	0,54772	-0,36515	-0,7303	-0,75593	-0,47246	0,7303
Caenidae	0,70065	0,85635	-0,38925	-0,70065	-0,88641	-0,80582	0,70065
Leptophlbiidae	-0,27603	-0,55205	0	0	0,5	0,64286	-0,13801
Pleidea	0,57735	0,11547	-0,57735	-0,57735	-0,35857	0	0,57735
Corixidae	0,7746	0,43033	-0,43033	-0,7746	-0,62361	-0,35635	0,7746
Elmidae	0,11547	0,34641	-0,34641	-0,11547	-0,11952	-0,35857	0,11547
Halipilidae	0,60246	0,60246	-0,2582	-0,60246	-0,80178	-0,53452	0,60246
Hydrochidae	-0,086066	0,086066	0,086066	-0,086066	-0,35635	-0,089087	0,2582
Dytiscidae	0,59628	0,59628	-0,59628	-0,59628	-0,46291	-0,54006	0,59628
Hydrophilidae	0,93095	0,6445	-0,35806	-0,6445	-0,74125	-0,593	0,6445
Limnephilidae	-0,74536	-0,74536	0,44721	0,74536	0,54006	0,69437	-0,59628
Ecnomidae	0,57735	0,11547	-0,57735	-0,57735	-0,35857	0	0,57735
Hydropsychidae	0,60246	0,2582	-0,7746	-0,60246	-0,44544	-0,17817	0,60246
Hydroptilidae	0,57735	0,11547	-0,57735	-0,57735	-0,35857	0	0,57735
Limbriculidae	-0,34641	-0,34641	0,34641	0,11547	0,59761	0,35857	-0,34641
Ghossiphoniidae	-0,18257	0	0	0	-0,28347	0	0,18257
Littorinimorpha	0	-0,36515	-0,54772	-0,18257	-0,094491	0,47246	0,36515

Il y a une corrélation négative entre les groupes zoologiques Diptères (Chironomidea, psychodidae et simuliidae) Trichoptère (Limnephilidae). Par contre il y a une corrélation positive entre les groupes zoologiques Ephéméroptères (pollycentropodidae, Caenidae)

Trichoptères (Hydrophilidae) et Hémiptères (Corixidae) avec la température et la température de l'air.

Une corrélation positive des groupes zoologiques Diptères (Ephyridae et Anthomyiidae) et Epheméroptères (Caenidae) par contre une corrélation négative entre les groupes zoologiques Diptères (Chironomidae, Psychodidae) Trichoptères (Limnephilidae) et la température de l'eau.

Le processus de la reproduction est favorisé par la température modérée à élevée selon la variation thermique saisonnière. Du fait que l'augmentation de la température de l'eau due à l'élévation de température de l'air qui modifie le taux d'oxygène dissous, qui peut être également la conséquence de la répartition des quelques espèces selon la préférence et l'exigence de la température et d'oxygène. D'après Uyanik en (2005) et Bae en (2011) l'environnement physique, la qualité de l'eau et la disponibilité des aliments sont les facteurs importants régissant l'abondance et la répartition des macroinvertébrés benthiques. Il n'est pas surprenant que la répartition et l'abondance des invertébrés d'eau douce soient corrélées à la moyenne et à la fourchette annuelle des températures (Hynes, 1970).

Une corrélation négative des groupes zoologiques Diptères (Scatophagidae) Epheméroptère (Heptageniidae) Trichoptères (Hydropsychidae) et pH de l'eau. De nombreux aspects de la chimie de l'eau peuvent limiter la survenue ou l'abondance des insectes aquatiques, y compris le pH, la salinité et la concentration d'ions ou des éléments spécifiques (Herchey et al 2010).

-Il y a une corrélation positive Des groupes zoologiques Diptère (Psychodidae) et Trichoptères (Limnephilidae) par contre une corrélation négative des Epheméroptère (Caenidae) Trichoptères (Pollycentropodidae) Hémiptère (Corixidae) et la conductivité (CE).

Il y a une corrélation négative entre les groupes zoologiques Epheméroptère (Caenidae-Pollycentropodidae) et la salinité. Les gradients de la salinité qui se forment dans les eaux de ruissellement après salage des routes, peuvent affecter les insectes, dont la plupart sont intolérants au sel. Cependant certains insectes tels que les Diptères peuvent prospérer dans l'eau chaude salée (Herchey et al., 2010).

Une corrélation négative entre La vitesse courante et les groupes zoologiques Diptères (Psychodidae; Ephyridae ; Anthomyiidae) Epheméroptère (Ephemeroptera).

Une corrélation positive des groupes zoologiques Diptères (Psychodidae) Ephéméroptères (Heptogeniidae, caenidae) et Hémiptères (Corixidae) par contre une corrélation négative de groupe zoologique (Scatophagidae) et la profondeur d'eau.

Les macro-invertébrés benthiques sont utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau douce lotique ou lentique, ils sont très sensibles aux différents changements et dégradations de leur biotope.

On retrouve souvent de plus grandes différences quant à la grosseur des organismes des eaux lentes. Ils sont moins hydrodynamiques car le courant est faible ou nul (Djamai, 2020).

Ces relations selon nos résultats montrent un accord avec ces travaux, les éphéméroptères qui ont la réputation de vivre dans les milieux propres, bien oxygénés, peu pollués à une température assez fraîche ne pourraient se multiplier dans des milieux fortement pollués (Arimoro et Muller, 2010).

Les macro-invertébrés permettent d'identifier les perturbations passées du milieu et l'effet toxique de ces perturbations qui généralement ne sont pas détectés par les méthodes physico-chimiques (Rezougui, 2012).

Les macroinvertébrés sont de bons bioindicateurs en raison de leur sédentarité, leur grande diversité et leur tolérance variable à la pollution et à la dégradation de l'habitat (Moisan, Pelletier, 2008) et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau en réagissant très vite aux changements survenant dans leur environnement (Ben moussa et *al.*, 2013).

Les Diptères sont des taxons à large valence écologique, elles sont polluo-résistantes, eurypates, et supportent bien les élévations de températures (Sellam et *al.*, 2016). De la même manière, certaines études ont démontré que l'abondance relative des taxons tolérants tels que Chironomidae augmente avec la perturbation du milieu (Tampo et *al.*, 2015). Il a été considéré comme un important indicateur de la qualité de l'eau dans les lacs, de plus en plus utilisés comme bioindicateurs (Fonseca et *al.*, 2004).

Conclusion

Conclusion

Les travaux entrepris dans le cadre de ce travail, nous ont permis d'apporter quelques précisions quant à la caractérisation physico-chimique de l'eau du l'Oued Abiod tant que milieu écologique. L'étude des paramètres écologiques des macro-invertébrés benthiques d'une part et leur distribution spatiale d'une autre part.

Six stations situées au long de l'Oued Abiod ont fait l'objet d'analyses physicochimiques et de prélèvements des macro-invertébrés benthiques pendant la période 2018 - 2019.

L'analyse physico-chimique de l'eau révèle que les six stations ont une hydrologie presque similaire, les échantillons ont été récoltés à une température de l'eau qui varie entre un minimum de 11,20°C dans la station 1 et un maximum de 22,56°C dans la station 6. La température mensuelle de l'air varie entre 15,56°C dans la station 1 et 28,33°C dans la station 5.

L'eau du l'Oued Abiod est légèrement alcaline. Les valeurs du pH font apparaître des fluctuations très faibles, ils varient généralement entre 7,44 dans la station 5 et 8,25 dans la station 1.

La conductivité oscille entre des valeurs extrêmes. Les plus fortes valeurs sont enregistrées dans la station 3 avec 1670 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Alors que la valeur minimale (1320 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fût enregistrée au niveau la station 6. La salinité présente des valeurs variant entre 0,53g /l et 0,96g.

La profondeur de l'Oued Abiod est situé en moyenne entre une minimale de 5,6cm à la station 6 et une maximale de 16,34cm à la station 5. La variation de la profondeur de l'eau dans six stations de l'Oued Abiod dépende de la différence entre l'altitude des différentes stations (un minimum de 224 m à la station 6 et un maximum de 836 m à la station 1. La profondeur la plus basse dépendait de la forte pente, cette dernière empêchait la stagnation et l'accumulation d'eau, et accélère la vitesse d'écoulement.

L'Oued Abiod, présente une vitesse moyenne de l'eau dans la catégorie rapide de 82 cm/s, avec une vitesse minimale de 80cm/s à la station 5 et une vitesse maximale de 118cm/s à la station 1. Les résultats montrent que la vitesse de l'eau est classée dans la catégorie rapide dans toutes les stations sauf la station 4 classé comme catégorie moyenne.

L'inventaire faunistique de l'Oued Abiod regroupe 41 taxons d'un total de 1979 individus repartis sur six ordres et 32 familles. La faune capturée appartient à 99,96% à la classe des insectes. Les ordres les mieux représentés sont les diptères avec 13 taxons et 11 familles, suivis par les coléoptères avec 11 taxons et 4 familles, les Ephéméroptère avec 8 taxons et 5 familles, les Trichoptères avec 4 taxons et 5 familles et les Hémiptères sont représentés par 2 taxons et 2 familles.

Les plus abondants sont les Diptères avec 57, 85%, puis les Trichoptère viennent en deuxième position avec 32,33 % de la faune totale collectée, suivie par les Ephémères avec 127 individus soit de 6,67%. Les Coléoptères et Hémiptères ont enregistré respectivement 2,67 % et 0,45% de la faune totale soit 53 et 9 individus. Les gastéropodes ne représentent que 0,1 % et de la faune totale avec 2 taxons et une seule famille. La classe de Clitellata présente (Hirudinae) (0,1%) et (Oligochaeta) (0,05%) ont été les moins abondants avec une seule famille.

La valeur de la richesse varie de 7 familles à la station Tiffel (St2) à 18 familles à la station M'Chouneche (St 5). Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon et d'équité étaient plus élevées à la station de M'Chouneche par rapport aux autres stations. Selon les résultats de l'équitabilité et l'indice de dominance ($E > 0,5$ et $D < 0,5$), il existe un certain équilibre entre les effectifs des différents genres benthique échantillonnés. Cependant, le nombre moyen d'individus par espèce (ratio N/S) était plus élevé dans la station de Taghit (St 1) par rapport aux autres stations. De plus, les valeurs de l'indice réciproque de Simpson (SRI) étaient plus élevées à la station M'Chouneche et SRI/S étaient plus faibles à la station Tiffel (Stationn 2) par rapport aux autres gares.

Le BMWP FBI et l'ASPT calculés ont montré que la qualité hydrobiologique est classée dans la catégorie moyenne. Alors que l'IBGN a intégré l'eau de l'Oued Abiod dans une qualité bonne à très mauvais.

Les Trichoptères ont la réputation de vivre dans les milieux dulcicole. Les Diptères sont des taxons polluo-résistants ce qui a expliqué leur forte corrélation positive avec la conductivité.

L'Oued Abiod est célèbre pour être un point chaud de la biodiversité abritant un nombre élevé de communauté des macro-invertébrés benthiques. Les résultats de cette étude contribueront à l'enrichissement des connaissances sur la biodiversité des macro-invertébrés

aquatiques du l'Oued Abiod qui est mal connu; et contribuera à orienter les programmes de conservation et de gestion des espèces et des espaces protégés.

Perspective

Il est certain que cette présente étude sur la faune benthique a apporté des informations sur ce groupe zoologique qui reste mal connue en Algérie et particulièrement dans l'Oued Abiod. La distribution actuelle de certaines espèces même banales reste aussi mal connue et il serait utile de développer à l'avenir ces inventaires, dans le temps et dans l'espace, et beaucoup d'aspects méritent encore d'être approfondis surtout la relation entre les paramètres physicochimiques et la faune benthique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abba, E., 2006.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique des eaux d'un
2. **Adité, A., 2003.** The mangrove fishes in the Benin estuarine system (Benin, West Africa): diversity degradation et management implications. Actes de la conférence, The Second Large Rivers Symposium, 11 -14 Février 2003, Phnom Penh, Cambodge, 25 p.
3. **AFNOR, 1992.** Détermination de l'indice biologique global normalise (IBGN). NF T 90-350. *Association Française de Normalisation*, Paris.
4. **Alayat, H., El Khattabi, J., Lamouroux, C., 2013.** Evolution Spatiale Des Caractéristiques Physico-Chimiques Des Eaux Du Lac Oubeïra Imposé Par Les Conditions Sévères De La Sècheresse (Extrême Ne Algerien). *European Scientific Journal*, 9: 1857- 7431.
5. **Allan J.D.,1995.** - streams ecology function of running waters. Chapman and hall,London.388p.Analysis on Structure Activity Relationships of Biologic Active Compounds. *Leonardo Journal of Science*, 9, 179-200.
6. **Angeler E., 2003.** Ecology of stream and Rivers .Science Publishers, Inc ., Enfield.215p.
7. **Angus, R.B., 1973.** Pleistocene Helophorus (Coleoptera, Hydrophilidae) from Borislav and Starunia in the western Ukraine, with a reinterpretation of Lomnick's species, *Approfondies*. Université Ibn Tofail. 76 P..
8. **Arimoro, F.O., Muller, W.J., 2010.** Mayfly (Insecta: Ephemeroptera) community structure as an indicator of the ecological status of a stream in the Niger Delta area of Nigeria. *Environ. Monit. Assess.* 166, 581–594.
9. **Armitage, P.B., Pardo, I., Brown, A., 1995.** Temporal constancy of faunal assemblage in mesohabitats- application to management. *Archive fur Hydrobiologie*. 113 :367-387.
10. **Arrigon J., 1998.** Aménagement piscicole des eaux douces, 7^{ème} édition Lavoisier. Paris, 639p.
11. **Auaportail.,2008.** Définition COURS D'EAU publiée le 15/07/2008 (mise à jour le 23/01/2022). <https://www.aquaportail.com/definition-3804-cours-d-eau.html>

12. **Auaportail.,2020.**Ordre Haplotaxida (Haplotaxides): description et familles www.aquaportail.comhttps://www.aquaportail.com/taxonomie-ordre-82 Haplotaxida. html
Lire plus: Lire plus:<https://www.aquaportail.com/taxonomie-classe-29-clitellata.html>.
13. **Aubert D.,1959.**- la décrochement de Pontarlier et l'orogénèse du Jura.Société vaudoise des sciences naturelles.
14. **Aubert G.1978.** –les bases des oroduction végétale tom 1 : le sol, 17èes éditions.C.S Angrers 468p.
15. **Bae, M.J., Kwon, Y., Hwang, S.J., Con, T.S., Yang, H.J., Kwak, I.S., Park, J.H., Ham, S.A., Park, Y.S., 2011.** Relationships between three major stream assemblages and their environmental factors in multiple spatial scales. Ann. Limnol. Int. J. Limnol.,47,S91–S105.
16. **Baize D. (1988).** Guide des analyses courantes en pédologie. Edt. INRA. Paris. 172p.
17. **Ballongue,Louise.2020.**-Médecin généraliste chez S.O.S. Médecins <https://www.medisite.fr/moustique-tigre-moustique-tigre-maladies-transmission> traitements. 5557783.720029.html organisation mondiale de la santé (OMS)
L'onchocercose (la cécité des rivières) - Informations sur la maladie
18. **Banaigs Bernard ., 2013 .** Les molécules marines pour la santé et la recherche médicale. l'Institut océanographique.
19. **Barbault R.,1981.** –Ecologie des populations et des peuplements. Des théories aux faits.Ed.Masson,Paris.208p.
20. **Barbault, R. (1992).** — Ecologie des peuplements : structure, dynamique et évolution.
21. **Barbault, R. (1995).** — Ecologie des peuplements : structure et dynamique et la biodiversité
22. **Barbour, M.T., Gerritsen, B., Snyder, B., 1999.** “Benthic Macroinvertebrate Protocols,” in Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water EPA841- B-99-002,11 chapitres, 4 annexes,
23. **Barton, R.D., Metcalfe-Smith, J.L., (1992).** A comparison of sampling techniques and summary indices for assessment of water quality in the Yamaska river, Québec, based on benthic macroinvertebrates. Environmental Monitoring and Assessment, 21- 225- 244.

24. **Beaumont, A., Cassier, P., 1983.** Biologie Animale des Protozoaires, Métazoaires, épithélioneuriens. Tam2 édition DUNOD, Paris. 254 p.
25. **Bebba, N., El Alami, M., Arigue, S.F., Arab, A., 2015.** Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algerie). J. Mater. Environ. Sci. 1164-1177.
26. **Beck, W. M. Jr, 1955:** Suggested method for reporting biotic data. Sewage et Industrial wastes 27 pp. 1193-1197 In D. M. Rosenberg et V.H. Resh (Eds) Freshwater Biomonitoring et Bentic Macroinvertebrates, Chapman et Hall. New York.
27. **Belfiore C (1983).** Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. 24. Efemerotteri. Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/201
28. **Belhaouari, B., Achour, T., Mebarki, D., Branine, A., 2017.** L'utilisation des macroinvertébrés benthiques et des macrophytes pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau de l'oued Chlef, Benzina et Si Bachir. Revue des BioRessources, 91- 98.
29. **Bellan, G., 1984.** Indicateurs et indices biologiques dans le domaine marin. Bulletin d'Ecologie, 15(1), pp. 13-20. Bernard
30. **Belles, A 2012).**Développement et applications environnementales des échantillonneurs passifs pour la surveillance des écosystèmes aquatiques.
31. **Ben Bouih H., 2000.** Contribution à l'évaluation de la pollution métallique des zones
32. **Ben moussa A, Chahlaoui A, Rour E., Chahboune M 2013.** CODEN: *JMESCN* Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued.
33. **Benchaaban S., 2012.** Contribution à l'étude de la qualité physico-chimique et faunistique de l'Oued de Meskiana Wilaya d'Oum El Bouaghi, Université Larbi Benm'hidi, Oum El-Bouaghi. 118p.
34. **Benmalek, L., Bendali-Saoudi, F., Soltani, N., 2018.** Inventory and distribution of
35. **Bensaci, E., 2007.** Détermination de la qualité des eaux de surface de la région des hautes plaines de l'Est : Cas du barrage de Koudi et Medaour (Timgad Wilaya de Batna) et la retenue collinaire d'Ourkis (Wilaya d'Oum El-Bouaghi). Thèse Magister. Univ Larbi Ben M'hidi. Oum El-Bouaghi. 143p.
36. **Bernardi, G., 1986.** Les papillons menacés: disparitions, responsabilités, protection. Bull. Rech. Agron. Gembloux, 21: 221- 244.

37. **Bertrand H.,1951:** les insectes aquatiques.Bull.Fr.Piscic.161:144-155p.
38. **Blaber S.J.M 2002.** Poisson dans l'eau chaude»: les défis de la recherche halieutique et halieutique dans les estuaires tropicaux 20p
39. **Blaber, S. J. M., 1997.** Fish and fisheries of tropical estuaries. Chapman et Hall, London, 367p.
40. **Blandin, P., 1986.** Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bulletin Ecologique 17, 215-307. [<http://www.epa.gov/owow/monitoring/fr>].
41. **Blondel J., 1979** –biographie et écologie .Masson Ed., Paris :173p.
42. **Bode, R.W., M.A. Novak and L.E. Abele. 1991.** Methods for rapid biological assessment of streams. Stream Biomonitoring Unit, Bureau of Watershed Assessment and Research, Division of Water, NYS Department of Environmental Conservation. 57 p
43. **Boissonneault, Y., 2006.** Le suivi écologique des rivières au Québec: comparaison des bioindicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthiques. Présenté comme exigence partielle de la maîtrise en science de l'environnement. Université Du Québec À Trois-Rivières. P36.bp/wp61pdf/rbp.pdf].
44. **Bolboaca Sd., Et Jantschi L., 2006.**-Pearson Vercus Spearman, kendall's tau correlation analysis on structure-activity relationships of biologic active compounds. *Leonardo journal of sciences*, 5(9):197-200.
45. **Bolboaca, S.D., Jantschi, I., 2006.** Pearson versus Spearman, Kendall's Tau Correlation
46. **Bordaa,b Elizabeth et Siddallb Mark E. 2004.** Arhynchobdellida (Annelida: Oligochaeta: Hirudinida):phylogenetic relationships and evolution.
47. **Bouayed, S., 2011.** Dynamique spatio-temporelle du peuplement macrobenthique le long d' Oued Chouly (Tlemcen).Diplôme de Magister. Université Abou-Bakr Belkaid Tlemcen.
48. **Boudemagh, N., Bendali-Saoudi, F., Soltani, N., 2013.** Inventory of Culicidae (Diptera:Nematocera) in the region of Collo (North-East Algeria). *Annals of Biological Research*, 4 (2):94-99.
49. **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. *Ecology* 73 (3) the Ecological Society of America: 1018.
50. **Bournaud, M., Keck, G., 1980.** Diversité spécifique et structure des peuplements

51. **Bremond , R., Vuichard, R., 1973.** Paramètres de la qualité des eaux, Ministère de la protection de la nature et de l'environnement, SPEPE, Paris, 179 p.
52. **Bremond, R., Perrodon, C., 1979.** Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de
53. **Busson, Henri.,2020 .** « Les vallées de l'Aurès », *Annales de géographie*, Persée - Portail des revues scientifiques en SHS, vol. 9, no 43, 1900, p. 43–55 (DOI 10.3406/geo.1900.6180, lire en ligne, consulté le 10 septembre 2020).
54. **Cairns, J., Pratt, J. R., 1993.** A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. In D.M. Rosenberg & V. H. Resh (Eds.), *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates* (pp. 10–27). New York: Chapman and Hall.
55. **Camargo, J., Muñoz, M., 1989.** “A biological index to assess freshwater quality in the Iberian Peninsula, related to the continental fish production,” in *Proceedings of the International Symposiums of Inland Aquaculture*, Madrid (Spain), Madrid Complutense University, Spain,.1-896997-79-7 PDF. 140 p.
56. Campaioli S, Ghetti PF, Minelli A, Ruffo S (1994) *Manuale per il riconoscimento dei macroinvertebrati delle acque dolci italiane*, vol I. Provincia Autonoma di Trento, Trento
57. **Carrel, G., Berthelemy, D., Auda, Y. & Chessel, D. (1986).**— Approche graphique de l'analyse en composantes principales normés : utilisation en hydrobiologie. *Acta Oecologica*. 7 : 189-2003.
58. **cassier ,P , Guy Bougerolle Cloude Combes Jean Grain André R ai baut (1998) :** le parasitisme un équilibre dynamique .Enseignement des science de la nature et la vie .ISBN :2-225-829209.
59. **Casey, R., Kendall, S. A., 1996.** Sample number and colonization patterns of benthic
60. **Catherine Aubertin, Valérie B0isvert, Franck-Dominique Vivien (1998).** *La construction sociale de la question de la biodiversité*,N~ S 1.998. vi) f., n 1 7-19 .p 13
61. **CCME., 2011. Manuel Des Protocoles D'échantillonnage Pour L'analyse De La Qualité De L'eau Au Canada** PN 1462 ISBN 978- ceaa.gc.ca/015/001/019/title_e.htm.

62. **Chahlaoui, A. (1996).** Etude Hydrobiologique de l'Oued Boufekrane - Impact sur l'environnement et la santé, Thèse d'état en Biologie. Univ. Moulay Ismail Fac. Sci. Meknès. 256pp.
63. **Chaib, N., Fouzari, A., Bouhala, Z., Samraoui, B., Rossaro, B., 2013.** Chironomidae (Diptera, Chironomidae) species assemblages in northeastern Algerian hydrosystèmes. *Journal of Entomological and Acarological Research*; 45:e2.
64. **Champoux, M. & Claud, T. (1993).** — Elément d'hydrologie. 1ère édition revue et revue- les éditions : le griffon d'argiles, 257 p.
65. **Chandler, J., 1970.** "A biological approach to water quality management," *Water Pollution Control*, vol. 69, no. 2, pp. 415–422.
66. **Chardy, P., Glemarc, M. et Laurec, A. (1976).**— Application of inertia methods to benthic marine ecology: practical implications of the basic options. *Estuarine and coastalmarine, Science.* 4: 176-205. Collins, N.M., Morris, M.G., 1985. Threatened swallowtail butterflies of the world. international Linion for conservation of nature and natural resources, 401 pp.
67. **Charvet, S. 1999.** Intégration des acquis théoriques récents dans le diagnostic de la qualité écologique des cours d'eau à l'aide des bioindicateurs invertébrés. Thèse doctorale université Claude Bernard Lyon I. 77 p.
68. **Christensen, V. & D. Pauly. 1998.** Changes in models of aquatic ecosystems approaching carrying capacity. *Ecological Applications* (supplement) **8** (1) : S104-S109.
69. **Collins, N.M., Wells, S.M., 1987.** Invertebrates in need of special protection in Europe.
70. **Costello, M.J., Pohle, G. & Martin, A. (2004).** Evaluating biodiversity in Cryptocérate) - Livre Jubilaire de M. Eugène - Louis Bouvier, Paris : 273-275.
71. **Cupşa, D., Marian, I. (2010).** Studies upon the benthic macroinvertebrate community from Ormanului Valley (Bihor County, Romania). *Biharean Biologist* 6(1): 45-50
- DECAMPS, H. (1971). *La vie dans les cours d'eau*. Press universitaires de France N°1452, Paris, 128 p.
72. **Daget, J. (1976).** Les modèles mathématiques en écologie. Masson Ed., Paris, 172 pp.
73. **DAJOZ, R. (1985).** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliqué. 5ème édition.
74. **David Tilman, 2000 , la biodiversité comprendre pour mieux agir** écologiste, chercheur à l'Université St-Paul (USA), *Nature* n°405.p80.

75. **De Pauw N. et G. Vanhooren ,1983**,:«Méthodes d'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau en Belgique», Hydrobiologie, vol. 100, n ° 1, pages 153
76. **Decrouy,A 2020** : Annelides - Noms, exemples et caractéristiques.
<https://www.planeteanimal.com/annelides-noms-exemples-et-caracteristiques-3291.html>
77. **Dejoux, c., Lauzanne, L. and Lévêque, C., 1969**. Evolution qualitative et quantitative de la faune benthique dans la partie est du lac Tchad. Cah. ORSTOM Sér. Hydrobiol. 3: 3-58. description of a new Siberian species, and comparison with British Weichselian
78. **Dethier (1985,1986)**. - introduction pratique à systématique des organismes des eaux continentales française.Hétéropères aquatique et répiques (genreset principales espèces).Association française de limnologie :40P.
79. **Dinon E., Gerstmans, (2008)**. L'Influence du pH sur l'assimilation des éléments nutritifs du sol par les plantes et sur la variété des plantes, Université de Liège.
80. **Diomandé, D., Gourène, G., Tito de Morais, L., 2001**. Stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* (Siluriformes: Mochokidae) dans le complexe fluvio-lacustre de la Bia, Côte d'Ivoire. *Cybiurn* 25 (1) : 7-21. distinctness of coastal bottom dwelling fish communities of the North-East Atlantic. *Journal of Animal Ecology*. 68: 769-782. distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera) of the Oued Charef basin, NorthEastern Algeria. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, *International Journal of Entomology*, 0037-9271.
81. **Djamai. S. (2020)**. Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala–Wilaya El-Tarf). 2020.PhD Thesis. University of M'sila. Algeria. pp.142
82. **Djamai. S., Mimeche. F., Bensaci. E., & Oliva-Paterna. F.J. (2019)**. Diversity of macroinvertebrates in Lake Tonga (northeast Algeria). *Biharean Biol.* 13(1). 8-11.
83. **Doledéc, S. et Chessel, D. (1987)**. — Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique. I. Description d'un plan d'observation complet par projection de variables. *Acta Oecologica. Oecol. Gener.* 8 (3): 403-426.
84. **Doucet .G (2009)**.Gastéropodes aquatiques et bivalves. *Margaritifera* n°2, mai 2002
85. **Dussart, B (1969)**. Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale, II: Cyclopoïdes et biologie. *Faunes et Flores actuelles*. N. Boubee & Cie, Paris.

86. **Dynesius, M. & Nilsson, C. (1994).** — Fragmentation and flow regulation of riversystems in the northest third of the world. *Science*. 266 : 753-282 écosystème aquatique du Moyen Atlas: Dayet Aoua. Mémoire d'Etudes Supérieures
87. **Edington JM, Hildrew AG (1981)** A key to the caseless caddis nlarvae of the British Isles with notes on their ecology. *Freshw Biol Ass Sci Publ* 43:1–91.
88. **El Blidi S., Fekhaoui M. (2003).** Hydrologie et dynamique marégraphique de l'estuaire du Sebou (Gharb, Maroc). *Bull. Inst. Sci.*, 25 : 57–65.
89. **Elliott JM, Humpesch UH, Macan TT (1988)** Larvae of the British Ephemeroptera. A key with ecological notes. *Freshw Biol Ass Sci Publ* 49:1–145.
90. **Emberger, L. (1930).**— La végétation de région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux, 1 graphique. *Revue générale de botanique*. Paris.42 : 38 p.
91. **Emberger, L. (1955).**— Une classification biogéographique des climats. *Trav. Lab.Bot. Zool. Fac. Sci. Serv. Bot. Montpellier*. 7 : 3-43.
92. **Farhi Abdallah 2002** :« Biskra : de l'oasis à la ville saharienne (Note) », *Méditerranée*, vol. 99, no 3, 2002, p. 77–82 (DOI 10.3406/medit.2002.3264, lire en ligne, consulté le 6 janvier 2021). *faunas. Phil. Trans. Roy. Soc., London, Biol. Sc.*, 265: 299-326.
93. **Feuillade, J. (1972).**— Etude de la physico-chimie d'un réseau de rivière du Morvan. I. Variations horaires. *Ann. Hydrobiol.* 3 (I) : 47-57.
94. **Flowers RW (2009)** Life was a beach: a panbiogeographic analysis of the Cosmopolitan mayfly genus *Choroterpes* (Ephemeroptera: Leptophlebiidae: Atalophlebiinae). *Aquat Insect* 31(suppl 1):S585–S593.
95. **Fonseca, J., Esteves, F., Callisto, M., 2004.** Distribution of Chironomidae larvae in and Amazonian flood-plain lake impacted bauxite tailings (Brazil). *Amazoniana*, vol. 18, no. 1-2, p. 109-123.
96. **Fontaine ,J Et Kouzmine,Y.,2008** : « Infrastructures et migrations au Sahara algérien », sur ouvrages.crasc.dz (consulté le 8 janvier 2021).
97. **Friedrich, G., Chapman, D. et Beim, A. 1996.** L'utilisation du matériel biologique dans les évaluations de la qualité de l'eau: un guide sur l'utilisation du biote, des sédiments et de l'eau dans la surveillance environnementale, 2e éd. Deborah Chapman (éd.). E & FN Spon, New York.

98. **Friedrich, G., Chapman, D., Beim, A., 1992.** The use of biological material. In D. Chapman (Ed.), *Water quality assessments—a guide to using biota, sediments and water in environmental monitoring* (pp. 171–238). London: Chapman and Hall.
99. **Gaagai A., 2009 :** Etude hydrologique et hydrochimique du bassin versant du barrage de BABAR sur Oued EL ARAB région Est de l'ALGERIE. Mémoire de magistère en hydraulique, Université de BATNA, 108p.
100. **Gäldean, N., Callisto, M., Barbosa, F.A.R. (2001):** Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems of Serra Do Cipo (Mg, Brazil). *Revista Brasileira de Biologia* 61 (2): 239-248.
101. **Gaspar. Ch., 1987.** Protection Ou Gestion Des Invertébrés. Liaison O.P.I.E. Vol. 21 (4)1987, 67, 7- Gabriels, W., Lock, K., De Pauw, N., Goethals, P.L., 2010. Multimetric macroinvertebrate index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium), *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, vol. 40, no. 3, pp. 199–207.16.
102. **Gaudry E., Charabidze D & Gosselin, M. (2014) :** Conclusion et perspectives en entomologie forensique. *In* Insectes, Cadavres et scènes de crime ; Principes et applications de l'entomologie médico-légale, Ed. De Boeck, pp 245-24.
- Gauthier Villard, Paris, 505 pp.
103. **Gendronneau M., 2006 :** Etude des secteurs du Croisic et de Pen-Bé : Estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchyliques. Programme de surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales. Edition IFREMER, 267p.
104. **Gerber. A & Gabriel .MJ, M.,2002:**Aquatic Invertebrates of South African Rivers .Field Guide. Institute for Water Quality Studies Department of Water Affairs and Forestry, 150p.
105. **Ghazal C., Dumoulin S., Lussier M.-C., (2006),** Portrait de l'environnement du bassin-versant de la rivière Nicolet, Québec,Corporation de gestion des rivières des Bois-Francs, 173 p. et 9 annexes.
106. **Ghazali, D., Zaid, A., 2013.** Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région De Meknes –Maroc). *Larhyss Journal*, 1112-3680pp. 25-36.

107. **Glemarec, M. (2003).**— Les indices biotiques en milieu marin. In —bioévaluation de la qualité environnementale des sédiments portuaires et des zones d'immersionl. Alzieu
108. 2005, 65. 2^{ème} édition -Masson. Paris, 208 pp.
109. **Gnohoussou P., 2006:** la faune benthique D'une langue oust africane (le lac Nokoue au Benin), diversité, abndance, variations temporelles et spaciales, place dans la chaine trophique. These Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.169p.
110. **Gonçalves, F.B., Menezes, M,S., 2011.** A comparative analysis of biotic indices that use macroinvertebrates to assess water quality in a coastal river of Paraná state, southern Brazil. *Biota Neotrop*, vol. 11, no. 4.
111. **Graf W, Murphy J, Dahl J, Zamora-Muñoz C, López-Rodríguez MJ (2008)** Trichoptera. In: *Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms*, vol 1. Pensoft, Sofia-Moscow.
112. **Grall, J. & Nolwenn, C. (2005).**— Une synthèse des méthodes d'évaluation de la
113. **Grandjean, F., Momon, J., Bramard, M., 2003.** Biological water quality assessment of the White clawed Crayfish Habitat Based On Macroinvertebrate Communities: Usefulness For Its Conservation. *Bull. Fr. PêchePiscic.* 370-371 : 115-125.
114. **Gray J, et al. (1992)** La mutation du gène miaA d'*Agrobacterium tumefaciens* entraîne une réduction de l'expression du gène vir. *J Bacteriol* 174 (4): 1086-98Gaujous D., 1995 : La pollution des milieux aquatique : Aide mémoire 2^{ème} édition Lavoisier TEC & DOC, 220p.
115. **Haase M, Bouchet P (1998)** Radiation of crenobiontic gastropods on an ancient continental island: the Hemistomia-clade in New Caledonia (Gastropoda: Hydrobiidae). *Hydrobiologia* 367: 43–129. doi: 10.1023/A:1003219931171.
116. **Hafiane M., Hamzaoui D., Bouchelouche D., Mebarki M. Et Arab A., 2013** Application de l'I.B.G.N et du B.M.W.P' sur un oued temporaire d'Algérie. U.S.T.H.B., Faculté des Sciences Biologiques, Laboratoire Dynamique et Biodiversité. BP 32 El Alia, AlgerAlgérie.196-200p.
117. **Hamel, A. (2009).** *Hydrogéologie des systèmes aquifères en pays montagneux à climat semi-aride. Cas de la vallée d'oued El Abiod (Aurès).* Mémoire de Magister en Géologie. Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire. Université de Constantine. Constantine, Algérie, 231 p.

118. **Han F.X., Hargreaves, J., Kingery, W.L., Huggett, D.B. & Schlenk, D.K., (2001).** Accumulation, distribution and toxicity of copper in soils of catfish pond receiving periodic copper sulfate applications. *J. Environ. Qual.*, Vol. 30, 912-919.
119. **Hansen M (1996)** Coleoptera Hydrophiloidea and Hydraenidae, water scavenger beetles. In: Nilsson AN (ed.) *Aquatic insects of North Europe, a taxonomic handbook*, vol 1. Apollo Books, Stenstrup, pp 171–194.
120. **Hart, B.T., Maher, B., Lawrence, L., 1999.** New generation water quality guideline for ecosystem protection. *Freshwater Biology*, 41, 347-359.
121. **Hawkes, H.A., 1979.** Invertebrates as indicators of river water quality. In James A. & Evison L. (Eds.), *Biological Indicators of Water Quality 2*. Chichester, Great Britain: Wiley, 1–45.
122. **Held, U. (2010).**— Pièges des corrélations : les coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman. *Forum Med. Suisse*. 10 (38) : 652 – 653.
123. **Heliott T.P (2014) - Biodiversité des communautés d'invertébrés benthiques des rivières de la Guadeloupe et réponses aux perturbations anthropiques** Ecole doctorale S2U2E Unité de recherche : Ecolab Directeur(s) de Thèse : Régis Céréghino Rapporteurs : Christian Desvilettes et Benoit Sautour .256 p.
124. **Hershby A.E., Lambarti G .A, Chaloner D .T Et Northington R .M., 2000-** Aquatique Insect Ecology .Chapter 17. 659-695p.
125. **Hilsenhoff, W.L., 1982.** Using a biotic index to evaluate water quality in streams. *Tech. Bull. Wisc. Dept. Nat. Res.* 132p.
126. **Hofmann J.E Todghan A.E., 2010-** living in the now :physiological mechanisms to tolerate a rapidly changing environment *Annual Review of physiology*,72:127-145..
- humides de la région du Gharb, cas du lac Fouarat. Thèse de Doctorat, Université Ibn
127. **Hutchinson, T.C., Meema, K.M., 1987.** Lead, mercury and arsenic in the environment. *Hydrobiologia*. 562:217–229.
128. **Hynes, H. B. N., 1970:** The ecology of running water. Liverpool University Press, Liverpool.
129. **Hynes, H.B.N., 1960.** The biology of Polluted Waters. Liverpool Univ. Press. Liverpool, England, 202P.

130. **Jäch, A. M., Balke, M., 2008.** Global diversity of water beetles (Coleoptera) in freshwater. *Freshwater animal diversity assessment. Hydrobiologia* 595:419–442.
131. **Karr, J.R., 1991.** Biological integrity. A long-neglected aspect of water resource management. *Applied Ecology*, 1, 66–84.
132. **Karr, J.R., K.D. Fausch, P.L. Angermeier, P.R. Yant, et I.J. Schlosser, 1986:** Assessing biological integrity in running waters: a method et its rationale. *Illinois Natural History Survey Special Publication* 5. 28 p.
133. **King, D., Le Bissonnais, Y., 1992.** Rôle des sols et des pratiques culturales dans l'infiltration et l'écoulement des eaux. Exemple du ruissellement et de l'érosion sur les plateaux limoneux du nord de l'Europe. *C. R. Acad. Agric.*, n° 78(6), p. 91-105.
- l'environnement et cadre de vie. 2ème éd : 259 p. *La Lettre des Naturalistes Vendéens*, n°19, 2003 .Invertébrés continentaux des Pays de la Loire - Gretia, 2009p377.
134. **Lardici C., Galassi, R. & Quagli, E. (1992).**— Les peuplements de Polychètes dans le golfe de Follonica (Mer Méditerranée occidentale). *Cah. Biol. Mar.* 33: 25-41.
135. **Le Bissonnais .Y, 2010** :Analyse expérimentale des mécanismes d'érosion : la dégradation structurale superficielle et le détachement des particules des sols cultivés. *Ingénieries eau-agriculture-territoires*, Lavoisier ; IRSTEA ; CEMAGREF, 2000, p. 27 - p. 36. fihal-00464065f.
136. **Lebart, L. Morineau, A. & Piron, M. (1997).**— Statistique exploratoire
137. **Legendre, P., Plan, D., Aucla, M.J., 1984.** Succession des communautés de gastropods dans deux milieux différant par leur degré d'eutrophisation. *Journal of Zoology*, 62(11), 2317–2327.
138. **Legendre, L. & Legendre, P. (1979).**— Ecologie numérique I. Le traitement multiple des données écologiques. Masson Paris et Presses de l'université du Québec, 197 p.
139. **Likoli,O,B,T. 2015.**Niveau des connaissances des habitants de la commune de Limete face à la gestion de leur environnement comme cadre de vie.
140. **Leunda, P., Oscoz, J ., Miranda, R ., Arinõ, A., 2009.** Longitudinal and seasonal Variation of the benthic macroinvertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river.*Science Direct* 5 2 – 63.
141. **Leveque, C. (1996).** Ecosystème aquatique, les fondamentaux. Ed., Hachette, Paris, 160 p.

142. **Lounaci A., 1987.** Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, U.S.T.H.B.,133p.
143. **Lounaci, A., Vinçon, G., 2005.** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord [Plecoptera]. *Ephemera* 6 (2): 109-124.
144. **Macan, T.T., 1941.** A key to the British Waterbugs (Hemiptera-Heteroptera exclusive Corixidae) with notes on their ecology, *Freshwater Ass. Brit., Emp.Sc. Publ.*, 4 :1-36.
145. **Mackie, G.L., 2001.** Applied aquatic ecosystem concepts. Kendall/Hunt Publishing Company. pp. 744. Macro Invertebrate Analysis of Usumani Stream in Abiriba, Ohafia L.G.A. Abia State. macroinvertebrates and organic material on artificial and natural substrata. Alberta macroinvertébrés benthiques au long d'un cours d'eau : le Furans (Ain). *Acta Oecologica, Oeocol. Gener*, vol. 1, n°2: 131-150.
146. **Maiolini, B., Lencioni, V., Boggero, A., Thaler, B., Lotter, A.F, Rossaro, B., 2006.**
147. **Maitland, P.S. (1990).**— Biology of fresh waters, 2ème édition. Ed. Blackie, London, 276 p.
148. **Mandaville, S.M., 2002.** Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance
149. **Marc Côte 1996,** Guide d'Algérie : paysages et patrimoine, Algérie, Média-Plus, 1996, 319 p. (ISBN 9961-9-2200-X), p. 262-264.
150. **Marc cote, 1991 :** Encyclopédie berbère. Biskra : L'essor de Biskra, Aix-en-Provence, Edisud, 1991 (ISBN 2-85744-549-0, lire en ligne), p. 1517-1522.
151. **Marchant, R., 1986.** Some quantitative aspects of the life history of aquatic insects in temperate Australian rivers, 151-158pp.
152. **Mare-Rosca. O.. Marian. M.. & Mihalescu. L. (2008).** Distribution of the communities of Ephemeroptera. Plecoptera and Trichoptera in the basin of Sasar River. *Analele Universității din Oradea. Fascicula Biologie.* 15. 36-40.
153. **Margalef R (1953)** Los crustáceos de las aguas continentales ibéricas. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, Madrid
154. **Maria Concepcion S. Villanueva 2004 :** *Biodiversité et relations trophiques dans quelques milieux estuariens et lagunaires de l'afrique de l'ouest* : Adaptations Aux Pressions Environnementales. Thèse De Doctorat L'institut National Polytechnique De Toulouse ,252.marine environmental assessments. Research and Development

- Monograph Series, vol. 2001. Canadian Environmental Assessment Agency, Ottawa.
Available at <http://www>.
155. **Marquiegui MA, Pérez V (2006)** *Corophium urdaibaiense* (Amphipoda: Corophiidae: Corophiinae: Corophiini) a new species from the Cantabrian Sea (Bay of Biscay, north-east Atlantic). *J Mar Biol Ass UK* 86:729–736.
156. **Martin P, Martínez-Ansemil E, Pinder A, Timm T, Wetzel MJ (2008)** Global diversity of oligochaetous clitellates (Oligochaeta; Clitellata) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:117–127.
157. **Mary N. (1999).**, Thèse de Doctorat, Université France du Pacifique, France, Masson Ed., Paris, 273 pp.
158. **Maxted, J. R., B. F. Evans Et M. R. Scarsbrook, 2003.** « Development of standard protocols for macroinvertebrate assessment of soft-bottomed streams in New Zealand ». *New Zealand J. Mar.Freshwater Res.*, vol. 37, no 4, p. 793-807.
159. **Mebarki M., Hafiane M., Hamzaoui D., Bouchelouche D. Et Arab A 2013.** Impact des rejets de la station thermale Sur la qualité des eaux d’oued El Harrach (Nord de l’Algérie) Usthb-Fbs-4th International Congress Of The Populations & Animal Communities “Dynamics & Biodiversity Of The Terrestrial & Aquatic Ecosyste”"Cipca4"Taghit (Bechar) – Algeria, 19-21 November, 2013.
160. **Mebarki, M., 2001.** Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, Oued Sébaou et Oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques. Dissertation, Mouloud Mammeri University, Tizi-Ouzou, Algeria, 178.
161. **Meghlaoui .Z.,2015-**Stress environnemental et biodiversité des Polychètes dans le littoral Est algérien : Analyse phylogénétique- Thèse présentée pour l’obtention du grade de Doctorat en biologie.218p.
162. **Meharzi, M.K.E. (2010).** *Forêt, géosystème et dynamique du milieu (le cas de l’Aurès)*. Thèse de Doctorat. Univ. Mentouri de Constantine. Constantine, Algérie, 258 p.
163. **Melhaoui Mohammed ; Ali Berrahou (2009)** *des macro-invertébrés de la Moulouya* document de stage de formation à la connaissance et la gestion de la biodiversité aquatique, 2009 40p.

Metro Halifax.

164. **Mimeche, F., 2008.** Recherches préliminaires écologiques sur le barbeau de Biskra. *Barbus callensis Valenciennes, 1842 (Pisces : Cyprinidae) dans le barrage de la Fontaine des gazelles (Biskra). Mémoire de magister. Institut National Agronomique El Harrach (Alger). 53 p.*
165. **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 nationale supérieure D'Agronomie.alger.80 p.*
166. **Mimeche, F., Biche, M., Ruiz-Navarro, A., & Oliva-Paterna, F. J., 2013.** The population structure, age and growth of *Luciobarbus callensis (Cyprinidae)* in a man-made lake in the Maghreb (NE Algeria). *Limnetica*. 32(2). 391-404.
167. **Mimeche, F., Zedam, A., Chafaa, S., Mimeche, H., & Biche, M., 2018.** Étude saisonnière du régime alimentaire du barbeau *Luciobarbus callensis (Valenciennes 1842)* dans le réservoir de K'sob (M'Sila, Algérie). *Revue des Sciences de l'Eau*. 31(2). 163-171.
168. **Mimeche, F., Nouidjem, Y., Djamai, S., Alouani, R., & Bensaci, E., 2019.** Studies on the benthic macroinvertebrate community from K'sob Wadi (M'Sila, Algeria). In: *International Biodiversity & Ecology Sciences Symposium. Özcan Tahir (ed.). Palas Academic Organization and Trade Corporation. . İskenderun-Hatay, Turkey. pp. 386-390.*
169. **Mimeche, F., & Oliva-Paterna, F. J., 2018.** Temporal variations in abundance and biomass of fish species inhabiting the K'sob reservoir (Eastern of Algeria). *Studia Universitatis Babeş -Bolyai Biologia*, 63 (2), 131-138.
170. **Modde, T., Dodds, H.A., 1990.** Comparison of biotic index values for invertebrate collections from natural and artificial substrates. *Freshwater Biology*,23: 171-180.
171. **Moisan, J., 2008.** Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 86 p.
172. **Moisan, J. et L. Pelletier, 2011.** Protocole d'échantillonnage des macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, Cours d'eau peu profonds à substrat meuble 2011, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-61166-0 (PDF), 39 pages.

173. **Moisan, J., Pelletier, L., 2008.** Guide de surveillance biologique basée sur les macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec – Cours d'eau peu profonds à substrat grossier. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 86 p.
174. **Monnier, G., Boiffin, J., Papy, F., 1986.** Reflexion sur l'érosion hydrique en conditions climatiques et topographiques modérées : Cas des systèmes de grande culture de l'Europe de l'Ouest. Cahiers ORSTOM, série Pédologie, vol. XXII, n° 2, p. 123-131.
- mosquitoes (Diptera; Culicidae) of the Burgas lakes (Northeast Algeria). Journal of Entomology and Zoology Studies; 6(1): 838-843.
175. **Moubayed, Z. (1986).**— Recherches sur la faune, l'écologie et la zoogéographie de multidimensionnelle. 2^e édition, Dunod, 439 p.
176. **Mutonkole, S.P., Tshitenge M.J.M., Masamba, L.N., 2015.** Benthic Macroinvertebrates as Indicators of Water Quality: A Case-study of Urban Funa Stream (in Kinshasa, Democratic Republic of Congo). Open journal of water pollution and treatment. 2374- 6351. Nature and Environment series n° 35. Council of Europe, 162 pp.
177. **Nicholas, J.D., Boulinier, T., Hines, J.E., Pollack, K.H. & Sauer, J.R. 1998.** Estimating rates of local species extinction, colonization and turnover in animal communities-Ecological applications. Ecological Society of America. 8 (4): 1213 p.
178. **Nieser N, Baena M, Martínez-Avilés J, Millán A., 1994.** Claves para la identificación de los heterópteros acuáticos (Nepomorpha & Gerromorpha) de la Península Ibérica – Con notas sobre las especies de las Islas Azores, Baleares, Canarias y Madeira. Claves de identificación de la flora y fauna de las aguas continentales de la Península Ibérica. Asociación Española de Limnología, Madrid.
179. **Nilsson A.N., 1996.** Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook, vol 1. Apollo Books, Stenstup
180. **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.
181. **Noisette, F., 2013** Impacts de l'acidification des océans sur les organismes benthiques
182. **EPA.O, 1987** Biological criteria for the protection of aquatic life: Volumes I to III. Ohio Environmental Protection Agency, Columbus, Ohio.

183. **Olivier D., O.M. Gessner, G. François et C. Eric, 2004:** Impacts of stream acidification on litter breakdown: implications for assessing ecosystem functioning *Journal of Applied Ecology* 41: 365–378.
184. **Onyenwe, E., PEkedo, C.M., Ifeakanwa, C.N., 2017.** Physico Chemical and Benthic
185. **Osoez, J Galicia, D Miranda R , (2011).** Editors Identification Guide of Freshwater Macroinvertebrates of Spain- Springer Dordrecht Heidelberg London New York Library of Congress Control Number: 2011931287.253p.
186. **Papy, F., Douyer, C., 1991.** Influence des états de surface du territoire agricole sur le déclenchement des inondations catastrophiques. *Agronomie*, n° 11, p. 201-215
187. **Paul Milan 2015** chapitr 03 L'eau, ressource essentielle. *JACQUES El Alami GÉOGRAPHIE SECONDE S: IMPRESSION DU 12 mai 2015. P 4.*
188. **Pavan, M., 1986.** Une résolution culturelle européenne : la "Charte sur les Invertébrés" du Conseil de l'Europe. Conseil de l'Europe, 51 pp.
189. **Pearson, Th.A. & Rosenber, R. (1978).**— Macrobenthic successions in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and marine biology. Rev.* 16 : 229-311.
190. **Pelegri SP, Blackburn H (1995)** Effects of *Tubifex tubifex* (Oligochaeta: Tubificidae) on N-mineralization in freshwater sediments, measured with ^{15}N isotopes. *Aquat Microb Ecol* 9:289–294.
191. **Perez, J.M., Tremolieres, M., Schnitzler, A. & Carbiener, R.(1991).** Evolution de la qualité physico-chimique des eaux de la frange superficielle de la nappe phréatique en fonction du cycle saisonnier et des stades de succession des forêts alluviales rhénanes (Quercu-Ulmetum minoris Issl. 24). *Acta Oecol.* 12 (5) : 581-601.
192. **Philipart.j.c.,1991-**élément autoécologie des poisson d'eau douces.dynamique des populations de poissons et pisciculture expérimentale. Cours pédagogique, Univ de liège (Belgique).35p.
193. **Pielou, EC 1977.** Portées latitudinales des espèces d'algues et leurs modèles de chevauchement. *Journal of Biogeography* 4: 299-311
194. **Plafkin, J.L., Barbour, M.T., Porter, K.D., Gross, S.K., Hughes, R.M., 1989.** Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers : benthic macroinvertebrates and fish, first edition. Office of water, US Environmental PA, Washington DC.

195. **Poisson, R., 1936.** Sur une nouvelle espèce africaine du genre *Laccocoris* (Hémiptère)
196. **Poisson, R., 1957.** Faune de France. Editions Paul Le chevalier. 12. Rue De Tournon (VIe).Paris.
197. **Pombo L., M. Elliot, J. E. Rebelo, 2002:** Changes in the fish fauna of the Rio de Aveiro estuarine lagoon (Portugal) during the twentieth century. *Journal of Fish Biology* 61 (Supplement A): 167-181.
198. **Puig MA (1999)** Els macroinvertebrats dels rius catalans. Guia il·lustrada. Departament de Medi Ambient, Barcelona.
199. **Pyle, P.I., Bentzien, M., Opler, P., 1981.** Insects Conservation. Annual Review of Entomology, 26 : 233-258.
- qualité du macrobenthos en milieu côtier. Rapport du Réseau Benthique REBENT, Dec.,
200. **Ramade, F., 2003.** Eléments d'écologie, - Ecologie fondamentale-. Ed. Dunod, Paris, 690 p.
201. **Reible DD, Popov V, Valsaraj KT, Thibodeaux LJ, Lin F, Dikshit M, Todaro MA, Fleeger JW (1996)** Contaminant fluxes from sediment due to tubificid oligochaete bioturbation. *Water Res* 30:704–714.
202. **Rejesk, F., 2002.** **Analyse des eaux : aspects réglementaires et techniques.** Centre regional de documentation pédagogique d'Aquitaine. P18-19
- Research Concl, Canada. pp. 577-584.
203. **Resh, V.H., Myers, M.J. & Hannaford, M.J. (1996).** — Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. In : *Methods in Stream Ecology, Academic Press.*
204. **Rezougui, A. (2012).**— Contribution à l'analyse des tendances d'évolution depeuplement des macroinvertebrés benthiques dans un contexte de réchauffement climatique.Cas de sous bassin de la Tafna. Thèse de Magister. Université de Tlemcen. Tlemcen, Algérie,100 p.
205. **Rioux, S. et F. Gagnon, 2001:** Développement d'un indice biotique pour évaluer l'état de santé des petits cours d'eau en milieu agricole dans le bas Saint – Laurent. FAPAQ, Direction de l'aménagement de la faune de la région du bas Saint Laurent. Document du Bape Bio 78. 93 p.
206. **ROGERS, S.I., CLARKE K.R. & REYNOLDS J.D. (1999).**— The taxonomic

207. **Rosenberg, D., Resh, V., 1993.** Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. *Environmental Monitoring Assessment*, 45-61.
208. **Ruiz-Picos, R.A., Sedeño-Díaz, J.E., López-López, E., 2017.** Calibrating and Validating the Biomonitoring Working Party (BMWP) Index for the Bioassessment of Water Quality in Neotropical Streams. *Water Quality*. Edited by Hlanganani Tutu.
209. **Salas, F., Patri´Cio, J., Marcos, C., Pardal, M.A., Pe´Rez-Ruzafa, A. Et Marques, J.C., (2006).** Are taxonomic distinctness measures compliant to otherecological indicators in assessing ecological status? *Mar. Pollut. Bull.* 52, 162–174.
210. **Schannon C.E et Weaver W., 1963 :** *The Mathematical Theory Of Communication Urbane*: University Pf Illionis Press: 117p.
211. **Sebihi, A. Et Souidi, S. (2008).**—*Variabilité climatique et hydrologique à l’aval du bassin versant de l’Oued El Abiod*. Mémoire d’Ingénieur d’Etat en Hydraulique. Hydraulique Urbaine, Université de Biskra. Biskra, Algérie, 71 p.
212. **Sellam, N., Viñolas, A., Fatah, Z., Moulai, R., 2016.** l’utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. *Butlletí de la Institució Catalana d’Història Natural*,: 1133-6889.
213. **Semichon M.,1931:**les insectes des eaux douces en rapport avec la biologie des poissons.*Bull.Fr.Piscic.*38:33-38.
214. **Sherman, K. & E. D. Anderson. 2002.** A modular approach to monitoring, assessing and managing large marine ecosystems. *In* J. M. McGlade, P. Cury, K. A. Koranteng & N. J. Hardman-Mountford (Eds.), *The Gulf of Guinea Large Marine Ecosystems*. Op. cit.
215. **Shoup, C. S., 1943.** Distribution of fresh water gastropods in relation to total alkalinity of streams. *Nautilus*, 56: 130- 134.
216. **Simboura, N., Papathanassiou, E. et Sakellariou, D. (2007).**The use of a biotic index (Bentix) in assessing long term effects of dumping coarse metalliferous waste on soft bottom benthic communities. *Ecol. Indicators*, in press.
217. **Stark, j. D., i. K. G. Boothroyd, j. S. Harding, j. R. Maxted et m.r. Scarsbrook, 2001.** Protocols for Sampling Macroinvertebrates in Wadeable Streams, New Zealand macroinvertebrate working group report, no Prepared for the ministry for the environment. Sustainable management fund project no 5103, 57 p.

218. **Tachet H., Richoux P., Bournaud M. and Usseglio-Polatera P., 2010.** Invertébrés d'eau douce ; Systématique, biologie, écologie. Edition CNRS. Paris. 607p.
219. **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.
220. **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-polatera, P., 2006.** Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie et écologie. Cnrs édition, Paris
221. **Tachet, P., H. Richoux, P. Bournaud, M. Usseglio-Polatera, 2000 :** Invertébrés d'eau douce :Systématique, biologie, écologie ; *CNRS édition*, 588 p.
222. **Tamanini L (1979)** Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. 6. Eterotteri acquatici (Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha). Consiglio Nazionale delle Ricerche, AQ/1/45.
223. **Tampo, L., Oueda, A., Nuto, Y., Kaboré, I., Bawa, L., Moctar, D., Boundjou, G.,Guenda, W., 2015.** Using physicochemicals variables and benthic macroinvertebrates.
224. **Tenkiano, N., 2017.** Macroinvertébrés benthiques et hyphomycètes aquatiques : diversité et implication dans le fonctionnement écosystémique des cours d'eau de Guinée. Thèse de doctorat, Université de Toulouse. 59p.
225. **Thomas, A., 1969.** L'importance des Diptères dans l'environnement de quelques cours d'eau des Pyrénées. *Annal Limnol* 5(1).61-76.
226. **Thomas, A., 1993.** Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: A critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators . *Journal of Natural History*, 27 :795-806.
227. **Thomas, A., 1993.** Biological monitoring and tropical biodiversity in marine environments: A critique with recommendations, and comments on the use of amphipods as bioindicators . *Journal of Natural History*, 27 :795-806.
- Tofaïl, kénitra, 200p.
228. **Touzin, D., 2008.** Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Université Laval. P22.
- trois réseaux Hydrographiques du Liban : l'Assi, le Litani et le Beyrouth. Thèse d'Etat. Univ.Paul Sabatier. Toulouse, France, 496 p.

229. **Uyanik, S., Yilmaz, G., Yesilnacer, M. I., Aslan, M., Demir, O., 2005.** Rapid assessment of river water quality in Turkey using benthic macroinvertebrates. *Fresenius Environmental Bulletin* 14(4):268-272.
230. **Vaillant F (1981).** Diptères Empididae Hemerodromiinae nouveaux ou peu connus de la région paléarctique (première partie). *Bonn Zool Beitr* 32(3–4):351–408.
231. **Vaillant F, Gagneur J (1998).** The Diptera Empididae Hemerodromiinae from Western Algeria and the Middle Atlas of Morocco. *Ann Soc Entomol NS* 34(4):365–384
- Values, Metrics, and Protocols. (Project H-1). Soil and Water Conservation Society of
232. **Vieira-Lanero R (2000).** Las larvas de los Tricópteros de Galicia (Insecta: Trichoptera). University of Santiago de Compostela, Santiago de Compostela.
233. **Villaruel, Mc., Coronado, A, S., Camacho, Ma., 2015.** Preliminary Assessment Of Water Quality Of Donata Falls In Polillo , Quezon , Philippines Using. *Pup Journal of Science and Technology*, 1908-9058.
234. **-Vinçon G (1987).** Etude hydrobiologique de la valléd d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques).Le milieu et la structure du peuplement benthique. *Ann Limnol* 23(3):225–243
235. **Vockeroth JR (1987).** Scathophagidae. In: McAlpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM (eds) *Manual of Nearctic Diptera*, vol 2. Agricultural Canada Monograph 28. Communication Group – Publishing, Ottawa, pp 1085–1097
236. **Voelz, N.J. Et J.V. Macarthur (2000).** An exploration of factors influencing lotic insect species richness. *Biodivers. Conserv.*, 9, 1543-1570. Google Scholar 10.1023/A:1008984802844
237. **Wadeson, R.A. 1994.** A geomorphological approach to the identification and classification of instream flow requirements. *Southern African Journal of Aquatic Sciences*. 20 {1/2 } 38-61.
238. **Wadeson, R.A. 1994.** A geomorphological approach to the identification and classification of instream flow requirements. *Southern African Journal of Aquatic Sciences*. 20 {1/2 } 38-61.
239. **Wallace ID, Wallace B, Philipson GN (1990).** A key to the casebearing caddis larvae of Britain and Ireland. *Freshw Biol Ass Sci Publ* 43:1–91

240. **Wallace ID, Wallace B, Philipson GN (1990).** A key to the casebearing caddis larvae of Britain and Ireland. *Freshw Biol Ass Sci Publ* 43:1–91
241. **Wallace ID, Wallace B, Philipson GN (2003)** Keys to the casebearing caddis larvae of Britain and Ireland. *Freshw Biol Ass Sci Publ* 61:1–259.
242. **Wangari, E.O., 1986.** « Communication sur l’aperçu du programme sur l’Homme et la biosphère ». In *Écologie D’un Système Spécifique À Usages Multiples : La Mangrove*. UNESCO-MAB, 290p.
243. **Ward, J. H., 1963.** Heirarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58: 236-244.
244. **Warwick, R.M. & Clarke, K. R. (1998).**— Taxonomic distinctness and environmental assessment. *J Appl Ecol.* 35:532-543.
245. **Warwick, R.M.1993.-**Environmental impact studies on marine communities-pragmatical.
246. **Washington, H. G., 1984.** Diversity, biotic, and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research* 18, 653–94.
247. **Weisberg, S. B., Ranasinghe, J. A., Dauer, D. M., Schaffner, L. C., Diaz, R. J. et Frithsen, J.B., 1997.** An estuarine benthic index of biotic integrity (B-IBI) for Chesapeake Bay. *Estuaries* 20 (1) : 149–158 **WARWICK, R.M. & CLARKE, K. R. (1998).**— Taxonomic distinctness and environmental assessment. *J Appl Ecol.* 35:532-
248. **Welcomme, R.L., 1971.**Evaluation de la pêche intérieure au Dahomey, son état actuel et ses possibilités. Rome, FAO AT 2938, 95 p. Welcomme, R.L., 1999: A review of a model for qualitative évaluation of exploitation levels in multi-species fisheries. *Fisheries Management and Ecology* 6: 1- 19.
249. **Wetzel,R.G. 1983.** Limnology. 2nd ed. Saunders College Publishing, Philadelphia, USA
250. **Widad A.,2008.-** Degré de contamination des eaux de la mare Redjila (Taher-Jijel) par les nitrates :Détermination de la qualité physico-chimique et biologique de l’eau These de Magistere.Univ de Jijel :102p.
251. **Wills, T. C., Baker, E. A., Nuhner, A. J., Zorn, T. G. (2006):** Response of the benthic macroinvertebrate community in a northern Michigan stream to reduced summer streamflows. *River Research Applications* :22- 819–836.

252. **Woodiwiss, F. S., 1964.**The biological system of stream classification used by the Trent River Board. *Chemistry Industries* 11 : 443–447
253. **Yoder, C.O. and E.T. Rankin (1995)** Biological response signatures and the area of degradation value: New tools for interpreting multimetric data. Pages 263-286 in W.S. Davis and T.P. Simon (editors). *Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision-making*, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.
254. **Zatwarnicki T (2002)** Ephydriidae. In: Carles-Tolrá M (ed.) *Catálogo de los Dípteros de España, Portugal y Andorra (Insecta)*, vol 8. Monografías SEA, Zaragoza, pp 164–166.
255. **Zerguine, K., Bensakhri, Z., Bendjeddou, D., Khaladi, O., 2018.** Diversity and
256. **Zeybek , M., Kalyoncu, H., Karakaş, B., Özgül, S., 2014.** The use of BMWP and ASPT indices for evaluation of water quality according to macroinvertebrates in Değirmendere Stream (Isparta, Turkey). *Turkish Journal of Zoology*. 38: 603-613.
257. **Zielske S, Haase M (2015)** Molecular phylogeny and a modified approach of character-based barcoding refining the taxonomy of New Caledonian freshwater gastropods (Caenogastropoda, Truncatelloidea, Tateidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 89: 171–181. doi: 10.1016/j.ympev.2015.04.020 .Zoobenthic communities of inlets and outlets of high altitude Alpine lakes.

Annexes




Annexe

Tableau 27 : L'abondance des macro-invertébrés trouvée au niveau de l' Oued Abiod :

Ordre	Famille	Sous famille	Genre	S1	S2	S3	S4	S5	S6
Diptera	Chironomidea	Orthoclaadiinae	/	13 2	159	214	0	0	0
		Chironominae	<i>Tanytarsini sp</i>	20	0	0	0	0	0
			<i>Chironomus sp</i>	13 0	48	23	140	3	0
		Tanypodinae	<i>Procladius sp.</i>	3	2	9	1	1	0
	culicidae	culicinae	<i>Culex sp</i>	0	0	1	49	0	0
	Ceratopogonidea	Sphaeromiini	<i>Probezzia sp</i>	0	0	1	0	1	50
	Simuliidea	prosimuliini	<i>prosimulium sp</i>	0	0	0	1	0	0
		simuliini	<i>Simulium sp</i>	3	1	4	13	0	0
	Psycodidea	Psychodinae	<i>psycoda sp</i>	1	1	1	0	0	0
	Muscidae	/	<i>Limnophora</i>	0	0	0	0	0	1
	Ephydriidae	/	<i>Dichaeta</i>	0	0	0	17	0	85
	Anthomyiidae	/	<i>Limnophora sp</i>	0	0	0	1	0	11
	Scatophagidae	/	<i>Acanthocnema sp</i>	1	0	0	1	1	1
	Limnioniidae	/	<i>Eriopterus sp</i>	0	0	0	0	0	1
Empididae	cliocerinae	/	1	8	0	3	1	0	
Ephemeroptera	Heptogeniidae	Rhithrogeninae	<i>Epeorus</i>	0	0	0	1	0	0
		Ecdyonurinae	<i>Ecdyonurus</i>	0	0	0	1	0	0
	Betidae	/	<i>Acentrella</i>	0	0	1	10	0	0
	Ephemerillidae	/	<i>Ephemerella</i>	0	0	0	0	7	0
	caenidae	/	<i>caenis</i>	0	0	0	14	14	20
		/	<i>Choroterpes</i>	2	45	1	0	3	0
Leptophlebiidae	/	<i>Paraleptophlebia sp</i>	0	0	0	0	2	0	
Hemiptera	Pleidea	/	<i>Neoplea</i>	0	0	0	0	2	0
	corixidae	micronectinae	<i>Micronecta sp</i>	0	0	0	0	6	1
Coleoptere	Elmidae	/	<i>Riolus sp</i>	0	0	0	1	0	0
	Halipilidae	/	<i>Halipus sp</i>	0	0	0	0	2	16
	Hydrochidae	/	<i>Hydrochus sp</i>	1	0	0	0	0	19
	Dytiscidae	Hydroporinae	<i>hygrotus sp</i>	0	0	0	0	0	1
			<i>Hydrovatus sp</i>	0	0	0	0	2	2
			<i>Deranectes sp</i>	0	0	0	6	0	0
			<i>Laccophilus</i>	0	0	0	0	1	0
			<i>Hyphydrus sp</i>	0	0	0	0	2	0
	Hydrophilidae	Hydrophilinae	<i>crenitis sp</i>	0	0	1	0	1	0
<i>hydrobius sp</i>			0	0	0	1	1	2	
<i>Hydrophilus sp</i>			0	0	0	0	2	0	
Tricoptera	Limnephilidae	Apataniinae	<i>Apatania sp</i>	47 4	52	92	0	0	0
	Ecnomidae	/	<i>Ecnomus sp</i>	0	0	0	0	1	0
	Hydropsychidae	/	<i>hydropcyhus sp</i>	0	0	0	1	7	0
		Diplelectroninae	<i>Diplectronea</i>	0	0	0	0	2	0
	pollycentropodidae	/	<i>neureclipsis</i>	0	0	0	0	2	2
	Hydroptilidae	/	/	0	0	0	0	2	0

Oligochaeta	Limbriculidae	/	/	0	1	0	0	0	0
Arhynchobdellida	Ghossiphoniidae	Hirudinariinae	<i>Hirudo medicinalis</i> <i>Linnaeus, 1758</i>	1	0	0	0	0	1
Littorinimorpha	Hydrobiidae	/	<i>Bythiospeum sp</i>	1	0	0	0	1	
	Tateidae	/	<i>Potamopyrgus sp</i>	0	0	0	0	1	

Photo originale : list des photos des macro-invertébrés recensé dans les 6 stations de l'Oued Abiod.

Les coleopteres	
	
Halpilidadae : (Photo originale Boudrari 2019)	Dytixidae : (Photo originale Boudrari 2018)
	
Hemiptera : corixidae : Photo originale Boudrari 2019)	
Trichoptera	



Limnephilidae : **(Photo originale Boudrari 2019)**

Ephemeroptera



Caenidae : **(Photo originale Boudrari 2019)**

Diptera



Chironimidae (Nymphe) : **(Photo originale Boudrari 2019)**



Chironimidae (larve) : **(Photo originale Boudrari 2019)**



Scatophagidae : **(Photo originale Boudrari 2019)**



Simuliidae : Nymphe sans cocon : **(Photo originale Boudrari 2019)**

ملخص

اللافقاريات الكبيرة القاعية في الواد الأبيض شرق الجزائر، جرد تنوع بيولوجي تغيرات

مكانية و قيم التسامح

اللافقاريات المائية الكبيرة، هي كائنات حية تعيش في قاع الجداول والبحيرات حيث يتم توزيعها بطريقة غير متجانسة. على الرغم من دورها الأساسي في أداء النظم إيكولوجية المائية، فهي واحدة من الكائنات التي تم تجاهلها والغير معروفة. تركز هذه الدراسة على اللافقاريات المائية الكبيرة، وكان الهدف منها هو تقييم تنوع اللافقاريات المائية الكبيرة ونوعية مياه الواد الأبيض. ولهذا الغرض، تم جمع الحيوانات القاعية بين مارس 2018 ومارس 2019 من محطات في الواد الأبيض. بالإضافة إلى ذلك، تم قياس 07 متغير فيزيائي وكيميائي لنوعية المياه (درجة الحرارة، الناقلية الكهربائية، الملوحة، الحموضة)، تم الاستعانة بمؤشر جودة المياه لتحديد جودة المياه الفيزيائية والكيميائية ومؤشرات بيولوجية أخرى منها مؤشر حيوي يعتمد على عائلات اللافقاريات، مؤشر فريق العمل للرصد الحيوي، مؤشر متوسط الدرجة لكل صنف بالإضافة إلى المؤشر البيولوجي العالمي الموحد لتقييم الجودة البيولوجية المائية. تتألف الحيوانات المسجلة في هذا العمل من 1979 فردًا يتوزعون على 32 عائلة و41 صنفا ينتمون إلى مجموعتين (المفصليات الرخويات والديدان) بالنسبة لمؤشر فريق العمل للرصد الحيوي والمؤشر البيولوجي العالمي الموحد إن المؤشر الحيوي الذي يعتمد على عائلات اللافقاريات ومؤشر ومتوسط الدرجة لكل صنف فلقد قيموا الواد الأبيض على أنه ذاو جودة هيد وبيولوجية متوسطة. تم تطبيق العديد من التحاليل المتعددة المتغيرات منها تحليل المكونات الرئيسية لوصف تصنيف المواقع والتحليل الإحصائي للعوامل الجزئية لدراسة الاختلافات وتوزيع اللافقاريات في المحطات المدروسة بالإضافة إلى تحليل العالقة المعرفية لدراسة تأثير المتغيرات البيئية على وفرة وتوزيع مجتمع اللافقاريات الكبيرة.

كلمات مفتاحية : اللافقاريات الكبيرة، التنوع البيولوجي المائي، الجودة الفيزيائية، الجودة الهيد وبيولوجية، الواد الأبيض.

Résumé

Les Macro-invertébrés benthiques dans l'Oued El Abiod(Est Algérien). Inventaire, Diversité, Abondance, Variation Spatial et Valeurs de Tolérance.

L'objectif de cette étude était d'évaluer la diversité de macros invertébrées aquatiques et la qualité de l'eau de l'Oued Abiod. Dans ce but, la faune benthique a été collectée entre mars 2018 et mars 2019 dans six stations situées sur l'Oued Abiod entre Batna et Biskra. En outre, 11 variables physicochimiques de l'eau ont été mesurées (la température ; la conductivité électrique ; la salinité ; le potentiel d'Hydrogène ; la vitesse d'eau et la profondeur) et les indices FBI, BMWP, ASPT et IBGN pour évaluer la qualité hydro biologique. La faune enregistrée dans cette étude est composée de 1979 individus correspondant à 32 familles et 41 taxes appartenant à trois groupes faunistiques (arthropodes, mollusques et anilides). Les valeurs des indices BMWP, ASPT, IBGN et FBI intègrent l'Oued Abid dans une qualité hydro biologique moyenne. Des analyses multivariées ACP ont été appliquées pour caractériser la typologie des sites, FCA pour la répartition des espèces autour des stations et la corrélation de Spearman pour examiner l'influence des variables environnementales sur l'abondance et la répartition de la communauté des macros invertébrés.

Mots clés : Les macro-invertébrés benthiques, biodiversité aquatique, qualité hydro biologique, distribution spatiales, l'Oued Abiod.

Abstract

Benthic Macroinvertebrates in Abiod Wadi (East Algeria). Inventory, Diversity, Abundance, Spatial Variation and Tolerance Values.

This study focuses on aquatic macroinvertebrates. The objective of this study was to evaluate the diversity of aquatic macroinvertebrates and water quality of Abiod wadi. For this purpose, the benthic fauna was collected between Mars 2018 and March 2019 at six stations in the Abiod wadi between Batna and Biskra. In addition, 07 physico-chemical variables of water quality were measured (temperature; electrical conductivity, salinity; hydrogen potential, water speed and depth). FBI, BMWP, ASPT indices and IBGN were used to assess the hydro biological quality. The fauna recorded in this work is composed of 1979 individuals corresponding to 32 families and 41 taxa belonging to two faunistic groups (arthropods, mollusks and Anilide). The BMWP, IBGN, FBI and ASPT indexes values classified Abiod wadi as medium hydrological quality. Multivariate analysis (PCA) was applied to characterize sites typology, FCA for distribution of the species around the stations and Spearman correlation to examine the influence of environmental variables on the abundance and the distribution of macro-invertebrate's community.

Keywords: Benthic macroinvertebrates, Aquatic biodiversity, hydro biological quality, spatial distribution, Abiod wadi