

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mohamed Khider Biskra

Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Réf :.....

Filière : Biologie

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Mémoire de fin d'Etudes

En vue de l'obtention du diplôme :

Master

Thème

**Evaluation de la qualité biologique des eaux des
oueds Bouroumi, Djer et Mazafran par les
méthodes : IBGN et BMWP'.**

Présenté par :

HAIMER Saida

KHELIFI Ahlem

Devant le jury :

Président : ABSI Rima

Promoteur : YASRI Nabila

Examineur : ATTIR Badreddine

Promotion : Juin 2023.

Remerciements

Avant tout je remercie le Dieu qui m'a donné la force et la patience pour accomplir ce travail.

Je remercie chaleureusement mes chers parents pour tout ce qui m'ont donné, pour leur patience et pour leur amour.

Aussi, Nos remerciements mon encadreur Madame YASRI Nabila, pour ses conseils judicieux, sa patience et son appui tout au long de cette étude. Sa compétence, son sérieux et son sens du devoir m'ont énormément marqués. Ce travail est pour vous témoigner ma profonde gratitude.

Mes remerciements vont aussi à tous les membres du jury : Je les remercie pour avoir accepté d'évaluer mon mémoire. Votre participation à mon jury de soutenance a été un grand honneur pour moi.

Mes remerciements s'adressent également à tous les enseignants de Faculté d'Alhadjeb Biskra, pour leurs efforts dans notre réalisation de gratitude.

Enfin nous tenons à remercier tous ceux qui m'ont aidé et contribué de près ou de loin pour achever ce travail.

Introduction	1
---------------------------	---

PARTIE THEORIQUE

CHAPITRE I: Généralités sur les macroinvertébrés

1. Définition des Macro-invertébrés.....	3
2. Morphologie.....	3
3. Quelques ordres des insectes	4
1.3.1 Ephéméroptères	4
1.3.2. Les plécoptères.....	5
1.3.3. Les diptères	6
1.3.4. Les coléoptères.....	7
1.3.5. Les trichoptères	8
1.3.6. Les odonates.....	9
4. Avantages des macro-invertébrés benthiques	10

CHAPITRE II: Présentation du site d'étude

1. Situation et carte géographique de la région d'étude.....	13
2. Cadre géologique.....	14
3. Le climat	15
3.1. Précipitations.....	15
3.2. Les Températures.....	17
3.2. 1. Température de l'eau	17
3.2.2 Température de l'air	17
3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN	19
4. Couvert végétal	20

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III: Matériels et Méthods

1- Descriptions d'ensemble du réseau hydrographique et emplacement des stations.....	23
2- Description des cours d'eaux et des stations étudiés.....	23
1- Oued Mazafran.....	24

2- Oued Bouroumi.....	26
3- Oued Djer.....	27
3. Paramètres environnementaux	28
3.1. La vitesse du courant	28
3.2. Profondeur et section mouillée.....	29
3.3. Substrat.....	30
3.4. Température de l'eau	30
4. Période d'échantillonnage.....	31
1. Méthode d'échantillonnage de la faune benthique :.....	31
1.1. Technique de prélèvement :	32
1.2. Conservation des échantillonnages :.....	32
1.3. Tri et détermination :	32
2. Analyse faunistique	33
2.1. Liste faunistique	33
2.2. Indice de diversité.....	33
2.2.1.Richesse spécifique.....	33
2.2.2.Abondance relative	33
2.2.3. Occurrence des espèces.....	33
2.3. Indice Biologique Globale Normalisé(IBGN)	34
2.3.1 Généralités sur IBGN	34
2.3.2 Méthode IBGN	35
2.3.3. Principe général de l'IBGN.....	35
2.3.4 Le calcul de l'IBGN	35
2.4. Indice Biological Monitoring Working Party (BMWP'):.....	38
Chapitre IV: Résultats et Discussion	
1. Analyse globale de la faune :.....	42
1.1. La liste faunistique :.....	42

1.2. indices de diversité.....	44
1.2.1. Abondance et occurrence des ordres récoltés dans la faune totale	44
1.2.2. Abondance, occurrence et richesse taxonomique des groupements zoologiques recensés	45
1.2.2.1. richesse taxonomique.....	45
1.2.2.2. Abondance et occurrence des groupements	47
1.2.2.2.1. Les Diptères	47
1.2.2.2.2. Les Ephéméroptères.....	47
1.2.2.2.3. Les Mollusques :	50
1.2.2.2.4. Les Odonates :.....	51
1.2.2.2.5. Trichoptères	53
1.2.2.2.6. Coléoptères	53
1.2.2.2.7. Hétéroptères	54
1.3. Analyse de la qualité des eaux.....	55
Conclusion	63

Références**RESUME**

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

AR: Abondance relative.

B: Bouroumi.

BMWP: Biological Monitoring Working Party.

D : Djer.

IBGN : Indice Biologique Globale Normalisé.

OC : Occurrence Relative.

M : Mazafran

Liste des figures

Figure 1. 1 : La structure de larve Plécoptère (RUFFONI, 2017).....	4
Figure 1. 2 : Larve d'un représentant d'ordre des éphéméroptères (BRULIN, 2007).	5
Figure 1. 3 : Larve d'un représentant d'ordre des plécoptères (JACQUES.2006).....	6
Figure 1. 4 : Larve d'un représentant d'ordre des Diptères. (MOISAN, 2022).....	7
Figure 1. 5 : Larve d'un représentant d'ordre des Coléoptères. (François, 2015)	8
Figure 1. 6 : Larve d'un représentant d'ordre des Trichoptères. (MOISAN ,2022)	9
Figure 1. 7 : Larve d'un représentant d'ordre des Odonates. (JOURDE ,2010).....	10
Figure 2. 8 : Situation géographique du réseau hydrographique du Mazafran (YASRI- CHEBOUBI, 2018).	13
Figure 2. 9 : Carte géologique de la Mitidja (TRENOUS, 1961).	14
Figure 2. 10 : Précipitation Moyennes annuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007 (source : ONM de Dar El Beida).....	16
Figure 2. 11 : Précipitations moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007. (Source : ONM de Dar El Beida).	16
Figure 2. 12 : Températures moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007.	18
Figure 2. 13 : Digramme ombrothermique de la région de Médéa (période 1998-2007).	19
Figure 2. 14 : Digramme ombrothermique de la région d'Alger (période 1998-2007).	20
Figure 3. 15 : Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et emplacement des stations (Institut National de Cartographie et de Télédétection 2012, modifiée).....	24
Figure 3. 16 : échantillonneur de type "Surber"	32
Figure 4. 17 : Abondances et occurrences des grandes de la faune benthique recensée dans les stations étudiés.....	45
Figure 4. 18 : Richesse taxonomique des stations étudiées.	46
Figure 4. 19 : Abondances et occurrences des Diptères recensés dans les stations étudiées....	48
Figure 4. 20 : Distribution des Dipteres dans les stations prospectées.....	48
Figure 4. 21 : Abondance et occurrence des Ephéméroptères recensés dans les stations étudiées.	49
Figure 4. 22 : Distribution des Ephéméroptères dans les stations prospectées.....	50
Figure 4. 23 : Distriubtion des Mollusque dans les stations prospectées.	51
Figure 4. 24 : Abondances et occurrences des Mollusque dans les stations prospectées.....	51
Figure 4. 25 : Abondances et occurrences des Odonates recensés dans les stations étudiées. .	52
Figure 4. 26 : Distribution des Odonates dans les stations prospectées.	52

Figure 4. 27 : Distribution des Trichoptères dans les stations prospectées.	53
Figure 4. 28 : Distribution des Coléoptères dans les stations prospectées.	54
Figure 4. 29 : Distribution des Hétéroptères dans les stations prospectées.	55
Figure 4. 30 : Analyse hydrobiologique d'IBGN sur les 7 stations étudiées.	60
Figure 4. 31 : Analyses hydrobiologique d'BMWP sur les 7 stations étudiées.	61
Figure 4. 32 : Cartographie de la qualité des eaux du réseau hydrographique de l'oued Bouroumi et l'oued Djer (utilisation IBGN).....	62
Figure 4. 33 : Cartographie de la qualité des eaux du réseau hydrographique de l'oued Bouroumi et l'oued Djer (utilisation BMWP).	62

Liste des Tableau

Tableau 1: Classification de la vitesse du courant selon Berg.....	29
Tableau 2 : profondeurs et largeurs moyennes des stations étudiées : période Janvier 2007- mai 2007.	29
Tableau 3 : Nature du substrat des stations étudiées.	30
Tableau 4 : moyennes des températures de l'eau dans les stations étudiées.	31
Tableau 5 : Valeur de l'IBGN selon la nature et variété taxonomique de la macrofaune (GENIN et al, 2003).	37
Tableau 6 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau (norme AFNOR T 90-350,1992).	38
Tableau 7 : Système de score du BMWP	39
Tableau 8 : Classe de qualité , signification des valeurs du B.M.W.P.....	40
Tableau 9 : Liste faunistique recensée au niveau des eaux des oueds Bouroumi, Djer et Mazafran.	42
Tableau 10 : faune globale recensée dans les stations étudiées.	43
Tableau 11 : diversité taxonomique, groupe indicateur et valeur de l'IBGN étudiés des trois oueds.	56
Tableau 12 : Score, Classe de qualité, Valeur du BMWP étudiés des trois oueds.	56

Introduction

L'eau est un élément fondamental de la vie, recouvrant 72% de la surface de la terre, et représentant une réserve totale de 1350 milliards de km³ dans la biosphère. Environ 97% de l'eau sur Terre est salée et 3% est douce. Les eaux douces continentales regroupent les eaux de surface et souterraines, courantes et stagnantes, pérennes ou temporaires, avec tous les intermédiaires pouvant exister entre ces différentes catégories. (GENIN et al, 2003)

Les écosystèmes aquatiques sont maintenant mieux appréhendés et gérés comme un ensemble riche, complexe, interactif et fragile. Ils représentent une grande diversité de milieux comme, par exemple, les ruisseaux, étangs et mares, qui font partie des milieux naturels les plus riches du monde. (DUFFAU et al, 2010)

Les études faunistiques, écologiques (répartition spatiale, structure des populations), physico-chimiques et bactériologiques revêtent d'une importance primordiale, d'une part, dans la compréhension du fonctionnement et de la gestion des systèmes naturels et aménagés et d'autre part, dans l'évaluation de l'état de santé écologique des hydro systèmes. (GENIN et al, 2003)

Les macro-invertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau courant. Ils servent de nourriture à nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux. C'est un groupe très diversifié, et les organismes qui le composent possèdent des sensibilités variables à différents stress telles la pollution ou la modification de l'habitat. Les macro-invertébrés sont les organismes les plus souvent utilisés pour évaluer l'état de santé des écosystèmes d'eau courant (MOISAN, 2010).

Ce travail a été réalisé sur trois cours d'eau de la Mitidja Oued Bouroumi, Oued Djer et Oued Mazafran située dans les monts de la wilaya de Blida. Cette présente étude a été établie dans le but d'une détermination de la qualité de l'eau par l'utilisation des voies biologiques IBGN, et BMWP. L'ensemble de ce travail se compose de quatre chapitres

- Le premier chapitre présente une synthèse des connaissances sur les macro-invertébrés.
- Le second chapitre résume les caractéristiques générales de la région d'étude géographie, géologie, climatologie, végétation.
- Le troisième chapitre traite de la description des sites d'études, des méthodes et techniques d'échantillonnage et des indices calculés.

- Le quatrième qui représente la majeure partie de ce travail expose les résultats obtenus ainsi que leurs discussions.



PARTIE
THEORIQUE



CHAPITRE I

1. Définition des Macro-invertébrés

Les macro-invertébrés benthiques sont des organismes aquatiques macroscopiques qui n'ont ni squelette ni cartilage. Les macro-invertébrés benthiques vivent au fond des ruisseaux, des rivières, des lacs ou des marécages. Ce sont surtout des vers, Crustacés, mollusques et insectes. Les macro-invertébrés benthiques sont des composants importants des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à de nombreux poissons, amphibiens et oiseaux. C'est un groupe très diversifié, dont les organismes constitutifs ont des sensibilités différentes à différents stress. Les grands invertébrés sont des organismes plus couramment utilisés pour évaluer la santé des écosystèmes d'eau douce. (BENOIT, 2014)

2. Morphologie

Les insectes sont des invertébrés articulés à squelette externe dont le corps est divisé en trois parties :

La tête : à une paire d'antennes articulées, des yeux composés (souvent des ocelles) et une bouche entourée de pièces buccales.

Le thorax : Divisée en trois segments, prothorax et milieu du thorax, chaque segment possède une paire de pattes chez l'adulte et une ou deux griffes à son extrémité. On remarque généralement la présence de deux paires d'ailes portées par le mésothorax et le métathorax.

Abdomen : généralement 11 segments (dont certains peuvent être fusionnés). Se termine parfois par un appendice (cerci). (DUCLOUX, 2004 ; GAIDY, 1997)

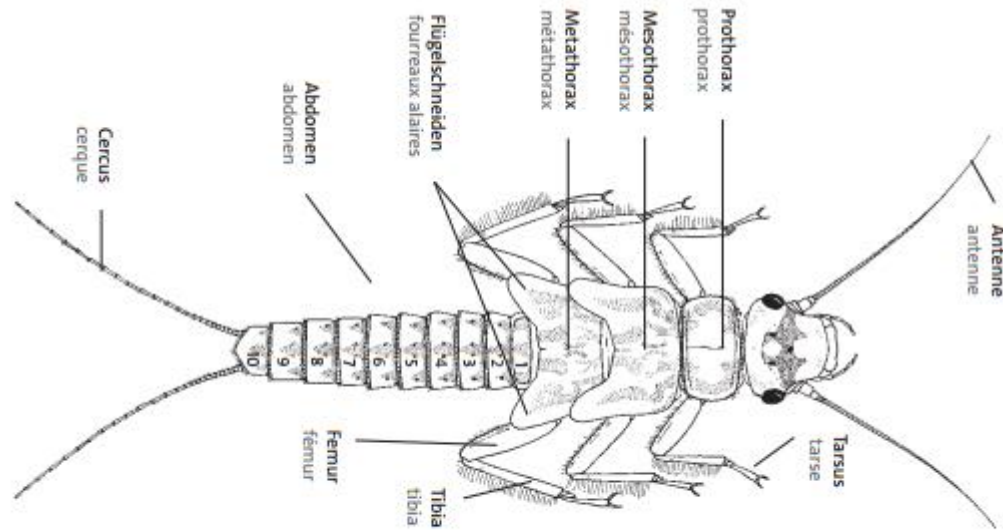


Figure 1. 1 : La structure de larve Plécoptère (RUFFONI, 2017).

3. Quelques ordres des insectes

1.3.1 Ephéméroptères

Insectes éphémères Les larves sont entièrement aquatiques. Leurs caractéristiques par la présence de deux (rares) ou trois queues (deux cerques et paracercaires) C'est ont des branchies Segments abdominaux 1 à 7 ; chez certaines espèces, Certains de ces segments ne le font pas. La forme et emplacement Ces branchies sont cruciales pour leur identification .Les larves ont toutes dix segments abdominaux. Ils sont des organismes fragiles ; ils doivent être manipulés avec précaution. Ils ne sont pas sensibles à la pollution. (DUCLOUX ,2004)



Figure 1. 2 : Larve d'un représentant d'ordre des éphéméroptères (BRULIN, 2007).

1.3.2. Les plécoptères

Ce sont des insectes exclusivement aquatiques et principalement associées aux eaux fraîches et propres. Dont on les distingue grâce aux deux griffes qu'elles ont au bout des pattes. Les plécoptères ont deux queues (cerques). Les antennes sont multi-segmentées et beaucoup plus longues que la tête. Les branchies peuvent être présentes ou absentes. Elles peuvent se situer à différents endroits : sous le cou (cervicales), à la jonction des pattes et de l'abdomen (coxales), sur le thorax (thoraciques), au bout de l'abdomen (anales) ou sur les deux premiers segments abdominaux (abdominales). Ils sont sensibles à la pollution. (DUCLOUX ,2004)



Figure 1. 3 : Larve d'un représentant d'ordre des plécoptères (JACQUES.2006).

1.3.3. Les diptères

Les diptères (mouches) sont le deuxième ordre d'insectes le plus indispensable après les coléoptères. La plupart des diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. Les larves de diptères sont caractérisées par l'absence de pattes articulées. Cette caractéristique est rare chez certaines larves de coléoptères. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales. Des protubérances, appelées bourrelets locomoteurs, peuvent également être présentes. La fin de l'abdomen peut porter des soies et/ou des appendices. La tête est soit distincte, soit indistincte. Des nymphes sont également présentes dans les cours d'eau. La nymphe est l'état intermédiaire entre la larve et l'adulte. Elle est reconnaissable à ses trois paires de pattes articulées accolées au corps et à son paire d'ailes spéciale. Elle peut être libre, dans une enveloppe souple fixée au substrat, ou enfermée dans une enveloppe dure. En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des Chironomidae, qui est considérée comme tolérante à la pollution. Les autres diptères ont une tolérance moyenne. (DUCLOUX ,2004)



Figure 1. 4 : Larve d'un représentant d'ordre des Diptères. (MOISAN, 2022)

1.3.4. Les coléoptères

Les coléoptères sont les plus grands par sa diversité d'espèces. Leur adaptation aux organismes aquatiques beaucoup de. Dans d'autres cas, les larves et les adultes sont aquatiques. Les adultes sont facilement identifiables par leur première paire d'ailes dures, les élytres. D'autre part, les larves ont Formulaires divers, illisibles. Ils ont Une tête dure et distincte et une mâchoire aiguisée. Exister complexe, classé par morphologie larvaire, puis adulte. Sur la carte d'identité, indiquez l'adulte et Les larves se séparent. Ainsi, le nombre d'individus et nombre de taxons adultes et individus et taxons larvaires. Leur Tolérance modérée à la contamination. (DUCLOUX ,2004 ; PHILIPPE, 2009)



Figure 1. 5 : Larve d'un représentant d'ordre des Coléoptères. (François, 2015)

1.3.5. Les trichoptères

Les trichoptères sont un ordre d'insectes dont les larves Les nymphes sont aquatiques. La principale caractéristique de la larve est la présence de deux crochets anaux. Ceux-ci sont situés à l'extrémité de l'abdomen Soit côté ou sur des fausses pattes. La Sclérose de la tête et d'au moins un segment de la poitrine (dur). L'abdomen est doux comme une chenille. Quelques Les larves de trichoptères se construisent un écrin. Ce Les matériaux utilisés sont d'origine végétale ou minérale et sont Généralement typique du genre. Il est donc très important de ne pas Les larves ont été retirées de leurs boîtes avant l'identification. Nymphes, Ils sont toujours sur l'affaire. Ils ont Longues antennes et deux paires de gaines alaires. Leur Les mâchoires sont longues et généralement croisées. En général, les phryganes sont sensibles à la pollution. Là Cependant, la famille des Hydropsychidae est modérément tolérante à la pollution. (DUCLOUX, 2004)



Figure 1. 6 : Larve d'un représentant d'ordre des Trichoptères. (MOISAN ,2022)

1.3.6. Les odonates

Les odonates (libellules et demoiselles) appartiennent à l'ordre Les larves sont des insectes entièrement aquatiques. Indéniablement, leur caractéristique principale est les lèvres inférieures (labium), qui devient un masque rétractable pour attraper des proies. Ils aiment les eaux calmes et Souvent associé à la végétation. La pointe de l'abdomen permet pour distinguer les deux sous-commandes. Ils ont et de grands yeux. Leur tolérance à la pollution est moyenne. (DUCLOUX, 2004)



Figure 1. 7 : Larve d'un représentant d'ordre des Odonates. (JOURDE ,2010)

Ils sont d'excellents témoins de la qualité de l'eau présente et passée en raison des habitats qu'ils occupent et de leur capacité à se déplacer. Ils occupent l'eau, l'habitat et le système hydroélectrique. La plupart du temps, les macro-invertébrés sont les plus courants dont les larves et les insectes aquatiques sont utilisés comme bio-indicateurs. Ces Selon le type de surveillance choisi, les organismes peuvent être identifiés par espèce, famille ou ordre. La différence de sensibilité n'est pas la même. (BOISSONNEAULT, 2006)

4. Avantages des macro-invertébrés benthiques

- a) les macro-invertébrés benthiques sont présents et abondants dans tous les types de cours d'eau, Petit ou grand. (TOUZIN, 2008)
- b) Ce sont des organismes qui combinent de multiples composants de l'environnement, tels que l'habitat et Les polluants, du fait de leur durée de vie assez longue, allant de quelques mois à Deux à trois ans. Contrairement à l'analyse chimique, Les macro-invertébrés benthiques peuvent être utilisés pour détecter les perturbations qui se sont produites, même si Ils n'existent plus au moment de l'échantillonnage. analyser Les produits chimiques nécessite la collecte d'un grand nombre d'échantillons sur de longues périodes Vraiment représentatif En revanche, dans certains cas, une seule campagne d'échantillonnage MIB, que ce soit en été ou en automne, peut évaluer avec précision l'état de la qualité de l'eau d'une zone rivière. Ainsi, les macro-invertébrés

- benthiques reflètent significativement Rivières, qu'elles soient polluées organiquement ou chimiquement. (TOUZIN, 2008)
- c) Ils jouent un rôle important dans la chaîne alimentaire aquatique car ils sont la source Principale source de nourriture pour de nombreux poissons, insectes et amphibiens. Ils doivent donc Existent en nombre suffisant et dans une diversité significative pour soutenir les écosystèmes Rivières équilibrées, fonctionnelles et saines. Par exemple, les phryganes, Surtout au stade immature, les éphémères sont une importante source de nourriture pour de nombreux Beaucoup de poissons d'eau douce. Les libellules jouent un rôle important dans ce Contrôler les populations de moustiques, moucheron et autres petits insectes qu'ils consomment en grande quantité tout au long de leur vie. Par conséquent, le MIB est un élément clé Équilibre de l'écosystème aquatique, encore plus, car plusieurs espèces migrent vers l'extérieur L'eau vit ses propres stades de maturité. (TOUZIN, 2008)
 - d) Ils sont relativement fixes, ce qui en fait de bons indicateurs des conditions locales. contrairement aux poissons qui peuvent s'échapper de la source pollution, les macro-invertébrés restent exposés à leurs éventuels problèmes environnement, qui peut modifier leur physiologie, leur comportement, leur forme, leur Tissus et leurs taux de survie. (TOUZIN, 2008)
 - e) Les macro-invertébrés benthiques comprennent un grand nombre de taxons, dont certains ont Tolérances connues, qui aident à interpréter les données collectées. Aussi, gros Le nombre de taxons existants leur permet de couvrir un large éventail de réponses. différentes sources Ainsi, grâce à eux, la pollution et la dégradation des cours d'eau peuvent être détectées. (TOUZIN, 2008)
 - f) Pour l'échantillonnage et l'identification, leur taille est adéquate. Il est possible de les observer directement sur le site de prélèvement. Ils peuvent être collectés, transportés et stockés en grande quantité avec un équipement simple et léger. (TOUZIN, 2008)



CHAPITRE II

1. Situation et carte géographique de la région d'étude

La Mitidja est notre région d'étude, Ce sont des plaines situées au nord de l'Algérie, au sud d'Alger entre les longitudes 3°09'00 à 3°19'00 et les latitudes 36°30'17 à 36°47'40, sa surface est de 1400 Km² elle s'étend d'est en ouest sur une distance de 100 km et d'une largeur comprise entre 15 et 18 km. Bordée au large de la mer par les collines de la côte, dont le point culminant atteint 268 mètres. A l'ouest, il est relié au mont Shenoua, au sud par la wilaya de Blida, à l'est par la wilaya d'Alger.

La région de notre étude est constituée de plusieurs montagnes, dont : Kodit Sidi Abdel Qader (1629 après JC), Al-Shiffa est originaire des montagnes Media et coule au bas du détroit de Shifa. Il provient de la confluence de Wadi Mouia et Wadi Sidi Bahloul. Il s'étend le long de la plaine de la Mitidja jusqu'à la vallée de Mazafran et se part comme la mer (HAMAIDI et al ,2008).

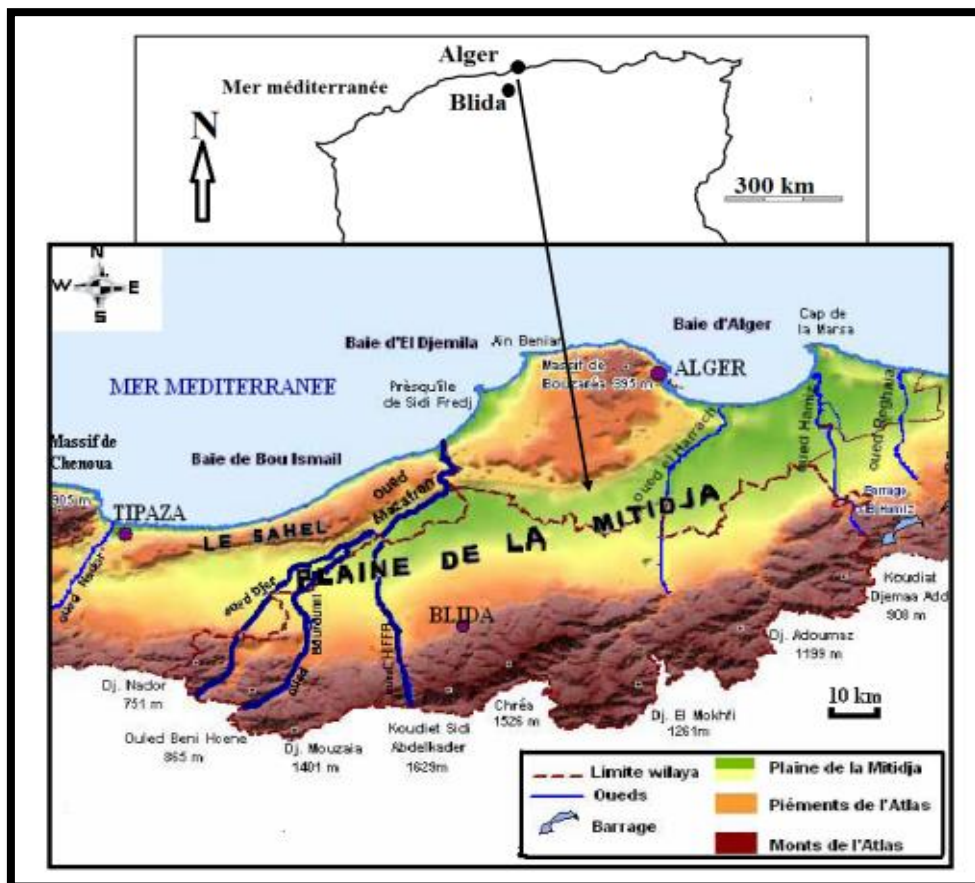


Figure 2. 8 : Situation géographique du réseau hydrographique du Mazafran (YASRI-CHEBOUBI, 2018).

2. Cadre géologique

La plaine orientale de la Mitidja comprend bassin représente une unité géographique et géologique bien distincte bordée par la mer méditerranée au nord, le massif de Blida au sud, à l'est l'oued Boudouaou et à l'ouest El-Harrach (BONNETON, 1977).

Le mont Blida, qui abrite le parc national de Chr a, est situé en dehors de la chaîne alpine algérienne (Faurel, 1947 in Meddour, 2002). Il est situé au sud des monts Chenoua et Bouzaréah, qui en sont séparés par le plio-quadernaire synclinal de la Mitidja. Cette chaîne de montagnes a été le théatre de forts mouvements orogéniques qui ont débuté dans la dernière partie du Tertiaire, lui conférant un aspect particulièrement dynamique en son centre. Avec quelques affleurements de marneux calcaires, il est en grande partie composé de schistes plus jeunes et sans fossiles (Faurel, 1947 in Meddour, 2002). Ces schistes se prolongent souvent vers le sud sous des argiles qui oscillent entre 40 et 60 %, et fortifier la fondation sur laquelle les dépôts des terrains précédents marbre, granit, gr s et conglomérat sont déposés.

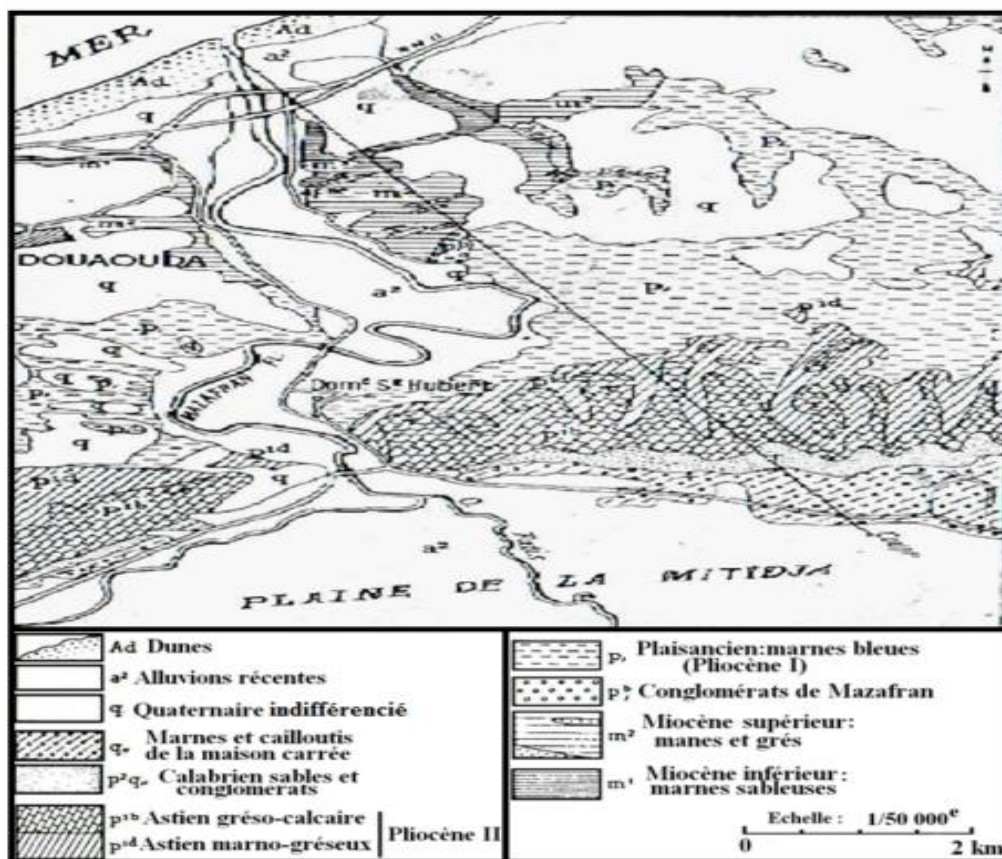


Figure 2. 9 : Carte géologique de la Mitidja (TRENIOUS, 1961).

3. Le climat

Le climat est définie comme étant l'état moyen de l'atmosphère de la terre à un endroit donné durant un intervalle de temps déterminé.

Le climat est l'un des facteurs écologiques dont dépend étroitement l'équilibre et le maintien en vie des êtres vivants. C'est un ensemble de facteurs climatiques ayant une influence directe sur le développement et la répartition des êtres vivants.

Le manque de données dû à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude nous a contraints à utiliser les données enregistrées par les stations météorologiques les plus proches des sites étudiés :

La station météorologique de Médéa pour caractériser les stations amont du bassin du Mazafran ;

La station météorologique d'Alger pour caractériser les stations aval du même bassin.

Ces deux stations météorologiques présentent l'avantage d'avoir des séries de données complètes sur une longue période.

Les données météorologiques utilisées dans le cadre de ce travail (période : 1998-2007) nous ont été fournis par l'Office National de Météorologie (ONM) de Dar el Beida.

3.1. Précipitations

Les taux de précipitation varient selon les régions. En effet, selon SELTZER (1946) ; Kezer (1957) ; CHAUMONT et PAQUIN (1971) in ALIOUANE S et LAMINE S (2013), la répartition des précipitations en Algérie est contrôlée par quatre facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. Il y a plus de précipitations dans les zones de haute altitude et les pentes affectées par les vents humides, et les précipitations diminuent dès qu'elles arrivent Dirigez-vous vers le sud loin de la côte.

La pluviosité moyenne annuelle reste la donnée la plus utilisée pour caractériser la quantité de pluie en un lieu donné.

Les figures 2-10 et 2-11, respectivement les moyennes annuelles et les moyennes mensuelles des précipitations à Médéa et à Alger, permettent de dégager les principales caractéristiques de la région d'étude. Elles traduisent un régime climatique marqué par l'existence d'une période de sécheresse plus au moins prolongée de la saison estivale, et des

hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles et à grandes irrégularités interannuelle.

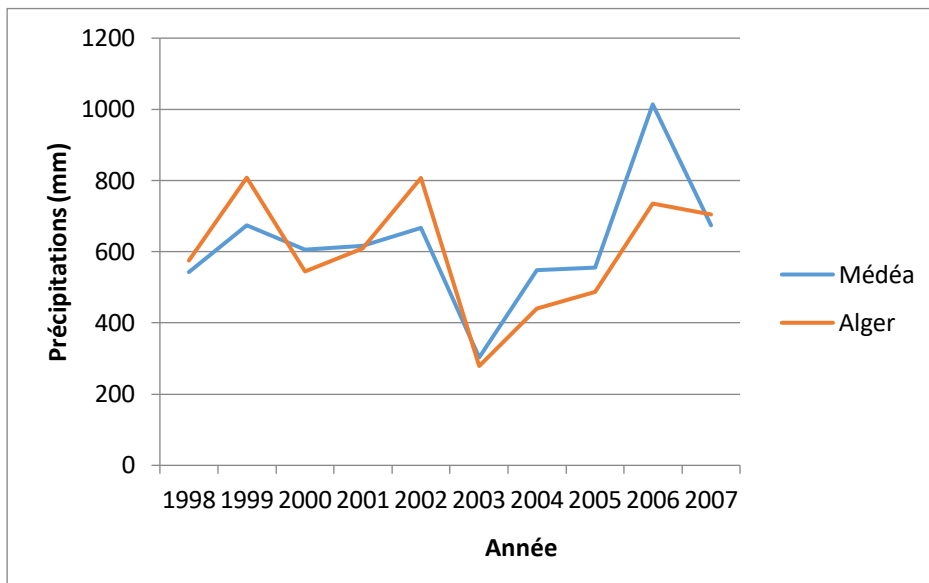


Figure 2. 10 : Précipitation Moyennes annuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007 (source : ONM de Dar El Beida).

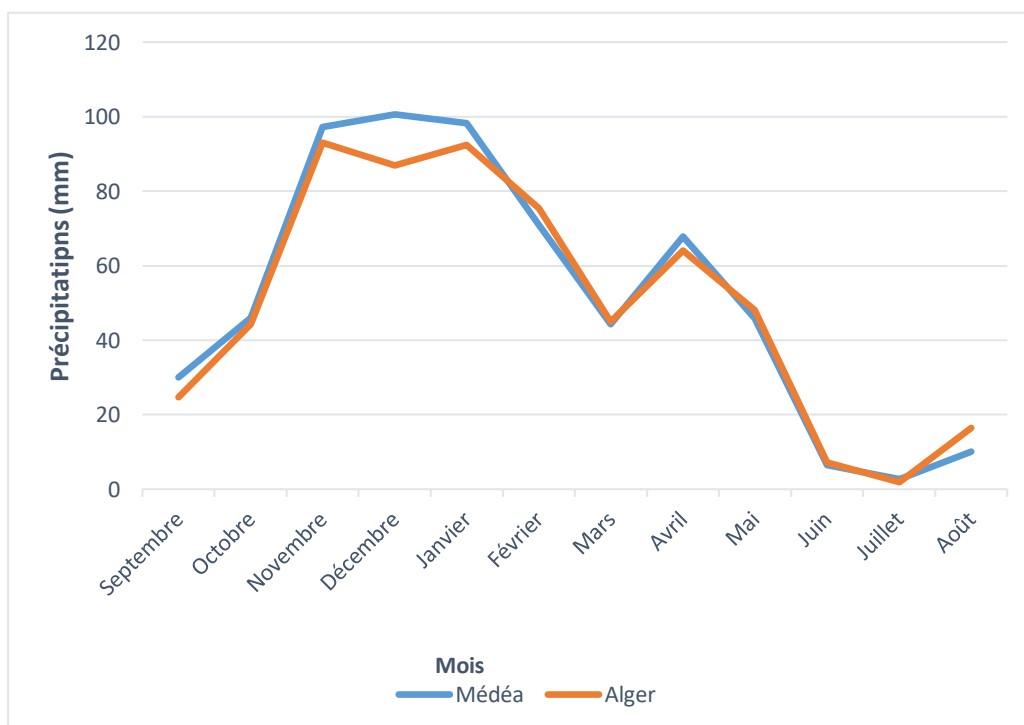


Figure 2. 11 : Précipitations moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007. (Source : ONM de Dar El Beida).

Les variations spatiales des précipitations annuelles pour les stations considérées sont faibles. La moyenne annuelle calculée (période 1998-2007) est de 620,1 mm pour la région de Médéa et de 599,3 mm pour la région d'Alger.

La lecture de la figure 2-11 montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique malgré l'importance de leur variation d'un mois à l'autre.

Les précipitations les plus importantes s'observent de novembre à avril (de l'ordre de 75% de la pluviosité moyenne annuelle) avec un maximum en novembre, décembre et janvier : respectivement 97,2 mm, 100,6 mm et 98,2 mm pour Médéa et 93 mm, 86,9 mm et 92,4 mm pour Alger. Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre des valeurs de l'ordre de 2 mm en juillet et 10 mm en Août, et reprennent en septembre. Elles sont cependant très inégalement réparties car une grande partie en est concentrée en quelques jours et tombe rapidement sous forme d'orages.

3.2. Les Températures

3.2. 1. Température de l'eau

La température de l'eau est un facteur écologique primordial dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau. Renvoient la répartition de la faune benthique dans les cours d'eau à l'action de la température. Celle-ci varie régulièrement selon le profil longitudinal d'un cours d'eau. Chaque station d'un réseau hydrographique donné a son propre régime thermique. Il est déterminé par la combinaison de certains nombres de paramètres tels que : la température atmosphérique, l'altitude, la distance à la source, le régime hydrologique, la saison, la largeur du lit et l'ensoleillement qui lui dépend de la densité du couvert végétal. (DJAMAI, 2020)

3.2.2 Température de l'air

D'après Dajoz (1979), la température est un facteur écologique important dans l'établissement du bilan hydrique. Elle représente un facteur limitant car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces dans la biosphère (RAMADE, 1984). L'étude des températures moyennes

mensuelles et annuelles est primordiale, permet d'évaluer le déficit d'écoulement des bassins versants.

Une des caractéristiques thermiques du bassin du Mazafran est l'écart élevé entre les moyennes des minima (m) du mois le plus froid et des maxima (M) du mois le plus chaud. Ces écarts peuvent atteindre 27°C. Les minima et les maxima enregistrés sont :

- à Médéa : m = 4,39 °C et M = 31,9 °C.
- à Alger : m = 5,39 °C et M = 32,33 °C.

Les moyennes annuelles des températures sont variables d'une année à l'autre. La température moyenne annuelle est de 15,51 °C à Médéa et de 17,96 °C à Alger.

La figure 2-12 montre que les mois de décembre, janvier et février peuvent être considérés comme les mois les plus froids pour Médéa : températures moyennes respectives 7,63 °C, 7,18 °C et 7,89 °C, et janvier et février pour Alger : températures moyennes respectives 11,6 °C et 11,54 °C avec des minima de l'ordre de 5 °C pour les deux régions. Les mois de juillet et Août sont aussi bien pour Médéa que pour Alger les plus chauds avec des températures moyennes de l'ordre de 26 °C et des maxima qui oscillent autour de 31-32 °C.

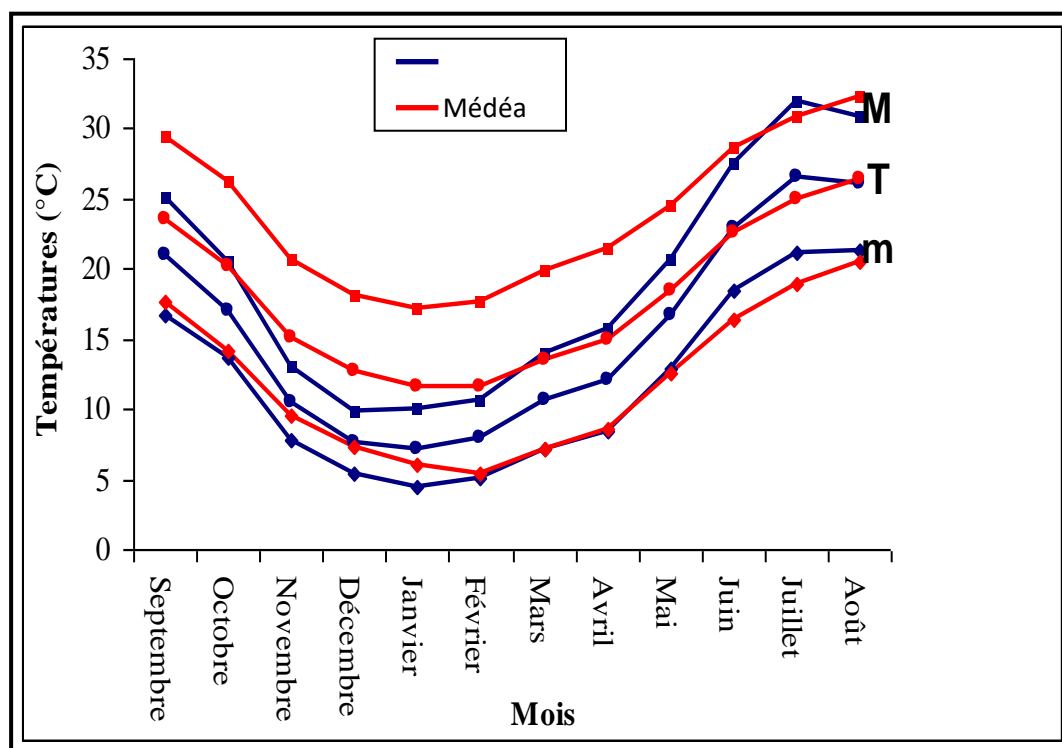


Figure 2. 12 : Températures moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007.

M : moyenne des maxima (°C), m : moyenne des minima (°C) et T : températures moyennes (°C).

3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (DAJOZ, 2000). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (FAURIE et al, 2003).

BAGNOULS & GAUSSEN (1953) définissent le mois sec comme celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimé en degré celsius ($P \leq 2T$).

Les figures 2-13 et 2-14 représentent les diagrammes ombrothermiques des deux stations (Médéa et Alger) situées à des altitudes différentes. Elles montrent clairement la présence :

D'une période sèche d'environ 4 mois : fin mai à fin septembre pour Médéa, et fin mai à la mi-octobre pour Alger ;

D'une période humide de huit mois : début octobre à fin mai pour Médéa, et mi-octobre à fin mai pour Alger.

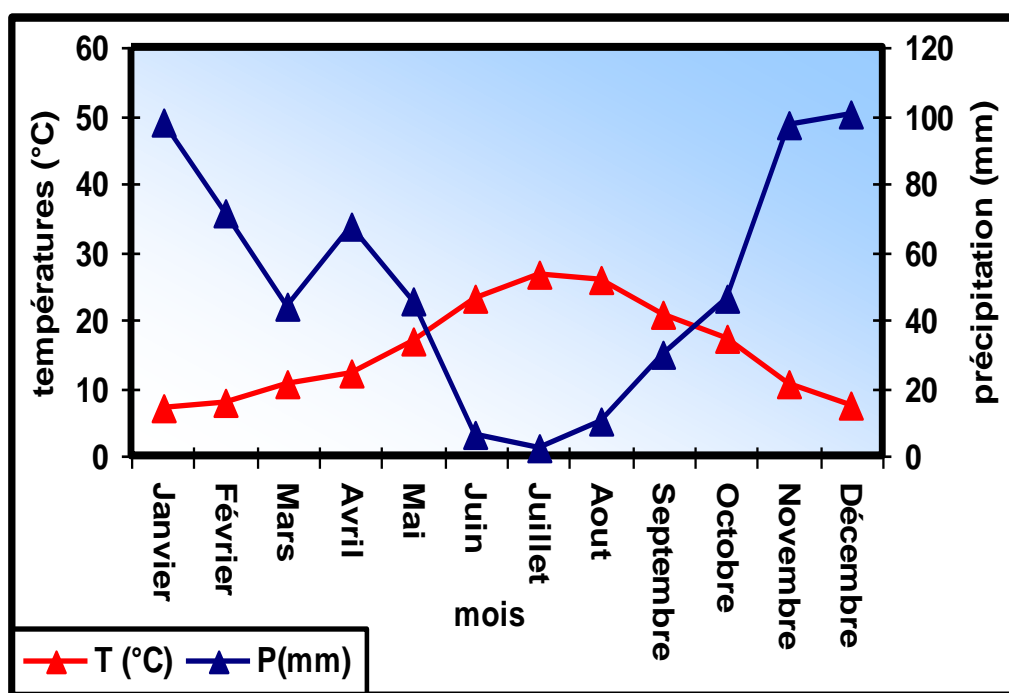


Figure 2. 13 : Diagramme ombrothermique de la région de Médéa (période 1998-2007).

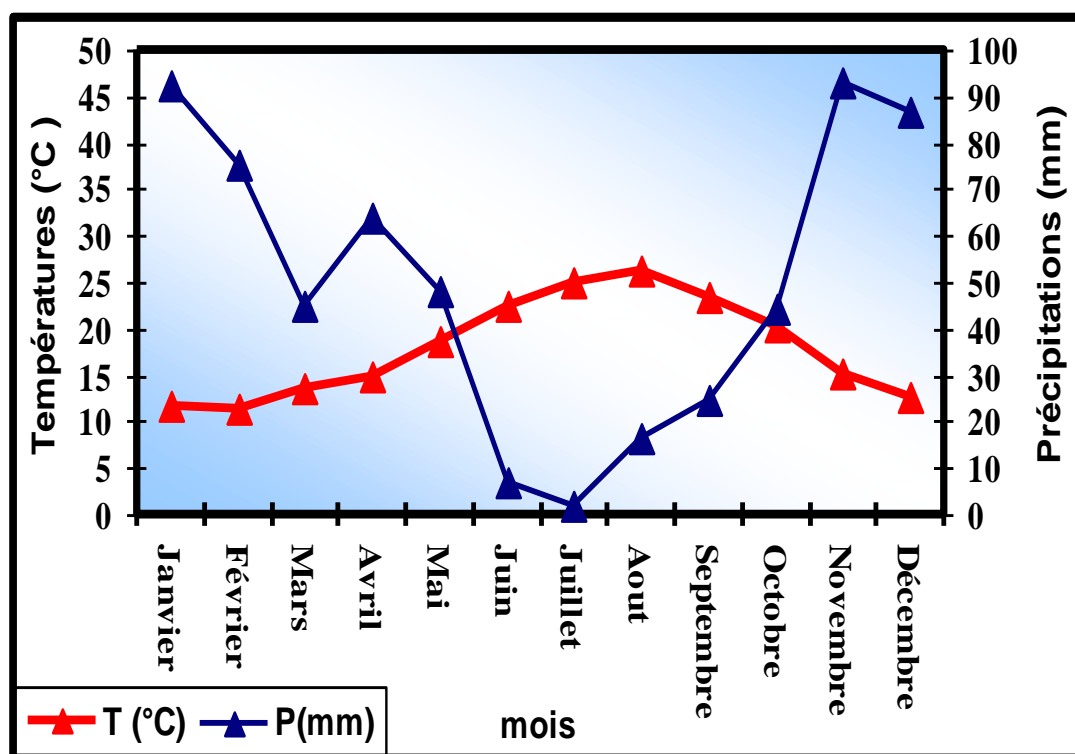


Figure 2. 14 : Digramme ombrothermique de la région d'Alger (période 1998-2007).

4. Couvert végétal

La zone d'étude est caractérisée par couvert végétal méditerranéen.(BENESETTITI, 1985).

Les formations forestières du parc national chréa basées sur le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), de chêne vert (*Quercus ilex*), de chêne liège (*Quercus suber*), de chêne zéen (*Quercus canariensis*), de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de Tuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*). (A.P.N.A. 2006)

Dans la région de la Mitidja, les vergers ont influencées sur les formations forestières naturelles.



**PARTIE
EXPERIMENTALE**



CHAPITRE III

Ce chapitre inclus une description des cours d'eau étudiés, une image générale du contenu environnementale et des méthodes de récoltes utilisées.

1- Descriptions d'ensemble du réseau hydrographique et emplacement des stations

Notre but est l'établissement de listes des Diptères. Notre démarche a été d'échantillonner les habitats des cours d'eau sur la base d'un protocole établi après une étude bibliographique.

Parmi les stations prospectées, 7 ont été retenues dans le cadre de ce travail (figure X). Ces stations ont fait l'objet d'une étude suivie. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un assèchement plus ou moins long pendant les étés très secs.

Le choix des stations a été effectué en tenant compte de certains paramètres tels que l'altitude, la diversité des biotopes, l'amont et l'aval des agglomérations afin d'estimer l'importance de l'impact humain, et dans une certaine mesure, la régularité de la répartition des stations le long des cours d'eau. Ce choix est aussi conditionné par l'accessibilité aux stations. Les stations retenues pour la présente étude se répartissent comme suit :

- Deux stations sur l'oued Bouroumi ;
- Deux stations sur l'oued Djer ;
- Trois stations sur l'oued Mazafran.

2- Description des cours d'eaux et des stations étudiés

Les stations sont indiquées par des points sur la figure x Elles portent la dénomination du cours d'eau sur lequel elles se trouvent. Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la localité la plus proche ;
- l'altitude ;
- la pente à la station ;
- la largeur moyenne du lit mineur ;
- la profondeur de la lame d'eau ;
- la vitesse du courant selon la classification de Berg;
- la nature du substrat ;
- la ripisylve ;
- la végétation aquatique ;
- la durée de l'assèchement ;

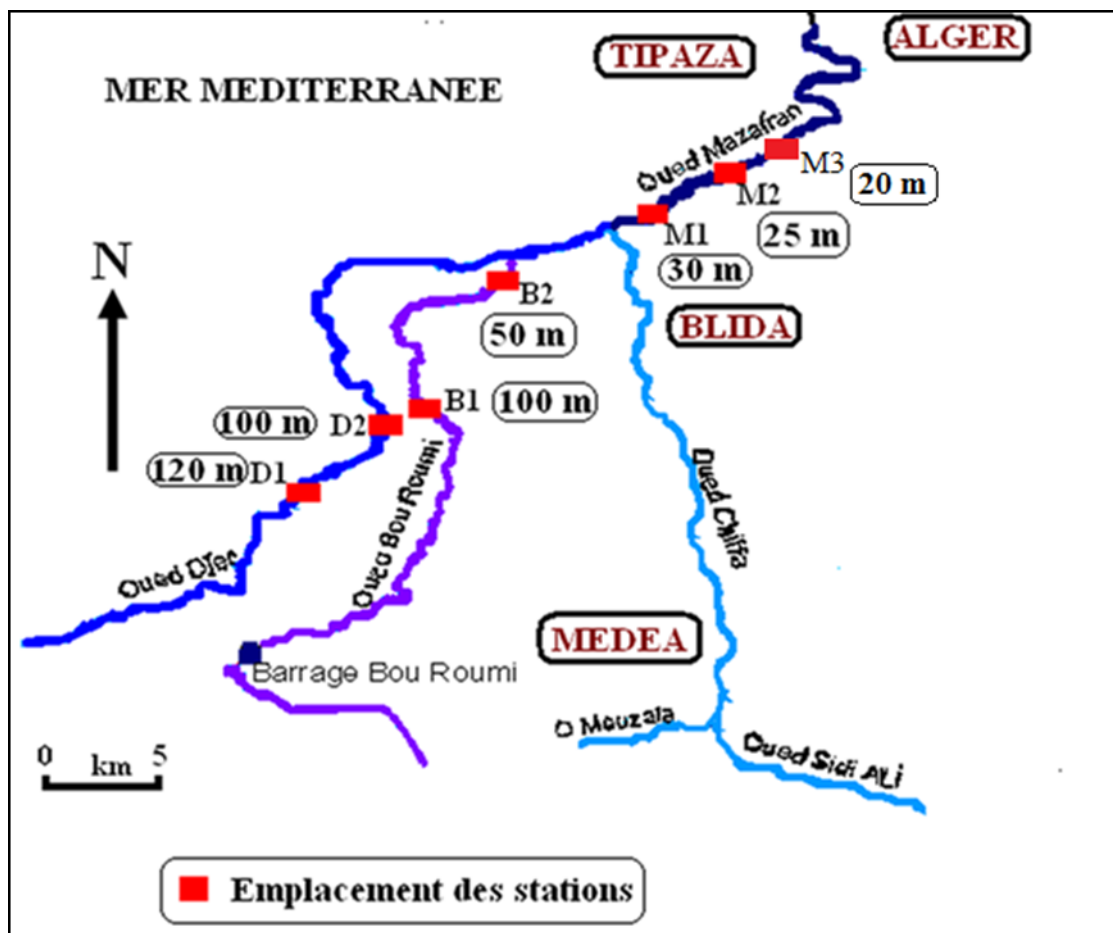


Figure 3. 15 : Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et emplacement des stations (Institut National de Cartographie et de Télédétection 2012, modifiée).

- les influences anthropiques lorsqu'il y'en a.

1- Oued Mazafran

L'oued Mazafran est le principal cours d'eau de la Mitidja. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des bassins versants. Il résulte de la confluence des oueds Chiffa, Bouroumi et Djer à 5 km environ en aval de la ville d'Attatba.

Cet oued coule en orientation sud-nord sur une distance de 22 km avant de se jeter dans la mer méditerranéenne. Sa pente moyenne est de l'ordre de 0,2 % et la largeur de son lit mineur peut atteindre 25 m. Le cours d'eau n'est pas rectiligne mais n'accuse pas non plus de sinuosités très marquées. Il présente des méandres de débordement inondables en période de crues.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : M1, M2 et M3.

Station 1 : Mazafran 1 (M1)

Cette station est située à 2 km en aval de la confluence des oueds Chiffa, Bouroumi et Djer ; et à 7 km en aval de la ville d'Attatba.

- altitude : 30 m.
- pente à la station : 0,2 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 10 m.
- profondeur moyenne : 25-50 cm.
- vitesse du courant : moyenne à lente.
- substrat : limons, sable et graviers.
- ripisylve : strate arbustive.
- végétation aquatique : algues vertes.
- durée de l'assèchement : de juin à septembre.
- actions anthropiques : activités agricoles (cultures maraichères, agrumes, arbres fruitiers), détournement et pompage de l'eau à des fins agricoles.

Station 2 : Mazafran 2 (M2)

Cette station se situe à 12 Km en aval de la ville d'Attatba et à 5 Km en aval de la station M1.

- altitude : 25 m.
- pente à la station : 0,1 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 9 m.
- profondeur moyenne : 25- 50 cm.
- vitesse du courant : moyenne à lente.
- substrat : sable et limons.
- ripisylve : strate arbustive.
- végétation aquatique : algues vertes.
- durée de l'assèchement : de juin à septembre.
- actions anthropiques : activités agricoles (cultures maraichères, agrumes, arbres fruitiers), détournement et pompage de l'eau à des fins agricoles. A ces perturbations s'ajoutent des dépôts d'ordures sur les rives des cours d'eau.

Station 3 : Mazafran 3 (M3)

Cette station se localise à 3 Km en aval de la ville de Koléa.

- altitude : 20 m.
- pente à la station : 0,1 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 11 m.
- profondeur moyenne : 30-60 cm.
- vitesse du courant : moyenne à lente.
- substrat : limons et sable.
- ripisylve : strate arbustive et épineux.
- actions anthropiques : activités agricoles (cultures maraichères, agrumes, arbres fruitiers) et rejets urbains.

2- Oued Bouroumi

L'oued Bouroumi prend sa source dans le Djebel Mouzaia à 540 m d'altitude. Doté d'une pente faible de 1 %, il coule en orientation sud-nord sur une distance de 60 km avant de se jeter dans l'oued Mazafran.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : B1 et B2.

Station 1 : Bouroumi 1 (B1)

Cette station se localise à 1 km en aval du village de Bouroumi.

- altitude : 100 m.
- pente à la station : 0,7 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 3 m.
- profondeur moyenne : 10-45 cm.
- vitesse du courant : moyenne à lente.
- substrat : graviers, sable et limons.
- ripisylve : strate arbustive et herbacée.
- végétation aquatique : algues filamenteuses, lentilles d'eau.
- durée de l'assèchement : de juin à septembre.
- perturbations anthropiques : rejets urbains et dépôts d'ordures sur les rives des cours d'eau.

Station 2 : Bouroumi 2 (B2)

La station se localise à 2Km en amont du village d'Attatba et à 18 km en aval de la station B1.

- altitude : 50 m.
- pente à la station : 0,4 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 7 m.
- profondeur moyenne : 25-50 cm.
- vitesse du courant : moyenne à lente.
- substrat : graviers, sable et limons.
- ripisylve : strate arborescente et arbustive sur la rive gauche et herbacée sur la rive droite.
- végétation aquatique : algues vertes.
- durée de l'assèchement : de juin à septembre.
- perturbations anthropiques : rejets domestiques et activités agricoles (cultures maraichères, agrumes, arbres fruitiers).

3- Oued Djer

L'oued Djer prend sa source dans le Djebel Zaccar à 420 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des sources et des petits ruisseaux qui drainent le flanc Nord du Djebel Zaccar. Doté d'une faible pente (1,3 %), il coule en orientation sud-nord sur une distance de 50 km avant de se jeter dans l'oued Mazafran.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : D1 et D2.

Station 1 : Djer 1 (D1)

La station D1 se localise à 3 Km en aval de la ville d'Oued Djer et à 6 Km en amont de la ville d'El Affroun.

- altitude : 120 m.
- pente à la station : 1,2 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 6 m.
- profondeur moyenne : 20-50 cm.
- vitesse du courant : moyenne à rapide.
- substrat : galets, graviers et sable.
- ripisylve : strate arbustive éparse.
- végétation aquatique : algues vertes.

- durée de l'assèchement : de juillet à novembre.
- perturbations anthropiques : activités agricoles (cultures maraichères, agrumes, arbres fruitiers).

Station 2 : Djer 2 (D2)

Elle est située à 2 km en aval de la ville d'El Affroun et à 8 Km en aval de la station D1.

- altitude : 100 m.
- pente à la station : 0,8 %.
- largeur moyenne du lit mineur : 9 m.
- profondeur moyenne : 30-50 cm.
- vitesse du courant : moyenne à lente.
- substrat : galets, gravier et sable.
- ripisylve : strate arborescente et arbustive éparses.
- végétation aquatique : macrophytes.
- durée de l'assèchement : de juin à octobre.
- perturbations anthropiques : dépôts d'ordures sur les rives de ce cours d'eau.

3. Paramètres environnementaux

3.1. La vitesse du courant

la vitesse du courant est une composante importante du milieu bien connue pour son action sélective sur les peuplements benthiques (Hynes & Hynes, 1970 ; Minshall, 1984). L'écoulement est caractérisé par un profil de vitesse qui dépend du débit, des précipitations, de la pente, de la largeur du lit, des apports des affluents ainsi que de la taille des substrats et de la profondeur de la lame d'eau. Dans ce travail, en raison des difficultés de la mesure de la vitesse du courant, elle est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station.

Tableau 1 : Classification de la vitesse du courant selon Berg.

Vitesses très lentes	inférieur à 10 cm/s
Vitesses lentes	de 10 à 25 cm/s
Vitesses moyennes	de 25 à 50 cm/s
Vitesses rapides	de 50 à 100 cm/s
Vitesses très rapides	supérieur à 100 cm/s

Les mesures de vitesse sont effectuées en surface du cours axial à l'aide d'un flotteur lâché en dérive sur une distance connue.

Le temps mis par le flotteur à parcourir cette distance permet de calculer la vitesse.

Dans notre travail, en raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station.

Les stations étudiées montrent des vitesses moyennes à lentes, ceci est dû à leurs situations dans des altitudes basses.

3.2. Profondeur et section mouillée

La profondeur de la lame d'eau et la section mouillée donne une idée de la taille du cours d'eau à une station donnée. Les profondeurs moyennes des stations étudiées (tableau I) varient de 20 à 45 cm avec une grande majorité au-dessous de 30 cm. Ceci est dû, en grande partie, au choix des stations dans des zones peu profondes pour que le fond soit facilement accessible à l'aide d'un filet suber. Quant à la largeur moyenne du lit mineur des stations étudiées varie entre 3 et 10 m en augmentant régulièrement de l'amont vers l'aval (tableau 2).

Tableau 2 : profondeurs et largeurs moyennes des stations étudiées : période Janvier 2007-mai 2007.

Stations	B1	B2	D1	D2	M1	M2
Profondeurs (cm)	20	30	25	45	30	30
Largeurs (m)	3	7	6	9	10	9

3.3. Substrat

Le substrat constitue un support vital pour les invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie. Il peut être scindé en deux grands types : le substrat minéral et le substrat végétal.

Le substrat minéral : quatre catégories de taille sont distinguées selon le diamètre moyen des éléments fin qui les composent : galets, graviers, sables et limons. L'importance relative de chaque catégorie est estimée par un pourcentage de recouvrement des surfaces en eau, estimés par observation directe à l'échelle de la station (tableau 3).

Le substrat végétal : il peut être utilisé comme support inerte et comme ressource trophique. Son importance au niveau d'une station est exprimée par quatre classes d'abondance, d'absente (0) à très abondante (3) (tableau 3).

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous étages altitudinaux au niveau d'une même station. Vu la situation des stations en basse altitude, le substrat prélevé est à dominance de sable et de limon.

Tableau 3 : Nature du substrat des stations étudiées.

Station Paramètres	B1	B2	D1	D2	M1	M2
GG (%)	30	40	60	50	25	10
Sab (%)	50	35	20	30	40	40
Lm (%)	20	25	20	20	35	50
VA	3	3	3	3	2	1

GG : gros galets, Sab : sables, Lm : limons et VA : végétation aquatique (de la plus abondante : 3 à absente : 0).

3.4. Température de l'eau

La mesure de la température de l'eau est très utile pour les études limnologiques car elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination du pH et la dissociation des sels (RODIER, 1996). Elle conditionne les possibilités de développement et la

durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau (LAVANDIER, 1979 ; THOMAS, 1981 ; ANGELIER et al., 1985).

La température a été mesurée in situ à l'aide d'un analyseur multi-paramètres de terrain de type (WIW 340 I). L'analyse des relevés de températures ponctuelles nous a permis de dresser l'évolution du régime thermique tout au long de notre (étude tableau y)

Tableau 4 : moyennes des températures de l'eau dans les stations étudiées.

Stations	B1	B2	D1	D2	M1	M2
Températures moyennes de l'eau (°C)	9.5	9.8	8.6	9.5	10.5	11.5

Les températures varient entre un minimum de 8,6 °C et un maximum de 11,5 °C, elles augmentent d'amont en aval.

4. Période d'échantillonnage

La collecte des macro-invertébrés a été réalisée entre le mois de janvier et le mois de mai de l'année 2007 à raison de 4 prélèvements. Le prélèvement a été réalisé par Mme YASRI Nabila.

1. Méthode d'échantillonnage de la faune benthique

Nous choisirons donc un site représentatif de la portion du cours d'eau souhaite évaluer la qualité générale.

Les stations seront décrites plus haut aussi complètement que possible, y compris les principales caractéristique environnementales, et seront utilisées pour faciliter l'interprétation des résultats.

1.1. Technique de prélèvement

On effectue huit prélèvements par station, en recherchant une représentativité maximum, par échantillonnage de tous les types de micro-habitats présents. Ceux-ci sont caractérisés par un couple substrat- vitesse.

L'échantillonneur, équipé d'un filet de vide de maille 500 μ m, sera de type « Surber » pour les faciès lotique (eaux courantes). Le substrat est alors nettoyé à la main, le courant entraînant les organismes dans le filet (pour les substrats meubles, l'échantillonnage se fait sur une épaisseur de quelques centimètres).

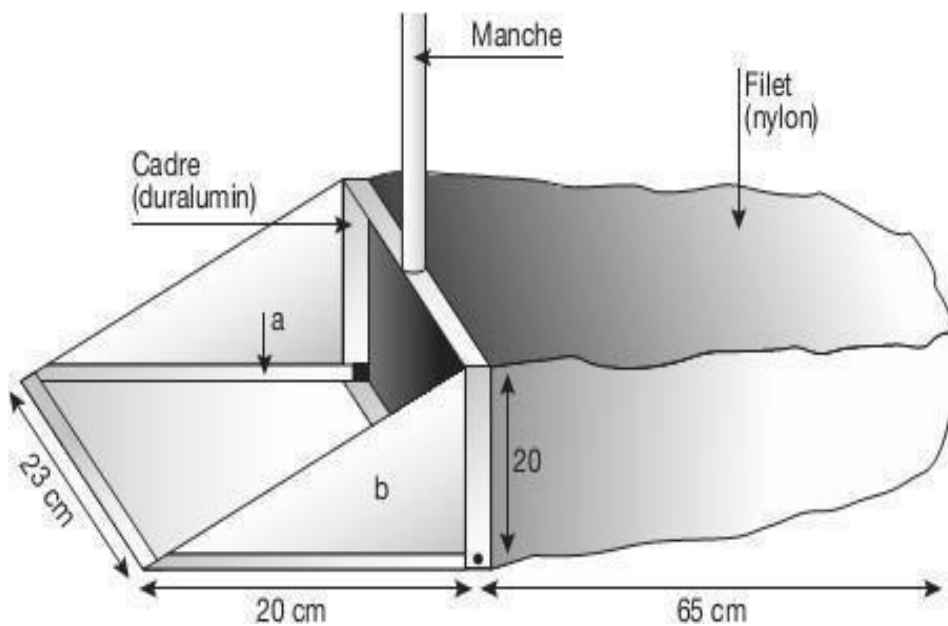


Figure 3. 16 : échantillonneur de type "Surber"

1.2. Conservation des échantillonnages

Les échantillons prélevés ont été recueillis dans des bassines en plastique et fixés avec du formol à 5% au point de prélèvement. La date, le nombre et les caractéristiques du site ont été enregistrés à chaque échantillonnage.

1.3. Tri et détermination

Au laboratoire, les échantillons sont lavés dans un tamis d'un diamètre de maille de 300 μ m pour éliminer les particules indésirables. Verser ensuite le contenu du tamis dans un bac avec de l'eau et transférer dans un bécher de 250 cc. Un pré tri et une détermination jusqu'à l'ordre ou à la famille, sont effectués sous la loupe binoculaire par fractions successives dans

des boîtes de pétri à fond quadrille Pour ce travail de base, nous nous sommes référés aux clés de détermination de (TACHET et al, 1980, TACHET et al 2002; RICHOUX, 1982 et LAFONT, 1983).

2. Analyse faunistique

2.1. Liste faunistique

Après avoir identifié les macro-invertébrés présents sur un site, construire une liste faunistique recensant tous les taxons présents dans la faune et indiquant le nombre total de taxons sur le site considéré (GENIN et al, 2003).

2.2. Indice de diversité

Plusieurs indices ont été utilisés pour la caractérisation des peuplements, la comparaison générale de différents peuplements ou l'état d'un même peuplement étudié à différentes époques (BARBAULT, 1995).

Ce sont des indices et des abondances relatives, qui permettent aussi de comparer deux populations et de comprendre leur évolution dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 1985).

2.2.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique S est représentée par le nombre total d'espèces recensées (ou le nombre moyen par unité de surface).

2.2.2. Abondance relative

L'abondance relative d'une espèce dépend de la façon dont les ressources naturelles sont partagées dans son habitat, et sa valeur est donnée par la formule suivante :

$$Ar (\%) = ni/N*100$$

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

N : Nombre total d'individus.

2.2.3. Occurrence des espèces

Appelée aussi indice de stabilité au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport entre le nombre d'enregistrements (P_i) où se trouve une espèce (i) et le nombre total d'enquêtes réalisées, exprimé en pourcentage sur (P) à la même station. Il est calculé par la formule suivante

$$Oc (\%) = 100*P_i/P$$

P_i : nombre de prélèvements où l'espèce *i* est présente.

P : nombre total de prélèvements.

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

- C = 100% Espèce omniprésente.
- C] 100 – 75] Espèce constante.
- C] 75 – 50] Espèce fréquente.
- C] 25 – 5] Espèce accessoire.
- C < 5 % Espèce rare.

2.3.Indice Biologique Globale Normalisé(IBGN)

2.3.1 Généralités sur IBGN

L'IBGN est un indicateur biologique du compartiment des invertébrés benthiques. Convient aux rivières dont la profondeur d'eau ne dépasse pas 1 m. Son protocole de prélèvement et son dosage font l'objet de normes nationales françaises. L'IBGN évalue la capacité du milieu à accueillir les organismes en considérant l'abondance et la diversité des macro-invertébrés benthiques et la représentativité de l'habitat de la station. En combinant l'influence de la qualité physique et chimique de la masse d'eau et l'influence des caractéristiques hydrauliques de la forme du canal, la qualité biologique de l'environnement peut être notée. La note va de 0 (mauvaise qualité) à 20 (très bonne qualité).

L'indice biométrique mondial normalisé, ou IBGN, exprime la qualité des populations d'invertébrés par rapport à la qualité de l'eau du robinet et à la qualité de l'environnement. Elle tient compte à la fois des différentes sensibilités à la contamination et de la diversité taxonomique des différents groupes d'invertébrés (groupes indicateurs). L'IBGN repose sur l'utilisation d'une liste de 138 taxons de macro-invertébrés comprenant 38 indicateurs (Annexe III). La classification selon leur susceptibilité accrue à la contamination (tableau 3), les valeurs de fluctuation de zéro (0) (très mauvaise qualité) à vingt (20) (très bonne qualité) étaient basées sur la présence d'un nombre suffisant de taxons indicateurs et Attribution des numéros de taxons appartenant à la liste des 138 taxons. (ARCHAIBAUT et DUMONT, 2010).

2.3.2 Méthode IBGN

Il existe de nombreuses méthodes pour évaluer l'environnement, la qualité de l'eau ou détecter les effets des perturbations. Le choix de la méthode dépend en grande partie de la question posée, des conditions environnementales et du système aquatique étudié.

Dans le cadre de ce travail, nous avons retenu l'IBGN comme méthode d'évaluation de la qualité du cours d'eau étudié. La pollution chimique de la biomasse aquatique dans les sites aquatiques peut être évaluée à travers la composition des populations d'invertébrés benthiques vivant dans différents habitats, également liée à la nature du substrat (ingénierie fluviale ou recalibrage) et aux événements climatiques (orages, crues éclair). Dans le cas de ce travail, le choix dépend des mérites de cette méthode :

- Grande diversité taxonomique de la macrofaune benthique et du fait qu'elle regroupe de nombreuses espèces bio-indicatrices et sa répartition dans l'ensemble des écosystèmes aquatiques.
- Facilité d'échantillonnage et de la manipulation du matériel biologique.
- Limite pratique de détermination taxonomique est la famille pour la plupart des groupes faunistiques (insectes) et l'embranchement, la classe ou l'ordre dans certains cas (crustacés et mollusques).

Les invertébrés constituent donc de bons intégrateurs de la qualité globale de l'écosystème aquatique et sont facilement exploitables (HAOUCHINE, 2011).

2.3.3 Principe général de l'IBGN

Le principe de cette méthode repose sur le prélèvement de la macrofaune benthique au niveau d'une station. Selon un mode d'échantillonnage standardisé. Tenant compte des différents types d'habitats (GENIN et al, 2003).

2.3.4 Le calcul de l'IBGN

Le répertoire des organismes retenus pour le calcul de l'IBGN contient 138 taxons. Parmi ces derniers, 38 d'entre eux constituent 9 groupes faunistiques indicateurs (GI). Numérotés de 1 à 9 dans le tableau de détermination, par ordre de pollue-sensibilité décroissante (Voir l'annexe III). L'IBGN est établi à partir d'un tableau d'analyse comportant en ligne les classes de variété taxonomique (nombre totale de taxon de station) et en colonne les groupes faunistiques indicateurs. Classés par ordre décroissant de sensibilité aux pollutions, on détermine donc :

- La variété taxonomique (Σt) : correspond au nombre total de taxons identifiés, quel que soit le nombre d'individus trouvés sur station.
- Le groupe faunistique indicateur (GI) : on prospectera les colonnes du tableau de haut en bas (GI 9 à GI 1), en arrêtant l'examen à la première présence significative d'un taxon répertoire en ordonnée du tableau 1.

On déduit alors l'IBGN du tableau à partir de son ordonnée (GI) et de son abscisse (Σt) (GENIN et al, 2003).

Tableau 5 : Valeur de l'IBGN selon la nature et variété taxonomique de la macrofaune
(GENIN et al, 2003).

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons indicateurs	St	>	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
	Gi	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chloroperlidae Perlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentridae Odontoceridae Philopotamidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatidae Beraeidae Goeridae Leptophlebiidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatidae Sericostomatidae Ephemeridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Polymitarcidae Potamanthidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodidae Psychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae (1) Ephemerellidae (1) Hydropsychidae Aphelocheiridae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae (1) Caenidae (1) Elmidae (1) Gammaridae (1) Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae (1) Asellidae (1) Achètes Oligochètes (1)	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Tableau 6 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau (norme AFNOR T 90-350,1992)

Valeur de l'IBGN	≥ 17	13-16	9-12	5-8	≤ 4
Classe de qualité	1A	1B	2	3	HC
Couleur correspondante	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Qualité d'eau	Excellente	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

La définition des classes de qualité est suivante :

1A : qualité excellente, absence de pollution.

1B : qualité bonne, pollution modérée.

2 : qualité moyenne, pollution nette.

3 : qualité médiocre, pollution important.

HC (Hors Classe) : qualité mauvaise, pollution excessive.

2.4. Indice Biological Monitoring Working Party (BMWP):

Le groupe de travail sur la surveillance biologique (Biological Monitoring Working Party - BMWP) a été créé en Angleterre en 1970. Il s'agit d'une méthode simple et rapide pour évaluer la qualité de l'eau en utilisant les macro-invertébrés comme bio-indicateurs. Les raisons en étaient essentiellement économiques et le temps nécessaire à l'investissement. La méthode ne nécessite que d'atteindre le niveau de la famille et les données sont qualitatives (présence ou absence). Le score varie de 1 à 10 en fonction de la tolérance des différents groupes à la pollution organique. Les familles les plus sensibles, comme les Perlidae et les Oligoneuriidae, reçoivent un score de 10 ; en revanche, les familles les plus tolérantes à la pollution, comme les Tubificidae, reçoivent un score de 1. La somme de tous les scores pour toutes les familles donne le score BMWP total. (ROLDAN, 2003). (PHILIP et al, 2020)

Tableau 7 : Système de score du BMWP'

Famille	Notation
Siphomuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamontidae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Perlodidae, Perlidae Chloroperlidae Aphelocheiridae Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceeridae, Leptoceridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae Athericidae, Blephariceridae	10
Astacidae Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae Corduliidae, Libellulidae Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
Ephemerellidae Nemouridae Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae Hydroptilidae Unionidae Corophiidae, Gammaridae Platynemididae, Coenagriidae	6
Oligoneuriidae Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Hydropsychidae Tipulidae, Simuliidae Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae	5
Baetidae, Caenidae Halipitidae, Curculionidae, Chrysomelidae Tabanidae, Stratomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae Ceratopogonidae, Anomidae, Limoniidae, Psychoclitidae Sialidae, Pisicidae Hydracarina	4
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Pleidae Notonectidae, Corixidae Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae Valvatidae, Hydrobiidae, Limnaeidae, Physidae, Planorbidae Bithyniidae, Bythinellidae, Sphaeriidae Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumalidae, Ephidridae	2
Oligochaeta (toutes les classes)	1

Tableau 8 : Classe de qualité , signification des valeurs du B.M.W.P.

Classe	Valeur (B.M.W.P)	Signification	Couleur
1	>150 101-120	Eau très claire Eau non contaminé ou non altérée	Bleu
2	61-100	Effets de contamination non évidents	Vert
3	36-60	Eau contaminée	Jaune
4	16-35	Eau très contaminée	Orange
5	<15	Eau fortement contaminé	Rouge



Chapitre IV

1. Analyse globale de la faune

1.1. La liste faunistique

La présente étude faunistique a permis de recenser 07 groupes dans les différentes stations des oueds Bouroumi, Djer et Mazafran, (Tableau 9). tous les groupes d'invertébrés benthiques ont été identifiés jusqu'à la famille.

Tableau II: Liste faunistique recensée au niveau des eaux des oueds Bouroumi, Djer et Mazafran.

Ephémères	Caenidae Baetidae	Hétéroptères	Nepidae
Coléoptères	Haliplidae	Odonates	Gomphidae Libellulidae
Diptères	Chironomidae Simulidae Tipulidae Tabanidae Ceratopogonidae	Mollusques	Physidae Ancyliidae Hydrobiidae Planorbidae
Trichoptères	Beraeidae		

Les groupes les mieux représentés sont les Diptères et les Éphéméroptères (Tableau 10). Ils comptent respectivement 26620 et 18009 taxons, soit 56.21% et 38.02% de la faune totale ; viennent ensuite les mollusques (2637, soit 5.56%), les odonates (57 soit 0.12%), les coléoptères 13 soit 0.02%, les hétéroptères (10 soit 0.02%). Les trichoptères sont faiblement représentés, ils constituent 10 individus seulement soit 0.02% de la faune totale.

Tableau 10 : faune globale recensée dans les stations étudiées.

Ordres	Familles	Bouroumi		Djer		Mazafran			Ni	Ar%	Or%
		B1	B2	D1	D2	M1	M2	M3			
Trichoptères	Beraeidae		10						10	0,021	14,28
coléoptères	Haliplidae	8		5					13	0,027	28,75
Hétéroptères	Nepidae			6	4				10	0,021	28,57
Odonates	Gomphidae			3					3	0,006	14,28
	Libellulidae	54							54	0,114	174,28
Mollusques	Physidae	1038	575	317	186	269	164		2549	5,382	85,71
	Ancylidae			5	5				10	0,021	28,57
	Hydrobiidae	23	9	3		5	7		47	0,099	71,42
	Planorbidae	17	3		3	4	4		31	0,065	57,14
Ephéméroptères	Caenidae	1069	987	997	454	1536	1739		6782	14,321	85,71
	Baetidae	2160	1804	1919	1842	1950	1552		11227	23,707	85,71
Diptères	Chironomidae	3402	3291	4079	3033	4907	4391	1110	24213	51,129	100
	Simulidae	579	173	259	33		31		1075	2,27	71,42
	Tipulidae	19							19	0,04	14,28
	Ceratopogonidae	253	59	108	76	276	383		1155	2,438	85,71
	Tabanidae	7	8	3					18	0,038	42,85
	Culicidae			56	84				140	0,295	28,57
totale		8622	6919	7160	5717	8947	8271	1110	47356	100	

Ni : nombre d'individus ; Ar% : Abondance relative ; Or% : occurrence.

1.2. indices de diversité

1.2.1. Abondance et occurrence des ordres récoltés dans la faune totale

La figure 4-17 visualise graphiquement l'abondance et l'occurrence des ordres récoltés dans les stations étudiées.

De point de vue abondance on observe trois groupes :

- Le groupe des taxons abondants : il s'agit des diptères (avec 56.21 % d'abondance relative par rapport à la faune totale) et des éphéméroptères avec 38.02%.
- Le groupe des taxons moyennement abondants : les Mollusques avec 5.56% de la faune totale.
- Le groupe des taxons faiblement abondants ou rares : les odonates avec 0.12%, et en fin les coléoptères, les hétéroptères et les Trichoptères qu'ils présentent la plus faible abondance de l'ordre de 0.02% de la faune totale.
- De point de vue fréquence d'occurrence on observe trois groupes
- Le groupe des taxons très fréquents : ce sont les diptères.
- Le groupe des taxons fréquents : il s'agit des mollusques qui sont récoltés dans six stations.
- Le groupe des taxons peu fréquents : ce sont les odonates, les coléoptères, les hétéroptères et des trichoptères qui sont récoltés dans quatre stations.

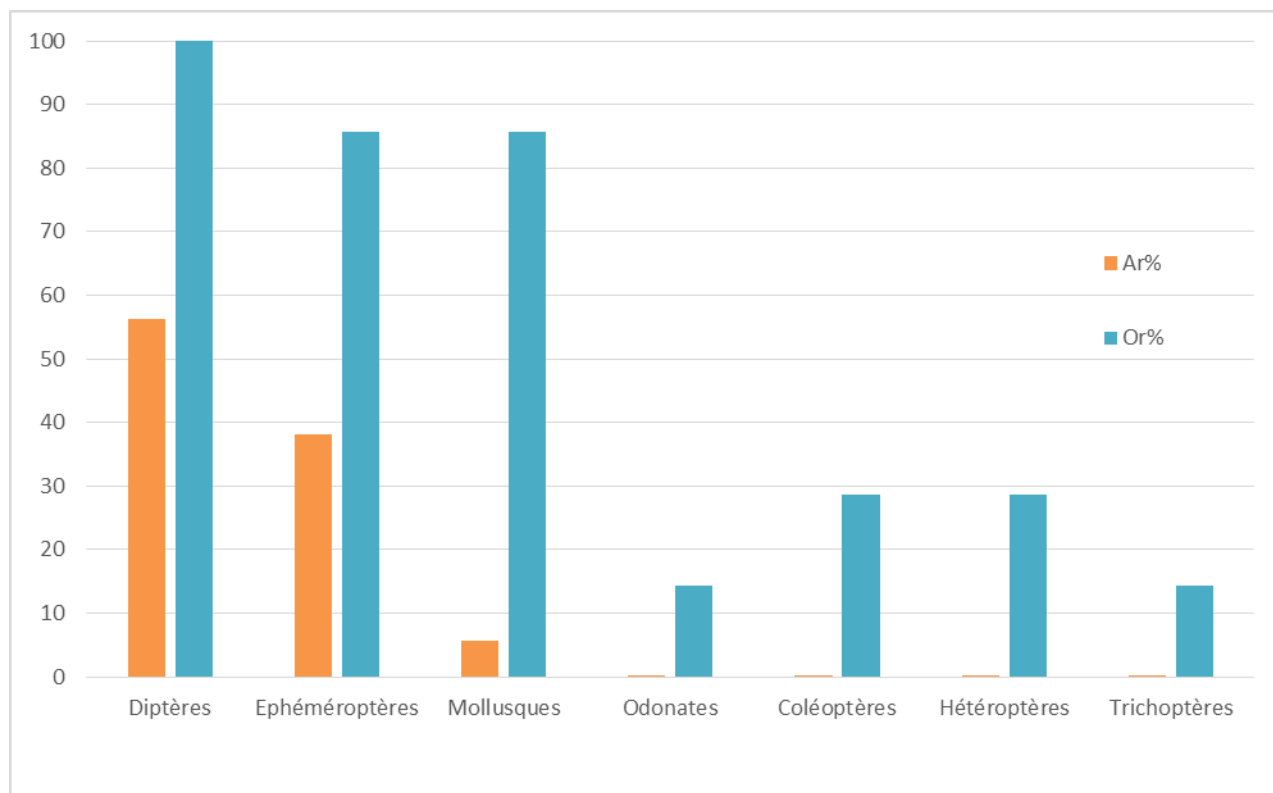


Figure 4. 17 : Abondances et occurrences des grandes de la faune benthique recensée dans les stations étudiés.

1.2.2. Abondance, occurrence et richesse taxonomique des groupements zoologiques recensés

1.2.2.1. richesse taxonomique

La richesse taxonomique globale au niveau de l'oued Bouroumi est de 13, de l'oued Djer est de 14 l'ordre de taxons et celle de l'oued Mazafran est de 8 l'ordre de de taxons. Cette richesse est faible comparant à d'autres cours d'eau d'Algérie :

- Bassin de la Tafna avec un total de 98 taxons (REZOUGI, 2012) ;
- L'amont de l'oued de Mazafran avec un total de 49 taxons (YASRI, 2009) ; L'oued d'El Harrach avec un total de 40 taxons (BOUCHELOUCHE et al, 2013)
- L'assif Ouadhias de Tizi Ouzou avec un total de 56 taxons (ALIOUANE et LAMINE, 2013) ;
- Cours d'eau de kabyle avec un total de 78 taxons (HAOUCHINE, 2011).

Le réseau hydrographique de oued Bouroumi, de oued Djer et de Mazafran, par sa topographie et son hydrologie, offre une diversité de biotopes aquatiques La lecture de la figure relatif à la richesse taxonomique stationnelle montre des fluctuations au long des 2 cours d'eau étudiés, le nombre de taxon varie d'une station à une autre.

La richesse maximale est observée dans la station de Bouroumi 1 (12 familles) et la station de Djer 1 (13 famille) (figure 4-18), ces stations sont caractérisés par une altitude un peu élevée par rapport aux autres stations, une courte distance à la source une vitesse moyennes à lentes, une température d'eau (9.6°C et 8.5°C respectivement) et un substrat diverse gros galets, sables, limons et végétation environnante relativement plus abondante.

La richesse la plus faible (1 famille) est noté au niveau de la station Mazafran 3, le nombre de taxa récoltées est très réduit. Ceci est à mettre en relation avec l'impact négatif des perturbations anthropiques que subissent ces secteurs des cours d'eau.

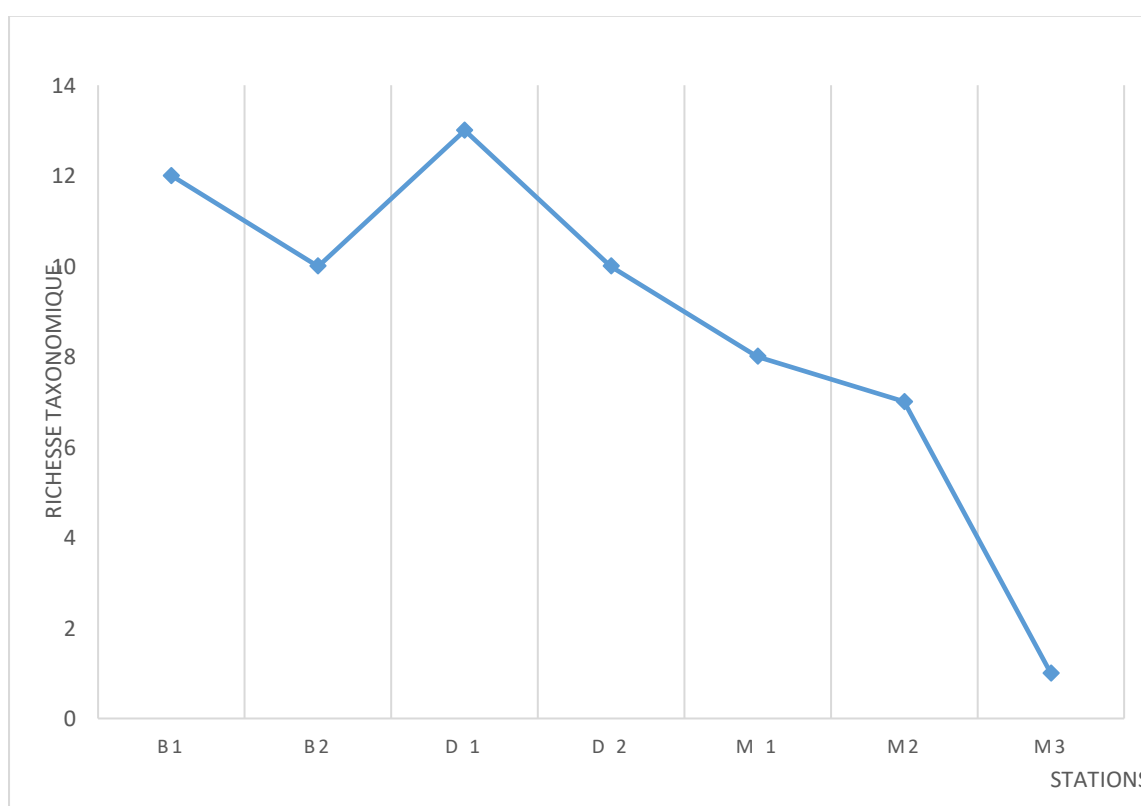


Figure 4. 18 : Richesse taxonomique des stations étudiées.

1.2.2.2. Abondance et occurrence des groupements

1.2.2.2.1. Les Diptères

Les Diptères constituent le groupe le mieux représenté parmi la faune benthique récoltée. 26620 individus appartenant à 06 familles ont été récoltés dans les sept stations étudiées. Ils représentent 56.21% de la faune totale. Ils bénéficient non seulement d'une large distribution altitudinale, mais aussi d'une grande capacité de coloniser divers biotopes pollués ou non pollués.

Dans ce groupe d'insecte, les Chironomidae sont largement dominants. Ils constituent 92.89% du total des Diptères et 51.12 % de la faune benthique. En deuxième position viennent se classer les Ceratopogonidae, qui constituent 4,43% du total des Diptères et 2.64 % de la faune benthique. Les Simulidae forment 1.9% (soit 1075 individus). Les Culicidae et Tipulidae et Tabanidae sont très peu abondantes ne constituent que 0.05% (140 individus) et 0.06% (soit 19 individus) et 0.07% (soit 14 individus) respectivement du total de ce groupe (figure 4-19).

Les Chironomidées sont groupe plus tolérants. Ils peuvent vivre dans des eaux peu oxygénée avec une bonne quantité de polluant à une température plus élevée. Si on observe une abondance de cette espèce et une absence des espèces sensibles, on que l'eau est de mauvaise qualité (TOUZIN, 2008)

Les autres familles de Diptères sont très peu représentées par rapport aux Chironomidae.

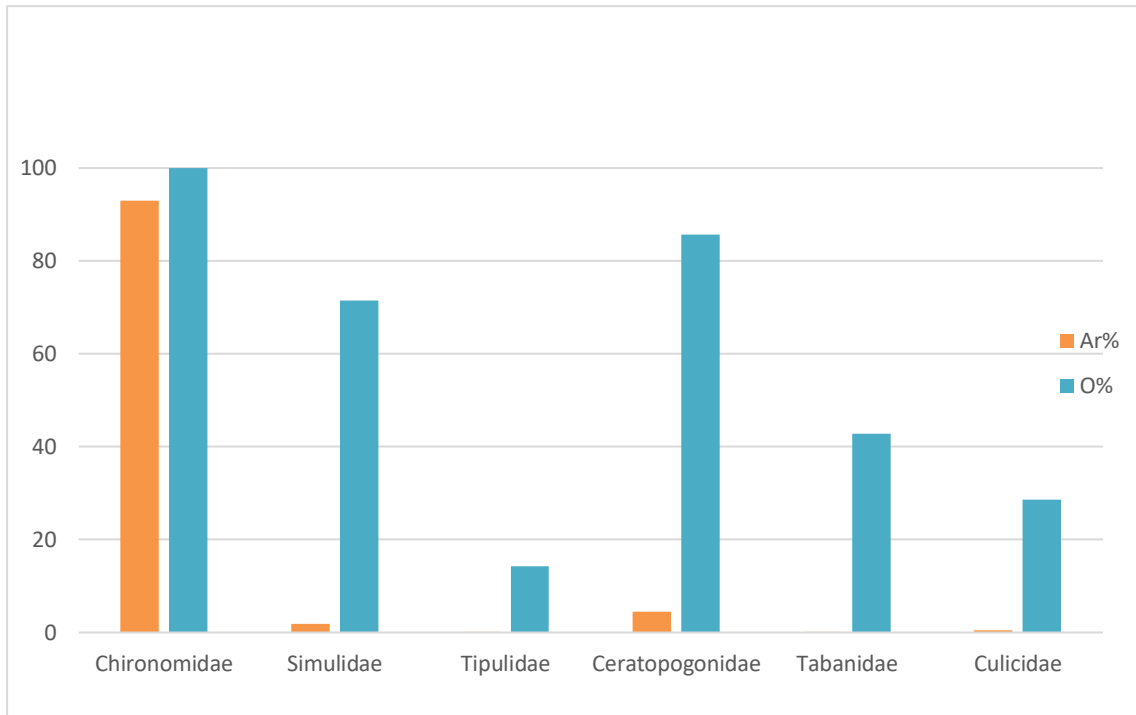


Figure 4. 19 : Abondances et occurrences des Diptères recensés dans les stations étudiées

La lecture de la figure 4-20 montre que les Diptères présentent un développement.

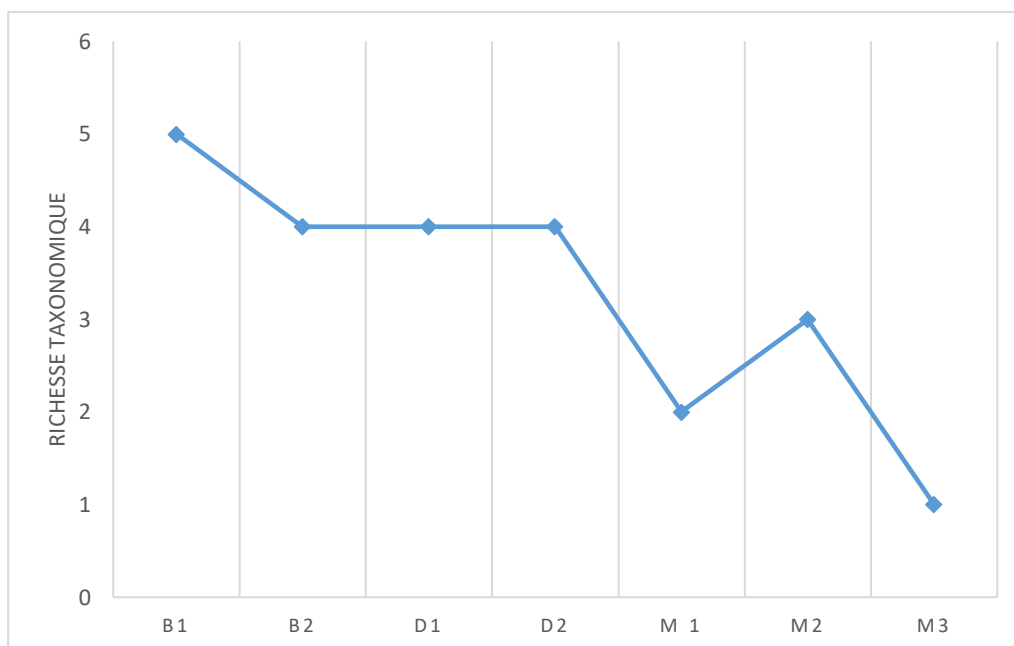


Figure 4. 20 : Distribution des Dipteres dans les stations prospectées.

1.2.2.2.2. Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères sont représentés par 18009 individus, soit 38.02% de la faune totale récoltée. Ils appartiennent à 2 famille : Baetidae, Caenidae.

Les deux familles plus abondantes . les Baetidae comptent 11227individus (soit 62.34%) et les Caenidae 6782 individus (soit 37.65%) du total des éphémères (figure 4-21).

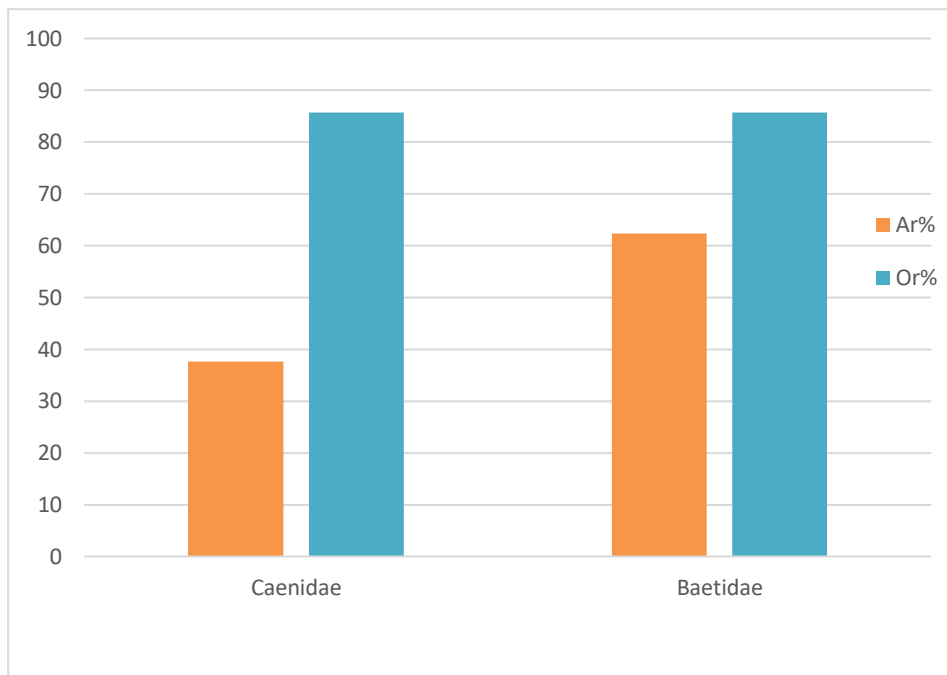


Figure 4. 21 : Abondance et occurrence des Ephéméroptères recensés dans les stations étudiées.

Les effectifs d'Ephéméroptères sont enregistrés et plus élevés dans toutes les stations sauf M3 qui n'est pas enregistrée du tout (figure 4-22).

Les stations qui enregistrées les effectifs sont caractérisées par un substrat grossier, un écoulement de l'eau moyen à rapide et présentant une végétation (ce qui le rend un habitat favorable des éphéméroptères).

Les effectifs ne sont enregistrés pas à la station M3, qui se caractérise par un substratum plus meuble.

Les larves des Ephéméroptères sont très abondantes et occupent les divers biotopes des eaux courantes (torrents, ruisseaux et rivières). Diverses études ont aussi montré que ce groupe est un matériel biologique important dans les études écologiques, notamment dans l'estimation de la qualité biologique des eaux. (BEBA et al ,2015)

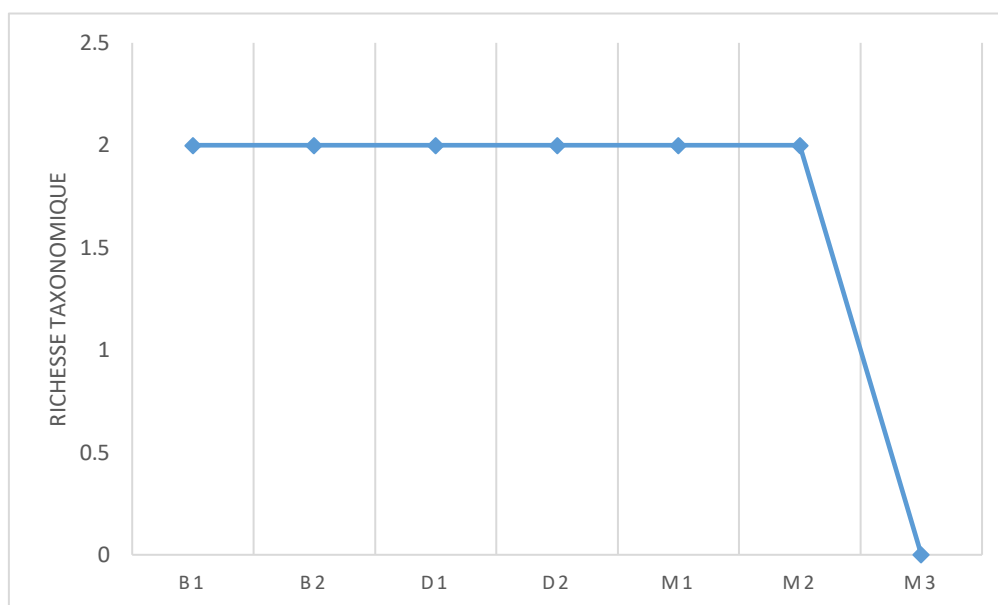


Figure 4. 22 : Distribution des Ephemeropteres dans les stations prospectees.

1.2.2.2.3. Les Mollusques

Selon la littérature, les mollusques n'ont jamais été abondants dans les milieux aquatiques continentaux. La teneur en calcium, les propriétés du substrat, les propriétés de la végétation et de la litière et la vitesse des courants océaniques sont les principaux facteurs affectant la prolifération et la distribution des mollusques dans les eaux continentales.

Les prospections réalisées ont permis de recenser 2637 individus de Mollusque répartis en quatre familles : Physidae, Ancyliidae, Hydrobiidae, Planorbidae. Ils représentent 5.56% de la faune totale. La famille la plus abondante est celle des Physidae. Elle compte elle seule 2549 individus, soit 96.66% du totale des captures. Au deuxième rang d'abondance numérique nous trouvons les Hydrobiidae, 47 avec individus, ils constituent 5.56% de ce peuplement. Les Planorbidae, avec 31 individus occupent la troisième place et constituent 1.17% de ce groupe. Les Ancyliidae avec 10 individus occupent la troisième place et constituent 0.37% de ce groupe. (Figure 4-23).

Les effectifs d'Mollusque le plus élevés sont enregistrés dans les stations : Bouroumi 1,2, Djer1, 2 et Mazafran 1,2 (figure 4-24).

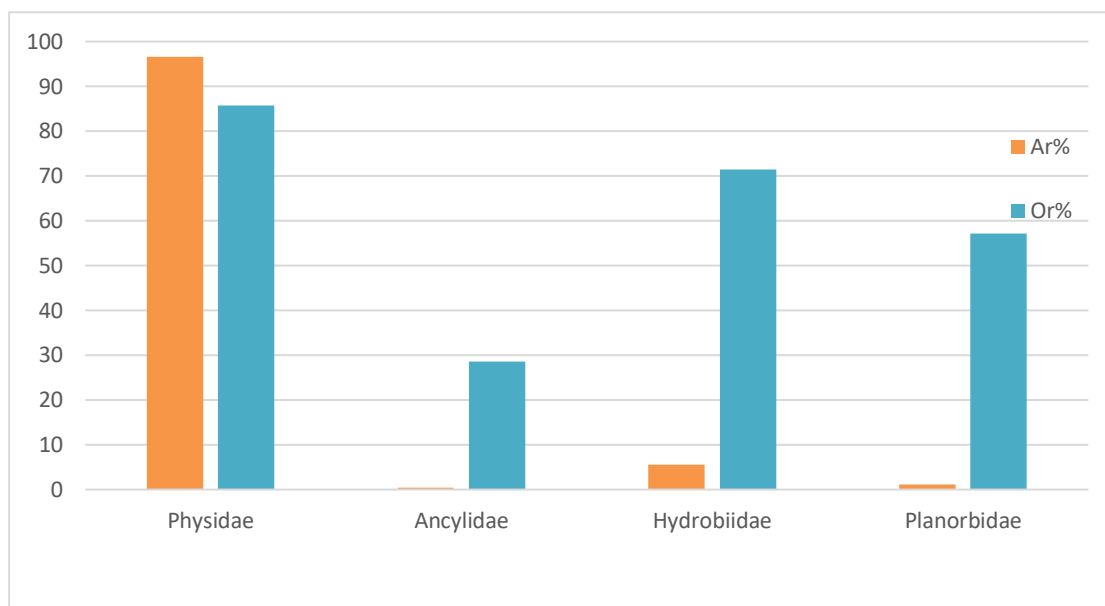


Figure 4. 23 : Abondances et occurrences des Mollusques recensés dans les stations étudiées.

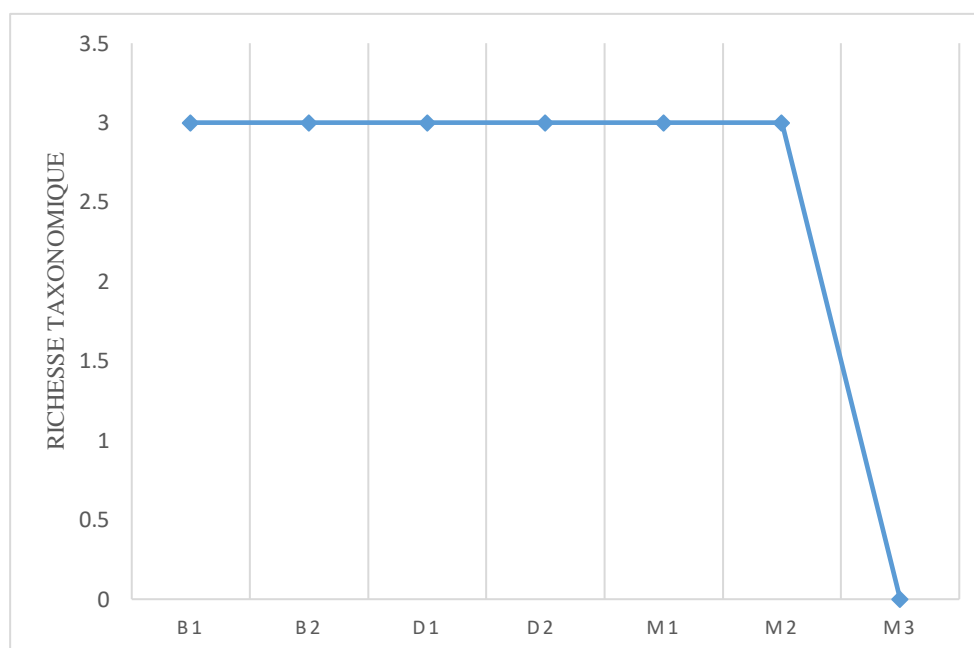


Figure 4. 24 : Distribution des Mollusque dans les stations prospectées.

1.2.2.2.4. Les Odonates

Les Odonates ne sont pas seulement des indicateurs de la nature d'un milieu aquatique mais aussi un indicateur de sa richesse en faune aquatique. Leur diversité est fonction du régime thermique et de l'ombrage qui jouerait un rôle de facteurs limitants. Il leur attribue comme habitat, les eaux à écoulement lent et assez fraîches.

Les Odonates sont faiblement recensés, 57 individus, ils présentent une faible richesse de l'ordre de 2 familles 0.12% de la faune benthique totale. Ce groupement est représentés par les Libellulidae 54 individus soit 94.73% et les Gomphidae 3 individus 5.26%.

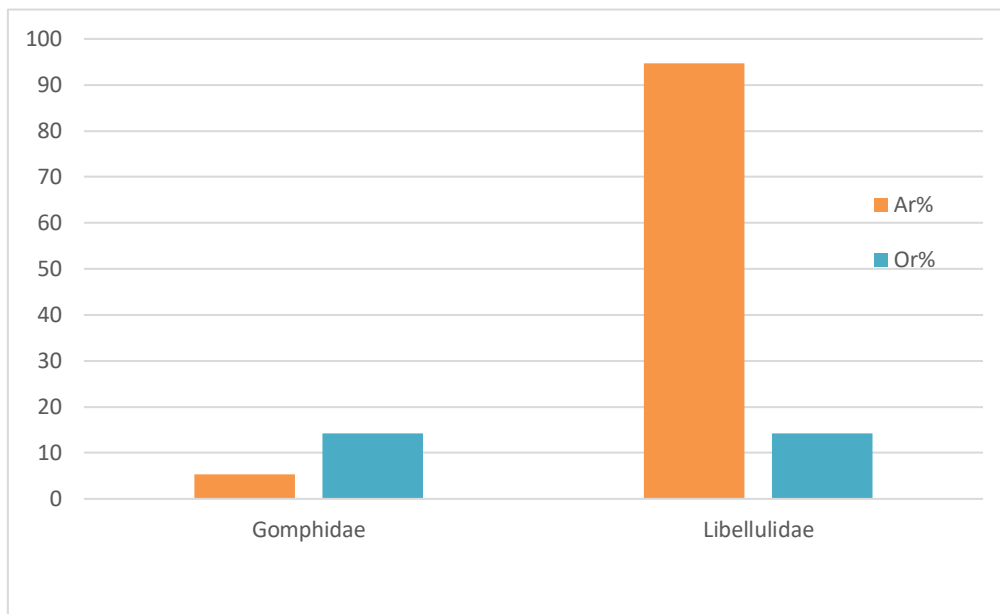


Figure 4. 25 : Abondances et occurrences des Odonates recensés dans les stations étudiées.

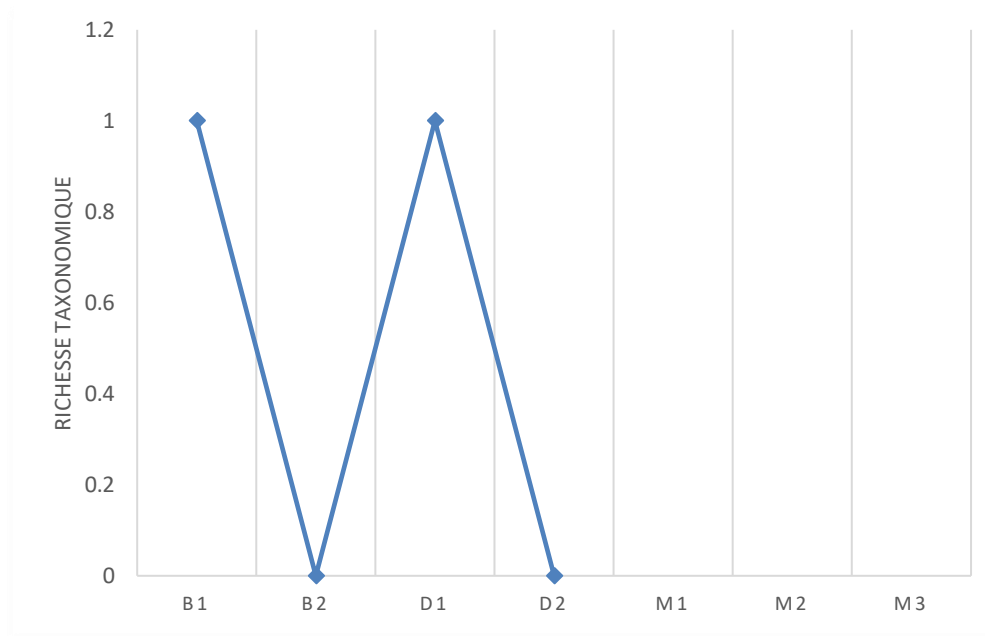


Figure 4. 26 : Distribution des Odonates dans les stations prospectées.

1.2.2.2.5. Trichoptères

Les Trichoptères sont faiblement recensés, 10 individus seulement (0.21%) de la faune totale récolté. Le tableau 10 montres la présence d'une seule famille Beraeidae avec une abondance très faible (0.21%) de la faune totale, les Trichoptères étaient recensés uniquement au niveau de la station Bouroumi 2 (figure 4-27).

En effet, les éléments de ce groupe d'insectes sont considérés par de nombreux auteurs, comme légèrement polluo-sensibles. (HAOUCHINE, 2011)

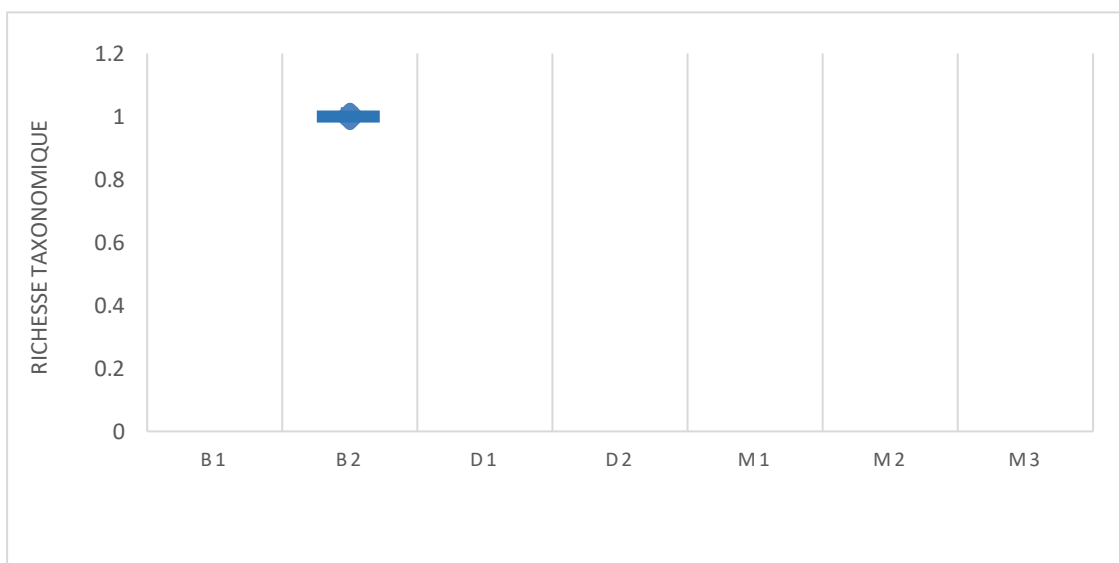


Figure 4. 27 : Distribution des Trichoptères dans les stations prospectées.

1.2.2.2.6. Coléoptères

Les coléoptères sont les seuls insectes holométaboles présents à la fois sous forme adulte et larvaire dans les milieux aquatiques. Ils habitent une variété d'habitats: sources, ruisseaux alimentés par des sources, rapides, rivières à débit modéré et eaux quasi-mortes avec une végétation riche.

D'après ANGUS (1973), MOUBAYAD (1986), LOUNACI (1987) et MEBARKI (2001), La végétation submergée, le substrat à grain fin, la température de l'eau et le potentiel nutritif sont les principaux facteurs affectant la distribution des éléments de ce groupe. Les coléoptères sont un groupe très diversifié et écologiquement très hétérogène qui peut s'adapter

à tout type d'habitat. Ils sont parfois difficiles à appréhender car leurs phases aquatiques et terrestres alternent.

Les coléoptères sont représentés en faible proportions, 13 individus, soit 0.02% de la faune totale récoltée. Le tableau 10 montre la présence d'une seule famille Haliplidae dans les stations Bouroumil et Djer1, doté d'altitudes moyennes (100m et 120m respectivement) et température de l'eau relativement fraîche.

En effet, Les coléoptères peuplent préférentiellement les milieux de moyenne montagne et de piémont caractérisés par un courant rapide à modéré, un substrat dominance de galets et température de l'eau relativement fraîche.

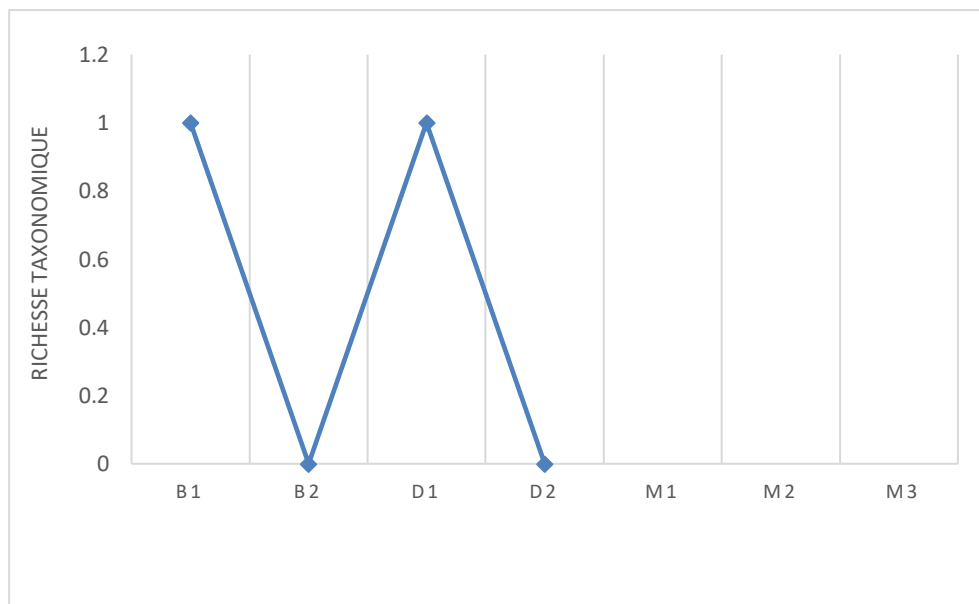


Figure 4. 28 : Distribution des Coléoptères dans les stations prospectées.

1.2.2.2.7. Héteroïptères

Les Héteroïptères aquatiques sont avant tout des insectes des eaux stagnantes. En eau courante, elles s'installent dans des zones rocheuses peu profondes ou des biotopes éloignés des courants (DETHIER, 1985-1986).

Les héteroïptères peuvent être trouvés en presque toutes les saisons. À l'état adulte, ils hibernent et reprennent leur activité une fois que les températures se sont adoucies. Chaque espèce a ses propres exigences écologiques. Ils habitent divers habitats du milieu aquatique : marécages, étangs. Ruisseaux et rivières ; on les observe surtout le long des berges des cours d'eau (POISSON, 1957).

La figure 4-29 et tableau 10 indiquent les Hétéroptères sont faiblement représentés 10 individus, soit 0.02% de la faune benthique totale appartenant à la famille Nepidae. Il est a noter que un station et déporvues (Djer).

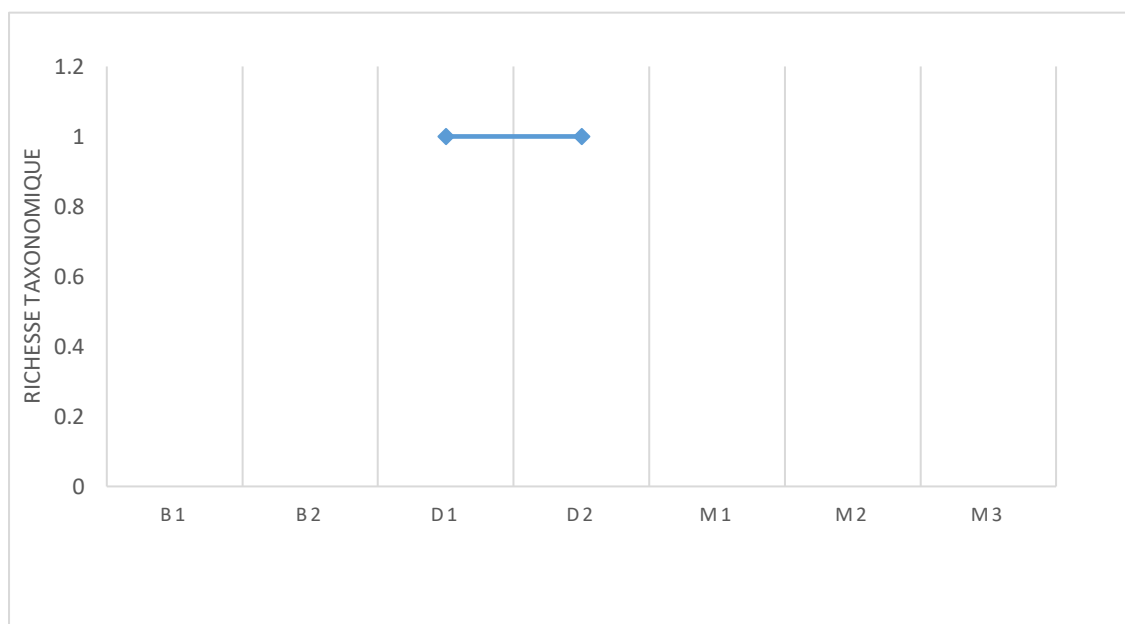


Figure 4. 29 : Distribution des Hétéroptères dans les stations prospectées.

1.3. Analyse de la qualité des eaux

Les tableaux 11 et 12 résument les résultats des analyses hydrobiologique (diversité taxonomique totale, groupe indicateur repéré, valeur de l'IBGN, classe de qualité et qualité de l'eau) pour l'IBGN et (score, valeur de BMWP', classe de qualité et qualité d'eau) pour BMWP', ces résultats pour les deux oueds étudiés sont représentés graphiquement sur les figures 3 et 4.

Tableau 11 : diversité taxonomique, groupe indicateur et valeur de l'IBGN étudiés des trois oueds.

	Stations	Altitudes	Diversité taxonomique	Groupe indicateur	Valeur d'IBGN	Classe de qualité	Couleur	Qualité d'eau
Bouroumi	B1	100	12	2	5	3		Médiocre
	B2	50	11	7	10	2		Moyenne
Djer	D1	120	13	2	6	3		Médiocre
	D2	100	10	2	5	3		Médiocre
Mazafran	M1	30	7	2	4	Hc		Mauvaise
	M2	25	8	2	4	Hc		Mauvaise
	M3	20	1	1	1	Hc		Mauvaise

Tableau 12 : Score, Classe de qualité, Valeur du BMWP' étudiés des trois oueds.

	Stations	Altitudes	Score	Valeurs BMWP	Classe de qualité	Couleur	Qualité d'eau
Bouroumi	B1	100	53	36-60	3		Moyenne
	B2	50	47	36-60	3		Moyenne
Djer	D1	120	52	36-60	3		Moyenne
	D2	100	34	16-36	4		Médiocre
Mazafran	M1	30	29	16-36	4		Médiocre
	M2	25	34	16-36	4		Médiocre
	M3	20	2	<15	5		Mauvaise

Analyse des stations

- B1 :

On obtient pour cette station :

- Une qualité hydrobiologique médiocre (IBGN 5, classe 3) avec un nombre de taxa moyen (12 taxon) et un groupe indicateur de 2, indiquant une qualité d'eau médiocre : la pollution important.
- Une qualité hydrobiologique moyenne (BMWP' 53, classe 3).
Les groupes faunistiques les plus représentés sont les diptères, les éphéméroptères et les mollusques.

- B2 :

On obtient :

- une qualité moyenne pour cette station (IBGN 10, classe 2), (BMWP' 47, classe 3) avec un nombre de taxa réduit (taxons 11) et un groupe indicateur de 7. Indiquant que la qualité d'eau moyenne : la pollution nette.
Les groupes faunistiques les plus représentés sont les diptères, les éphéméroptères et les mollusques.

- D1 :

On obtient :

- Une qualité hydrobiologique médiocre (IBGN 6, classe 3) avec un nombre de taxa moyen (13 taxon) et un groupe indicateur de 2, indiquant une qualité d'eau médiocre : la pollution important.
- Une qualité hydrobiologique moyenne (BMWP' 52, classe 3).

Les groupes faunistiques les plus représentés sont les diptères, les éphéméroptères et les mollusques.

- D2 :

On obtient :

- une qualité médiocre pour cette station (IBGN 5, classe 3), (BMWP' 34, classe 3) avec un nombre de taxa réduit (taxons 10) et un groupe indicateur de 2. Indiquant que la qualité d'eau médiocre : la pollution important.

Les groupes faunistiques les plus représentés sont les diptères et les éphéméroptères.

- M1 :

On obtient :

- Une qualité hydrobiologique mauvaise (IBGN 4, classe HC) avec un nombre de taxa réduit (7taxon) et un groupe indicateur de 2, indiquant une qualité d'eau mauvaise : la pollution excessive.
- Une qualité hydrobiologique médiocre (BMWP' 29, classe 4).

Les groupes faunistiques les plus représentés sont les diptères et les éphéméroptères.

- M2 :

On obtient :

- Une qualité hydrobiologique mauvaise (IBGN 4, classe HC) avec un nombre de taxa réduit (8 taxon) et un groupe indicateur de 2, indiquant une qualité d'eau mauvaise : la pollution excessive.
- Une qualité hydrobiologique médiocre (BMWP' 34, classe 4).

Les groupes faunistiques les plus représentés sont les diptères et les éphéméroptères.

- M3 :

- Une qualité une mauvaise pour cette station (IBGN 1, classe HC), (BMWP' 2, classe 5) avec un nombre de taxa réduit (taxons 1) et un groupe indicateur de 1. Indiquant que la qualité d'eau mauvaise : la pollution excessive.

Les groupes faunistiques représentés sauf les diptères.

Dans les stations B1 et D1, on observe une qualité hydrobiologique médiocre pour l'IBGN (classes de qualité 3), avec une moyenne variété faunistique (diversité taxonomique entre 7 et 16 Le groupe indicateur très bas (GI 2) et une moyenne qualité hydrobiologique pour l'indice de BMWP (classe 3, un valeur de BMWP' entre 36 et 61).alors qu'au niveau de la station de M1(IBGN présente une qualité hydrobiologique mauvaise (classe de qualité HC), alliant une faible diversité taxonomique (7) et des groupes indicateurs très bas (GI 2) et le BMWP' présente une qualité hydrobiologique médiocre (BMWP' 29, classe 4)).

Les résultats peuvent être expliqué par le fait que les stations B1 et D1 sont situés dans des zones légèrement élevées par rapport aux autres stations d'autre part, et d'autres part par les faibles actions anthropiques exercé sur leur cours.

Les eaux de la station Bouroumi2 présente une qualité hydrobiologique moyenne pour les deux types d'indice (IBGN 10, classe 2, BMWP' 47, classe 3) alors qu'au niveau de la station

de D2 présente une qualité hydrobiologique médiocre pour des deux types d'indices (IBGN 5, classe 3, BMWP' 34, classe 3).

On remarque dans la station M2 qu'elle est caractérisée par IBGN de mauvaise qualité hydrobiologique (classe de qualité HC),alliant une faible diversité taxonomique (8) et des groupes indicateurs très bas (GI 2) et le BMWP' présente une qualité hydrobiologique médiocre (BMWP-34, classe 4),et pour les eaux de la station M3 présente une qualité hydrobiologique mauvaise pour les deux types d'indice (IBGN 1, classe HC, BMWP' 2, classe 5),alliant une très faible diversité taxonomique (1) et des groupes indicateurs très bas (GI 1).

Ces résultats montrent la qualité des eaux et du milieu au niveau des stations médiocre(les stations B1-2, D1-2) à mauvaise (les stations M).Cela peut être dû au manque l'absence de végétation riveraine et donc absence d'ombrage. D'une part l'effet des impacts anthropiques.

Dans l'ensemble l'IBGN nous a fourni une meilleure traduction de la qualité des eaux. En effet l'absence des Plécoptères au niveau des cours d'eau indique en générale une mauvaise qualité des eaux vue la sensibilité de ce groupe d'insecte aux moindres perturbations.

Les différences de la qualité des eaux par les deux indices est du à ce que l'IBGN qui est un indice français inclus la liste des familles et la richesse taxonomique pour chaque famille alors que le BMWP' indice espagnol se base uniquement sur la liste des familles des macro-invertébrés et le score donné à chacune, le tableau des familles retenues, car la liste n'est pas la même pour chaque indice.

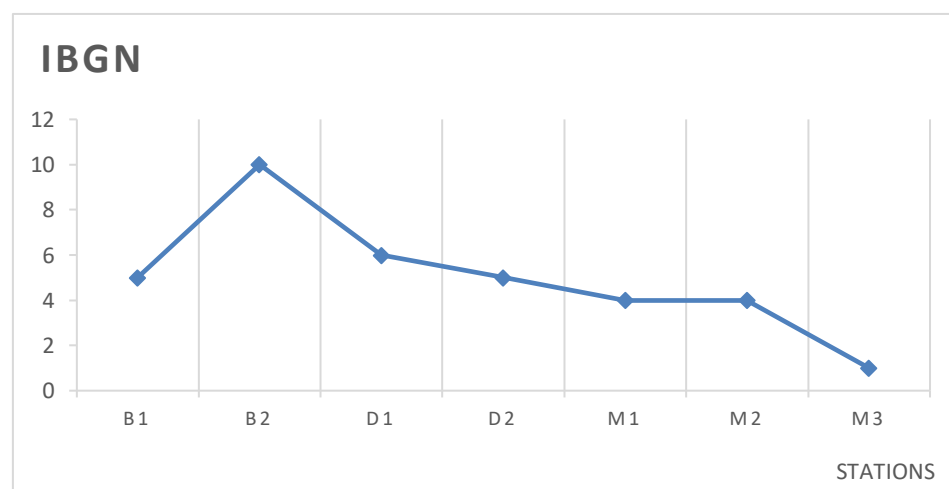
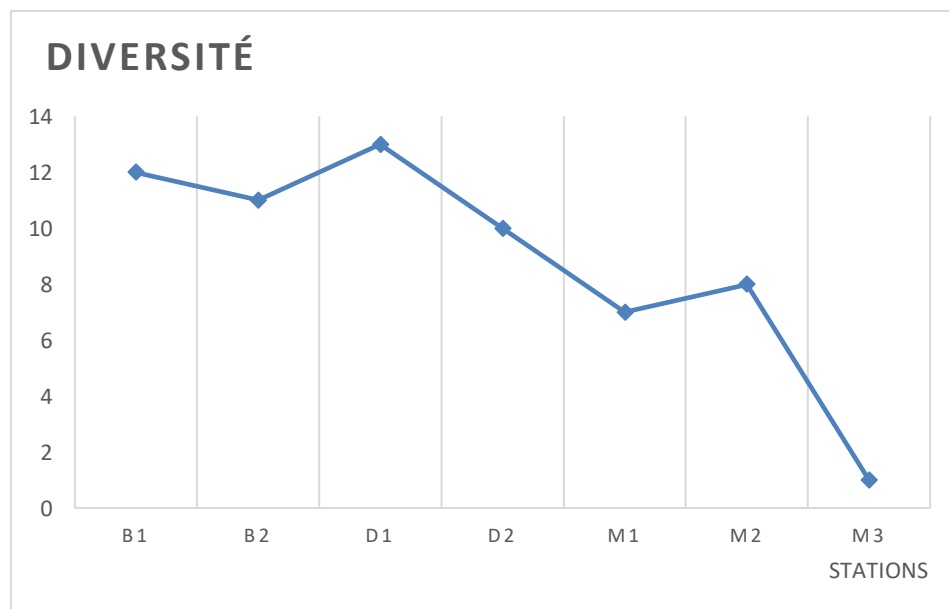
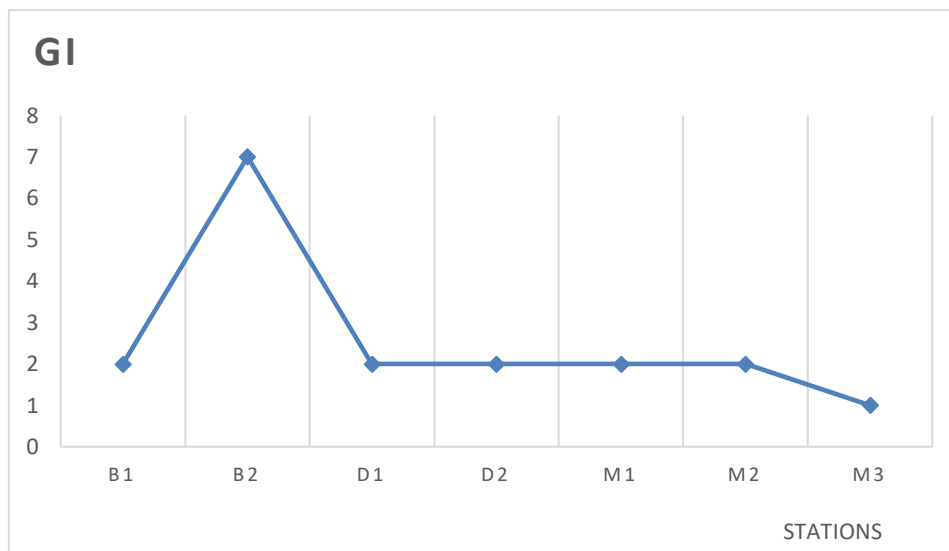


Figure 4. 30 : Analyse hydrobiologique d'IBGN sur les 7 stations étudiées.

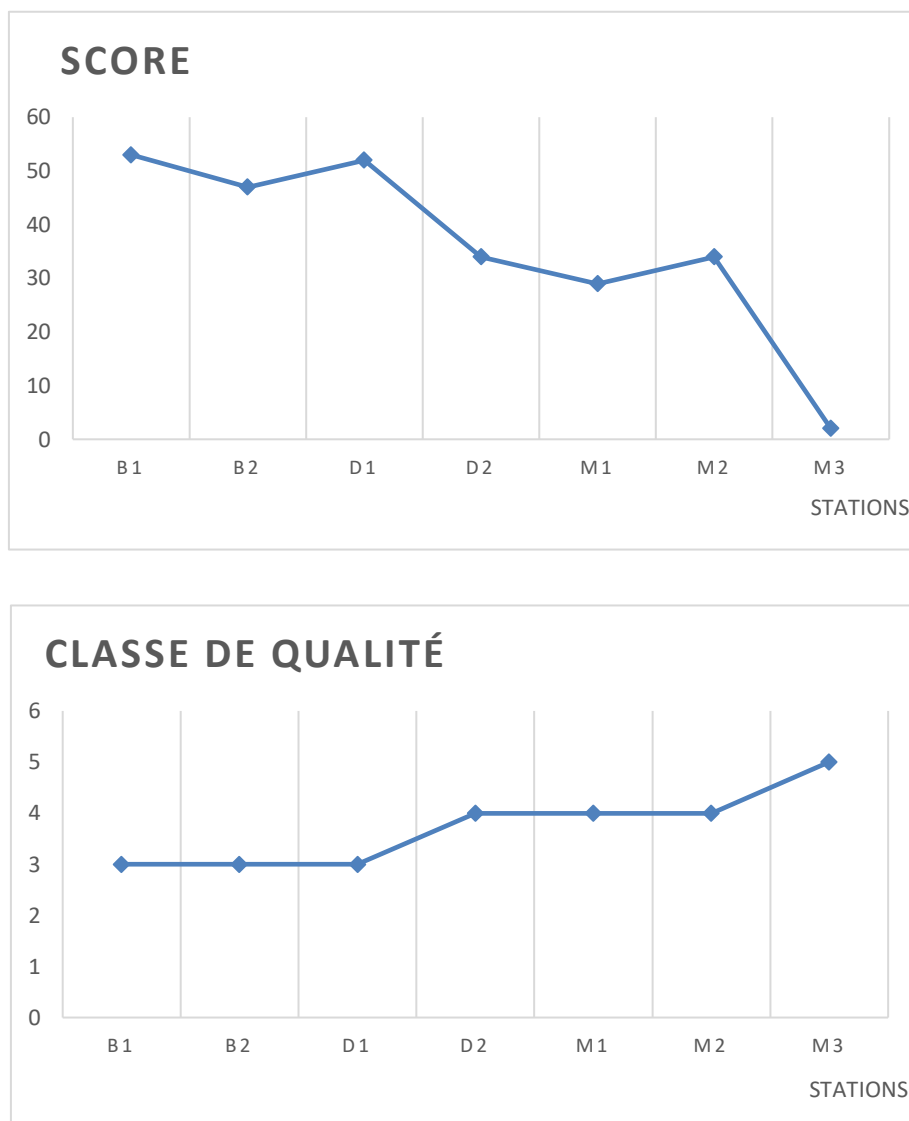


Figure 4. 31 : Analyses hydrobiologique d'BMWP' sur les 7 stations étudiées.

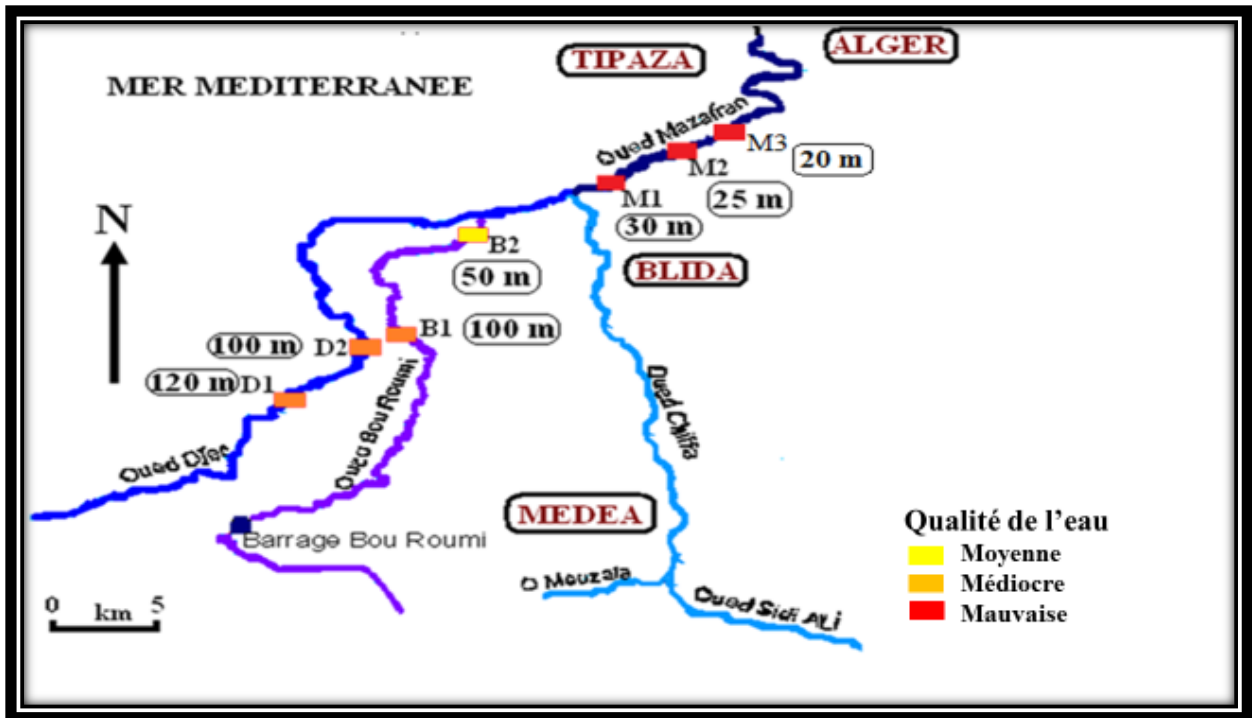


Figure 4. 32 : Cartographie de la qualité des eaux du réseau hydrographique de l’oued Bouroumi et l’oued Djer (utilisation IBGN).

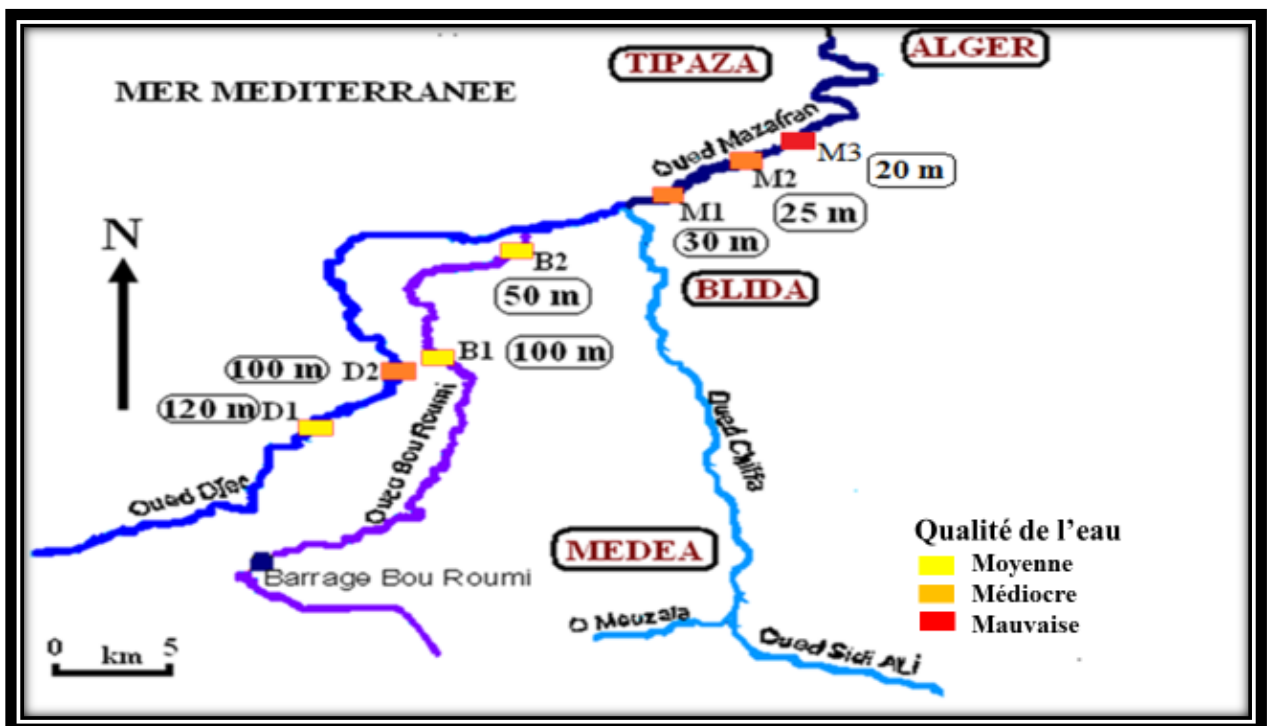


Figure 4. 33 : Cartographie de la qualité des eaux du réseau hydrographique de l’oued Bouroumi et l’oued Djer (utilisation BMWP').

Conclusion

Sur l'ensemble des cours d'eau de la région de Blida, notre intérêt s'est porté sur les oueds Djer et Bouroumi et Mazafran situé au niveau du parc national de Chr a. Ils s'échelonnent entre 120 et 50 et 30 m d'altitude. La faune recens e dans ce travail se compose de 47300 individus répartis en 7 groupes zoologiques et 17 familles. Les Ephéméroptères et les Diptères sont les plus dominants. Ils sont r ecolt es dans toutes les stations et totalisent près de 94% de la faune récoltée. Le reste des groupes ne présentent qu'une faible proportion de la faune récoltée.

Les Diptères sont largement dominants sur le plan numérique. Ils sont domin es par les Chironomidae et les Ceratopogonidae. Les  ph em eropt eres occupent la seconde place et sont repr esent es essentiellement par les Baetidae. Les Mollusques sont moyennement repr esent es parmi les groupes zoologiques recens es. Les autres groupes zoologiques (Coléoptères, Odonates, Hétéroptères, Trichoptères) ne constituent qu'une très faible proportion de la faune totale récoltée.

La richesse de l'oued dépend des conditions écologiques au niveau de chaque station, elle est d'autant plus élevée que le biotope est hétérogène et moins influenc e par les activités anthropogéniques. Chacun des trois oueds Djer, Bouroumi et Mazafran, sont des cours d'eau qui peuvent être consid er es comme pauvres d'un point de vue faunistique. La richesse des différentes stations révèle un gradient altitudinal avec une diversité maximale dans les secteurs de moyennes altitudes (Bouroumi et Djer) qui constituent les zones les plus hétérogènes. Au contraire, la faible diversité se trouve dans les zones d'altitude très basses, Ceci peut être attribu e à une température de l'eau élevée, à un faible débit ainsi qu'à l'influence de perturbations anthropiques exercées sur ce secteur (cas de la station Mazafran 3).

L'étude de la qualité hydrobiologique des cours d'eau  chantillonn es, appr eci e par la méthode de l'IBGN et BMWP' a montré une hétérogénité de la qualité de l'eau. Ces résultats montrent une très nette dégradation entre les trois stations de l'oued Mazafran et une nette dégradation entre les deux stations de chaque oued que ce soit Bouroumi et Djer. L'IBGN présente un passage d'une qualité médiocre à une qualité mauvaise. Par contre le BMWP' présente un passage d'une moyenne qualité à une qualité mauvaise.

  plus long terme, il sera intéressant d'explorer à l'avenir en profondeur les différents réseaux hydrologiques et d'initier des suivis mensuels, avec un plus grand nombre de stations de suivi, pour déterminer l'impact des facteurs environnementaux sur la répartition de la faune.

Références

- ANGELIER E., ANGELTIER M, L., et LAUGA J.1985.Recherche sur l'écologie des Hydra cariens (Hydrachnellae, Acri) dans les eaux courantes. 21(1). 25-64p.
- ANGUS R, B.1973. Pleistocene Helophorus (Coleoptera, Hydrophilidae) from Borislavand Starunia in the westren Ukraine, with a reinterpretation of Lominck's species, description of a new Siberian species, and comparison with British Weichsel Ian faunes. Phil. Trans. Roy. Soc., London, Biol. Sc., 265: 299-326.
- ARCHAIBAUT V., DUMONT B. 2010. L'indice biologique normalise (ibgn) principes et évaluation dans le cadre de la directive cadre européenne de l'eau. 49p.
- ARMITAGE P.B., MOSS D., et FURSE M.T. 1983.The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertébrates over a wide range of inpolluted running-Water .17(3):333-347.
- BAGNOUL S, F., GAUSSEN, H.1953.Saison sèche et indice xérothermique. Bull. Hist. Nat. Toulouse., 88(3-4) ,184-239.
- BARBAULT R. 1995. Ecologie des peuplements (Structure et dynamique de la biodiversité).2
- BEBBA N., EL AIAMI M., ARIGUE S.F., ARAB A. 2015. Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi .Algérie. CODEN : JMESCJ, J. Mater. Environ. Sci. 6 (4) :1164-1177.
- BENOIT CHABOT V. 2014. Les facteurs de sélection des bioindicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques : élaboration d'un outil d'aide à la décision. U. de sherbook, 104p.
- BENSETTITI F.1985. Les forets à populus alba L dans la région algéroise. These de Magister. Institut National Agronomique. El Harrach.Alger .136p.
- BOISSONEAULT Y. 2006.Le suivi écologique des rivières au Québec : Comparaison des bioindicateurs basés sur les invertébrés et les diatomées benthique, université du Québec ; 137p.
- BONNETON J,R .1977.Géologie de la zone de contact entre Mitidja et Atlas de Blida au sud D'alger. These de Doctorat. Université Paul Sabatier.
- BOUCHELOUCHE D., DERRADJI N., ARAB A.2013. L'utilisation des méthodes biologiques pour l'estimation de la qualité de l'eau du réseau hydrographie d'oued EL Harrach (Wilaya de Blida et d'Alger). 236-245.
- BRULIN M. 2007. Du côté des Éphémères : gros plan sur les Caenis.n^o144.30p.

- DJAMAI S. 2020. Variations Spatiales des Macro-invertébrés benthiques dans le lac Tonga (El-Kala – Wilaya El-Tarf). Doctorat 3ème cycle .Université Mohamed Boudiaf M'sila. Faculté des Sciences. 58p.
- DAJOZ R. 2000. Précis d'écologie. Edition 7ème. Dunod, Paris. 615p.
- DAJOZ R. 1979. Précis d'écologie. 5ème Ed : Dunod, Paris, p.505.
- DAJOZ R. 1985. Précis d'écologie. Ed : Dunod, Paris, p.505.
- DUCLOX D. 2004. Guide du pêcheur la mouche .Ed Artimés, 326-332 p.
- DUFFAU.S, JOREAU.C, KERGROHEN.B, RENOUX.F, TARTANARIN.A. 2010. Evaluation de la qualité de l'eau du ruisseau de la Noe. Diplôme master ecologie. 33p.
- FRANCOIS N. 2015. Diversité discrète des mares, les Coléoptères aquatiques. 8p.
- GAIDY.C. 1997. La truite de rivière biologie et pêche à la mouche. Ed, GERFAUT, paris. 80p.
- GENIN B., CHAUVIN C., et MENARD F. 2003. Cours d'eau et indices biologique (pollution – Méthodes- IBGN). 2ième Ed : Educargri, Dijon, p.215.
- HAMAIDI F., HAMAIDI M S., GUETARNI DJ., SAIDI F., RAMDANE M S. 2008. Rotifères de l'Oued Chiffa (Algérie). Université Saad Dahleb, Département de biologie, Algérie .n°30.19-27p.
- HAOUCHINE.S. 2011. Recherche sur la faunistique et l'écologie des macro-invertébrés des cours d'eau de Kabylie, Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie, 157p.
- HYNES, H, B, & HYNES, H. 1970. The ecology of running waters (Vol, 555), Liverpool. University Press Liverpool.
- JACEQUE D. 2006. Inventaire des Plécoptères de France : premier bilan. n °141. 27p.
- JOURDE F. 2010. Les Odonates biologie et écologie. n °157. 4 p.
- LAFONT M. 1983. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises (Annelides, Oligochètes). Bull. Mens de la Soc Linnéenne de Lyon 52.n° 4.104-135.
- LAVANDIER P. 1979. Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne (l'Estragne). Thèse de doctorat. U. Paul Sabatier. Toulouse, 532p.
- LOUNACI A. 1987. Recherches hydrobiologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). These Magister, U. S. T. H. B. 133p.

- 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 benthique. Thèse de Magister.
- MOISAN J. 2010. Guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec : Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 82p.
- MOISAN, J. et L. PELLETIER ,2011. Guide de surveillance biologique basée sur les macro-invertébrés 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.
- MOISAN, J., 2022. Caractérisation des communautés de macro-invertébrés benthiques du nord du Québec – Secteurs : fosse du Labrador, rivière Kovik, sud de la baie d'Ungava et rivière Arnaud, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction générale du suivi de l'état de l'environnement, 13-16p.
- MOUBA YED Z. 1986. Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la zoogéographie de trois réseaux hydrographiques du Liban : L'Assi, le Litani et le Beyrouth. Thèse de Doctorat, U. Paul Sabatier, Toulouse ,496 p.
- PHILIPPE, 2009
- PHILIP C., JAMES R., PENNY A. 2020. Practical Field Ecology. A Project Guide. p74.
- POISSON R., 1957. Hétéroptères aquatiques. Ed : P. Lechevalier, Faune de France, C.N.R.S, paris, p. 264.
- RAMADE F. 1984. Elément d'écologie (Ecologie fondamentale).3ièmeEd : Dunod, paris, p. 190.
- REZOUGI A. 2012 . Contribution à l'analyse des tendances d'évolution de peuplement de macros invertébrées benthiques dans un contexte de réchauffement climatique : Cas du sous bassin de la Tafna. Mémoire de magister. FSNVSTU. Université de Tlemcen.100 p.
- RICHOUX PH.1982. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Coléoptères aquatiques. Genres : adultes et larves. Association francaises de limnologie ; extrait de bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon 51, n° 4.8 et 9. 56p

- RODIER J. 1996. L'analyse de l'eau : eaux naturelles résiduaires, eau de mer. 8^{ème} Ed : Dunod, p.1383.
- ROLDAN G. 2003. Bioindicación de la calidad del agua en Colombia : propuesta para el uso del método BMWP. Universidad de Antioquia. p29-32.
- RUFFONI A. 2017. Détermination au genre des larves de Plécoptères .3p.
- TACHET H., BOURNAUD M., RICHOUX P. 1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. 4^{ème} Ed Association française de limnologie. Paris. 151 p.
- TACHET H, BOURNAUD M, et RICHOUX ph. 1987. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaires et aperçu écologique). 3^{ème} Ed : Association française de limnologie, paris p. 153.
- TACHET H. BOURNAUD M. RICHOUX PH. USSEGLEO-POLATRA PH. 2002. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. Ed : CNRS, paris, 587 p.
- THOMAS A.G.B. 1981. Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-Ouest de la France (Ephéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de Doctorat. U. Paul Sabatier, Toulouse, 330.
- TOUZIN D. 2008. Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. U. de Laval, 40 p.
- TRENOUS J, Y. 1961. Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de la Mitidja. Thèse de doctorat 3^è cycle. Université de Paris : 1-20 p.
- YASRI N. 2009. Diversité, écologie et biogéographie des macroinvertébrés de quelques affluents du Mazafran. Mémoire Magistère, USTHB, 96 p.
- YASRI-CHEBOUBI, N. 2018 Recherche sur la faunistique, l'écologie et la zoogéographie des plécoptères d'Alger.

RESUME

Dans la présente étude nous avons évalué la qualité biologique des eaux de trois oueds (Bouroumi et Djer et Mazafran) en utilisant les macro-invertébrés benthiques. Pour cela 7 stations situées entre 20 et 120 m d'altitude. Pour l'évaluation de la qualité de l'eau nous avons utilisé l'Indice Biologique Global Normalisé (I.B.G.N) selon les normes AFNOR (2004) et l'indice de BMWP'. L'analyse globale de la faune a permis de recenser 07 grands groupes zoologiques (Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères, Coléoptères, Diptères, Héteroptères, Odonates) appartenant à 17 familles. Les Diptères et les Mollusques sont les plus diversifiés. La zone d'étude, en raison de son relief et de la topographie, offre une grande variété d'habitats aquatiques. Le nombre de taxons varie d'une station à l'autre, il fluctue entre un minimum un seul taxon recueilli à la station Mazafran3 et un maximum de 12 taxons recueillis à la station de Bouroumi 1 et Djer 1.

Le résultat de la qualité a montré une hétérogénéité de la qualité de l'eau. Nous avons noté une très nette dégradation entre les trois stations de l'oued Mazafran et une nette dégradation entre les deux stations de chaque oued que ce soit Bouroumi et Djer. L'IBGN présente un passage d'une qualité médiocre à une qualité mauvaise Par contre le BMWP' présente un passage d'une moyenne qualité à une qualité mauvaise.

Les mots clés : IBGN, BMWP', Oued Bouroumi, Oued Djer, Oued Mazafran, Blida.

SUMMARY

In the present study, we assessed the biological water quality of three oeds (Bouroumi and Djer and Mazafran) using benthic macroinvertebrates. For this, 7 stations located between 20 and 120 m altitude. For the evaluation of the quality water we used the Standardized Global Biological Index (I.B.G.N) according to AFNOR standards (2004) and the BMWP' index. The overall analysis of the fauna has identified 07 major zoological groups (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Diptera, Heteroptera, Odonata) belonging to 17 families. Diptera and Molluscs are the most diversified. The study area, due to its relief and topography, offers a wide variety of aquatic habitats. The number of taxa varies from one station to another, it fluctuates between a minimum of one taxa collected at the Mazafran3 station and a maximum of 12 taxa collected at the Bouroumi 1 and Djer 1 stations.

The result of the quality showed heterogeneity in of the water quality. We noted a marked deterioration between the three stations of the Mazafran oued and a slight deterioration between

the two stations of each oeu d whether Bouroumi and Djer. The IBGN has a passage of mediocre quality to poor quality. As against the BMWP' has a passage of average quality to poor quality.

Key words: IBGN, BMWP', Oued Bouroumi, Oued Djer, Oued Mazafran, Blida.

الملخص

في هذه الدراسة، قمنا بتقييم جودة المياه البيولوجية لثلاثة وديان (بورومي وجر ومازافران) باستخدام اللافقاريات القاعية. من أجل هذا تم أخذ عينات من 7 محطات تقع بين إرتفاع 20 و120 مترًا. لتقييم جودة المياه، استخدمنا المؤشر البيولوجي العالمي الموحد (I.B.G.N) وفقًا لمعايير (AFNOR (2004) ومؤشر BMWP.

وقد حدد التحليل الشامل للحيوانات 07 مجموعات حيوانية رئيسية، وهي (ذبابات مايو، Plécoptère، شعريات الأجنحة، غمدية الأجنحة، Héteroptère، ذوات الجناحين، Odonate) تنتمي إلى 17 عائلة. وتعتبر ذوات الجناحين والرخويات هي الأكثر تنوعًا.

وقد ساهمت منطقة الدراسة بتضاريسها وطوبوغرافيتها بتقديم مجموعة واسعة من الكائنات المائية، حيث يختلف عدد الأنواع من محطة إلى أخرى؛ فهي تآرجح بين ما لا يقل عن تصنيف واحد تم جمعه في محطة Mazafran3 و12 تصنيفًا كحد أقصى تم جمعها في محطتي Bouroumi 1 و Djer 1. أظهرت نتيجة الجودة عدم التجانس في جودة المياه. لاحظنا تدهورًا ملحوظًا بين المحطات الثلاث لود مازافران وتدهور طفيف بين محطتي كل واد سواء بورومي والجر. وقد أبدى مؤشر IBGN مرور من الجودة السيئة إلى الجودة الرديئة جدا. في مقابل ذلك BMWP مرور من الجودة المتوسطة إلى الجودة الرديئة.

الكلمات المفتاحية: IBGN ' BMWP، واد بورومي؛ واد الجر؛ واد مازافران؛ بليدة.