

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département biologie



# Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master en science de la nature et de la vie

Spécialité : Ecologie Animale

Thème

**Faunistique et évaluation hydro-biologique de la  
qualité de l'eau de l'Oued Ouadhias par les  
méthodes : IBGN et BMWP'**

Présenté par :

SI TAYEB Ouahiba

Soutenu le 05 / 12 / 2021 devant le jury:

M'AMROUNE M.	Président de jury	Professeur,	UMMTO
M <sup>me</sup> HAOUCHINE S.	Promotrice	Maître AssistanteA,	UMMTO
M <sup>me</sup> CHAOUCHI N.	Examinatrice	Maître de conférences A,	UMMTO
M' LAMINE S.	Co-Promoteur	Doctorant,	UMMTO



Promotion :



## *Remerciements*

***Je remercie vivement ma promotrice Madame HAOUCHINE S. Maitre assistante à UMMTO de m'avoir suivi et orienté tout au long de ce travail.***

***Mes vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui m'ont fait l'honneur d'examiner ce travail.***

***Je remercie également Monsieur LOUNACI A pour avoir mis son laboratoire et tous les moyens qui m'étaient nécessaires à ma disposition pour réaliser ce travail. Mes sincères remerciements à Madame SEKHI S. pour son aide, sa disposition, sa sagesse et l'intérêt qu'elle a porté à cette étude.***

***En fin, je remercie toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail***

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail à mes plus chers êtres au monde :*

*A mes très chers parents qui ont à mes côtés, mon grand amour et toute ma gratitude pour les sacrifices que vous avez fait pour ma réussite, que dieu puisse vous garder et vous donne une longue vie.*

*A mes sœurs (Sabrina et Dihia) et chers frères (Smail et Said) Je leur souhaite tout le succès ....Tout le bonheur.*

*A toute ma famille pour l'amour et le respect qu'ils m'ont toujours accordé.*

Enfin, toute ma reconnaissance et mes sincères amitiés vont pour mon ami, pour ses encouragements et son soutien moral, même pendant les moments difficiles.



## Sommaire

Introduction .....	1
<b>Chapitre1:</b> Caractéristiques générales de la région d'étude	
1. Présentation générale de la zone d'étude .....	3
1.1. Cadre géographique.....	3
1.2. Cadre Géologique.....	5
1.3. Climatologie .....	7
1.3.1. Les Températures .....	7
1.3.1.1. Températures de l'air.....	7
1.3.1.2. Températures de l'eau.....	8
1.3.2. Précipitations .....	9
1.4. Couvert végétal .....	11

1.5. Perturbation anthropique.....	12
------------------------------------	----

## **Chapitre2 :Siteset méthodesd'études**

2.1. <b>Description duréseau hydrographiqueetemplacementdes stations</b> .....	15
2.1.1. Assif Ath Bouadou .....	17
2.1.2. Assif Agueni Gueghrane .....	19
2.1.3. Assif Ouadhias .....	21
2.2. <b>Caractéristique physique des stations</b> .....	23
2.2.1. La pente .....	23
2.2.2. Le débit.....	23
2.2.3. Ecoulement et la vitesseducourant .....	24
2.2.4. Substrat.....	25
2.3. <b>Matérielsetméthodes d'échantillonnage</b> .....	25
2.3.1. <b>Techniquedeprélèvement de la faune benthique</b> .....	26
2.3.2. <b>Méthodesd'analysedelastructuredupeuplement</b> .....	30
2.3.2.1. <b>Indice de diversité et de structure</b> .....	30
2.3.3. <b>Traitementstatistiqueedes données</b> .....	33
2.3.4. <b>Logicielsdecalcul</b> .....	34

## **Chapitre3 :Analysede la faune**

3.1. <b>Analyseglobaledela faunebenthique</b> .....	35
3.2. <b>Abondance de la faune benthique</b> .....	39
3.3. <b>Richesse taxonomique</b> .....	40
3.4. <b>Occurrence et abondance des taxons</b> .....	41
3.5. <b>DiversitéetEquitabilité</b> .....	44
3.6. <b>Analysequantitativeetqualitativedelafaunebenthique</b> .....	46
Les Diptères	46
Les Ephéméroptères .....	48
LesMollusques	50
Les Coléoptères .....	52

Les Hydracariens .....	53
Les Oligochètes .....	54
Les Trichoptères .....	56
Les Hétéroptères .....	57
Autres groupes faunistiques .....	59
3.7. Structuredela faune.....	60
3.7.1. Structure du peuplement.....	63
<b>Chapitre4:Evaluationde la qualité biologique de l'eau</b>	
4.1. Domaines d'application de l'IBGNet du BMWP' .....	66
4.2. Calcul de l'IBGNet BMWP' .....	66
4.3. Résultats obtenus à partir de l'IBGNet BMWP' .....	69
4.4. Discussion .....	70
Conclusion.....	75

## Référence bibliographiques

## Annexe

## Résumé

Liste des figures	Titre des figures	N° de page
<b>Figure 01</b>	Situation géographique de la région d'étude.	<b>04</b>
<b>Figure 02</b>	Les grandes unités morpho structurales de la Grande Kabylie	<b>06</b>
<b>Figure 03</b>	Températures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou (période 2012-2020, Source : O.N.M de Tizi-Ouzou)	<b>08</b>
<b>Figure 04</b>	Températures ponctuelles de l'eau enregistrée dans les stations.	<b>09</b>
<b>Figure 05</b>	Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la région d'étude durant la Période 2008-2018(source A.N.R.H de Tizi-Ouzou)	<b>10</b>
<b>Figure 06</b>	Cours d'eau étudiés et emplacement des stations d'étude.	<b>16</b>
<b>Figure 07</b>	L'échantillonnage de type « Surber » et « Troubleau »	<b>27</b>
<b>Figure 08</b>	Matériel de lavage des échantillons au laboratoire	<b>28</b>
<b>Figure 09</b>	Matériel de pré-tri et de détermination des échantillons au Laboratoire	<b>29</b>
<b>Figure 10</b>	Répartition globale de la faune benthique dans les stations d'étude.	<b>36</b>
<b>Figure 11</b>	Abondance de la faune globale dans les stations d'études	<b>39</b>

<b>Figure 12</b>	Richesse Taxonomique des stations étudiées	<b>41</b>
<b>Figure 13</b>	Occurrence des taxons	<b>42</b>
<b>Figure 14</b>	Abondances des taxons	<b>43</b>
<b>Figure 15</b>	Evolution des indices de SHANNON et WEAVER et d'équitabilité Dans les stations étudiées.	<b>45</b>
<b>Figure 16</b>	Répartition des Diptères récoltés	<b>47</b>
<b>Figure 17</b>	Distribution des Diptères dans les stations d'études.	<b>48</b>
<b>Figure 18</b>	Répartition des Ephéméroptères récolté.	<b>49</b>
<b>Figure 19</b>	Distribution des Ephéméroptères dans les stations d'étude	<b>50</b>
<b>Figure 20</b>	Répartition des Mollusques récoltés.	<b>51</b>
<b>Figure 21</b>	Distribution des Mollusques dans les stations d'étude	<b>51</b>
<b>Figure 22</b>	Répartition des coléoptères récoltés.	<b>52</b>
<b>Figure 23</b>	Distribution des coléoptères dans les stations d'étude	<b>53</b>
<b>Figure 24</b>	Répartition des Hydracariens dans les stations d'études	<b>54</b>
<b>Figure 25</b>	Répartition des vers récoltés.	<b>55</b>
<b>Figure 26</b>	Distribution des Oligochètes dans les stations d'étude.	<b>55</b>
<b>Figure 27</b>	Répartition des Trichoptères récoltés.	<b>56</b>

<b>Figure 28</b>	Distribution des Trichoptères dans les stations d'étude	<b>57</b>
<b>Figure 29</b>	Répartition des Hétéroptères récoltés.	<b>58</b>
<b>Figure 30</b>	Distribution des hétéroptères dans les stations d'étude.	<b>58</b>
<b>Figure 31</b>	Analyse en composantes principales des paramètres environnementaux plans factoriel F1-F2 : <b>a</b> -carte des paramètres, <b>b</b> -carte des stations	<b>62</b>
<b>Figure 32</b>	Distribution d'affinité des EPTC et des stations dans le plan factoriel F1x F2.	<b>64</b>
<b>Figure 33</b>	La qualité hydro-biologique des cours d'eau étudiés (méthode IBGN).	<b>72</b>
<b>Figure 34</b>	La qualité hydro-biologique des cours d'eau étudiés (méthode BMWP').	<b>73</b>
<b>Figure 35</b>	Analyse hydro-biologique des stations étudiées.	<b>74</b>

<b>Liste des tableaux</b>		<b>N° de page</b>
<b>Tableau 01</b>	Altitude et pente à la station des cours d'eaux étudiés.	23
<b>Tableau 02</b>	les vitesses du courant enregistrées aux stations d'études	24
<b>Tableau 03</b>	Nature du substrat dans les stations étudiées.	25
<b>Tableau 04</b>	Nombre de familles et genres par groupes zoologiques.	35
<b>Tableau 05</b>	Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude	37
<b>Tableau 06</b>	Abondance de la faune globale dans les stations d'études	39
<b>Tableau 07</b>	Indices de diversité H' et E	44
<b>Tableau 08</b>	Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.	60
<b>Tableau 09</b>	Grille d'appréciation de la qualité d'eau (norme AFNOR T 90-350,1990).	67
<b>Tableau 10</b>	Qualité de l'eau en fonction du BMWP'	68
<b>Tableau 11</b>	Qualité hydro-biologique des stations étudiées.	69

<b>Liste des photos</b>		<b>N° de page</b>
<b>Photo 01</b>	La baignade	13
<b>Photo 02</b>	Le lavage des véhicules	14
<b>Photo 03</b>	La station O1: Ath Ouelhadj	17
<b>Photo 04</b>	La station O2: Ath El-Kaid	18
<b>Photo 05</b>	La station O3: Ath Regane	19
<b>Photo 06</b>	La station O4: Agueni Guehrane	20
<b>Photo 07</b>	La station O5: Agueni Guehrane	21
<b>Photo 08</b>	La station O6: Takhoukhth	22



# ***Introduction***

Quoi de plus naturel qu'une cascade bondissant du haut d'une falaise, qu'un lac paisible somnolant au fond d'une dépression, qu'une rivière prisonnière de ses rives glissant le long des pentes ? Pourtant... notre planète est la seule du système solaire à posséder de l'eau liquide. Présente sur Terre depuis sa formation, en mouvement permanent entre ses différents réservoirs, indispensable à l'éclosion de la vie et à son maintien au sein des écosystèmes aquatiques et sur les continents, nécessaire à nombre d'activités et de réalisations humaines, l'eau est une substance essentielle à la survie et au développement de l'humanité.

Les cours d'eau sont parmi les écosystèmes les plus complexes et dynamiques (DYNESIUS & NILSON, 1994). Ils jouent un rôle essentiel dans le cycle hydrologique. Ils sont à la fois des canaux versants pour l'eau de surface, des habitats pour un très grand nombre d'organismes, une source de nourriture et des corridors de migration.

Les eaux courantes se distinguent des eaux stagnantes essentiellement par le courant. Ce dernier est le principal facteur abiotique qui agit sur les communautés benthiques. Il conditionne leur vie et leurs stratégies adaptatives ; les autres facteurs écologiques, en dehors de la température, n'ont pas le plus souvent qu'un rôle accessoire (ANGELIER 2000).

Malheureusement, cette ressource hydrique est menacée par la pollution qui est l'un des aspects les plus inquiétants de la dégradation de l'environnement suite aux concentrations urbaines et rurales sans cesse croissantes qui entraînent l'utilisation des milieux aquatiques comme exutoire de déchets.

Pour remédier à cela, les analyses biologiques sont d'une importance capitale dans l'évaluation de la qualité des eaux qui se réfère à la structure et au fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Les altérations du milieu qui se traduisent par l'évolution de certains facteurs écologiques provoquent des modifications plus au moins marquées des communautés vivantes qu'il héberge.

Parmi les bio-indicateurs, les macros invertébrés constituent les organismes les plus couramment utilisés pour la bio surveillance et l'évaluation de l'état de santé global des systèmes aquatiques permettant de mesurer l'impact réel du phénomène de la pollution sur ce bien capital.

L'évolution au fil du temps des méthodes basées sur les invertébrés repose principalement sur les questions d'échantillonnage et de référentiel, tels que la méthode d'Indice Biologique Global de Normalité (I.B.G.N) et l'indice Biological Monitoring Working Party (B.M.W.P').

Pour référence, des travaux aussi nombreux que variés s'y rapportent aux cours d'eau de Kabylie dans les domaines relatifs à l'écologie et à la faunistique (LOUNACI, 1987 ; AIT MOULOUD, 1988 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; LOUNACI *et al.*, 2000a; LOUNACI *et al.*, 2000b ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI & VINÇON, 2005 ; HAOUCHINE, 2011 ; SEKHI *et al.*, 2016 ; LAMINE, 2021).

Le présent travail a pour finalité une contribution à une étude hydro-biologique de l'un des cours d'eau du sous bassin versant de l'Oued Aissi, Il consiste en une étude faunistique et écologique des macro-invertébrés benthiques, ainsi qu'une évaluation de la qualité hydro-biologique de l'eau et du milieu par les voies biologiques.

L'ensemble de ce travail est composé de quatre chapitres :

- Le premier chapitre présente les caractéristiques générales de la région d'étude
- Le second chapitre traite les caractéristiques des stations d'étude ainsi que les méthodes et techniques mises en œuvre pour un échantillonnage représentatif
- Le troisième chapitre qui représente la majeure partie de ce travail, est consacré à l'étude de la faune benthique
  - ❖ Analyse globale de la faune
  - ❖ Analyse qualitative et quantitative de la faune.
- Le quatrième chapitre consiste l'évaluation de la qualité de l'eau par les voies biologiques.



# ***CHAPITRE 1***

***Caractéristiques générales de la région d'étude***

## 1. Présentation générale de la zone d'étude

### 1.1. Cadre géographique

La Kabylie du Djurdjura constitue notre zone d'étude. Elle est située dans le centreNord de l'Algérie à une centaine de kilomètres à l'Est d'Alger. Elle s'étend depuis les sommets du massif du Djurdjura, principalement ThalaGuilef, Tikjda, Tizi N Kouilel et le col de Tirourda, jusqu'à la vallée du sébaou.

Notre région d'étude est située dans la wilaya de TiziOuzou et elle est drainée par l'oued Sébaou, qui s'écoule d'Est en Ouest, entre la chaîne côtière et le massif de Djurdjura et s'étale sur une superficie de 2 500 km<sup>2</sup> et une largeur de 117 Km (Figure 01). Il est délimité :

-Au Nord, par la mer méditerranéenne

-Au Sud, par la chaîne du Djurdjura

-A l'Est, par le massif de l'Akfadou

-Et à l'Ouest, par le massif cristallophyllien de Sidi Ali Bounabet les piémonts de la rive gauche de la basse vallée du Sébaou.

•**Le Djurdjura** : il fait partie des chaînes telliennes en bordure du littoral méditerranéen. Il constitue le plus grand massif de l'Atlas tellien avec des sommets dépassant fréquemment 2000m d'altitude. Cette chaîne de largeur réduite (1à10 km) s'étend selon une direction Est-Ouest sur environ 50 km. Cette disposition lui donne l'allure d'une muraille constituant ainsi une ligne de partage des eaux entre les bassins versants de la Soummam et du Sébaou.

Le principal cours d'eau du réseau hydrographique de la Kabylie du Djurdjura est leSébaou.Il est formé par la réunion de plusieurs affluents torrentueux, lesquels prennent naissance sur le versant Nord du massif du Djurdjura : l'oued Boubhir qui draine les écoulements en provenance de la dorsale orientale du Djurdjura et du massif de l'Akfadou, l'oued Aïssi qui collecte les écoulements de la dorsale médiane du Djurdjura et l'oued Bougdoura qui draine les écoulements de la dorsale occidentale du Djurdjura.

Vu que l'étude de l'ensemble des cours d'eau de la kabylie de Djurdjuraparaisentqu'impossible ; notre intérêt s'est porté sur l'un des réseaux hydrographiques du sous-bassin versant de l'Oued Aïssi à savoir Oued Ouadhias.

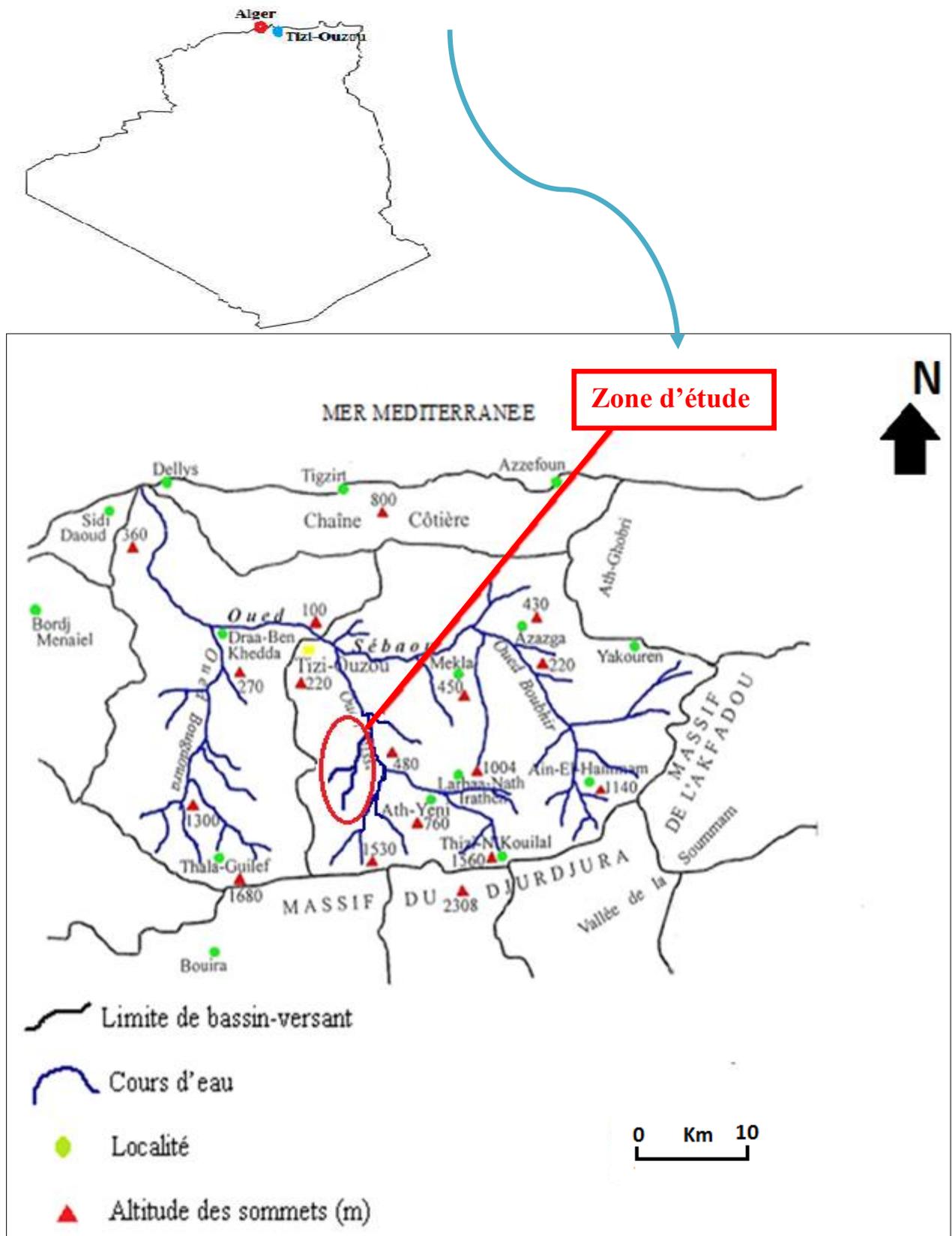


Figure 01 : Situation géographique de la région d'étude.

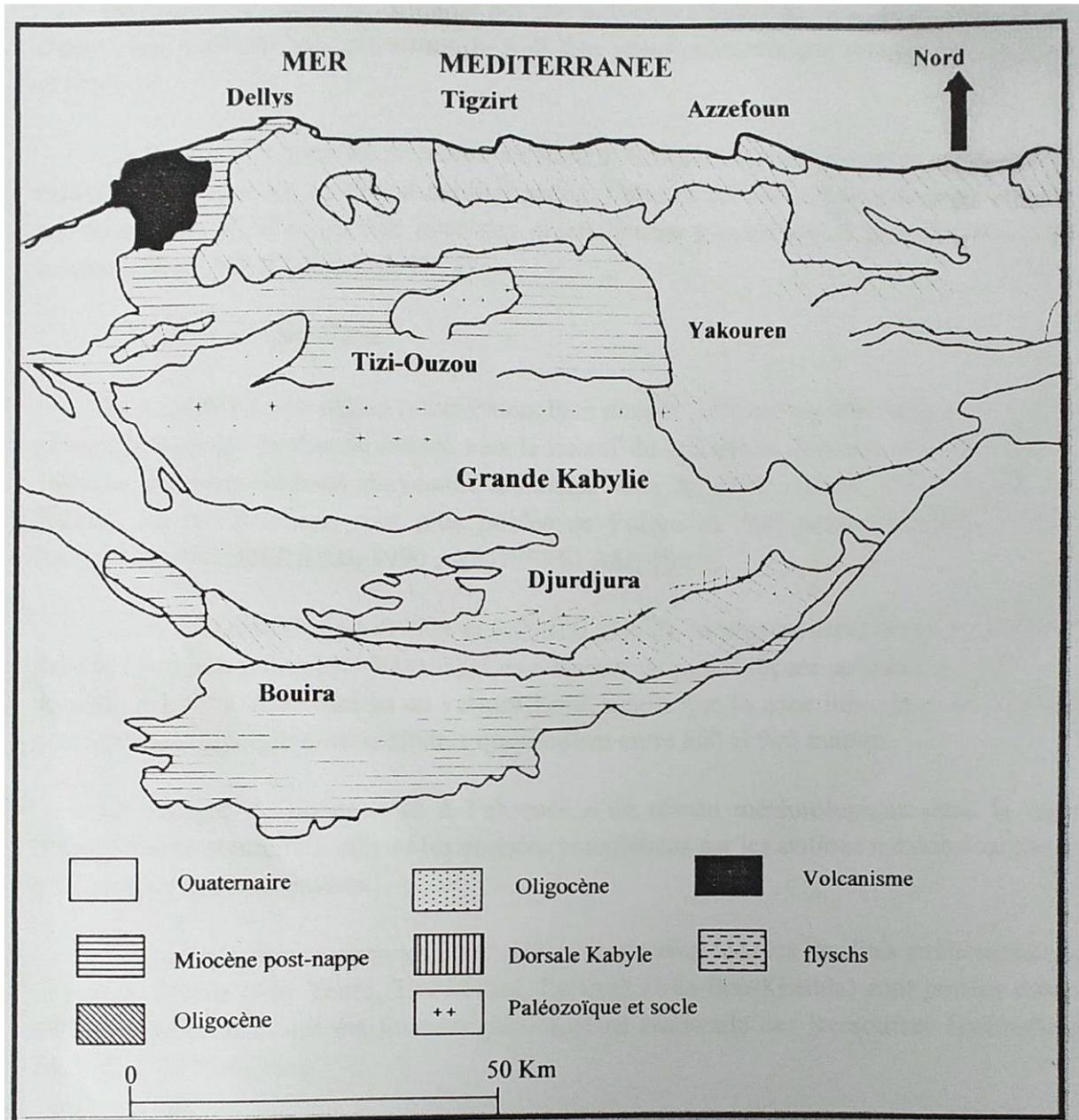
## 1.2. Cadre géologique

La géologie des terrains influe non seulement sur l'écoulement de l'eau souterraine mais également sur le ruissellement des surfaces. Dans ce dernier cas, l'étude géologique d'un bassin versant, dans le cadre d'un projet hydrologique, a surtout pour objet de déterminer la perméabilité des formations lithologiques. Celle-ci intervient sur la vitesse de montée des crues, sur leur volume, ainsi que sur l'aggravation du phénomène d'inondation (BELAGOUNE, 2012).

La Kabylie de Djurdjura a fait l'objet de différentes études géologique stratigraphie, tectonique, orogénèse (FLANDRIN, 1952 ; THIEBAULT, 1952 ; RAYMOND, 1976 ; GELARD, 1979).

La carte géologique de la grande Kabylie (Figure 3). Présente une coupe géologique Nord-Sud, nous permet de distinguer les unités morpho structurales suivantes :

- **La dorsale du Djurdjura** : Elle est constituée essentiellement de terrains calcaires, d'âges Liasique et Eocène qui favorisent le phénomène de Karstification et le développement d'importants aquifères
- **Le socle kabyle** : Il est constitué de formations cristallophylliennes d'origines métamorphique et magmatique (Phyllades, Schistes, Gneiss). Il favorise les écoulements superficiels des eaux vers les principaux affluents de l'Oued Sébaou ;
- **Le Miocène** : Il est constitué principalement de marnes et d'argiles, soit au contact du socle Kabyle, soit à celui de la formation du quaternaire (YAKOUB, 1985). Il occupe le cours inférieur des Oueds Boghni Bougdoura
- **Le Quaternaire** : Il est bien représenté dans la dépression de Mechtras et tout au long des Oueds Boghni et Bougdoura. Il se compose d'un matériel hétérogène : grossier en amont (galets, graviers, sables) et fin en aval (sables fins, vase et limons) et peut former des nappes alluviales suite aux importantes accumulations.



**Figure 02 :** Les grandes unités morpho structuralesde la Grande KabylieinHAREDJ & CHIHEB, 2012.

### 1.3. Climatologie

L'étude des caractéristiques climatologiques jouent un rôle primordial dans la connaissance des comportements des cours d'eaux, les variations des réserves, la compréhension des mécanismes d'alimentation et circulation des eaux naturelles (BOUTOGA, 2012).

Les facteurs climatiques jouent un rôle déterminant dans le régime des cours d'eau, et par conséquent il influence de manière très importante sur la vie des organismes et les relations que ces organismes entretiennent dans le cadre des écosystèmes.

Les données utilisées sont la température et les précipitations. Ce sont les paramètres clés du climat. Ces deux paramètres varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes montagneuses, et jouent un rôle fondamental dans la répartition et le développement des êtres vivants.

Le climat constitue le facteur géographique le plus important et le plus caractéristique de la région kabyle. Il constitue une variante du climat méditerranéen typique, il est caractérisé par deux saisons distinctes : -un été chaud et sec.

-un hiver froid relativement humide avec des précipitations torrentielles à grande irrégularité interannuelle (ABDESSELAM, 1995).

#### 1.3.1. Les températures

##### 1.3.1.1. Températures de l'air

La température est un facteur écologique important dans les eaux courantes. Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des espèces. En chaque point d'un profil longitudinal, elle dépend de l'altitude, de la distance à la source, du régime hydrologique et de la saison (ANGELIER, 2000).

Selon DAJOZ (1979), la température de l'air est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique et constitue aussi un facteur limitant. Par son importance, elle contrôle l'ensemble des précipitations, des phénomènes métaboliques de plus elle conditionne l'écologie et la biogéographie de tous les êtres vivants dans la biosphère

Le manque de données dû à l'absence d'un réseau météorologique dans la région d'étude, nous a contraints à utiliser les données de l'Office National de Météorologie (ONM) de Tizi-Ouzou(Annexe 01).

Les moyennes annuelles des températures de l'air sont variables d'une année à l'autre. La température moyenne interannuelle à Tizi-Ouzou est de 18,77°C.

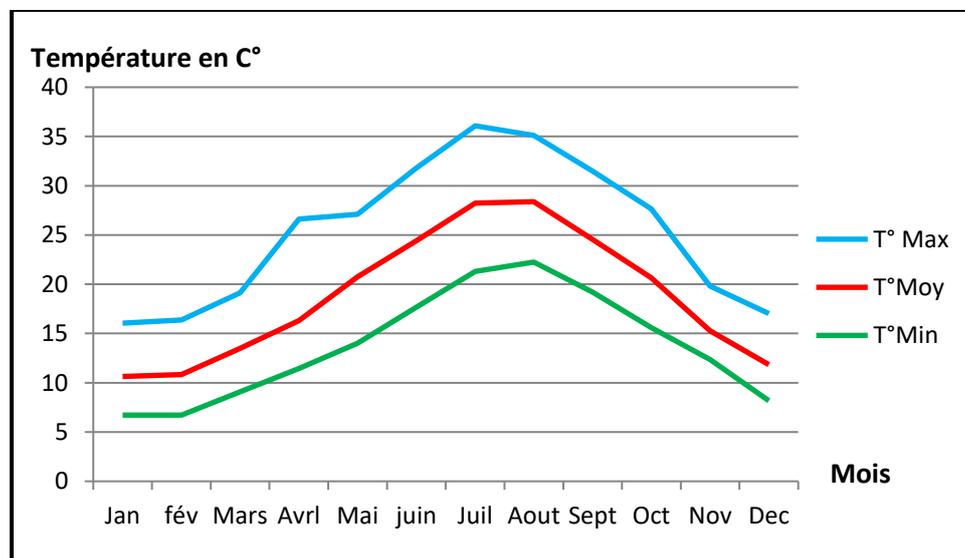
Une des caractéristiques thermiques de la région d'étude est l'écart élevé entre les moyennes des minima (m) du mois le plus froid (janvier) et des maxima (M) du mois le plus chaud (août). Les minima et les maxima enregistrés à Tizi-Ouzou sont :

- m= 6.72°C
- M = 36,08°C.

La lecture de la Figure 03 montre que :

-Les mois de juillet et août peuvent être considérés comme les mois les plus chauds. Leurs températures moyennes maximales enregistrées sont respectivement : 31,79 °C et 36,08°C.

-Les mois de décembre, janvier et février sont les mois les plus froids. Leurs températures moyennes minimales enregistrées sont respectivement : 8.18 °C, 6.72 °C et 6.72°C.



**Figure 03 :** Températures mensuelles moyennes de l'air en °C (maximales, minimales et moyennes) à Tizi-Ouzou (période 2012-2020, Source : O.N.M de Tizi-Ouzou).

### 1.3.1.2. Températures de l'eau

La température revêt une grande importance dans le développement et le cycle biologique des invertébrés aquatique. Il est la conséquence directe de la quantité d'énergie reçue par la lame d'eau et constitue un facteur primordial pour l'activité physiologique des organismes vivants dans le milieu aquatique. La température varie régulièrement sur le profil longitudinal des cours d'eau. Elle est en fonction de l'altitude, la distance à la source, du régime hydrologique, de l'épaisseur de ripisylve et de la saison (SAIDOUNE & SLIMANI, 2009)

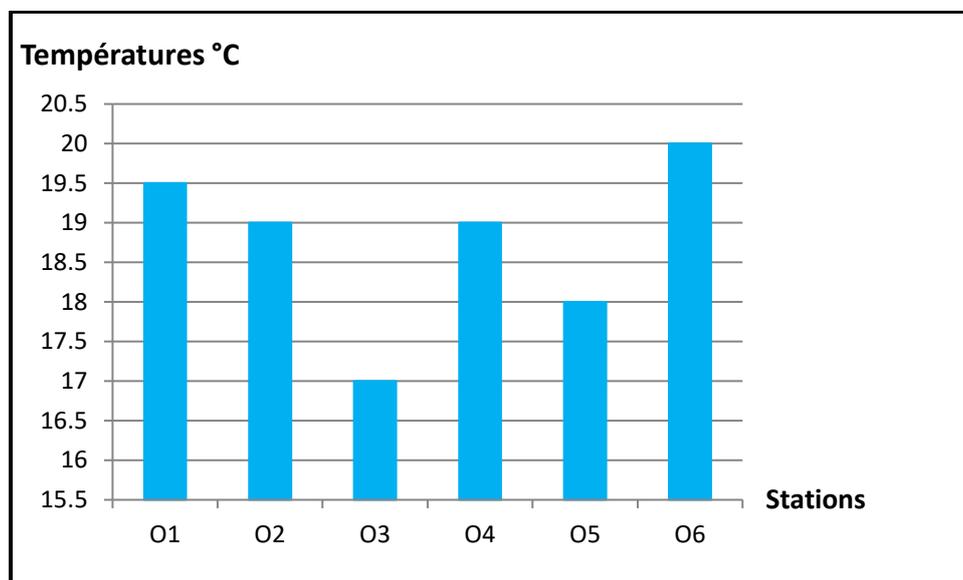
Sa mesure est très utile pour les études limnologiques car elle joue un rôle primordial dans le déterminisme de la distribution longitudinale des zoonoses (HINI & HOUACINE, 2011).

Dans l'impossibilité de réaliser des mesures de températures journalières, nous nous sommes limités à réaliser des relevés ponctuels dans les stations étudiées. Elles ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre à mercure. Elles sont exprimées en degrés Celsius (°C).

Les valeurs ponctuelles de la température de l'eau dans les stations étudiées sont portées dans l'annexe 02. Pour la description des stations, se référer au chapitre 2 (Caractéristiques environnementales des stations d'étude).

L'analyse des relevés de température ponctuelle montre, d'une manière générale, que tout le long du réseau hydrographique la température croît respectivement de l'amont vers l'aval (Figure 04). En effet, les faibles valeurs (17-18°C) sont mesurées dans les cours d'eau alimentés par les eaux de sources et de la fonte des neiges : cas des stations O3 et O5.

En revanche, les fortes valeurs sont enregistrées dans les cours d'eau de moyenne et basse altitude (19-20°C) : stations O1, O2, O4 et O6.



**Figure 04 :** Températures ponctuelles de l'eau enregistrées dans les stations d'étude.

### 1.3.2. Les Précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau. Elles sont caractérisées par leur Volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon les lieux, les jours, les mois et aussi les années (GUYOT, 1999).

La pluviosité est un facteur très important qui est déterminé par sa durée de chute et son intensité. Elle est caractérisée par une répartition inégale d'un point à un autre et d'une saison à une autre (HAOUCHINE, 2011).

Selon SELTZER (1946), QUEZEL (1957), CHAUMONT & PAQUIN (1971) in LOUNACI (2005) la pluviométrie en Algérie est influencée par les facteurs géographiques : l'altitude, la latitude, la longitude et l'exposition. En effet la pluviosité augmente avec l'altitude, mais elle est encore plus élevée sur le versant exposé aux vents humides. Elle augmente également d'Ouest en Est, et diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral vers le Sud.

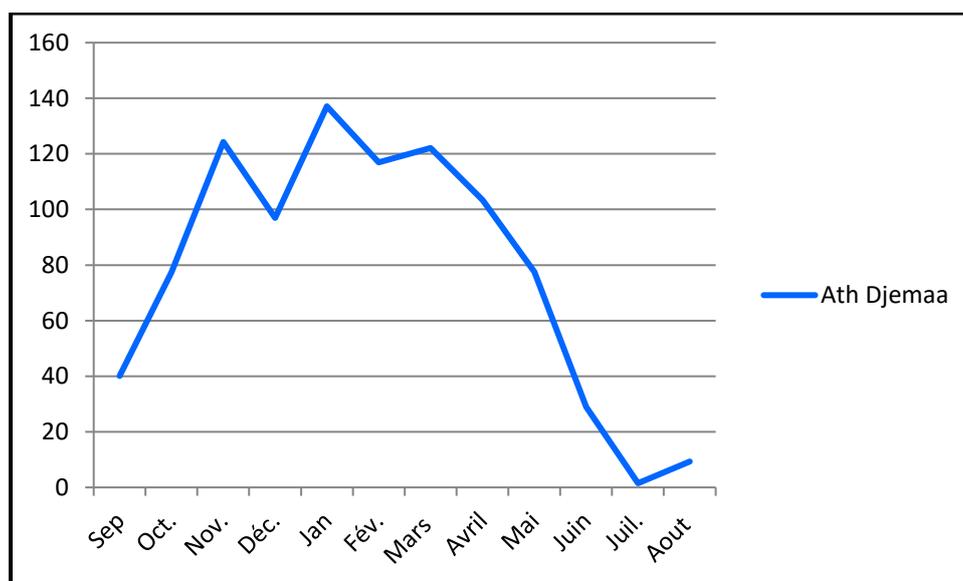
Le massif montagneux du Djurdjura est destiné par son hauteur (2308m), à jouer un rôle de barrière naturelle aux vents marins humides provenant du Nord-Ouest qui assurent une forte pluviosité dont une partie tombera sous forme de neige (à partir de 700m à 800m d'altitude). Il représente un réservoir hydrologique important qui alimente l'Oued Sébaouet ses affluents.

La Kabylie du Djurdjura est l'une des régions les plus arrosées d'Algérie. Sur les sommets, la pluviométrie annuelle oscille autour de 1400 mm (DERRIDJ, 1990 ; ABDESSELEM, 1995).

Les données pluviométriques enregistrées dans les localités environnantes de la région d'étude (Ath-Djemaa) durant la période (2008-2018) sont portées sur l'annexe 03. Elles nous ont été fournies par l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de TiziOuzou.

La moyenne annuelle calculée (période 2008-2018) est de 935,62mm pour la région D'Ath Djemaa.

La lecture de la figure 05 montre que les précipitations les plus importantes s'observent d'octobre à mai avec un maximum en novembre (124.3mm) et janvier (137.1mm) : à l'exception du mois de décembre qui présente une légère chute de l'ordre de 97mm. Ces précipitations diminuent ensuite progressivement pour atteindre une valeur de l'ordre de 1.5mm en juillet et reprennent en septembre.



**Figure 05 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) de la région d'étude durant la Période 2008-2018 (source A.N.R.H de Tizi-Ouzou)

## 1.4. Couvert végétal

Le couvert végétal est un facteur écologique très important qui influe sur les écoulements superficiels. La résistance à l'écoulement est d'autant plus grande que le couvert végétal est plus dense. Celle-ci joue un rôle important dans la répartition de la faune benthique.

Les végétaux constituent une importante ressource en matière organique consommable par certaines catégories d'animaux aquatiques. Ils empêchent le réchauffement excessif des eaux en été et jouent ainsi un rôle important dans la répartition de la faune benthique (LOUNACI, 2005).

Selon MESSAOUDEN *et al.* (2007), le couvert végétal est très dense en Kabylie, il varie en fonction de l'altitude et présente un étagement visible de type méditerranéen.

- **En altitude supérieur à 1500m** : une forêt mixte, des sommets couverts par des pelouses écorchées à xérophytes épineux (*Astragalus armatus*, *Bupleurum spinosum*) et rampants : ronces (*Rubus*), genets (*Genista*) et quelques pieds de cèdres (*Cedrus atlantica*) ;

- **Entre 600 et 1100 m d'altitude** : la végétation est formée essentiellement de chêne vert (*Quercus rotundifolia*), Chêne-liège (*Quercus suber*), Chêne zen (*Quercus faginea*), cèdres (*Cedrus atlantica*) et autres arbres directement associés au cèdre sont des érables (*Acer monspessulanum*, *Acer obtusatum*...). Comme on trouve aussi ; l'Orme (*Ulmus campestris*) et le Merisier (*Prunus avium*), l'Aulne (*Alnus glutinosa*), le genêt espagnol (*Spartium junceum*) et le Frêne (*Fraxinus angustifolia*), la Ronce (*Rubus ulmifolius*), et le micocoulier (*Mikrokokki*).

- **En moyenne montagne (altitude inférieure à 600 m)** : la végétation est représentée par le figuier (*Ficus carica*), l'Orme (*Ulmus campestris*), le roseau (*Arundo donax*), l'Aulne (*Alnus glutinosa*), Frêne (*Fraxinus angustifolia*), la Ronce (*Rubus ulmifolius*) et surtout par l'olivier (*Olea europea*), olivier sauvage (*Oléastre*)

- **En plaines**, la végétation est représentée par des cultures fruitières : figuiers (*Ficus carica*), grenadier (*Punica granatum*), la vigne et les cultures maraîchères.

**-Le long du cours d'eau, on peut trouver sur les berges :**

- **En altitude 400-1100** : une strate herbacée et des épineux [la ronce (*Rubus ulmifolius*, *Rubus*), genets (*Genista*), Dyss (*Ampelodesmos mauritanica*)], comme on trouve aussi l'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*), le Merisier (*Prunus avium*), Saule (*Salix pedicellata*), le figuier (*Ficus carica*).

- **Pour les stations de plaine** : le peuplier (*Populus nigra*), peuplier blanc (*Populus alba*), L'aurier rose (*Nerium oleander*) et le tamaris (*Tamaris africana*)

La végétation aquatique, elle est constituée essentiellement de mousses qui dominent dans la partie supérieure du cours d'eau et d'algues filamenteuses surtout en aval.

## 1.5. Perturbation anthropique

La pollution est une contamination des écosystèmes naturels par des corps étrangers, tels que des produits chimiques, des déchets industriels ou ménagers qui entraînent une dégradation de la qualité de l'eau et perturbent ainsi le milieu aquatique, Ce qui conduit à des changements profonds de la faune et de la flore benthique.

La pollution des eaux affecte généralement les ressources superficielles et souterraines ainsi que les sols traversés par ces eaux. En Kabylie du Djurdjura, cette pollution a pris une ampleur inquiétante, en effet, la quasi-totalité des cours d'eau de la région font objet d'importantes perturbations. Le cours d'eau le plus atteint est sans doute l'oued sébaou (SAIDOUNE & SLIMANI, 2009).

La pollution dans la partie amont est d'origine domestique et les surfaces agricoles, les zones sensibles pourraient être près des villages où les eaux usées sont directement rejetées.

Dans la partie avale, la pollution à plusieurs origines :

### •Origine Industrielle

La pollution industrielle provenant des usines centrées principalement le long de l'oued sébaou, s'est accompagnée d'une atteinte grave à l'environnement et entre autre à la qualité des eaux de surface. Les eaux résiduaires contiennent un grand nombre d'éléments dissous ou en suspension organiques ou minéraux, parfois toxiques et non ou difficilement biodégradables (Acides, Métaux lourds, Détergent, Graisseshydrocarbures...etc.) (LOUNACI, 2005).

**Huileries :** Implantées un peu partout dans la région de Kabylie, ces établissements industriels, déversent des eaux dites margine, acheminées vers les divers affluents, qui sont chargées d'une quantité importante de matières organiques polluantes. La matière grasse des margines forme un filme empêchant la pénétration de la lumière et les échanges gazeux, dont l'oxygène, qui est l'élément indispensable pour toute activité métabolique(SAIDOUNE & SLIMANI, 2009).

### •Origine Agricole

L'utilisation irrationnelle d'engrais chimiques et des pesticides induisent une dégradation de la qualité des eaux souterraines et de surface. De plus, l'activité d'élevage et de pompage de l'eau pour l'irrigation peut conduire à la mise à sec de portions importantes du cours d'eau.

Toutes ces perturbations exercées sur les cours d'eau sont à l'origine de la détérioration des conditions de vie du milieu, conduisant ainsi à des changements profonds de la faune et la flore aquatique. D'autre part, elle constitue une menace sur le plan sanitaire et limite la potabilité des eaux des nappes traditionnellement utilisées comme sources d'eau potable.

**•Origine mécanique**

L'extraction de sable et de gravier entraîne une déstabilisation du lit des cours d'eau avec une modification de sa morphologie. Fortement exploité sur son cours moyen et inférieur, cette extraction pourrait avoir de graves conséquences, même après cessation des travaux. De plus lors de l'exploitation des matériaux réduit la production primaire et par conséquent contribue à l'altération des écosystèmes aquatiques.

Durant notre étude au niveau des cours d'eau des ouadhias on a observé d'autres activités comme la baignade (Ath El Kaid) au niveau d'Assif Agueni Gueghran montré dans la photo 01, ainsi que le lavage des véhicules (cas de Takhoukhth) (photo 02). Ces deux perturbations influencent d'une manière négative sur les effluents, ce qui conduit à la mortalité de plusieurs espèces et l'immigration de certaines d'autres, mais elles ont aussi des effets moins visibles : une eutrophisation des milieux, des effets toxiques à plus ou moins long terme, des maladies ou des perturbations endocriniennes.



**Photo 01** : La baignade



**Photo 02** : le lavage des véhicules



# CHAPITRE 2

**Sites et méthodes d'étude**

Ce chapitre constitue une description des cours d'eau étudiées, une présentation globale du contexte environnemental et des méthodes de récoltes employées.

## **2.1. Description de l'ensemble des cours d'eau et des stations étudiées**

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

Sur l'ensemble du réseau hydrographiques du bassin du Sébaou, notre intérêt s'est porté sur oued ouadhias, l'un des trois principaux affluents d'oued Aissi, Il draine les écoulements du flanc nord de la dorsale médiane du Djurdjura, depuis Azrou n'Chria (alt. 1289m) jusqu'à Thakhoukhth(200m).Il résulte de la confluence des oueds Ath Bouaddou(Tamdha) et AgueniGueghrane (Aghalladh) avec Assifouadhias.

Parmi les stations étudiées, 6 ont été retenues le long du réseau hydrographique des Ouadhias. Le choix de ces stations est fait en tenant compte de quelques paramètres tels que: l'altitude, la distance à la source, la pente, nature du substrat, l'amont et aval des agglomérations, 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.

Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- La localité la plus proche
- Distance à la source
- L'altitude
- La pente de la station
- La largeur moyenne du cours d'eau (lit mineur)
- La profondeur moyenne de la lame d'eau
- La vitesse du courant
- La nature du substrat
- La végétation aquatique
- La végétation bordante(Ripisylve)
- La température de l'eau
- L'action anthropique

Les stations retenues se répartissent comme suit :

- Deux stations situées sur Assif Ath Bouaddou(Tamdha) :O1, O2
- Deux stations situées sur AssifAgueniGueghrane(Aghalladh) :O3, O4
- Deux stations situées sur AssifOuadhia : O5, O6

Les stations sont indiquées par des carrés sur la figure 06. Ellesportent la dénomination du cours d'eau sur le quel elles se trouvent.

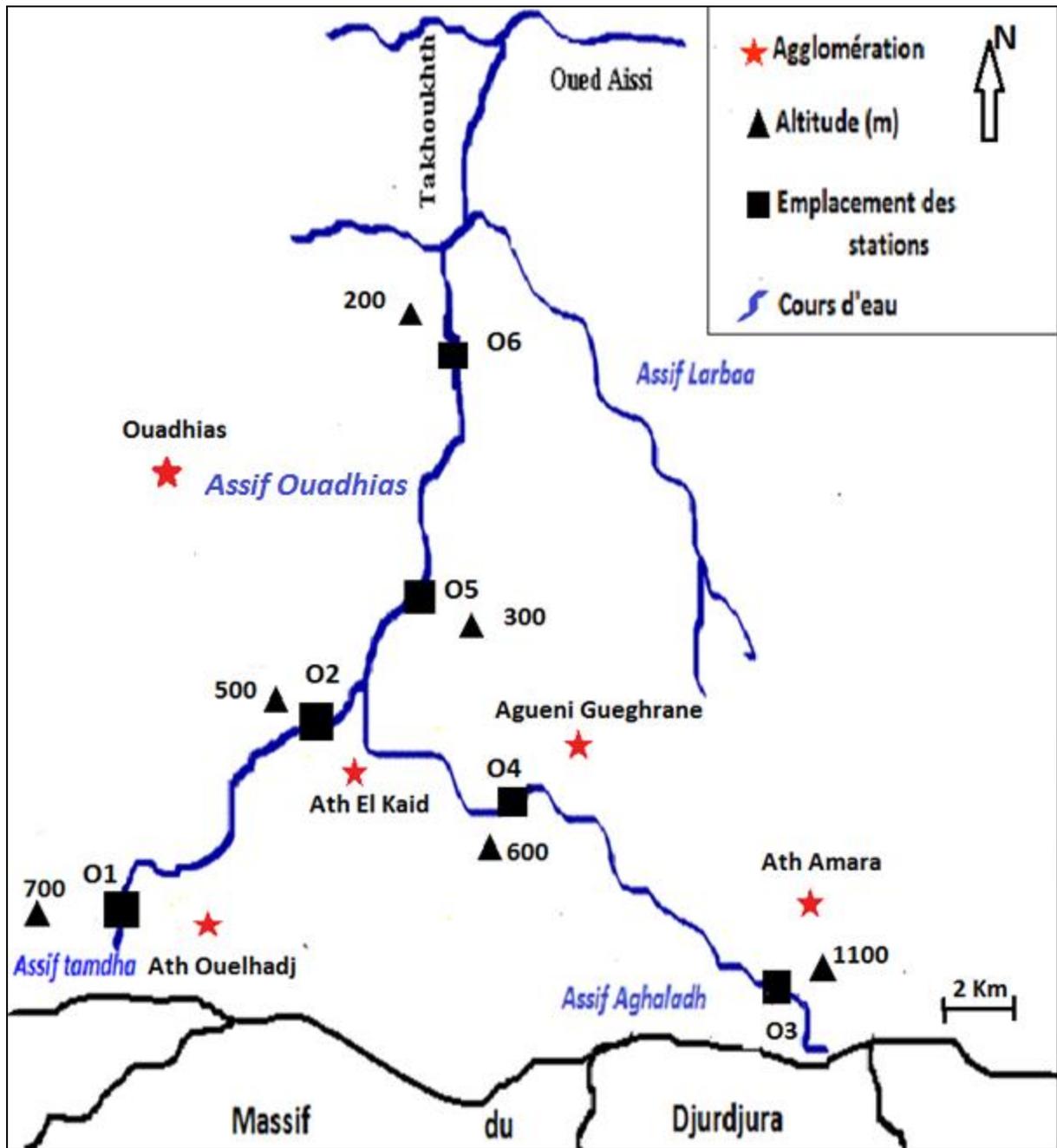


Figure 06 : Cours d'eau étudiés et emplacement des stations

### 2.1.1. Assif Ath Bouaddou (Assif Tamdha)

Il prend naissance à 1100 m d'altitude à partir des sources et des ruisseaux alimentés par les eaux de pluies et de fonte de neige au niveau du Djbel d'Ath Bouadou (Djurdjura). De pente moyenne de 10.5 % et d'une largeur pouvant atteindre 7 m, il coule en orientation Sud /Nord-Est sur une distance de 12 km entre 380 m et 1100 m d'altitudes avant de se jeter dans Assif Ouadhias.

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : O1, O2.

#### ❖ Station O1 (Photo 03)

Elle est localisée à 500 m en amont du village d'Ath Ouelhadj qui est situé à environ 18 Km au Sud de la ville des Ouadhias.

-Altitude : 700m

-Pente de la station : 15%

-Distance à la source : 2.5km

-Largeur du lit : 2m

-Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm

-Température de l'eau : 19.5°C

-Vitesse du courant : rapide

-Nature du substrat : sable, graviers, limon

-Végétation aquatique : mousses

-Végétation bordante : strates arborée et arbustive

-Action anthropique : Rejets domestiques



**Photo 03** : Ath Ouelhadj

## ❖ Station O2 (photo 04)

Station localisée à 300 m en aval du village Ath El-Kaid, à environ 12 km au sud de la ville des Ouadhias.

-Altitude : 500m

-Pente de la station : 9.5%

-Distance à la source : 13km

-Largeur du lit : 3,5m

-Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20cm

-Température de l'eau : 19°C

-Vitesse du courant : moyenne à rapide

**Photos 04** : Ath El-Kaid

-Nature du substrat : Blocs, dalles, Gros galets, sable, Limon.

-Végétation aquatique : mousses, algues

-Végétation bordante : strates herbacé, arbustive et épineux (La ronce) et arborescente (figuier, grenadier, l'aulne...)

-Action anthropique : présence d'un point touristique juste en amont de la station, Rejets domestiques.



### 2.1.2. Assif Agueni Gueghrane

C'est un cours d'eau de montagne qui prend naissance à 1250 m d'altitude, il collecte l'ensemble des écoulements en provenance de Djebel Agueni Gueghrane. Sa pente est de l'ordre de 11,5 % et sa largeur peut atteindre 3,5 m dans certains endroits, il coule en orientation Sud/Nord-Ouest sur une distance de 16 Km entre 380m et 1250 m d'altitude, avant de rejoindre à Assif d'Ath Bouaddou au lieu-dit « Thamda Erahma ».

Deux stations sont retenues sur ce cours d'eau : O3, O4.

#### ❖ Station O3 (photo 05)

Cette station est située à Ath-Regane, elle est localisée à 1,2 km en amont du village d'Ath-Amara, à environ 24 km au sud de la ville des Ouadhias.

-Altitude : 1100 m

-Pente de la station : 19%

-Distance à la source : 1.5km

-Largeur du lit : 3 m

-Profondeur moyenne de la lame d'eau : 5cm

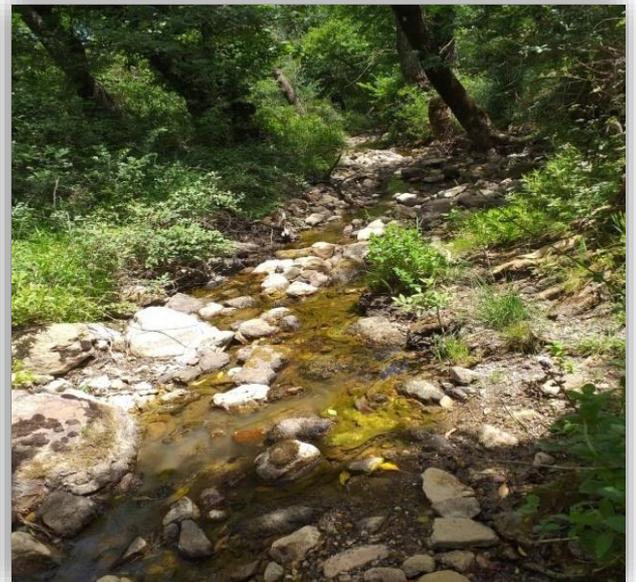
-Température de l'eau : 17°C

-Vitesse du courant : lente

-Nature du substrat : grossier, Gros galée, petit galée, limon **Photo 05** : Ath Regane

-Végétation aquatique : mousses, Algues

-Végétation bordante: stratearborescente (Salix alba, l'Ormeaux, l'aulne) arbustive épineux (Laronce, chardon), herbacé (l'inule et le Champ)



### ❖ Station O4 (photo 06)

Cette station est située à 2 km en aval du chef-lieu d'AgueniGueghrane, à environ 12km au Sud de la ville des Ouadhias.

-Altitude: 600m

-Pente de la station : 11%

-Distance à la source : 7km

-Largeur du lit : 2m

-Profondeur moyenne de la lame d'eau : 25 cm

-Température de l'eau : 19°C

-Vitesse du courant : moyenne à rapide

-Nature du substrat :sable, Limon **Photo 06** :AgueniGueghrane

-Végétation aquatique : la présence de quelque mousse

-Végétation bordante: strate arborescente et arbustive épineux (la ronce)



### 2.1.3. Assif Ouadhias

Il prend naissance au point de confluence des Assifs Ath Bouaddouet Agueni Gueghrane au lieu-dit « Thamda Erahma », doté d'une pente moyenne de l'ordre de 2 % et la largeur de son lit peut atteindre à certains endroits 9 m. Il coule en orientation sud/nord-est entre 380m et 180m d'altitude sur une distance de 12km avant d'être jeté dans l'Oued Aissi.

Deux stations sont retenues dans ce cours d'eau : O5, O6.

#### ❖ Station O5 (photo 07)

Cette station se situe en aval de village Agouni-Gueghran, localisée à environ 5.5 km à l'est de la ville des Ouadhias.

-Altitude: 300m

-Pente de la station: 3%

-Distance à la source : 20km

-Largeur du lit: 3m

-Profondeur moyenne de la lame d'eau : 20 cm

-Température de l'eau: 18°C

-Vitesse du courant: moyenne à rapide

-Nature du substrat: bloc, gros galées, sable.

-Végétation aquatique: mousses

-Végétation bordante: strate arborescente (Frêne, figuier, le roseau) et strate arbustive Épineux (la ronce)

-Action anthropique : rejets domestiques et les décharges sauvages



**Photo 07** : Agueni Gueghrane

### ❖ Station O6 (photo 08)

Cette station est localisée à environ 10 km à l'Est de la ville des Ouadhias au lieu-dit thakhoukht.

-Altitude: 200m

-Pente de la station: 1.5%

-Distance à la source : 25km

-Largeur du lit: 12m

-Profondeur moyenne de la lame d'eau : 15 cm

-Température de l'eau: 20°C

-Vitesse du courant: Très lente

-Nature du substrat: gravier, sable, limon **Photo 08** : Takhakhouth

-Végétation aquatique: Algues (80%), mousses

-Végétation bordante: strate arbustive éparse

-Action anthropique : L'élevage, rejets de provenance de toute la ville des ouadhias, lavage des voitures



## 2.2. Caractéristiques physiques des stations

### 2.2.1. Pente

C'est un paramètre important dans le déterminisme de la vitesse du courant et de la taille des éléments du substrat, ainsi que dans la distribution de la faune benthique et qui dépend de l'altitude.

En tenant compte de la longueur des cours d'eau étudiés et la grande différence d'altitude entre les ruisseaux et les secteurs de piémont et de basse altitude, nous observons d'importantes variations de pentes (tableau 01).

**Tableau01** : Altitude et pente à la station des cours d'eaux étudiés.

Secteur	AssifAghaladh		AssifTamdha		AssifOuadhias	
Stations	O3	O4	O1	O2	O5	O6
Altitude (m)	1100	600	700	500	300	200
Pente à la station (%)	19%	11%	15%	9.5%	3%	1.5%
Distance à la source (Km)	1.5	7	2.5	13	20	25

✓ Les secteurs les plus pentus correspondent aux cours d'eau d'altitude (700-1100m) où les pentes varient de 19% à 15% : secteurs des stations O3 et O1.

✓ Dans les zones de moyennes altitudes (500-600m), les pentes sont de 9,5% à 11% (stations O2 et O4).

✓ Dans les basses altitudes les zones de piémont (200-300), le profil est régulier ; on assiste à une rupture de pente et à l'élargissement des cours d'eau. Les pentes varient entre 1,5 et 3% (secteur des stations O5 et O6).

### 2.2.2. Le débit

Est le volume d'eau liquide traversant une section transversale de l'écoulement, Il comprend tout ce qui est transporté avec cette eau, comme les matières solides en suspension, les produits chimiques dissous et des éléments biologiques. Il dépend de l'altitude, de la



Station	O3	O5	O4	O2	O1	O6
Altitude(m)	1100	300	600	500	700	200
Largeur du lit(m)	3	3	2	3.5	2	12
Vitesse du courant (cm/s)	Lente	Moyenne à rapide	Moyenne à rapide	Moyenne à rapide	Rapide	Très lente

La vitesse du courant varie d'une station à l'autre, cette dernière est lente au niveau de la station O3 malgré qu'elle a une forte pente, ça est du à la faible précipitation durant l'hiver. Contrairement à la station O1 qui est rapide. En moyenne altitude les stations (O2, O4 et O5) sont définies de moyenne à rapide, lente dans la station O6 (la plus basse station du cours d'eau étudié) car l'eau coule sur un lit large et relativement plat avec une faible pente de l'ordre de 1,5 %.

#### 2.2.4. Le substrat

Les cours d'eau constituent des systèmes qui à première vue semblent simples, en réalité ils sont plus complexes. En effet le substrat constitue le support vital des invertébrés benthiques auquel il est intimement associé pendant une partie de leur vie.

La nature des terrains traversés ainsi que les mouvements des matériaux, font que le substrat qui constitue le fond des cours d'eau varie. Certains substrats comme les sédiments grossiers tels que les blocs, les galets ou le gravier sont des substrats pouvant former des abris ou permettant aux macro-invertébrés de s'y accrocher. Quant aux sédiments fins tels que le sable, le limon et l'argile, ils sont des substrats potentiels pour les frayères de certaines espèces de poissons.

Dans les cours d'eau étudiés les secteurs les plus pentus présentent un substrat grossier à dominance de gros galets. Dans les piémonts et basses altitudes, il est plutôt hétérogène : Galets, sable, limons, matière organique et végétation aquatique (tableau 03).

**Tableau 03** : Nature du substrat dans les stations étudiées.

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Galets-Graviers (%)	70	80	70	70	70	0
Sables-Limon(%)	15	10	10	15	10	50
Matière Organique (%)	0	10	10	15	10	25
Végétation aquatique(%)	15	20	15	10	15	30

## **2.3. Matériel et méthodes d'échantillonnage**

Les cours d'eau sont des milieux naturels complexes. Ils assurent l'écoulement des eaux et des sédiments de l'amont vers l'aval ainsi que le drainage naturel des terres. Ils offrent des habitats naturels assurant la vie et la reproduction des espèces aquatiques; ils constituent parfois de véritables réservoirs de biodiversité.

L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative du milieu à étudier pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau.

Les organismes macro-benthiques colonisent une grande variété d'habitats et de micro habitats. Ils sont très utilisés dans le domaine de bio-indication puisqu'ils sont abondants dans la majorité des milieux aquatiques, en plus d'être faciles à identifier et à échantillonner. De plus ils sont un maillon important de la chaîne alimentaire aquatique et ils constituent la plus importante source d'alimentation de plusieurs espèces. Ils jouent donc un rôle clé dans les écosystèmes aquatiques.

Le but de la présente méthode de prélèvements de macro-invertébrés en cours d'eau peu profondes est donc d'établir une liste faunistique, la plus exhaustive possible des taxons présents et de leur abondance sur un point de prélèvement, avec une méthode de terrain rapide (moins d'une heure)

L'unité de base de l'échantillonnage est la station qui est un tronçon de cours d'eau dont la longueur représente approximativement dix fois sa largeur, regroupant ainsi tout un ensemble d'habitats particulier.

Les récoltes de macro-invertébrés ont été réalisées au cours d'une seule campagne : juin 2021. Durant cette période on a connu un stress hydrique à cause de faible précipitation en hiver et en printemps.

### **2.3.1. Techniques de prélèvement de la faune benthique**

Les techniques de prélèvement de la faune benthique sont très diversifiées. L'appareillage utilisé est le filet Surber pour le faciès lotique (figure 07, a) et le filet Troubleau pour le faciès lentique (figure 07, b).

#### **❖ Milieu lotique**

Dans la zone d'eau courante, peu profonde (inférieur à 40 cm), les prélèvements de la faune benthique sont réalisés à l'aide d'un filet Surber. Qui est constitué d'un cadre métallique avec une base de surface de 0,09 m<sup>2</sup> (30 cm x 30 cm). Ce dernier il est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Nettoyer manuellement pendant quelque temps les sédiments et les débris à l'intérieur du filet à échantillonner, puis, brasser le fond sur quelques

centimètres afin d'y déloger les organismes enfouis. Le courant fera entrer les organismes dans le filet. Dans certaines situations, on pourra les aider à y entrer en créant un courant avec Les mains. Retirer le filet en s'assurant qu'aucun organisme ne puisse être emporté par le courant. Pour ce faire, retirer le filet à contre-courant. Ensuite tremper le filet dans l'eau plusieurs fois et le secouer afin de se débarrasser des sédiments fins.

#### ❖ Milieux lentique

Dans les zones d'eau calme où se déposent les sédiments fins, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet troubleau à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre.

L'échantillonnage est réalisé par dragage au filet des fonds en faisant des allers-retours sur une distance d'un mètre environ.



(a) (b)

**Figure 07** : L'échantillonnage de type « Surber » (a) et « Troubleau » (b).

#### • Conservation des échantillons

Le contenu du filet est mis dans des sachets en plastique contenant du formol à 8% sur le lieu même de prélèvement pour la conservation sans oublier de les étiqueter qui est indispensable : au crayon sont notés la date, le nom de la station et le type de récolte pour les reconnaître.

#### • Lavage, tri et détermination

Au laboratoire, les échantillons prélevés sont soigneusement lavés, tamisés et débarrassés des particules indésirables sur une série de tamis à maille de taille décroissantes de 5 à 0.2

mm. Le contenu des tamis est versé dans un bac puis réparti et homogénéisé dans des béchers à 250 cc(Figure 08)



**Figure 08 :** Matériel de lavage des échantillons au laboratoire

**1 :** L'échantillon

**4 :** Boite pétrie

**2 :** Tamis

**5 :** Pince

**7 :** Bassine

**3 :** Bécher

**6 :** ciseaux

Un pré-tri et une détermination jusqu'à la famille ou au genre sont effectués sous une loupe binoculaire, par fractions successives dans des boites de pétri à fond quadrillé (Figure 09).

Pour une séparation des différents groupes faunistiques en familles et en genre nous nous sommes référés à la clé de détermination de TACHET et *al.*, (1980 ; 2000).



**Figure 09 :** Matériel de pré-tri et de détermination des échantillons au laboratoire

**1 :** Loupe binoculaire

**4 :** Pince

**2 :** Alcool 70%

**5 :** Boite pétrie

**3 :** piluliers

**6 :** Pipete

**7 :** Clé de détermination

## 2.3.2. Méthodes d'analyse de la structure des peuplements

### 2.3.2.1. Indice de diversité et de structure :

Ce sont des expressions mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement. Ils permettent d'avoir rapidement une évaluation de la diversité du peuplement.

Ces indices ont pour intérêt de rendre compte de l'abondance relative de chaque espèce, de comparer entre des peuplements et comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 1985).

La qualité biologique de l'eau peut être appréciée à partir de sa diversité faunistique. Cette dernière correspond au nombre d'espèces ainsi qu'à la répartition des individus au niveau de chaque espèce. au sein d'un biotope, plus les espèces sont nombreuses, plus leur abondance est voisine et plus la diversité est élevée.

Un certain nombre d'indices de diversité doit être utilisé pour la caractérisation d'un peuplement, la comparaison globale de peuplements différents ou de l'état d'un même peuplement étudié à des moments différents (BARBAULT, 1995). Il s'agit de la richesse taxonomique, l'abondance et l'occurrence des espèces. Ils permettent aussi de comparer entre deux peuplements et de voir comment ceux-ci évoluent dans l'espace et dans le temps (DAJOZ, 2006).

#### ❖ Richesse taxonomique ou spécifique

L'étape de base dans l'étude des communautés consiste à obtenir la richesse spécifique ou taxonomique, C'est-à dire le nombre de taxon ou d'espèce présente dans chaque prélèvement. Elle est considérée comme étant la première perception du milieu qui nous indique que plus il y a de taxons distincts (espèces, genres, familles..), plus la diversité est grande.

#### ❖ Abondance des espèces « ni »

L'abondance est un paramètre important pour la description d'un peuplement. Elle représente le nombre d'individus de taxon i présent par unité de surface ou de volume (RAMADE, 2003), elle est variable aussi bien dans le temps et dans l'espace.

#### ❖ Abondance relative

Représente le nombre d'individus d'une espèce (l'abondance des espèces), sur le nombre total de tous les individus d'espèces.

$$P_i = n_i / N$$

•**P<sub>i</sub>** : Abondance

•**n<sub>i</sub>** : Nombre d'individus d'espèces i

•**N** : nombre totale de toutes les espèces

Ces abondances relative son répartit au 5 classes :

- [0-20% [            → espèce rare
- [20-40% [        → espèce rare et dispersé
- [40-60% [        → espèce peu abondante
- [60-80% [        → espèce abondante
- ≥ 80%              → espèce très abondante

#### ❖ Occurrence des espèces

Appelée aussi indice de constance au sens de DAJOZ (1985), la fréquence d'occurrence est le rapport, exprimé en pourcentage, entre le nombre de relevés ( $P_i$ ) où l'on trouve l'espèce(i) et le nombre total de relevés réalisés (P) dans une même station.

Elle est calculée par la formule :

$$C(\%) = P_i / P$$

•**C** : La fréquence de l'espèce i

•**P<sub>i</sub>** : Nombre de prélèvement réalisé

•**P** : Nombre de prélèvement ou l'espèce i est présent

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

- C] 100-75]            → espèce omniprésente
- C] 75-50]            → espèce constante
- C] 50-25]            → espèce fréquente
- C] 25-5]              → espèce accessoire
- C < 5%                → espèce rare

### ❖ **Indice de SHANNON et WEAVER (1984)**

Cet indice reflète les modifications de structures des peuplements et visualise leurs variations dans l'espace. Plus cet indice est élevé, plus le milieu contient un nombre d'espèces à abondance relative élevée. Impliquant une communauté benthique diversifiée (EVRARD, 1996)

L'indice SHANNON et WEAVER est utilisé dans de nombreuses études de pollution. Selon ECHAUBARD & NEVEU (1975), il présente l'avantage de ne pas dépendre directement de l'échantillon. Ces auteurs ont montré que dans une zone homogène, si la taille de l'échantillon augmente le nombre d'espèce augmente.

L'indice de Shannon-Weaver convient bien à l'étude comparative des peuplements. Il est indépendant de la taille de l'échantillon et prend compte à la fois de la richesse spécifique et de l'abondance relative de chaque espèce, permettant ainsi de caractériser l'équilibre du peuplement d'un écosystème.

L'indice de SHANNON-WEAVER est exprimé en bits (unité d'information binaire), il est calculé par la formule suivante :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

✓  $P_i = n_i/N$  :  $n_i$  : nombre d'individus de l'espèce

$N$  : nombre total de tous les individus de toutes les espèces

✓  $\log_2 x = \text{Log } x / \text{Log } 2$  :  $\log_2 = 0.30$

$H'$  est d'autant plus petit (proche de 0) que le nombre d'espèces est faible ou quelques espèces dominant ; il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et réparti équitablement. Autrement dit, la diversité est minimale quant  $H'$  tend vers zéro (0), et est maximale quant  $H'$  tend vers  $\infty$

### ❖ **Équitabilité (PIELOU, 1969)**

L'indice de SHANNON et WEAVER est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité ou d'équirépartition « E » de PIELOU (1969) qui permet la comparaison entre deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes. Elle se fait grâce au rapport de la diversité observée  $H'$  à la diversité maximale  $H'_{\max}$  (DAJOZ, 1985).

Selon le même auteur, cette dernière est très importante dans la caractérisation de la diversité faunistique. Elle est calculée par la formule suivante :

$$E = H' / H'_{\max} = H' / \log_2 S$$

•**H'** : Indice de Shannon-Weaver

•**Log<sub>2</sub>** : Logarithme à base 2

•**S** : Richesse spécifique

L'équitabilité  $E$  varie de 0 à 1: elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce et tends vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1995)

### **2.3.3. Traitement statistiques des données**

Les principales méthodes statistiques multi variées utilisées dans ce travail s'appuient sur l'analyse en composantes principales (ACP) et la classification ascendante hiérarchique(AFC).

#### **➤ Analyse en composantes principales (ACP)**

C'est une méthode d'analyse multi variée permet l'étude simultanée d'un grand nombre de variable dont l'information totale ne peut pas être visualisée à cause d'un espace à plus de trois dimensions (MOUISSI & ALAYAT, 2016).

Le but de l'ACP est de donner une représentation synthétique et graphique de **P** individus dans un espace de dimensions diminué, sachant que l'on part d'un espace à **n** dimensions, **n** étantle nombre de variables mesurées.

Les résultats sont des données sous forme de graphes, l'un des variables et l'autre des individus. Le graphe des variables est donné par le cercle des corrélations, de rayon  $R=1$ . Il permet de voir quelles sont les variables qui sont corrélées les une avec les autres et quelles variables sont expliquées par les axes factoriels.

Le graphe des individus est lu simultanément avec celui des variables, il permet de déduire l'individu qui donne la meilleure (ou la plus faible) valeur de la variable considérée dans la lecture.

#### **➤Analyse factorielle des correspondances (AFC)**

L'AFC est une méthode statistique d'analyse des données. En faite, elle a le même principe avec l'analyse en composantes principales. Son but est de donner la meilleure représentation simultanée des groupes de variables, permettant d'obtenir une correspondance entre groupes d'espèces et groupes de stations. Elle permet d'ordonner les valeurs d'un tableau suivant un certain nombre d'axes correspondant à des facteurs de distribution (THIOULOUSE & CHASSEL, 1997).

L'interprétation des résultats se fait en terme de proximité entre les stations, les espèces ou entre stations et espèces. Les contributions relatives ou absolues de chaque station ou espèce pour chaque axe apportent des éléments indispensables pour l'interprétation, tandis que leur cosinus carré traduit la plus ou moins grande représentativité de l'axe pour la variable considérée (Le Loc'H, 2005). Les plans factoriels sont obtenus à partir du logiciel 'R 4.0.6' et 'Statistica 6.4'.

#### **2.3.4.- Logiciels de calcul**

Les logiciels 'Statistica 6.4' et 'R 4.0.6' ont permis de réaliser et donner les représentations graphiques des analyses multi-variées de type ACP, AFC .



# ***CHAPITRE 3***

**Analyse de la faune**

### 3.1. Analyse globale de la faune benthique

Le fond des cours d'eau abrite un nombre indéterminé d'êtres vivants. Parmi eux les invertébrés qui constituent une bonne partie et se répartissent inégalement en fonction de la nature du substrat (fixés, rampants, fousseurs). Cette distribution dépend des conditions environnementales et si ces dernières changent toute la composition faunistique change.

Les données faunistiques et écologiques que nous présentons dans ce travail résultent d'une seule campagne d'échantillonnage : Juin 2021.

Les prélèvements effectués ont permis de récolter un total de 15091 individus répartis en 12 groupes zoologiques et 47 familles (Tableau 04 et 05).

**Tableau04** : Nombre de familles et genres par groupes zoologiques.

Groupes Zoologiques	Nombresde familles	Nombres de genres
<b>Planaires</b>	1	1
<b>Oligochètes</b>	3	3
<b>Achète</b>	1	1
<b>Mollusques</b>	3	3
<b>Hydracariens</b>	1	1
<b>Crustacés</b>	2	2
<b>Ephéméroptères</b>	4	5
<b>Plécoptères</b>	2	2
<b>Hétéroptères</b>	4	4
<b>Coléoptères</b>	11	15
<b>Trichoptères</b>	3	3
<b>Diptères</b>	12	12
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>52</b>

Parmi ces invertébrés, nous soulignons l'importance que prennent les insectes (43 taxons soit 91.34%) par rapport au reste de la faune benthique (6 taxons soit 8.66%).

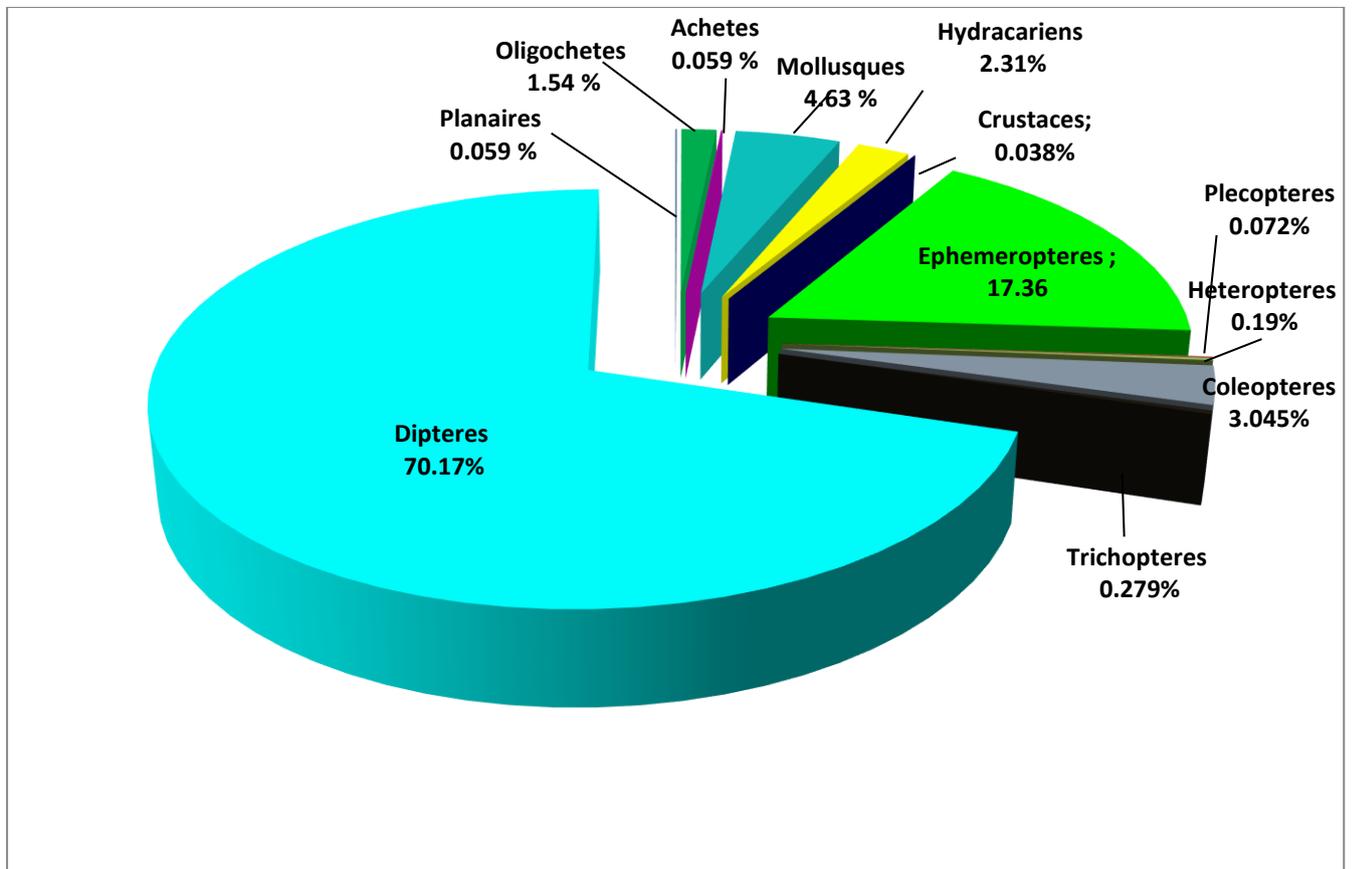
Le groupe le mieux représenté est celui des Diptères, il comprend 12 familles. Suivi par les coléoptères avec 11 familles, les Ephéméroptères et les Hétéroptères avec 4 familles, ensuite les Oligochètes, Mollusques et les Trichoptères avec 3 familles, les Crustacés et les plécoptères avec 2 familles et enfin les Planaires, Achètes et les Hydracariens ne sont représentés que par une seule famille chacun.

L'effectif du peuplement benthique montre que les Diptères et les Ephéméroptères sont nettement dominants (figure10). Ils représentent respectivement 70.21% (soit 10596 individus) et 17.38% (soit 2623 individus) de la faune totale. Ils sont abondants dans toutes les stations et totalisent plus de 87.59% de la faune récoltée.

En revanche, Les Mollusques, les coléoptères, Hydracariens et les Oligochètes occupent respectivement la 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup> place par ordre d'abondance numérique.

Ils comptent respectivement 699 individus (soit 4.63%) ,482 individus (soit 3.19 %) ,350 individus (soit 2.31%) et 234 individus (soit 1.55%) de la faune totale.

Enfin, les Planaires, les Achètes, les Crustacés, les Plécoptères, les hétéroptères et les trichoptères, sont rares dans nos prélèvements (< à 0.28)



**Figure 10 :** Répartition globale de la faune benthique dans les stations d'étude.

Tableau 05 : Répartition de la faune benthique dans les stations d'étude.

Stations	Code	O1	O2	O3	O4	O5	O6	Ab	AbR	Occ	OccR
Altitude(m)		700	500	1100	600	300	200				
<b>PLANAIRE</b>											
DugesIIDae											
<i>Dugesia</i>	<i>Dug</i>					3	6	9	0.059	2	33.33%
Total						3	6				
<b>OLIGOCHETES</b>											
Naididae	<i>Nai</i>	10		40	130			180	1.19	3	60%
Tubificidae	<i>Tub</i>	10	3			11	4	28	0.18	4	66.66%
Lumbricidae	<i>Lum</i>	8	5	3	3	7		26	0.17	5	83.33%
Total		28	8	43	133	18	4				
<b>ACHETES</b>											
Hirudidae	<i>Hir</i>		3	3			3	9	0.059	3	50%
Total			3	3			3				
<b>MOLLUSQUES</b>											
Ancylidae											
<i>Ancylus</i>	<i>Anc</i>	192	249	174	21	56		692	4.58	5	83.33%
Planorbidae	<i>Pla</i>		4					4	0.026	1	16.66%
Physidae											
<i>Physa</i>	<i>Phy</i>						3	3	0.019	1	16.66%
Total		192	253	174	21	56	3				
<b>HYDRACARIENS</b>											
Hydracarina	<i>Hyd</i>	307	7	14		15	7	350	2.31	5	83.33%
Total		307	7	14		15	7				
<b>CRUSTACES</b>											
Gammaridae											
<i>Gammarus</i>	<i>Gam</i>					3		3	0.019	1	16.66%
Potamonidae											
<i>Potamon</i>	<i>Pot</i>					3		3	0.019	1	16.66%
Total						6					
<b>EPHEMEROPTERES</b>											
Caenidae											
<i>Caenis</i>	<i>Cae</i>	25	420	23	45	15	280	808	5.35	6	100%
Baetidae											
<i>Baetis</i>	<i>Bae</i>	545	31	20	691	143	72	1502	9.95	6	100%
<i>Centroptilum</i>	<i>Cen</i>			8			23	31	0.20	2	33.33%
Ephemerellidae											
<i>Ephemerella</i>	<i>Eph</i>	12		3				15	0.099	2	33.33%
Leptophlebiidae											
<i>Habrophlebia</i>	<i>Hab</i>	5	5	79	38	140		267	1.76	5	83.33%
Total		587	456	133	774	298	375				
<b>PLECOPTERES</b>											
Nemouridae											
<i>Nemoura</i>	<i>Nem</i>			5				5	0.033	1	16.66%
Perlodidae											
<i>Isoperla</i>	<i>Iso</i>						6	6	0.039	1	16.66%
Total				5			6				
<b>HETEROPTERES</b>											
Hydrometridae											
<i>Hydrometra</i>	<i>Hyd</i>				3	3	3	9	0.059	3	50%
Mesoveliidae											
<i>Mesovelia</i>	<i>Mes</i>					3		3	0.019	1	16.66%
Gerridae											
<i>Gerris</i>	<i>Ger</i>		3	3				6	0.039	2	33.33%
Naucoridae											
<i>Naucoris</i>	<i>Nau</i>	3		5		3		11	0.027	3	50%
Total		3	3	8	3	9	3				
<b>COLEOPTERES</b>											
Gyrinidae											
<i>Aulonogyrus</i>	<i>Aul</i>	5						5	0.033	1	16.66%

Stations	Code	O1	O2	O3	O4	O5	O6	Ab	Ab R	Occ	Occ R
<i>Gyrinus</i>	<i>Gyr</i>	11	3	5		22	10	51	0.33	5	83.33%
<b>Dytiscidae</b>											
<i>Dytiscus</i>	<i>Dyt</i>			14			5	19	0.12	2	33.33%
<b>Haliplidae</b>											
<i>Haliplus</i>	<i>Hal</i>			3				3	0.019	1	16.66%
<b>Hydrophilidae</b>											
<i>Hydrophilus</i>	<i>Hyd</i>	3						3	0.019	1	16.66%
<b>Limnebiidae</b>											
<i>Limnebius</i>	<i>Lim</i>		4		3			7	0.046	2	33.33%
<b>Hydraenidae</b>											
<i>Ochthebius</i>	<i>Och</i>	30	5		5	3		43	0.28	4	66.66%
<i>Hydraena</i>	<i>Hyd</i>	79	110	4	11	37		241	1.59	5	83.66%
<b>Dryopidae</b>											
<i>Dryops</i>	<i>Dry</i>			3			3	6	0.039	2	33.33%
<b>Elmidae</b>											
<i>Elmis</i>	<i>Elm</i>		11					11	0.072	1	16.66%
<i>Oulmnius</i>	<i>Oul</i>		17					17	0.11	1	16.66%
<i>Riolus</i>	<i>Rio</i>						3	3	0.019	1	16.66%
<b>Staphilinidae</b>											
<i>Staphilinus</i>	<i>Sta</i>		19	3	3			25	0.16	3	50%
<b>Noteridae</b>											
<i>Noterus</i>	<i>Not</i>	4						4	0.026	1	16.66%
<b>Hydroporinae</b>											
<i>Hydrovatus</i>	<i>Hyd</i>			17	3	11	13	44	0.29	4	66.66%
Total		132	169	49	25	73	34				
<b>TRICHOPTERES</b>											
<b>Rhyacophilidae</b>											
<i>Rhyacophila</i>	<i>Rhy</i>	3	6		8			17	0.11	3	50%
<b>Hydropsychidae</b>											
<i>Hydropsyche</i>	<i>Hyd</i>		20		3			23	0.15	2	33.33%
<b>Hydroptilidae</b>											
<i>Hydroptila</i>	<i>Hyd</i>	3						3	0.019	1	16.66%
Total		6	26		11						
<b>DIPTERES</b>											
<b>Blephariceridae</b>	<i>Ble</i>				3			3	0.019	1	16.66%
<b>Tipulidae</b>	<i>Tip</i>	3	8				5	16	0.10	3	50%
<b>Limoniidae</b>	<i>Lim</i>		5	7	3	39	8	62	0.41	5	83.33%
<b>Psychodidae</b>	<i>Psy</i>	3	4		3	3		13	0.086	4	66.66%
<b>Dixidae</b>	<i>Dix</i>	3		3		3		9	0.059	3	50%
<b>Simuliidae</b>	<i>Sim</i>	461	102	10	8529	110	20	9232	61.17	6	100%
<b>Chironomidae</b>	<i>Chi</i>	656	240	202	40	5	50	1193	7.90	6	100%
<b>Ceratopogonidae</b>	<i>Cer</i>	3		19				22	0.14	2	33.33%
<b>Stratiomyidae</b>	<i>Str</i>					3		3	0.019	1	16.66%
<b>Dolichopodidae</b>	<i>Dol</i>					3		3	0.019	1	16.66%
<b>Ephydridae</b>	<i>Eph</i>	3	3		3		3	12	0.08	4	66.66%
<b>Anthomyidae</b>	<i>Ant</i>	12	10		3		3	28	0.18	4	66.66%
Total		1144	372	241	8584	166	89				
<b>Effectif Total</b>		2399	1297	670	9551	644	530				
<b>Occurance</b>		26	26	25	21	24	21				

**Ab** : Abondance des taxons  
totale(%)

**Ab r** : Abondance relative par rapport à la faune

**Occ** : Occurrence

**Occ r** : Occurrence relative (%)

### 3.2. Abondance de la faune benthique

L'abondance des macro-invertébrés benthiques fluctue d'une station à l'autre, variant de 530 à 9551 individus (tableau 06 et figure 11).

**Tableau 06 :** Abondance de la faune globale dans les stations d'études.

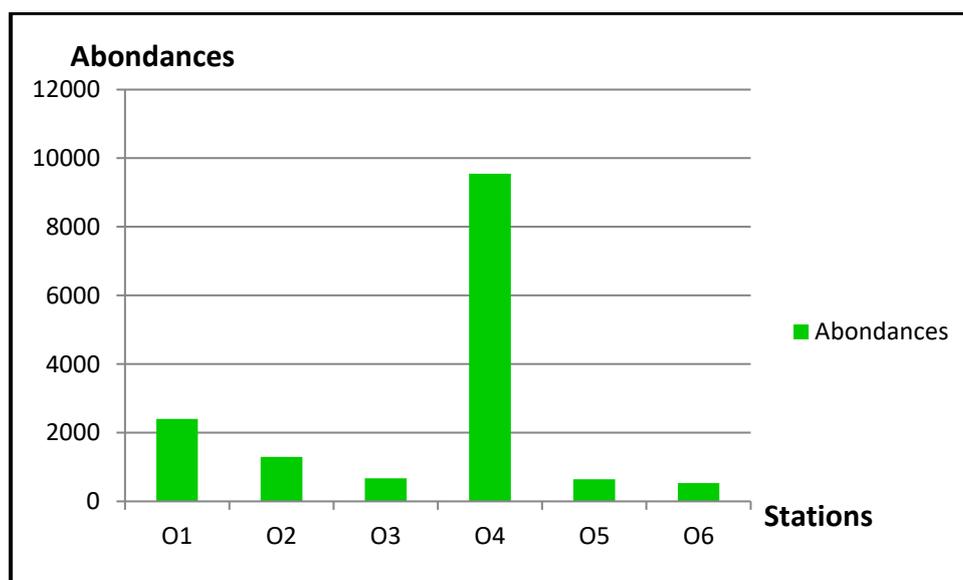
Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
Abondances	2399	1297	670	9551	644	530

L'abondance la plus élevée est notée au niveau de la station O4 avec un total de 9551 individus. Cette station est située à 600 m d'altitude. Elle est soumise aux perturbations anthropiques (rejets domestiques), d'où la pullulation des espèces les plus euryèces : des Diptères : Simuliidae, des Ephéméroptères : Baetidae et Naididae.

Les stations d'amont (stations O1 et O3) présentent une abondance moyenne de 2399 et 670 individus. En effet, les formes recensées dans ces stations sont pour la plupart polluo-sensibles. Elles semblent inféodées aux torrents de montagnes et présentent une tendance sténotherme et rhéophile.

En piémont et en basse altitude (Stations O2, O5 et O6), ont une structure assez équilibrée avec des abondances fluctuant entre 530 et 1297. Dans ce tronçon du cours d'eau, les conditions environnementales (température élevée, substrat hétérogène, présence de matière organique suite à l'action anthropique) favorisent la prolifération des taxons thermophiles (*caenis*, *Baetis*, *simuliidae*).

En effet, un cours d'eau perturbé peut créer des conditions défavorables pour certains organismes (polluo-sensibles) laissant la place ainsi à d'autres organismes plus tolérants (polluo-résistants).



**Figure 11 :** Abondance de la faune globale dans les stations d'études

### 3.3. Richesse spécifique

La richesse taxonomique représente le nombre de taxons présents dans l'échantillon, elle reflète l'état de santé écologique du milieu.

Les cours d'eau étudiés, de par leurs reliefs et leur hydrologie, offrent une grande diversité de biotopes aquatiques. La lecture de la figure 12 relative à la richesse taxonomique aux stations étudiées, montre des fluctuations au long des cours d'eau étudiés. Le nombre d'espèces varie d'une station à une autre, il fluctue entre un minimum de 21 taxons (station O4 et O6) et un maximum de 26 taxons (station O1 et O2). Cette variation dépend de plusieurs paramètres tels que la qualité du milieu, la présence ou l'absence de la végétation aquatique, la vitesse du courant, la température de l'eau ainsi que la nature du substrat.

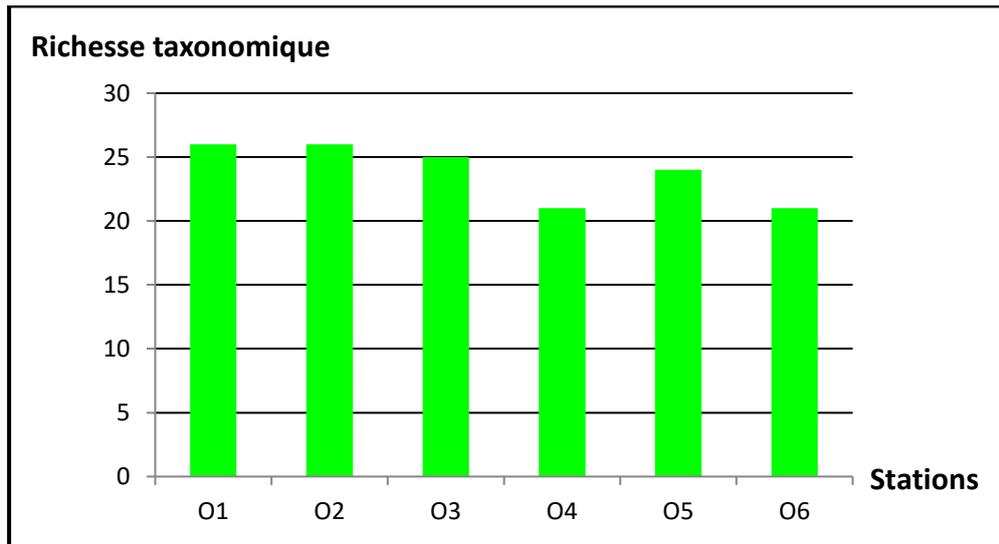
La richesse spécifique maximale est observée dans les stations O1 (alt 700) et O2 (alt 500) qui compte 26 taxons.

Ces stations situées sur le cours d'eau d'Ath Bouaddou et exactement localisées respectivement près du village Ath Ouelhadj et Ath ElKaid, caractérisées par l'hétérogénéité du substrat, et un recouvrement compris entre 70 % et 80%, constituent des milieux favorables à l'installation d'une faune riche et diversifiée.

La station O3 (alt. 1100) a été retrouvée presque sec au mois de juin ce qui explique leur faible richesse taxonomique malgré qu'elle soit une station de la haute altitude.

De même, pour les stations O4, O5 et O6 le nombre de taxon recensé est faible par rapport aux autres stations. Cette réduction du nombre d'espèces n'est qu'une conséquence de la diminution de niche écologique.

En effet la station O4 (alt. 600) localisée dans la zone de moyenne altitude, on observe une réduction de la richesse spécifique, peut s'expliquer par le fait que ces types de milieux aquatiques ne sont pas considérés comme des lieux préférentiels et pour les stations O5 et O6 localisée dans les zones de plaine, l'élévation de température en été et les activités anthropiques et les rejets industriels constituent les facteurs limitant le développement d'un grand nombre d'espèces.



**Figure 12 :** Richesse Taxonomique des stations étudiées.

### 3.4. Occurrence et abondance des taxons

Les figures 13 et 14 visualisent graphiquement l'occurrence et l'abondance des taxons récoltés dans les 6 stations. Ils peuvent être classés en trois grands groupes.

➤ **Taxons dominants :** Ce sont des éléments très abondants, très fréquents (omniprésents) et à large valence écologique : les Epheméroptères (Caenidae, Baetidae, Leptophlebiidae), les Diptères (Tipulidae, Limoniidapsychodidae, Dixidae, Simuliidae, Chironomidae, Ephydriidae, Anthomyiidae), les Oligochètes (Tubificidae, Lumbricidae), les Achètes, les Mollusques (Ancyliidae), les Coléoptères (Gyrinus, Hydraenidae, Hydropoinae, Staphilinidae), les Hétéroptères (Hydrometridae, Naucoridae), les Trichoptères (Rhyacophilidae) et les Hydracariens. Ils sont très fréquents, Eurythermes et Eurytopes et colonisent tous les types d'habitats indépendamment du substrat et de la vitesse du courant.

➤ **Taxons peu abondants et peu fréquents :** On les appelle aussi les taxons constants dont leurs fréquences d'occurrence sont comprises entre 25 à 50 %. Ce sont en général des éléments à population peu dense, les Epheméroptères (Ephemerellidae), les Coléoptères (Limnebiidae), les Trichoptères (Hydropsychidae) et les Diptères (Ceratopogonidae).

➤ **Taxons rares :** Ou taxons accidentels à la fois très peu abondants et très peu fréquents. Ce sont des taxons très localisés, ils sont récoltés dans une ou deux stations des cours d'eau de la Kabylie. Ce sont en général les taxons de biotopes bien spécialisés. Nous pouvons citer : les Mollusques (Planorbidae, Physidae), les Crustacés (Gammaridae, Potamonidae), les plécoptères (Nemouridae, Perlodidae), les Hétéroptères (Mesoveliidae), les Coléoptères (Aulonogyrus, Halpilidae, Hydrophilidae, Elmidae, Noteridae), les Trichoptères (Hydroptilidae) et les Diptères (Blephariceridae, Stratiomyidae).



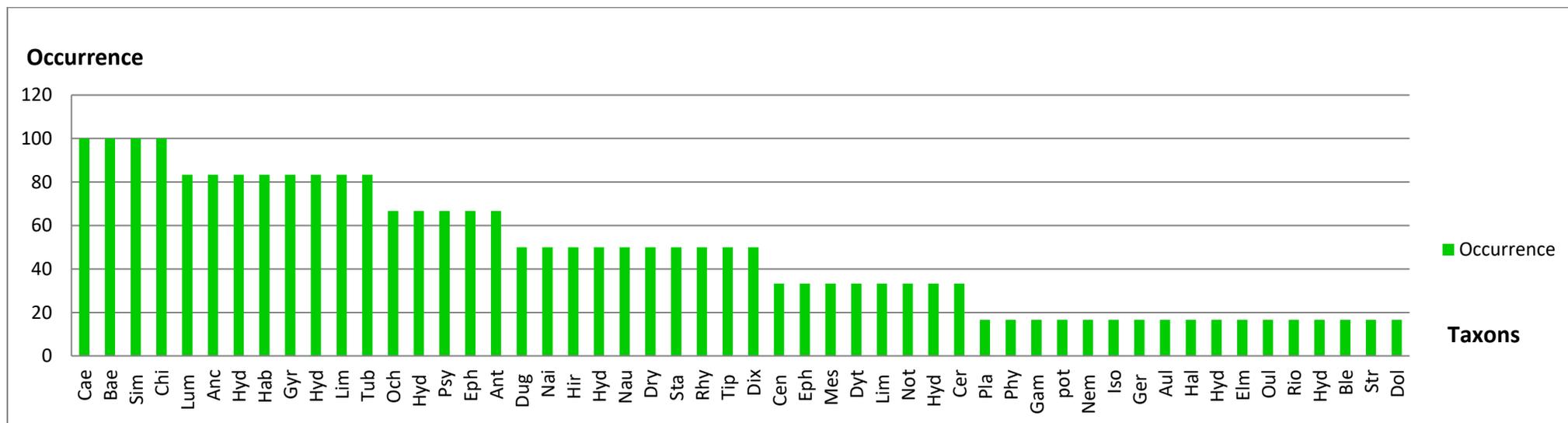


Figure 13 : Occurrence des taxons

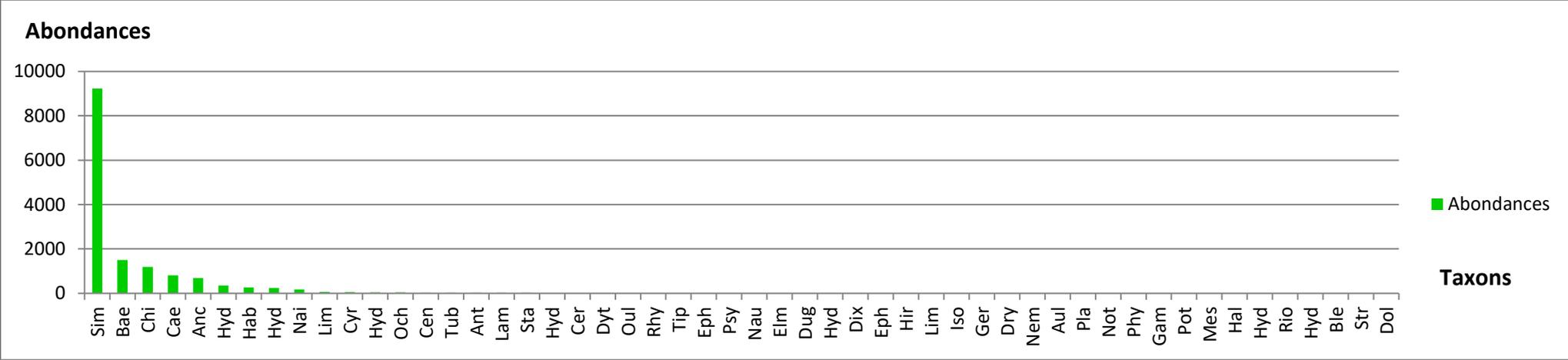


Figure 14 : Abondances des taxons.

### 3.5. Diversité et Equitabilité

L'indice de SHANNON & WEAVER permet d'évaluer la diversité faunistique d'un milieu donné. Il consiste à mesurer la richesse spécifique, mais aussi de la proportion représentée par chaque taxon au sein de la communauté. Cet indice est souvent accompagné de l'indice d'équitabilité.

Selon BOURNAUD & KECK (1980), la diversité augmente en même temps que la richesse et l'équitabilité de la répartition des effectifs entre les taxons. Egalement ECHAUBARD & NEVEU (1975) ont montré que l'indice de diversité est directement influencé par la pollution.

L'indice de SHANNON-WEAVER ( $H'$ ) et l'équitabilité ( $E$ ) sont cosignés dans le tableau 07.

D'une manière générale  $H'$  et  $E$  augmentent avec le nombre de taxons et d'autre part avec la régularité de leur distribution d'abondance ; autrement dit, un indice faible et une conséquence d'un faible nombre de taxons ou bien de la dominance de quelques taxons.

**Tableau 07 :** Indices de diversité  $H'$  et  $E$

Stations	O1	O2	O3	O4	O5	O6
$H'$	1.69	2.08	2.27	0.85	2.09	1.42
$E$	0.52	0.65	0.71	0.32	0.65	0.42

Les profils de variations des deux indices  $H'$  et  $E$  présentent la même allure dans les différents peuplements. Les valeurs enregistrées dans l'ensemble des stations étudiées varient entre 0.85 et 2.27 pour  $H'$  entre 0.32 et 0,71 pour  $E$  (figure 15)

Les stations O1, O2, O3 et O5 présentent les indices les plus élevés avec respectivement : 1.69, 2.08, 2.27 et 2.09 Bits. Ces cours d'eau sont caractérisés par l'importance du couvert végétal des rives, l'hétérogénéité du substrat à dominance de galets et la stabilité du milieu, ce qui a donné lieu au développement d'une communauté riche en espèces, avec la prédominance des espèces polluo-sensible.

Les stations O4, O6 présentent des indices moins élevés que les précédentes avec respectivement : 0.85, 1.42 Bits. Ces faibles indices sont liés au déséquilibre de la structure spécifique en place à la présence d'une perturbation d'origine anthropique (rejets domestiques, lavage des voitures et l'extraction du sable), à des élévations des températures et à la diminution de la ripisylve cas de la O6 (Recouvrement : 0%).

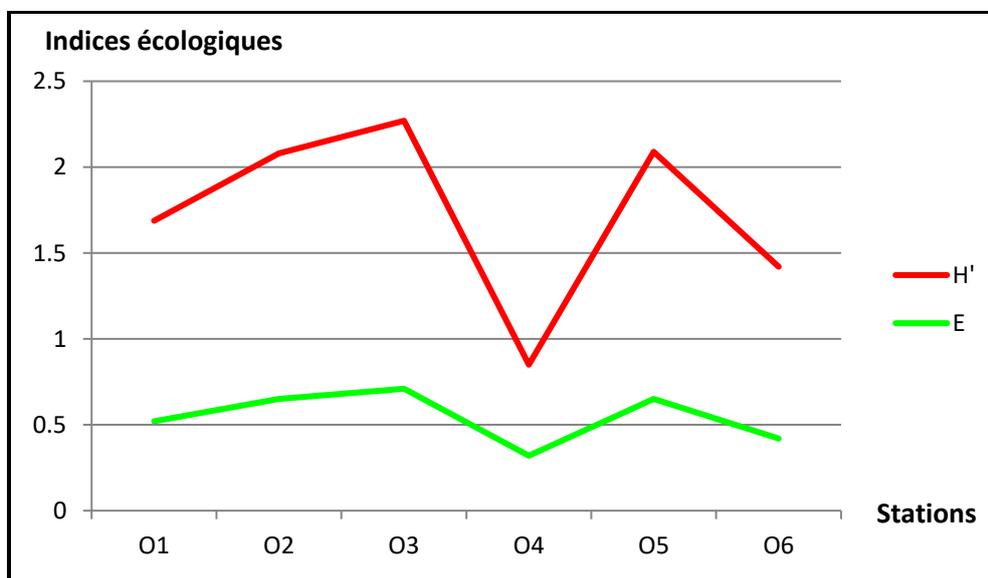
L'influence des rejets sur la faune macro-invertébrés conduit à l'élimination des taxons sensibles à la pollution, et la pullulation des espèces qui tolèrent les conditions de milieux extrêmes tels que la pollution et l'élévation des températures. C'est le cas des Caenidae, Baetidae, Simuliidae et les Chironomidae.

L'indice d'équitabilité dans ces stations varie entre 0.32 et 0.71. Cela signifie que les populations des macro-invertébrés sont en déséquilibre entre elles. De même, ces perturbations ont causé le développement d'une faune adaptée, dominée par les Diptères, Ephéméroptères et les Mollusques avec respectivement :

- Les Diptères : 70.21% de la faune totale, dont 61.17 % sont des Simuliidae.
- Les Ephéméroptères : 17.36% de la faune totale, dont 10.15 % sont des Baetidae.
- Les Mollusques : 4.63% de la faune totale, dont 4.58 % sont des Ancyliidae

Les communautés d'invertébrés benthiques donc sont très sensibles à la pollution. Ainsi, les cours d'eau non pollués offrent une grande diversité faunistique qui se caractérise par la présence d'espèces très sensibles à la pollution organique et très exigeantes en oxygène (polluo-sensibles), tandis que dans les cours d'eau pollués ne subsistent que les espèces les plus résistantes (polluo-résistantes).

L'un des facteurs essentiels qui conditionnent l'importance de la diversité tient en hétérogénéité des milieux car la plupart des macro-invertébrés sont spécialisés pour un type bien défini de micro-habitat. Ainsi, la biodiversité de macro-invertébrés dépend directement de la qualité de l'eau, de la diversité et la nature des substrats.



**Figures 15 :** Evolution des indices de SHANNON et WEAVER et d'équitabilité Dans les stations étudiées.

### 3.6. Analyses quantitative et qualitative de la faune benthique

### ❖ Les Diptères

L'ordre des Diptères est le plus abondant de la faune benthique des cours d'eau étudiée. Se caractérisent par leur grande diversité tant sur le plan écologique que biogéographique, ils sont parmi les invertébrés aquatiques les mieux représentés aussi bien en nombre d'espèces que individus. En effet, selon MOUBAYED (1986), les éléments de ce groupe d'insecte possèdent non seulement une large distribution altitudinale, mais aussi une grande capacité de coloniser divers biotopes pollués ou non pollués.

Le matériel biologique récolté est composé de larves, de nymphes, d'exuvies. 10596 individus appartenant à 12 familles ont été dénombrés dans l'ensemble des stations étudiées. Ils représentent 70.21% de la faune totale. Ils sont abondants dans la plupart des stations mais leur répartition est hétérogène.

Les Diptères possèdent la plus grande richesse de tous les groupes faunistiques considérés. Les deux familles les mieux représentées sont les Simuliidae et les Chironomidae, elles constituent ensemble 98.38% des Diptères (figure 16).

Les Simuliidae sont très répons dans les cours d'eau étudiés, se développent dans toutes les eaux courantes, depuis les cours d'eau de plaines jusqu'aux torrents de montagne et les ruisseaux d'altitudes. Elles constituent 87.12% des Diptères et 61.18% de la faune totale.

Leur développement semble important dans les zones amont des cours d'eau. Ceci peut s'expliquer par le développement des formes torrenticoles adaptées aux courants les plus forts et par la préférence de ces organismes pour les substrats à granulométrie grossière plus au moins riche en végétation aquatique.

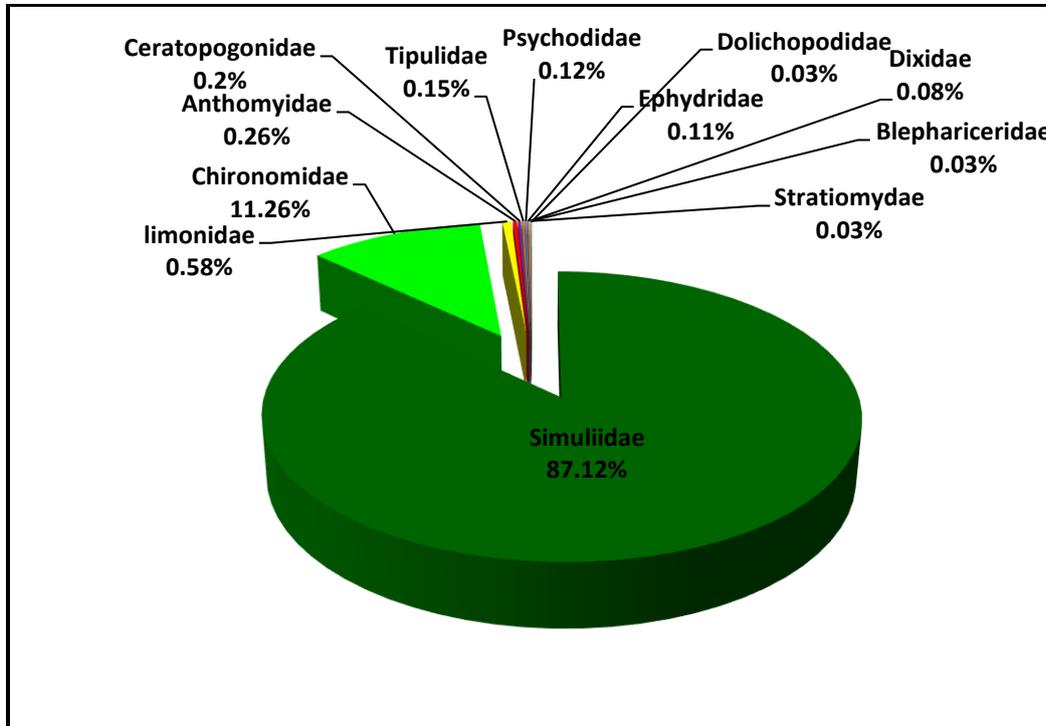
Dans les zones avale, Selon LOUNACI-DAOUDI (1996) leur importance est en rapport avec les températures de l'eau relativement élevées, la vitesse du courant assez élevé et la présence de la matière organiques, facteurs favorables au développement des stades immatures.

Les Diptères Chironomidae occupent la seconde place des Diptères sur le plan numériques. Ils constituent 11.26% (1193 individus) de ce peuplement. Leur développement semble important dans les stations hautes que dans les stations de basse altitude. Selon AIT MOULOUD (1988), ces éléments sont parmi les invertébrés du macro-benthos les mieux représentés en nombre d'espèces et d'individus. Ils ont la capacité de coloniser des milieux divers, ils peuvent être relativement abondants dans les zones d'eaux calmes non polluées et atteindre des proportions considérables dans les milieux très riches en matière organique.

Les Limoniidae (62 individus), occupent la 3<sup>ème</sup> place des Diptères. Ils semblent avoir une large valence écologique.

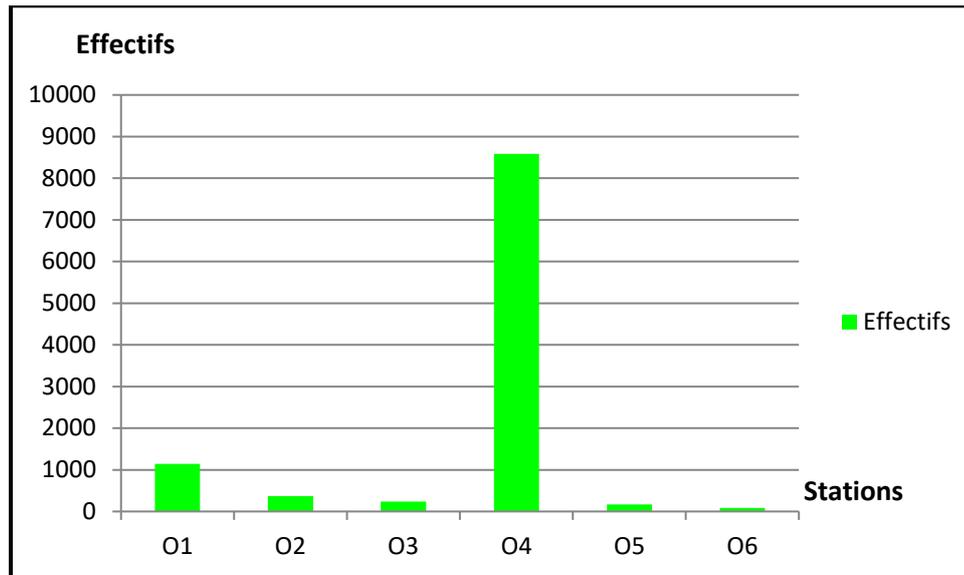
Les autres familles de l'ordre des Diptères sont peut abondantes. Il s'agit des Anthomyidae (28 individus), Ceratopogonidae (22 individus), Tipulidae (16

individus),Psychodidae(13 individus),Ephedridae(12 individus),Dixidae(9 individus),Bélfhariceridae,Stratiomyidae et Dolichopodidae avec seulement 3 individus chacun ; toutes ces familles réunies ne constituent que 1.02%(109 individus) du total des Diptères.



**Figure 16** : Répartition des Diptères récoltés.

La distribution longitudinale de ce groupe d'insectes le long des cours d'eau étudiés met en évidence leur importance dans les zones d'altitude et moyenne altitude (figure 17). La plus grande richesse est observée dans la station O4 avec 8584 individus. Cette station est caractérisée par un courant moyen à modéré, des températures relativement élevées, un substrat hétérogène et une pollution organique légère, nous trouvons les éléments thermophiles qui caractérisé par une large valence écologique.



**Figure 17 :** Distribution des Diptères dans les stations d'études.

### ❖ Les Ephéméroptères

Les Ephéméroptères sont considérés comme l'ordre d'insectes ailés le plus archaïque. Ce groupe se distingue de tous les autres insectes ailés par leur incapacité à replier leurs ailes sur leur abdomen au repos. Les Ephéméroptères seraient en fait le groupe frère de tous les autres insectes ailés (BEUTEL & GORB, 2001).

Selon THOMAS (1981), les éphéméroptères représentent le groupe d'invertébrés aquatiques le plus important quantitativement dans la plupart des cours d'eau et à toutes les altitudes.

Les larves des Ephéméroptères sont très abondantes et occupent les divers biotopes des eaux courantes (torrents, ruisseaux et rivières). Diverses études ont montré que ce groupe est un matériel favorable dans les études écologiques, notamment dans l'estimation de la qualité biologique des eaux. Ils se caractérisent par leur grande valeur bio-indicative vis-à-vis des nuisances subies par les cours d'eau, du fait que ce groupe contient une forte proportion d'espèces ayant des exigences écologiques strictes (ALBA-TERCEDOR *et al.*, 1995, EL ALAMI, 2002).

Ils sont représentés par 2623 individus, répartis en quatre familles : Baetidae, Caenidae, Ephemerellidae et Leptophlébiidae. Ces individus représentent 17.36% de la faune totale.

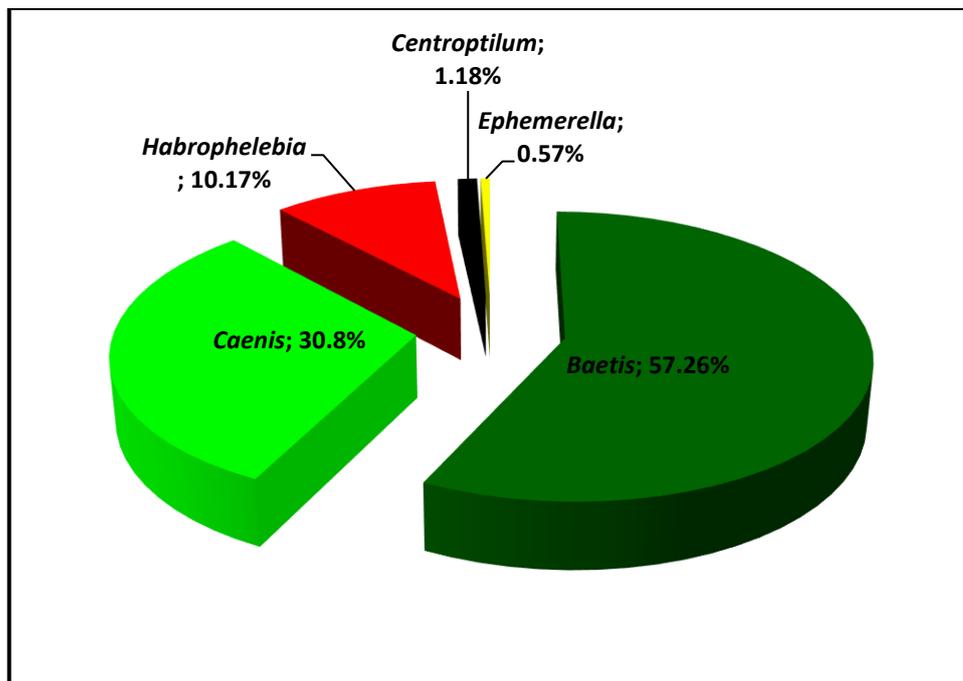
Les Baetidae sont nettement dominants. Au total 1533 individus répartis en deux genres : *Baetis*, *Centroptilum*. Ils représentent 58.44% des Ephémères et 10.15% de la faune totale. *Baetis* est le genre le plus abondant et le plus fréquent avec 1502 individus, soit 57.26% des Ephéméroptères récoltés (figure 18).

Les Baetidae semblent avoir une large valence écologique. Nous avons noté leur présence dans toutes les stations. En effet, les éléments de cette famille tolèrent la pollution et les températures élevées. De plus, les éléments de ce groupe se comportent selon THOMAS (1981), comme des espèces pionnières, très aptes à recoloniser un substrat en grande partie déserté par les espèces fragiles.

Les Caenidae, formes fouisseuses et tolérantes la présence de matière organique, colonisent les habitats de basse altitude à vitesse du courant modérée. Cette famille est représentée par le genre de caenis.

La famille des Leptophlebiidae est représentée par un seul genre : *Habrophlebia*. Ce dernier est peu abondant et peu fréquent dans nos prélèvements, il compte 267 individus (soit 10.17% des Ephéméroptères).

Les Ephemerellidae sont rencontrés uniquement dans les stations amont. En effet LOUNACI (2005), les qualifie d'organismes rhéophiles et polluo-sensibles qui remontent vers les zones d'altitudes (zones de sources), fuyant les températures élevées et les perturbations anthropiques des milieux aval. Cette famille compte 15 individus, soit 0.57% des Ephéméroptères récoltés, répartie en un seul genre : *Ephemerella*.

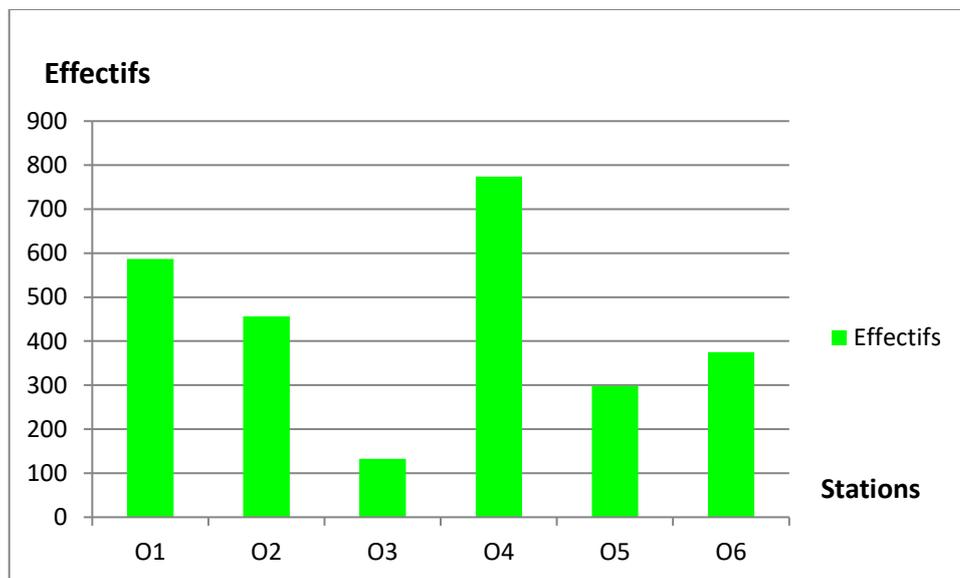


**Figure 18** : Répartition des Ephéméroptères récolté

La répartition des Ephéméroptères dans les différentes stations étudiées (Figure 19) met en évidence leur importance dans les stations amont et moyenne altitude, stations (O1, O2 et O4). La station O4 est la plus abondante et la plus diversifiée avec 3 genres. En effet les éléments de

ce groupe semblent trouver leur optimum écologique dans ces stations, avec la diversité des habitats qui sont caractérisés par un substrat grossier et une température de l'eau élevée.

Les stations (O3, O5 et O6) sont moins abondantes et moins diversifiées en Ephemeroptères. D'une part la station O3 caractérisée par un substrat hétérogène et une température de l'eau assez fraîche. En effet, dans ce milieu, ne peuvent subsister que les espèces adaptées à la fixation sur les fonds des pierres en eau vive et celles susceptibles de s'abriter dans les interstices entre les pierres. D'autre part, aux stations de plaine (O5 et O6) à fond meuble et riche en matière organique, offrant des conditions fortement favorables au développement d'une faune plus abondante et assez diversifiée.



**Figure 19 :** Distribution des Ephemeroptères dans les stations d'étude.

### ❖ Les Mollusques

D'après la littérature, les Mollusques ne sont jamais abondants en milieu aquatique continental. La prolifération de ce groupe d'invertébrés est sous la dépendance directe des facteurs du milieu : La teneur en calcium, la nature du substrat, la nature de la végétation et de la litière, la vitesse du courant.

Ils occupent une place de grande importance au sein des écosystèmes aquatiques où ils peuvent représenter parfois plus 80% de la biomasse totale des macro-vertébrés et sont indispensables au maintien des réseaux trophiques (MEZIANE & KARFOUR, 2013).

Les Mollusques sont peu abondants dans nos prélèvements, un total de 699 individus (soit 4.63% de la faune totale) appartenant à 3 familles a été récolté.

La famille des Ancyliidae (*Ancylus*) est largement dominante. Elle compte 692 individus soit 98.99% des Mollusques. Viennent ensuite les Planorbidae avec 4 individus soit 0.57% des Mollusques. En fin, les Physidae (*Physa*) avec 3 individus soit 0.42% des Mollusques (figure 20).

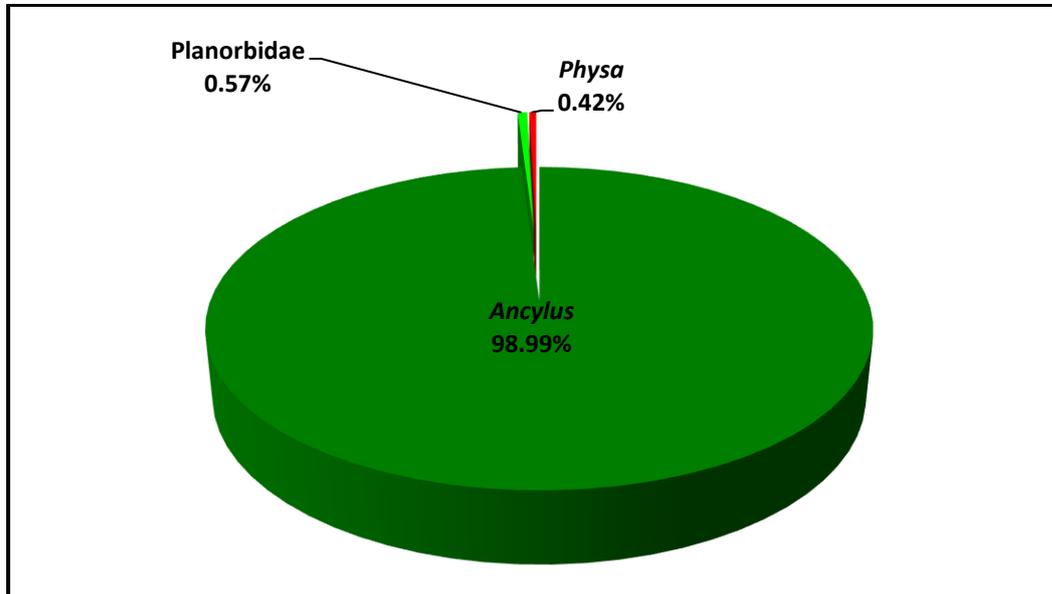


Figure 20 : Répartition des Mollusques récoltés.

Leur répartition longitudinale est très hétérogène (figure 21). Leur développement semble plus important dans les zones amont des cours d'eau. Ce fait peut être attribué aux développements des formes torrenticoles adaptées aux courants les plus forts, tels que : *Ancylus*.

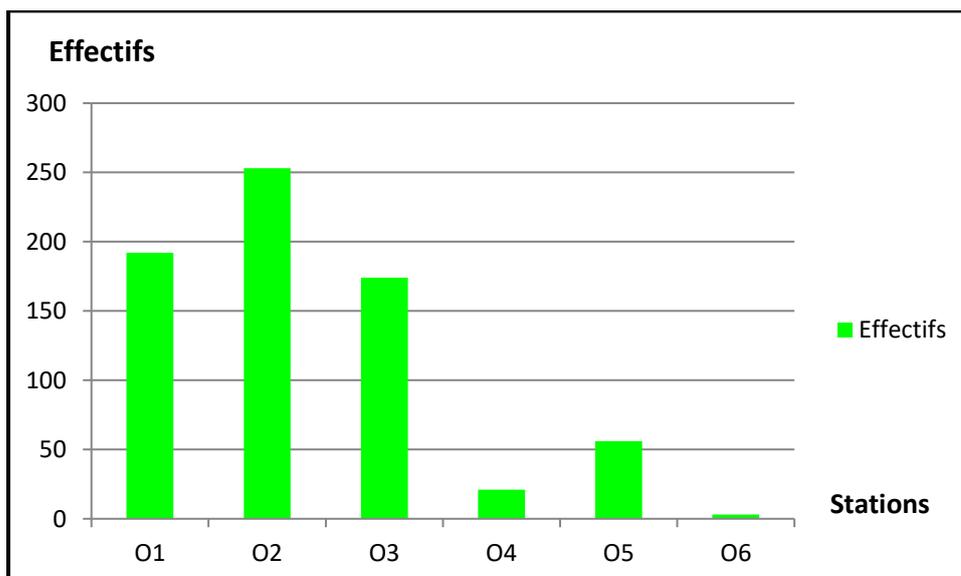


Figure 21 : Distribution des Mollusques dans les stations d'étude

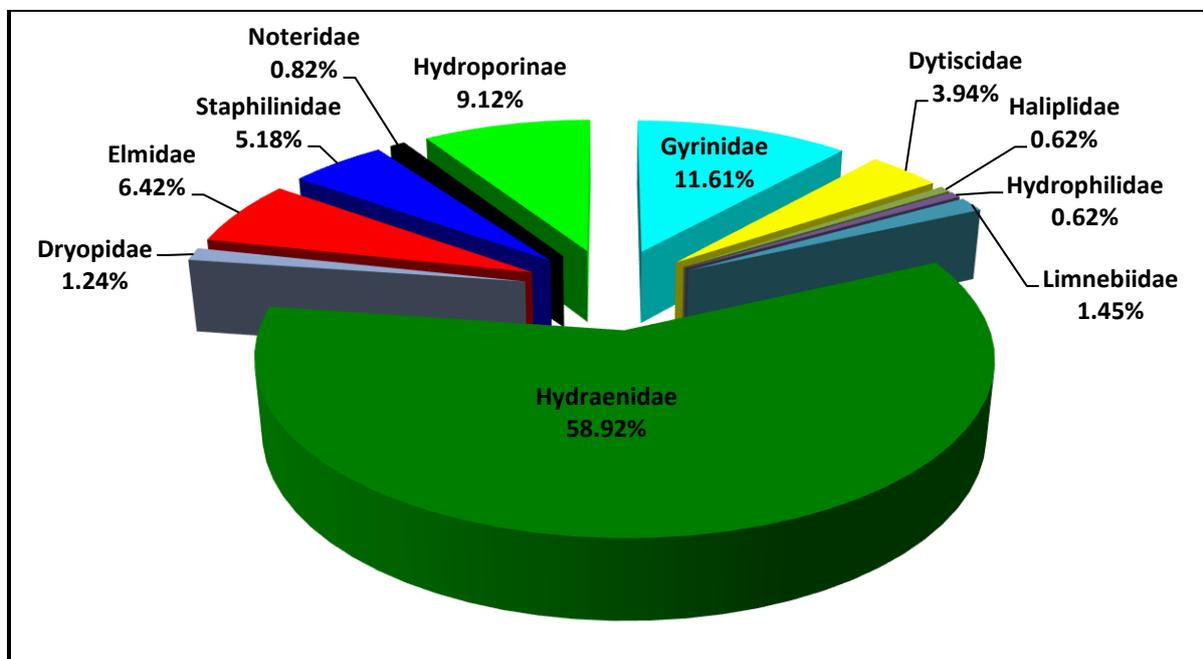
### ❖ Les coléoptères

Les Coléoptères constituent un important groupe d'invertébrés des eaux continentales. Il s'agit d'un ensemble hétérogène de nombreuses familles ayant des modes de vie très divers. Les Coléoptères se distinguent par leur grande diversité et ils représentent, selon JÄCH & BALKE, 2008. Le groupe le plus diversifié dans les écosystèmes aquatiques.

D'après ANGUS (1973), LOUNACI (1987) et MEBARKI (2001), la végétation immergée, le substrat à granulométrie fine, la température de l'eau et les potentialités trophiques sont les facteurs de répartition les plus influents sur les éléments de ce groupe d'insectes. Selon ABELLÁN *et al.*, 2005. Les Coléoptères présentent une grande richesse spécifique, peuplant presque tous les habitats d'eau douce et saumâtres depuis les petits étangs jusqu'aux lagunes et les terres humides, ainsi que les cours d'eaux, canaux d'irrigation et barrage .

Dans notre étude, 482 individus de Coléoptères appartenant à 11 familles ont été récoltés. Ils présentent 3.19 % de la faune totale dénombrée.

Les Coléoptères existent sous deux formes (larvaire et adulte). Les Hydraenidae sont largement dominants avec 284 individus, soit 58.92% des Coléoptères. Viennent ensuite les deux familles Gyrinidae et Hydroporinae avec respectivement 56 et 44 individus, soit 11.61% et 9.13% chacune des coléoptères, et les autres familles sont faiblement représentées (figure 22).

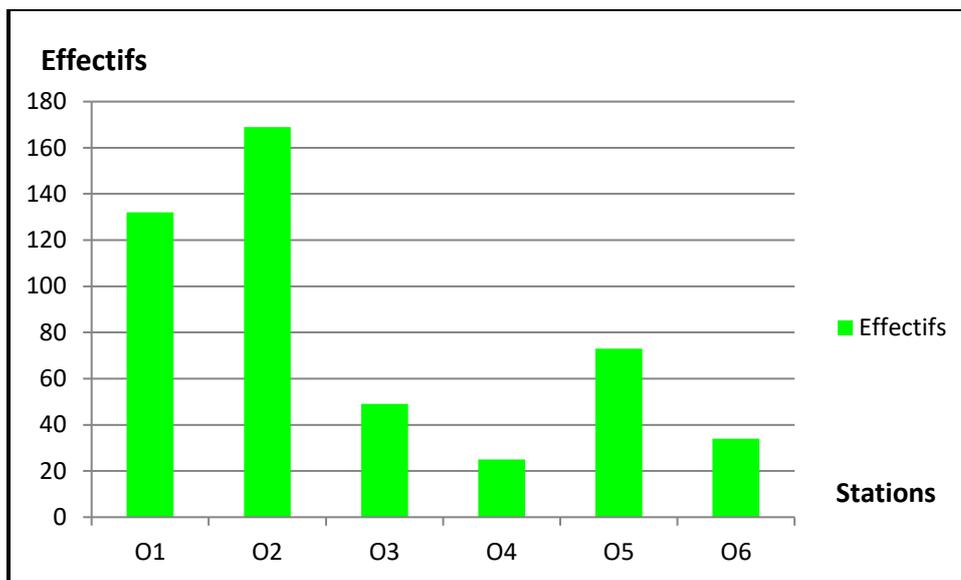


**Figure 22** : Répartition des coléoptères récoltés.

L'analyse de la distribution longitudinale des coléoptères dans les cours d'eau étudiés (figure 23), se traduit par la présence d'un peuplement à caractère rhéophile. La richesse la plus

élevée est observée dans la station O2. Ceci s'explique par le fait que le biotope de cette station offre les meilleures conditions au développement des éléments de ce groupe.

LOUNACI (2005), signale que la distribution longitudinale des éléments de ce groupe dépend des conditions environnementales : le climat et l'hydrologie d'une part, les ressources trophiques et l'influence trophique d'autre part. Le courant (moyenne à rapide) et la nature du substrat (à forte granulométrie) agissent en favorisant la prolifération des espèces rhéophiles appartenant essentiellement aux Hydraenidea et aux Elmidae. En milieu lentique (courant faible ou nul, granulométrie fine) on assiste plutôt au développement des espèces lénitophiles qui se recrutent parmi les Hydrophilidae et les Dytiscidae.



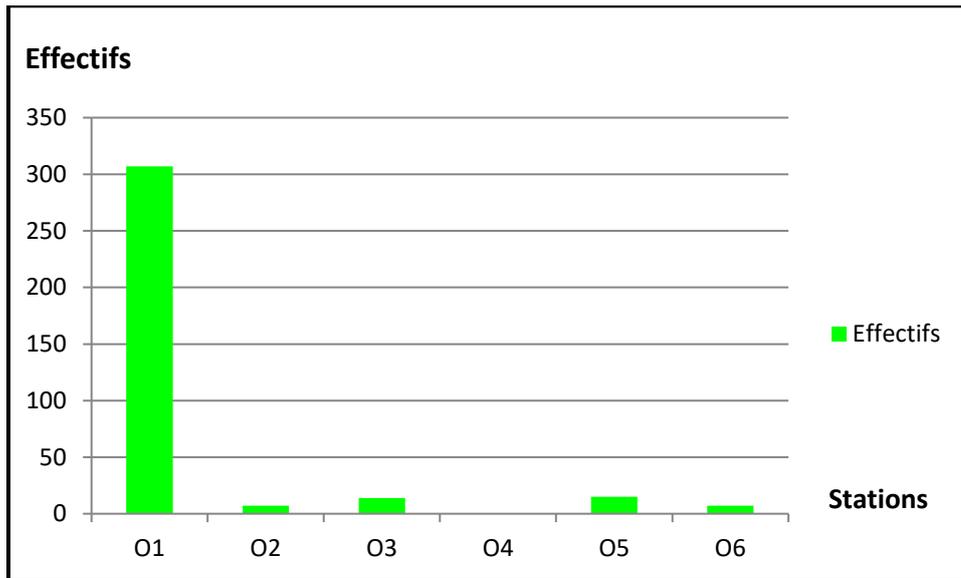
**Figure 23 :** Distribution des coléoptères dans les stations d'étude.

#### ❖ Hydracariens

Les Hydracariens sont parmi les arthropodes les plus abondantes et diversifiées dans de nombreux habitats benthiques (MESSIKH, 2016).

Dans nos prélèvements, les Hydracariens sont peu abondants. Ils sont représentés par 350 individus, soit 2.31 % de la faune totale. Ils appartiennent à un seul genre *Hydracarina*. Ils sont présents dans presque toutes les stations étudiées à part la station O4 (figure 24).

Leur développement semble important dans les secteurs amont des cours d'eau (station O1), caractérisés par un substrat grossier, un écoulement rapide à modéré et des températures de l'eau assez élevées (figure 24).



**Figure 24** : Répartition des Hydracariens dans les stations d'études.

#### ❖ Les Oligochètes

Les Oligochètes fréquentent tous les types de biotopes, depuis les ruisseaux de sources jusqu'au cours d'eau de plaine. Ils sont présents dans les sections les plus proches des pollutions. Certains affectionnent les milieux sablonneux ou limoneux-vaseux, d'autres les habitats riches en végétation aquatique, d'autres encore les milieux à courant lent riche en débris organique (HAREDJ & CHIHEB, 2012).

Dans les cours d'eau étudiés, les éléments de ce groupe sont représentés par 234 individus, soit 1.54% de la faune totale. Ils appartiennent à quatre familles : les Naididae, Tubificidae, Lumbricidae.

Les Naididae avec 180 individus soit 76.92% des Oligochètes (soit 1.19% de la faune totale) sont assez répartis dans presque toutes les stations considérées. Cette prolifération est en rapport avec l'abondance de matière organique et la température élevée.

Les Tubificidae et Lumbricidae ne forment respectivement que 0.18% (28 individus) et 0.17% (26 individus) du peuplement (figure 25)

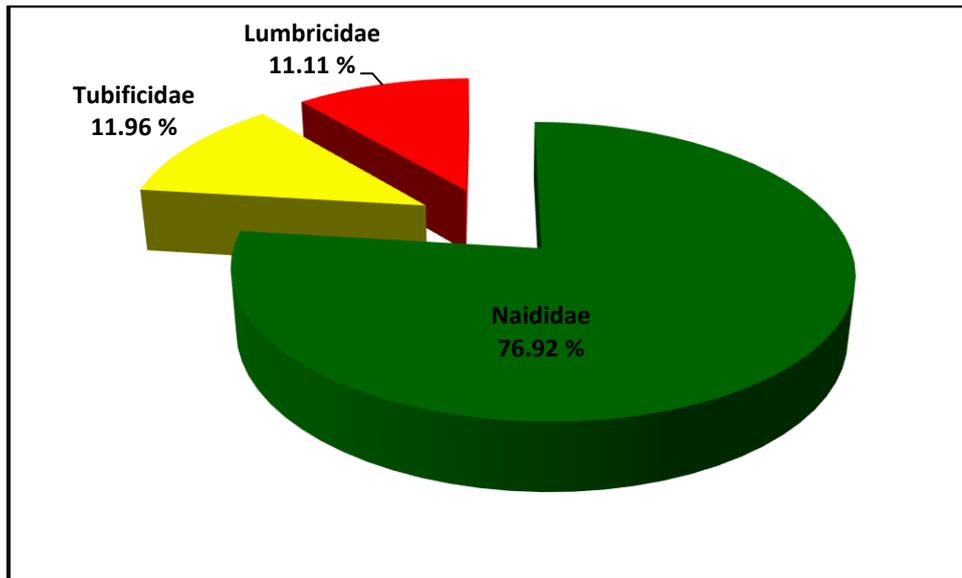


Figure 25 : Répartition des vers récoltés.

Ils sont surtout présents dans la station O4, caractérisée par un fond riche en matière organique. Elle compte 133 individus des Oligochètes.

Dans les autres stations le nombre d'individus récolté est relativement réduit (figure 26). Il est probable que l'écoulement rapide des eaux est peu favorable au développement des éléments de ce groupe. En effet, dans ce type de milieu ne peuvent subsister que les formes rhéophiles.

En effet, selon ECHAUBARD & NEVEU(1975), les Oligochètes abondent les portions des cours d'eau à fond meuble (sable, limons, détritiques organiques) riche en végétation aquatique. L'augmentation massive de leur population est liée aux températures élevées et à la présence de matière organique, facteurs favorables à la prolifération des stades immatures.

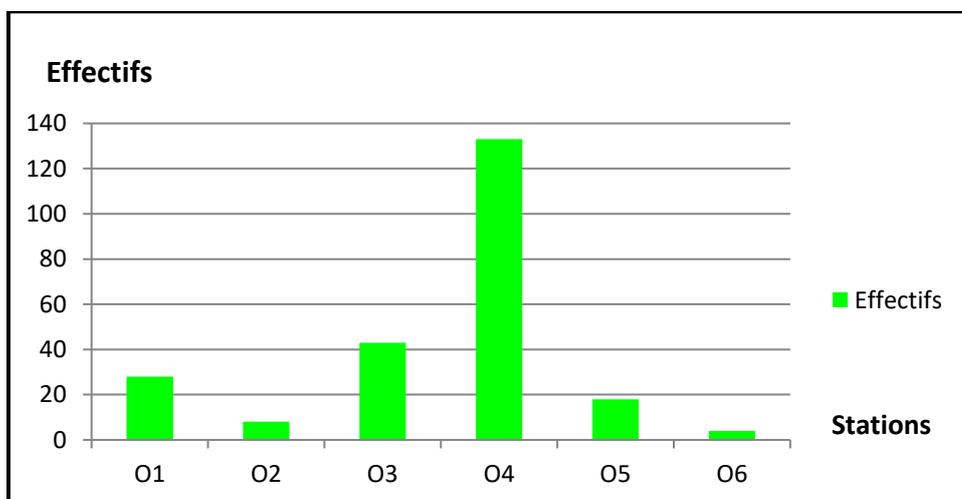
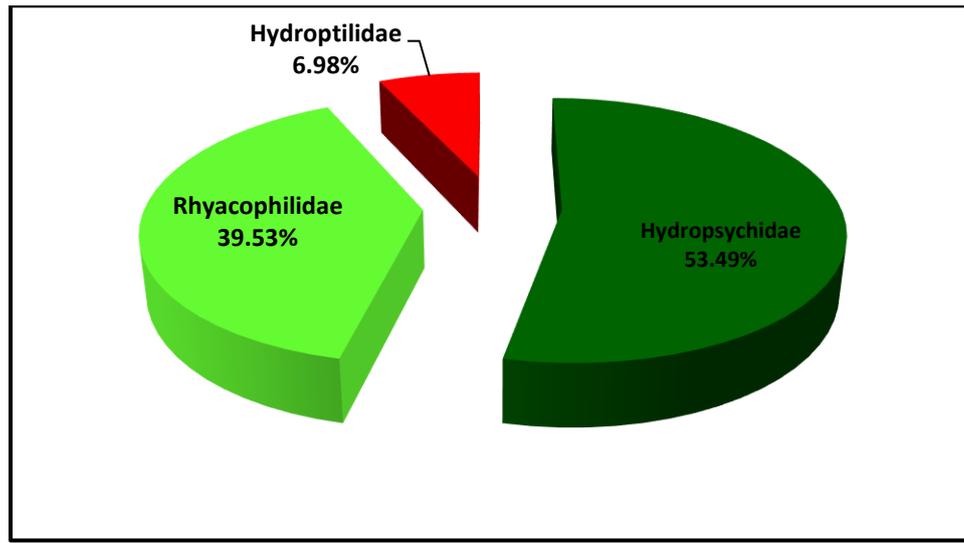


Figure 26 : Distribution des Oligochètes dans les stations d'étude.

### ❖ Les Trichoptères

Les Trichoptères des cours d'eau étudiés sont relativement peu abondants. Nous avons récolté 43 individus, soit 0.28% de la faune totale. Repartis en 3 familles d'inégale abondance.

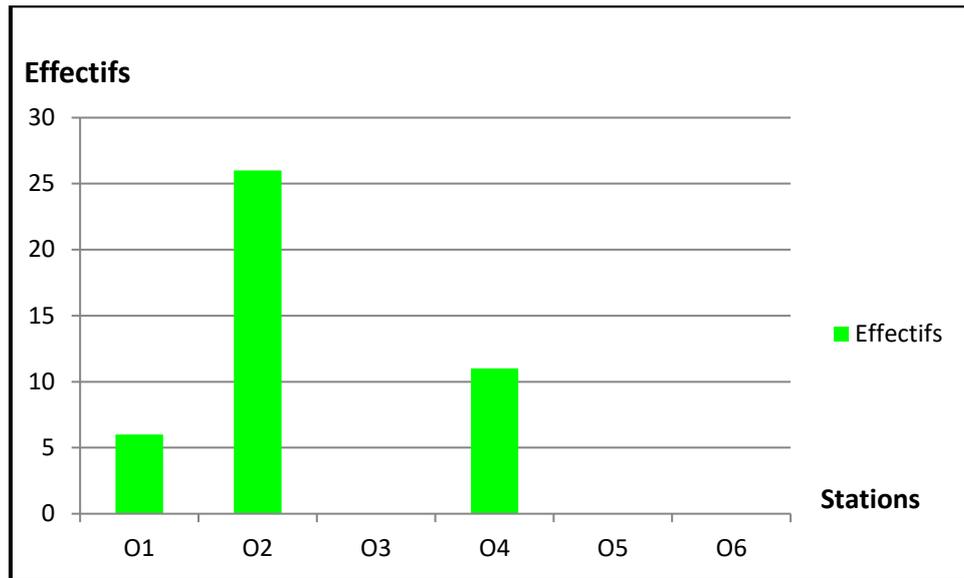
Les Trichoptères récoltés sont essentiellement représentés par les Hydropsychidae ; 23 individus (soit 53.49% des Trichoptères), Rhyacophilidae ; 17 individus (soit 39.53% des Trichoptères) et Hydroptilidae ; 3 individus (soit 6.98% des Trichoptères) (figure 27).



**Figure 27 :** Répartition des Trichoptères récoltés.

La distribution longitudinale sur le long des cours d'eau étudiés met en évidence l'importance de cet ordre à la station O2 cela revient à la nature des cours d'eau ; torrent de montagne à couvert végétal très dense, vitesse du courant rapide et température de l'eau relativement fraîche (figure 28).

En effet, les éléments de ce groupe d'insectes polluo-résistants et très aptes à recoloniser un substrat en grande partie déserté par les espèces fragiles.



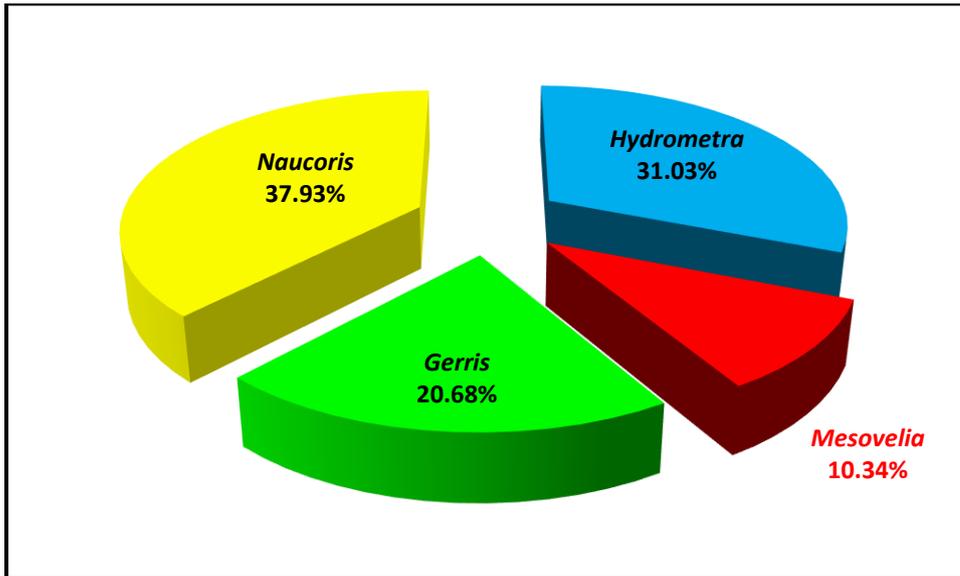
**Figure 28 :** Distribution des Trichoptères dans les stations d'étude

#### ❖ Les Héétéoptères

Les Héétéoptères aquatiques sont avant tout des insectes d'eaux stagnantes. En eaux courantes ils colonisent les zones lénitiques ou les biotopes abrités du courant (DETHIER, 1985-1986).

Les Héétéoptères se rencontrent pratiquement en toute saison. A l'état adulte, ils hibernent et reprennent leur activité dès que la température s'adoucit. Chaque espèce a ses propres exigences écologiques. Ils peuplent divers biotopes des milieux aquatiques : marécages, mares, ruisseaux et rivières; ils s'observent surtout sur les rives des cours d'eau (POISSON, 1957).

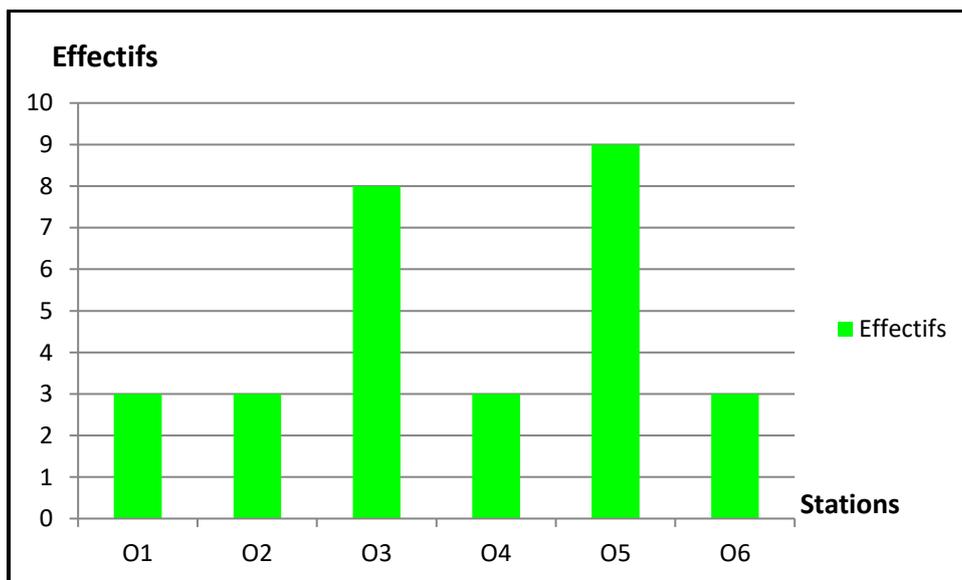
Dans le cadre de ce travail, les Héétéoptères sont faiblement représentés. 29 individus soit 0.19% de la faune totale appartenant à 4 familles et à 4 genres ont été dénombrés (figure 30) : Naucoridae (*Naucoris*) ; 11 individus Hydrometridae (*Hydrometra*); 9 individus, Gerridae (*Gerris*) ; 6 individus, et Mesovellidae (*Mesovelia*) ; 3 individus. Ils sont observés dans toutes les stations (figure 29).



**Figure 29:** Répartition des Hétéroptères récoltés.

D’après MEBARKI (2001), dans le Djurdjura les hétéroptères se rencontrent jusque dans les altitudes élevées (1600 m) et colonisent différents types de milieux. Les habitats abrités du courant des zones rhithrales des cours d’eau et les facies lenticules du potamol. Quant aux milieux d’eau froide et à courant rapide, ils hébergent que très peu d’hétéroptères.

La plupart des insectes récoltés sont observés dans les stations de montagne et de piémont (figure 30). Se sont pour la plupart des formes rhibiontesinféodées aux habitats de courants. Quant aux formes potamophiles, elles vivent dans le facies à eau calme.



**Figure 30 :** Distribution des hétéroptères dans les stations d’étude.

## ❖ Autres groupes faunistiques

### ➤ Les Plécoptères

Selon LOUNACI(2005), les plécoptères peuvent être considérés comme un groupe assez homogène sur le plan écologique. Ils peuplent les biotopes à eau fraîche, pure et bien oxygénée. Toute fois, chaque espèce a ses exigences vis-à-vis des paramètres environnementaux et présente donc des tolérances spécifiques.

Les Plécoptères inventoriés dans le présent travail sont représentés en faible proportions comparés aux autres groupes : 11 individus, soit 0.072 % de la faune total appartenant à deux familles : Nemouridae (*Nemoura*) avec 5 individus et Perlodidae (*Isoperla*) avec 6 individus.

D'après, TUFFERY ET VERNAUX (1967), THOMAS (1981) et GIANI (1983), les cours d'eau de piémontou la température de l'eau est assez élevée et les impacts humains restent faibles à modérés, n'hébergent qu'un effectif réduit de plécoptères. De plus, ils ont montré que les eaux à forte moyenne thermique journalière sont plus pauvres en plécoptères ainsi que les eaux soumises à des pollutions organiques, même légères, ce groupe y étant particulièrement sensible.

### ➤ Les Planaires et les Achètes

Les planaires sont très peu abondantes dans nos prélèvements : 9 individus, soit 0.059% de la faune totale. Ils sont représentés par une seule famille Dugesiidae(*Dugesia*). Les Dugesiidae Observés sont récoltés dans les stations O5 et O6.

Quant aux Achètes (famille des Hirudidae) qui représentent aussi 9 individus, soit 0.059% de la faune totale. Ils sont observés dans deux stations d'amont (O3 et O2) et une station de basse altitude (O6).

### ➤ Les crustacés

Les Crustacés sont représentés par 6 individus soit 0.039% de la faune totale. Appartenant à 2 familles : les Gammaridae(*Gammarus*) et les Potamonidae (*Potamon*). Ils sont récoltés dans une seule station de basse altitude (O5), caractérisée par un substrat hétérogène et un courant rapide à modérée.

### 3.7. Structure de la faune

De nombreux travaux ont montré que la distribution spatiale des macro-invertébrés benthiques est régie par un complexe de facteurs environnementaux qui varient d'une station à une autre. (MINSHALL & MINSHALL, 1977 ; LAVANDIER, 1979 ; ANGELIER *et al.*, 1985; LOUNACI *et al.*, 2000b).

Le but de cette étude est de déterminer l'organisation spatiale et la structure des Communautés d'invertébrés benthiques dans les cours d'eau étudiés en fonction des caractéristiques environnementales.

Afin d'obtenir une description la plus objective possible de donner, nous avons associé différentes méthodes d'analyse de données :

- Une analyse factorielle en composante principale (ACP) pour tenir compte de l'hétérogénéité des variables environnementales.

- Une analyse factorielle des correspondances (AFC) pour décrire la structure du peuplement.

#### ➤ Structure mésologiques

Dans le cadre de ce travail 12, descripteurs environnementaux sont pris en compte pour caractériser chacune des 6 stations étudiées (tableau 7).

**Larg**: Largeur du cours d'eau (m) ; **Prof**: Profondeur moyenne (cm) ; **Vit**: Vitesse du courant (cm/s); **Alt** : Altitude (m) ; **Pent**: pente (%) ; **Dist**: Distance à la source (km) ; **Temp** : température de l'eau (°C); **Rip**: Ripisylve(%); **Vaq**: Végétation aquatique(%); **GG** : Galet et Gravier (%) ; **S/L** : Sable et Limon (%) ; **MO** : Matière organique (%).

**Tableau 08** : Caractéristiques environnementales des 6 stations étudiées.

Stations	Alt	Pent	Dist	Larg	Prof	Vit	Temp	Rip	Vaq	GG	S/L	MO
<b>O1</b>	700	15	2.5	2	15	75	19.5	80	15	70	15	0
<b>O2</b>	500	9.5	13	3.5	20	50	19	70	20	80	10	10
<b>O3</b>	1100	19	1.5	3	5	10	17	50	15	70	10	10
<b>O4</b>	600	11	7	2	25	50	19	75	10	70	15	15
<b>O5</b>	300	3	20	3	20	50	18	80	15	70	10	10
<b>O6</b>	200	1.5	25	12	5	5	20	0	30	0	50	25

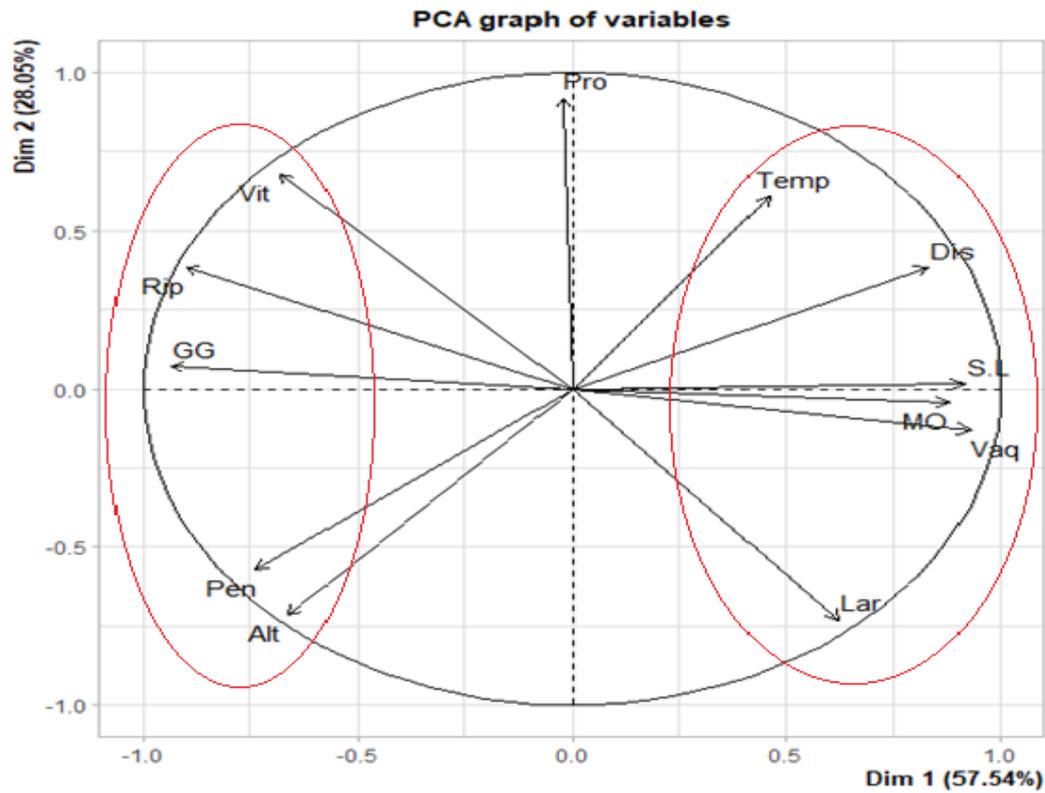
Compte tenu de la complexité des relations entre les caractéristiques biologiques ou écologiques et la structure du peuplement, l'étude des facteurs environnementaux mesurés a été approchée par l'utilisation de l'analyse en composantes principales (ACP). Cette analyse fait apparaître clairement dans l'espace les deux facteurs significatifs F1 (axe 1) et F2 (axe 2) : les relations entre les variables d'une part, et la distribution des stations compte tenu de l'ensemble de leurs caractéristiques environnementales d'autre part. Les deux premiers facteurs, significatifs, prennent en compte 85.59% de la variance totale (F1 : 57.54 %, F2 : 28.05%) (Figure 31 a).

La structure mésologique obtenue fait apparaître un gradient amont-aval des cours d'eau. Les variables température (Temp), distance à la source (Dist), le substrat fin (SL), la matière organique (MO), végétation aquatique (Vaq) et la largeur du lit mineur (Larg) sont fortement corrélés entre elles et avec l'axe 1 (en position positive) décroissant progressivement de l'amont vers l'aval.

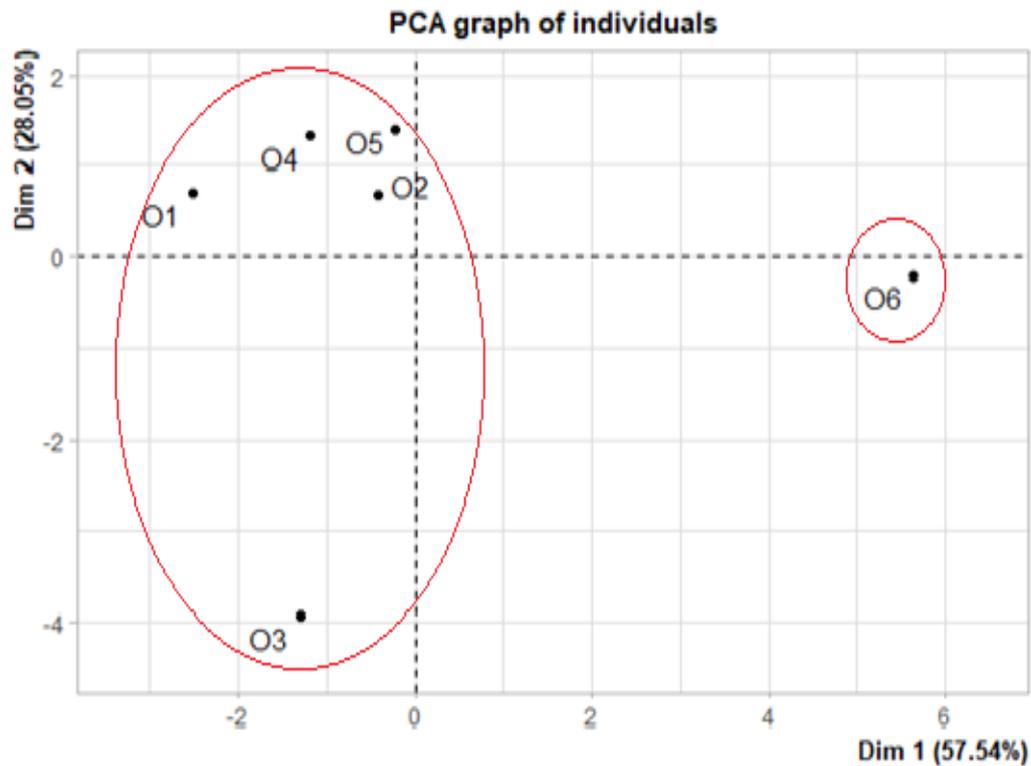
Egalement Les variables vitesse du courant (Vit), la végétation bordante (Rip), substrat grossier (GG), pente (Pente) et altitude (Alt) sont corrélées entre elles et avec l'axe 1 (en position négative) croissant de l'amont vers l'aval.

Quand à la variable profondeur (Pro) elle est corrélée positivement avec l'axe 2.

La figure 31 b qui correspond à la représentation des stations dans l'espace des mêmes facteurs (F1 avec 57.54 % et F2 avec 28.05 %) montre une opposition entre les stations d'altitudes et de piémont, en position négative sur l'axe 1, liée principalement aux paramètres altitude, pente, vitesse du courant, substrat grossier et ripisylve. Et pour les stations de basses altitudes en position positive sur l'axe 1, liée aux paramètres distance à la source, largeur du lit, sable et limon, température de l'eau, matière organique et la végétation aquatique.



(a)



(b)

**Figure 31 :** Analyse en composantes principales des paramètres environnementaux plans factoriel F1-F2 : **a**-carte des paramètres, **b**-carte des stations.

### 3.7.1. Structure du peuplement

Cette analyse a été réalisée à partir de la matrice des abondances des 25 espèces dans les prélèvements réalisés dans les 6 stations, appartenant aux principaux groupes représentatifs de la faune benthique : Epheméroptères, Plécoptères, Trichoptères et coléoptères (EPTC). Les pourcentages d'inertie des axes 1 (48.71%) et axe 2 (31.22 %) avec un total de 79.93 %, représentent l'essentiel de l'information faunistique (Figure 32).

La projection des points de nuage sur l'axe 1 montre que les données faunistiques sont classées en fonction de leur localisation sur les cours d'eau selon un gradient orienté progressivement amont-aval.

Cependant, nous pouvons signaler que l'axe 1 oppose nettement les stations O1, O4 et O5, en position négative à l'ensemble des autres stations O2 et O6 en position positive.

L'axe 2 ne fait apparaître que la distinction de la station O3 par rapport à l'ensemble des autres stations :

- la station O3, station de ruisseau de source, se détache des stations d'altitude.

• Les résultats de cette étude montrent que les organismes ne sont pas distribués au hasard dans différents types d'habitats. Cependant nous pouvons individualiser 2 noyaux d'affinité entre les stations d'une part et les espèces EPTC d'autre part (figure 32)

Les substrats pierreux présentent une faune plus spécifique et sont colonisés par un plus grand nombre de taxons. Ceci est sans doute lié au fait que ce substrat constitue un milieu hétérogène et complexe, offrant une plus grande diversité de niches pour les organismes.

C'est le cas du groupement 1 qui présente un cortège d'espèces qui ont une tendance nette à la rhéophile, qui caractérisaient les stations O1, O2 et O5 (*Rhyacophila, Hydraena, Hydropsyche...*), ces espèces manifestent une forte affinité pour les substrats grossiers (blocs, graviers, cailloux). Pour les stations O4 et O6 composées d'espèces eurythermes. Les espèces qui le composent, généralement peu abondantes et peu fréquentes, sont bien connues pour leur développement dans les habitats riches en matières : *Beatis, Riolus, Ceanis, Centroptilum...*

Le groupement 2 est composé d'espèces sténothermes peuplant principalement les petits cours d'eau d'altitude supérieurs à 900 m (station O3). Ce groupe représente bien la zone des sources et ruisseaux froids qui en sont issus, de faible amplitude thermique, ce qui est cohérent sur le plan écologique. On trouve dans ce groupe (*Habrophlebia, Nemoura, Haliphus...*)

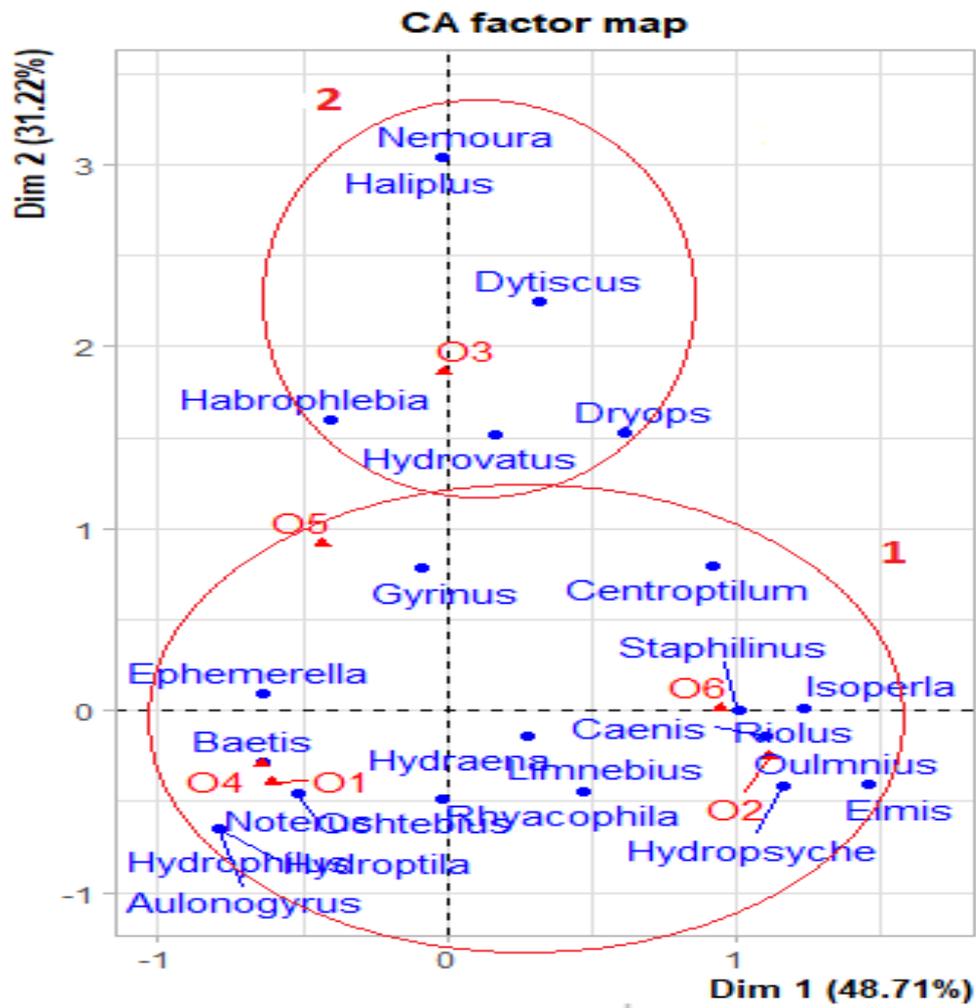
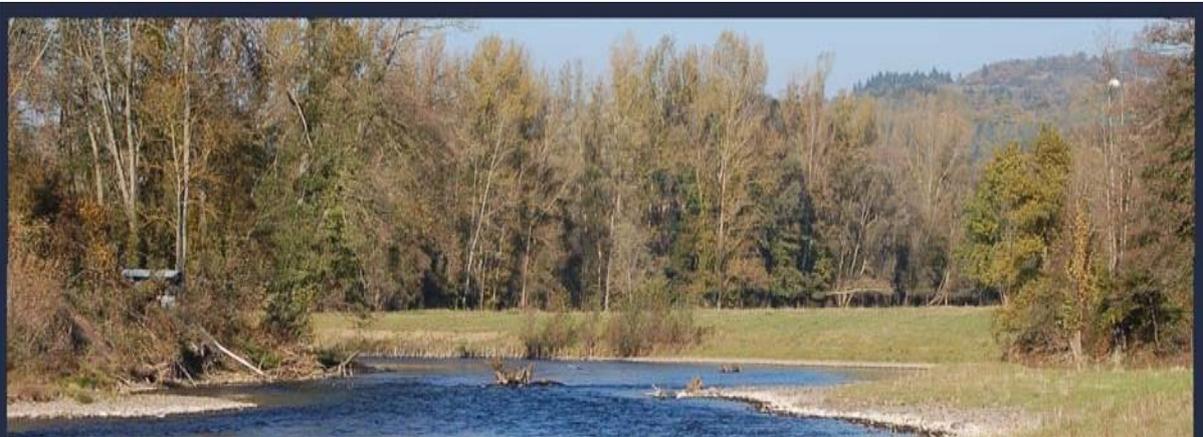


Figure 32: Distribution d'affinité des EPTC et des stations dans le plan factoriel F1x F2.



## Chapitre 4

*Evaluation de la qualité biologique De l'eau*

Depuis le début du siècle dernier la qualité biologique des cours d'eau est plus en plus étudiée. Dès les années 1920, les caractéristiques biologiques des organismes aquatiques ont été reliées à la variabilité spatiale des habitats, aux contraintes environnementales et aux perturbations anthropiques.

A partir des années 1970-1980 les auteurs se sont intéressés à l'obtention d'une description écologique des conditions environnementales tenant compte des relations faune/habitat, et en considérant que les relevés faunistiques pouvaient fournir des indications sur les caractéristiques d'organisation physiques et fonctionnelles de l'écosystème aquatique étudié.

Dans le domaine des eaux courantes, les diagnostics sont le plus souvent fondés sur l'analyse des peuplements de macro-invertébrés benthiques (inféodés au substrat). En effet, le benthos combine un grand nombre d'avantages dans l'appréciation globale de la qualité des milieux.

Les méthodes biologiques de l'estimation de la qualité de l'eau permettent de détecter toute dégradation chimique ou physique du milieu (souvent causée par les activités anthropiques), ayant pour effet les dégradations de l'habitat des peuplements de ce milieu et par conséquent du changement de la composition des peuplements.

Le but est donc de pouvoir déduire les caractéristiques des milieux à partir de la composition des peuplements qu'ils hébergent, le principe étant d'utiliser les organismes aquatiques comme témoin de la capacité de l'eau et du milieu.

Les organismes utilisés sont appelés indicateurs biologiques ou bio-indicateurs. BLANDIN (1986) in GENIN *et al.* (2003), définit l'indicateur biologique comme « une population ou un ensemble de population, qui par ses caractéristiques qualitatives ou quantitatives, témoigne de l'état d'un système écologique, qui par des variations de ses caractéristiques, permet de détecter d'éventuelles modifications du milieu »

Une grande variété d'indices biotiques et de scores basés sur les macro-invertébrés ont été développés et appliqués pour l'évaluation de la qualité de l'eau, comme l'Indice Biologique Global Normalisé (IBGN), et le groupe de travail sur la surveillance biologique (the Biological Monitoring Working Party (BMWP)), sont fondés sur l'étude simplifiée de la faune invertébrée benthique. Ils sont basés sur un examen global de la macrofaune benthique récoltée suivant un protocole d'échantillonnage standard. Les indices sont donnés par des tableaux faisant intervenir la nature de la faune récoltée (groupes indicateurs de la sensibilité différente aux perturbations) et sa variété.

## 4.1. Domaines d'application de l'IBGN et du BMWP'

• **l'IBGN** est la méthode française normalisée d'évaluation de la qualité biologique d'un cours d'eau (NF T90-350-AFNOR, 1992, révisée en 2004). Elle permet d'évaluer la qualité générale d'un cours d'eau au moyen d'une analyse des macro-invertébrés benthiques qui est considérée comme une expression synthétique de cette qualité générale. La méthode permet d'évaluer, dans les limites de sa sensibilité, l'effet d'une perturbation sur le milieu récepteur (AFNOR, 1992). Elle se base sur la richesse taxonomique et le groupe faunistique indicateur (sensibilité à la pollution organique).

Cette méthode évalue l'aptitude globale d'un milieu à héberger des êtres vivants en prenant en compte, à la fois la variété des macro-invertébrés benthiques et la représentativité des habitats présents sur la station.

Elle repose sur la macrofaune benthique prélevée (diamètre supérieur à 500 microns) par station selon un Protocole d'échantillonnage tenant compte des différents types d'habitats, définis par la nature du support et de la vitesse d'écoulement (HAREDJ&CHIHEB, 2012).

• **BMWP'** est une nouvelle approche originale (BMWP). Ces modifications ont inclus l'addition de nouvelles familles (ALBA-TERCEDOR, 2000 *in* BOUCHELOUCHE *et al.* 2013).

Le B.M.W.P' permet d'évaluer la qualité générale d'un cours d'eau à partir d'un système de score de la Famille de macro-invertébrés. Il ne prend pas en compte le nombre des individus récoltés ni la variabilité taxonomique. Il fournit des valeurs uniques au niveau de la famille représentatives de la tolérance de l'organisme à la pollution. Plus leur tolérance à la pollution est grande, plus le score BMWP est bas.

Selon HAFIANE *et al.*, 2013, Les meilleurs résultats du B.M.W.P' suggèrent la nécessité d'utiliser plus fréquemment cet indice dans les études d'évaluation biologique de la qualité des eaux courantes profondes .

## 4.2. Calcul de l'IBGN et BMWP'

Le répertoire des organismes retenus pour le calcul de l'IBGN contient 152 taxons (annexe 4). Parmi les 152 taxons, 38 constituent 9 groupes faunistiques indicateurs (GI), numérotés de 1 à 9 par ordre de polluo-sensibilité croissante (annexe 5). l'unité taxonomique retenue est la famille à l'exception de quelques groupes faunistiques pour lesquels c'est l'embranchement ou l'ordre.

Se fait par :

–La détermination de la classe variété taxonomique ( $\Sigma t$ ) qui égale au nombre de taxons identifiés, quel que soit le nombre d'individus trouvés sur place, 14 classes de variétés sont définies.

–La détermination du groupe faunistique indicateur qui s'effectue en prospectant les colonnes du tableau du haut en bas (de GI=1 à GI=9) et en sélectionnant le taxon qui représente le degré de polluo-sensibilité le plus élevé de l'échantillon intégral de la station étudiée.

La valeur de l'IBGN peut être alors lu dans l'annexe 5 par le croisement de la colonne de variété taxonomique et de la ligne du groupe faunistique indicateur.

Tableau 6 : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune (AFNOR, 1992)

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	$\Sigma t$	>	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Indicateurs	GI	50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
<i>Chloroperlidae</i>															
<i>Perlidae</i>															
<i>Perlodidae</i>	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
<i>Taeniopterygidae</i>															
<i>Capniidae</i>															
<i>Brachycentridae</i>															
<i>Odontoceridae</i>	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
<i>Amphipodidae</i>															
<i>Leuctridae</i>															
<i>Glossosomatidae</i>															
<i>Beraeidae</i>	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
<i>Goeridae</i>															
<i>Leptophlebiidae</i>															

Note IBGN : 20/20

Pour représentation cartographique des résultats, chaque tronçon de cours d'eau est affecté d'une couleur suivant la valeur de l'IBGN (Tableau 09).

Tableau 09 : Grille d'appréciation de la qualité d'eau (norme AFNOR T 90-350,1990).

IBGN	≥17	16-13	12-9	8-5	≤ 4
Classe de qualité	1A	1B	2	3	HC
Couleur correspondante	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Qualité hydro-biologique	Excellente	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise
Pollution	Absente	Modérée	Nette	Importante	Excessive

➤ La définition des classes de qualité est la suivante :

- **Classe1A** (couleur bleue) : indique une eau de qualité excellente (absence de pollution) ;
- **Classe1B** (couleur verte) : indique une eau de bonne qualité (avec une pollution modérée) ;
- **Classe2** (couleur jaune) : indique une eau de qualité moyenne (avec une pollution nette) ;
- **Classe 3** (couleur orange) : indique une eau de qualité médiocre (avec une pollution importante) ;
- **Hors classe4** (couleur rouge) : indique une mauvaise qualité (avec une pollution excessive).

Pour le BMWP', les familles des macro-invertébrés sont classées en 10 groupessuivant un gradient de tolérance vis-à-vis de la contamination de l'eau (ARMITAGE et *al.*, 1983), ainsi on attribue à chaque famille un nombre de points qui est  $\leq 10$  suivant son degré de polluo-sensibilité. Cette ponctualité va nous permettre de comparer le degré de pollution dans les différentes stations d'échantillonnage (annexe 6).

Après identification des macro-invertébrés benthiques jusqu'au niveau famille, on dresse la liste des groupes zoologique existant dans la station. En cherchant la ponctuation attribuée aux différents familles nous allons pouvoir trouver la valeur de BMWP' et ceci en faisant la somme des points correspondant à chacune d'entre elles. Cette valeur va correspondre à une classe de qualité que l'on cherche dans le Tableau 10.

**Tableau 10** : Qualité de l'eau en fonction du BMWP'

Classe	Qualité de l'eau	Score	Signification	Couleur
<b>I</b>	Bonne	>150 101-120	Eau très propre (primitif) Système non pollué et ou pas raisonnablement altéré.	Bleu
<b>II</b>	Passable	61-100	Evidence des effets doux de pollution	Vert
<b>III</b>	Douteux	36-60	Eau polluée (système altéré)	Jaune
<b>IV</b>	Critique	16-35	Eau très polluée (système très altéré)	Orange
<b>V</b>	Très critique	< 15	Eau fortement polluée (système fortement altéré)	Rouge

La définition des classes de qualité est la suivante :

- Classe I** (couleur bleu) : qualité excellente (absence de pollution) ;
- Classe II** (couleur vert) : qualité bonne (pollution modéré) ;

- Classe III (couleur jaune) : qualité moyenne (pollution nette) ;
- Classe IV (couleur orange) : qualité médiocre (pollution importante) ;
- Classe V (couleur rouge) : qualité mauvaise (pollution excessive).

### 4.3. Résultats obtenus à partir de l'IBGN et BMWP'

Le tableau 11 résume les résultats d'analyse hydro-biologique, altitude, diversité taxonomique, groupe indicateur, valeur de l'IBGN et la classe de qualité de l'eau.

Les résultats d'analyses sont obtenus en intégrant deux facteurs déterminants :

- La diversité faunistique traduit la capacité d'accueil du milieu et la potentialité de la faune occupé.
- La nature du groupe indicateur la plus élevé, reflétant plus la qualité de l'eau.

**Tableau 11:** Qualité hydro-biologique des stations étudiées.

	AssifAghaladh		AssifTamdha		AssifOuadhia	
Stations	O3	O4	O1	O2	O5	O6
Altitude(m)	1100	600	700	500	300	200
Diversité	25	21	26	26	24	21
Groupe indicateur	7	7	7	7	7	2
Valeur de l'IBGN	14	13	14	14	13	8
Classe de qualité	1B	1B	1B	1B	1B	3
Qualité de l'eau	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Bonne	Médiocre
Couleur	Vert	Vert	Vert	Vert	Vert	Orange
BMWP' (Score)	92	77	101	90	85	65
Classe de qualité	II	II	I	II	II	II
Qualité de l'eau	Passable	Passable	Bonne	Passable	Passable	Passable
Couleur	Vert	Vert	Bleu	Vert	Vert	Vert

La qualité hydro-biologique des stations O1, O2, O3, O4 et O5 est qualifiée de bonne, avec un IBGN de 13 à 14, une Classe de qualité 1B, alliant une importante variété faunistique (entre 21 et 26 taxons) et un groupe indicateur élevé (GI=7) indiquant que la qualité de l'eau et du milieu est bonne et une pollution modérée.

La faune benthique est très diversifiée avec des familles de différents ordres, caractérisant l'ensemble des milieux et occupant de façon optimale les habitats.

Plusieurs familles appartenant à des groupes indicateurs élevés (de 7 à 9) considérés comme sensibles à la qualité du milieu ont été dénombrés, cela confirme donc une bonne qualité hydro-biologique pour ces stations.

La station O6 est située en aval d'agglomérations, elle présente une qualité hydro-biologique médiocre (IBGN=8, classe 3), avec un nombre de taxa réduit (21 taxons dénombrés) et un groupe indicateur bas (GI=2), indiquant une dégradation de la qualité de l'eau et du milieu de ce secteur par rapport aux zones amont du cours d'eau.

Deux groupes faunistiques se partagent la quasi-totalité du peuplement. Il s'agit des Ephéméroptères Baetidae et des Diptères Chironomidae. On est donc en présence d'un peuplement très déséquilibré composé principalement de taxons détritvovores indiquant un milieu altéré avec une forte charge organique.

Les résultats basés sur la méthode du BMWP' montrent une qualité bonne pour la station O1, (BMWP'=101), classe de qualité I indiquant que la qualité hydro-biologique est bonne. C'est-à-dire un système non pollué et ou pas raisonnablement altéré (une eau propre).

La bonne qualité de cette station est attribuée au fait qu'elle est située dans les cours d'eau supérieurs du réseau hydrographique de la région d'étude dont les eaux sont exemptes de pollution, ce qui permet l'installation d'une faune diversifiée, avec la prédominance des espèces polluo-sensibles, caractéristiques des milieux à eau pure bien oxygénée (BERTHELEMY, 1966).

Les stations O2, O3, O4, O5 et O6, présentent une qualité hydro-biologique passable (BMWP' oscille entre 65 à 92), classe de qualité II, avec une variété faunistique entre 21 à 26. C'est-à-dire que ces stations présentent une évidence des effets doux de pollution.

#### 4.4. Discussion

Dans le tableau 9, sont résumés les résultats des analyses hydro-biologiques (diversité taxonomique, altitude, groupe indicateur et valeur de l'IBGN et BMWP') représentés graphiquement sur les figures 33,34 et 35.

Une qualité hydro-biologique bonne à passable pour les stations O1, O2, O3, O4 et O5 dont la classe de qualité est de 1B pour IBGN et I à II pour BMWP', les groupes indicateurs repérés sont élevés (GI=7) et leurs scores varient entre 85 et 92. En effet, ces stations présentent une faune benthique exigeante et indicatrice d'une qualité biologique bonne et une pollution modérée.

Ces stations sont favorables au maintien d'une faune riche et diversifiée, essentiellement polluo-sensibles pour la plupart. Les peuplements sont très diversifiés avec des familles de différents ordres, caractérisant les milieux lotiques et occupant de façon optimale l'ensemble des macro-invertébrés.

La station O6 située en aval des agglomérations, présente une qualité hydro-biologique médiocre (classe de qualité 3) et passable selon la méthode BMWP' (classe de qualité II), montrant par rapport aux stations précédentes une altération de la qualité de l'eau et de l'habitat. En effet, on constate ici une baisse de la diversité taxonomique liée à l'uniformisation du milieu limitant les micro-habitats colonisables par le macrofaune benthique.

Cette station est dégradée par des rejets provenant de toute la ville des Ouedhias, ajouté à cela la déstabilisation des lits par les prélèvements de sable. La dégradation de la qualité de l'eau et de l'habitat limitant ainsi les possibilités d'autoépuration.

La valeur de l'IBGN chute de 6 points par rapport aux stations situées dans les zones amont des cours d'eau : passage d'une classe de qualité 1B à 3. Ceci est dû à :

- L'uniformisation du milieu avec un nombre de micro-habitats plus réduit en aval, et se traduisant par une baisse importante du nombre de taxons.
- L'altération de la qualité de l'eau induisant la disparition des taxons les plus polluo-sensibles : passage d'un GI=7 à un GI=2.

## Conclusion

Nous pouvons dire qu'une légère différence existe entre les deux indices, cette différence est liée à la méthode de calcul et le tableau des familles retenues, car la liste n'est pas la même.

A titre indicatif et démonstratif, le BMWP' se base uniquement sur la liste des familles des macro-invertébrés et le score donné à chacune, alors que l'IBGN inclut la liste des familles et la richesse taxonomique pour chaque famille (BENETTI et *al.*, 2012).

Aussi, la qualité biologique des eaux de l'oued Aissi et ses affluents à partir de l'IBGN convient plus ou moins à la résistance et/ou sensibilité de la communauté recensée à la pollution organique durant la période d'étude.

Si nous devons préciser l'indice le plus probant pour notre étude, nous dirions que c'est l'IBGN qui a donné des résultats plus ou moins significatifs. Inversement, le BMWP' a occulté tout résultat malgré sa facilité d'utilisation et de son faible coût, l'indice BMWP' a été utilisé dans de nombreux pays d'Afrique, d'Asie, d'Océanie et d'Amérique latine (CHANG et al., 2014).

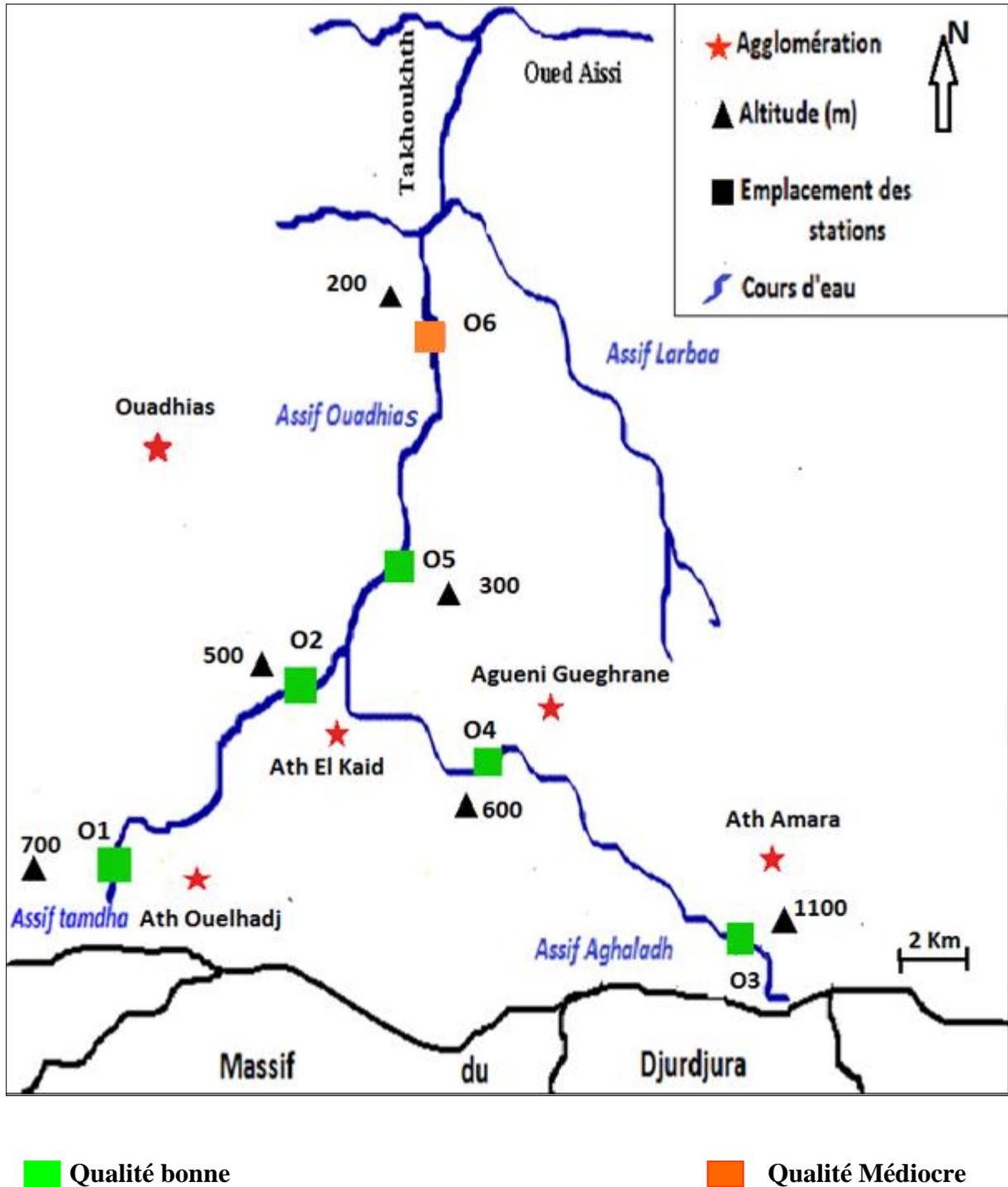
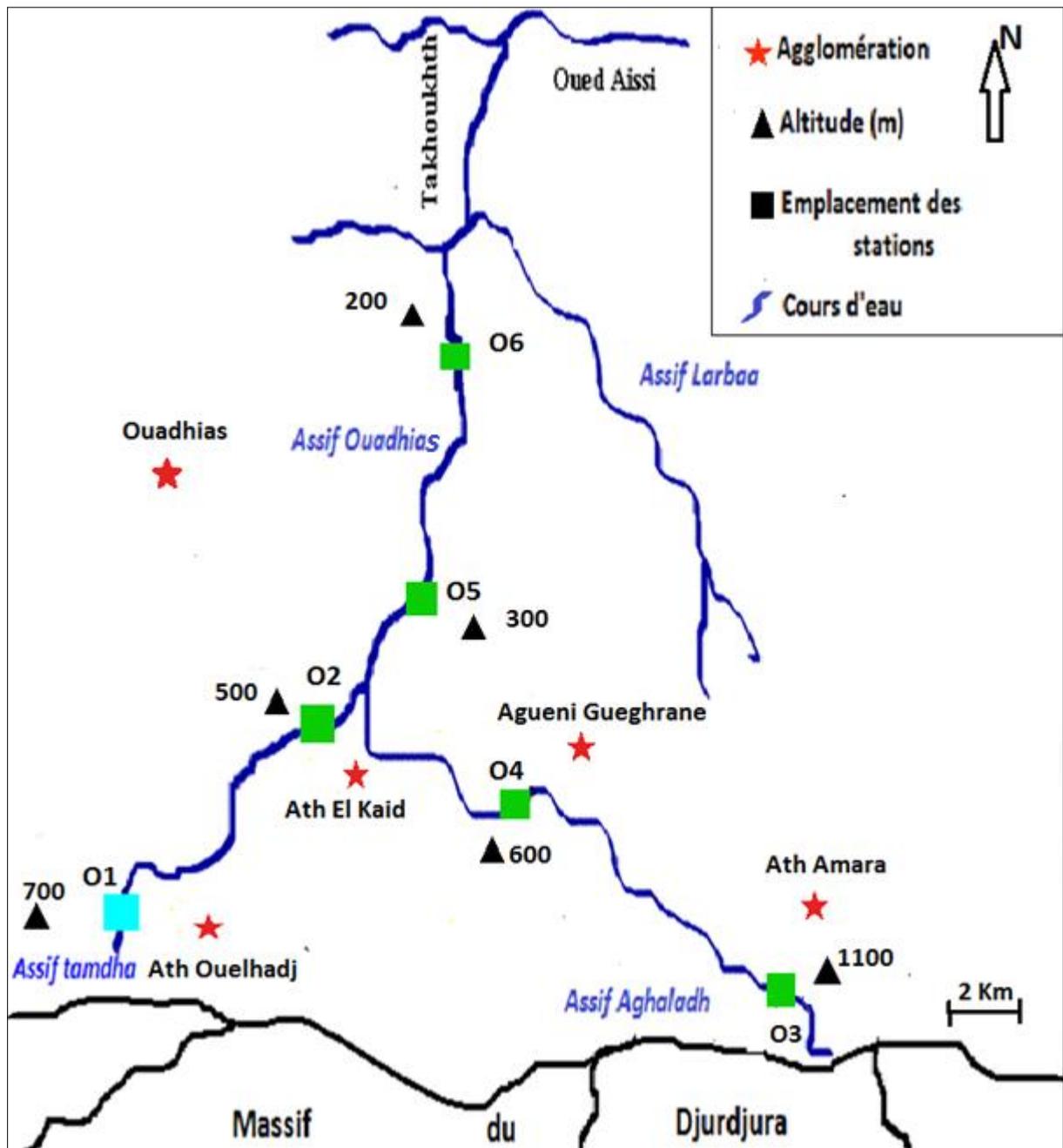


Figure 33 : La qualité hydro-biologique des cours d'eau étudiés (méthode IBGN).



■ Qualité Passable

■ Qualité Bonne

Figure 34 : La qualité hydro-biologique des cours d'eau étudiés (méthode BMWP').

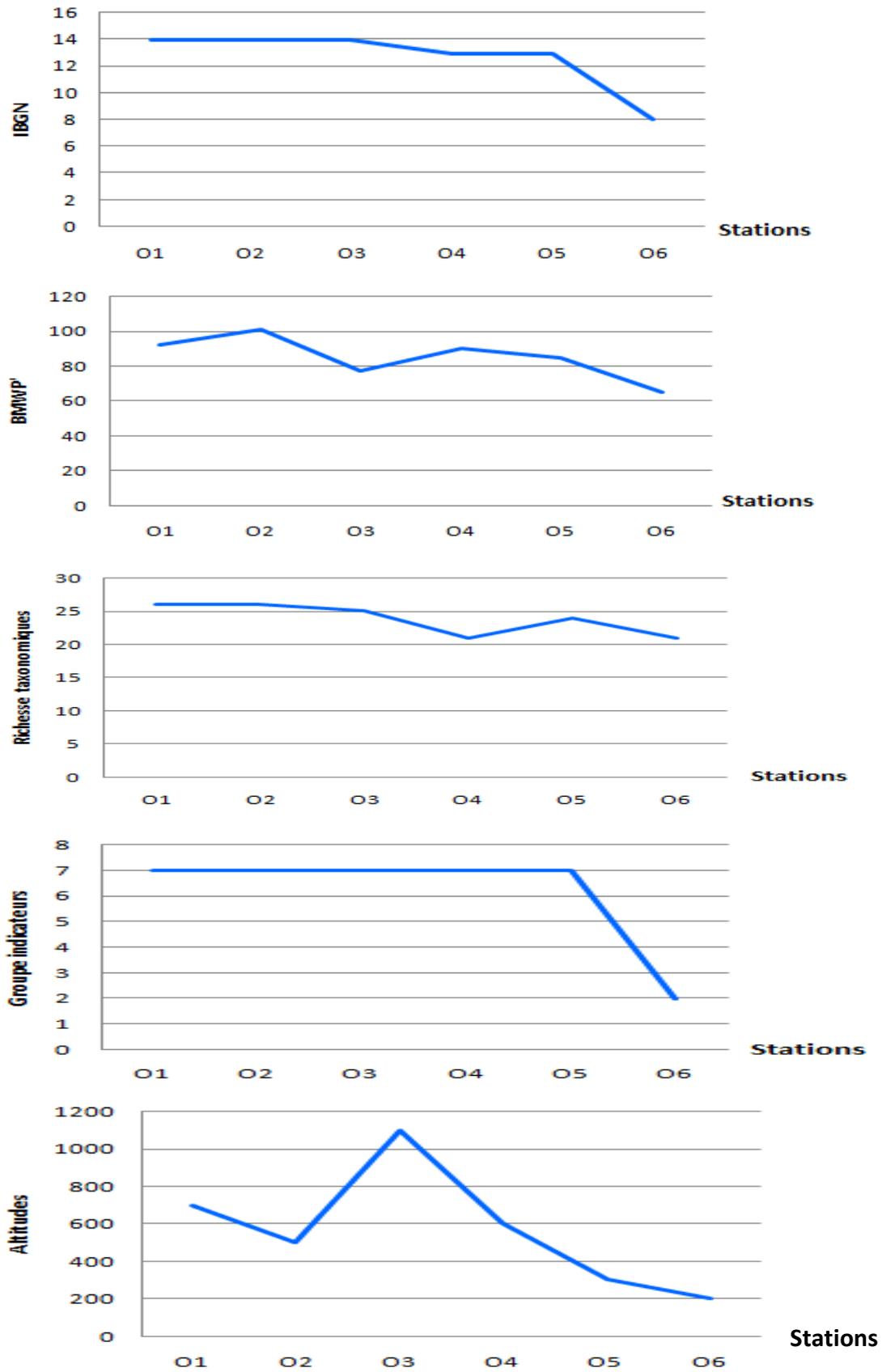


Figure 35 : Analyse hydro-biologique des stations étudiées.

# ***Conclusion***

La campagne de prélèvement effectuée le 03 juin 2021, nous a permis la récolte de 15091 individus répartis en 12 groupes zoologiques 47 familles et 52 genres. Ils sont récoltés dans 6 stations échelonnées entre 200 m et 1100 m d'altitude.

Les Diptères sont largement dominants avec 10596 individus (soit 70.21% du benthos). Ils sont dominés par les Simuliidae avec respectivement 87.12% des Diptères.

En deuxième position viennent les Ephéméroptères, avec 2623 individus (soit 60,46 % de la faune totale). Ils sont représentés essentiellement par les Baetidae (*Baetis*) avec 1502 individus soit 57,26% des éphéméroptères.

Les Mollusques, les coléoptères, Hydracariens et les Oligochètes occupent respectivement la 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup>, 5<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup> place par ordre d'abondance numérique. Ils comptent respectivement 699 individus (soit 4.63%) ,482 individus (soit 3.19 %) ,350 individus (soit 2.31%) et 234 individus (soit 1.55%) de la faune totale.

Les Planaires, les Achètes, les Crustacés, les Plécoptères, les hétéroptères et les Trichoptères, sont rares dans nos prélèvements (< à 0.28).

Les différents indicateurs utilisés, à savoir la richesse spécifique, l'indice de diversité (SHANNON et WEAVER), L'équitabilité, ont permis l'étude descriptive de la structure du peuplement. L'indice de SHANNON et WEAVER montre une fluctuation de la diversité dans les stations étudiées, les valeurs varient entre 0.85 et 2.27.

L'indice d'équitabilité révèle que les taxons sont en déséquilibre entre eux. Certaines stations (O4 et O6) présentent des perturbations diverses et ont mené à la prolifération d'espèces polluo-résistantes (Chironomidae, Simuliidae, Baetidae) et à la diminution voir disparition des taxons polluo-sensibles (Plécoptères...).

L'analyse statistique de la répartition spatiale a mis en évidence une organisation des espèces selon leur présence et leur abondance dans les différents prélèvements réalisés. En effet la variabilité des caractéristiques physiques des habitats offerts dans chacune des stations détermine la distribution des espèces.

L'étude des facteurs environnementaux réalisés par une analyse en composantes principales (ACP) fait apparaître des corrélations entre les variables d'une part et la distribution des stations d'autre part. La structure mésologique obtenue fait apparaître un gradient amont aval des cours d'eau.

L'analyse de la structure du peuplement des cours d'eau étudiés a permis de montrer que les milieux d'altitude (>600m) sont les plus diversifiés. la grande diversité d'habitas a permis le développement d'une communauté riche en espèces et assez équilibrée.

Dans les stations de piémont et de plaine, exposées aux différentes perturbations anthropiques, le nombre de taxa récolté est considérablement réduit. En effet, l'accumulation des rejets urbains, la déstabilisation du lit des cours d'eau suite aux prélèvements de graviers défavorisent le développement d'un grand nombre d'espèces.

L'étude des associations d'EPTC grâce à une analyse factorielle des correspondances révèle deux groupements, essentiellement déterminés par un gradient altitudinal :

- Le premier groupe qui présente un cortège d'espèces qui ont une tendance nette à la rhéophile, qui caractérisaient les stations O1, O2 et O5. Ces espèces manifestent une forte affinité pour les substrats grossiers (blocs, graviers, cailloux). Pour les stations O4 et O6 composés d'espèces eurythermes. Les espèces qui le composent, généralement peu abondantes et peu fréquentes, sont bien connues pour leur développement dans les habitats riches en matières organique.

- le deuxième groupe est composé d'espèces sténothermes peuplant principalement les petits cours d'eau d'altitude supérieurs à 900 m (station O3). Ce groupe représente bien la zone des sources et ruisseaux froids qui en sont issus, de faible amplitude thermique, ce qui est cohérent sur le plan écologique.

L'utilisation des deux méthodes indicielles (IBGN, BMWP') pour évaluer la qualité de l'eau fait ressortir un léger avantage de l'indice biologique global de normalité dont les résultats obtenus confirment ceux obtenus par les analyses numériques et statistiques de la biocénose. En outre, ces différentes méthodes sont complémentaires dans le but d'affiner le diagnostic.

L'utilisation de méthode (IBGN, BMWP') pour évaluer la qualité de l'eau à cause de leur simplicité, leur efficacité, la réduction de leur coût, Les résultats de l'indice IBGN enregistré pendant le mois de juin montre une chute de 6 points : passage de la classe de qualité « 1B » (Bonne qualité) à une classe « 3 » (qualité médiocre) ; et la valeur de BMWP' passe de Classe I (bonne qualité) à une classe II (qualité passable).

Nous envisagerons ultérieurement de prospector plusieurs réseaux hydrographiques à des périodes différentes afin de voir l'effet espace et temps sur la faune benthique mais aussi sur la qualité de l'eau. Certaines mesures de protections devraient être prises afin de préserver ces milieux. L'obligation légale de raccordement à l'égout et l'installation des stations d'épurations des eaux résiduaires, dotés les structures concernés de moyens, dans le but de respecter la réglementation en vigueur concernant les prélèvements de sable et le rejet de déchets toxiques de différentes unités de production sont des exemples d'actions à mener dans l'immédiat

A l'avenir il serait nécessaire de mettre l'accent sur l'éducation et la sensibilisation de la population par des moyens d'information afin qu'elle puisse prendre conscience de l'importance de l'eau et du maintien de sa qualité.

# Références bibliographiques

## « A »

- ANGUS R.B., 1973.** Pleistocene *Helophorus* (Coleoptera,Hydrophilidae) from Borislavand Starunia in the western Ukraine, with a reinterpretation of Lomnick's species, description of a new Siberian species, and comparison with British Weichsel Ian faunas. Phil. Trans. Roy. Soc., London, Biol. Sc., 265:299-326.
  
- ARMITAGE P.D., MOSS D., WRIGHT J.F., FURSE M.T., 1983.** The performance of a new biological water quality score system based on macro-invertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Research*, 17: 333-347.
  
- ANGELIER E., ANGELIER M L & LAUGA J., 1985.** Recherches sur l'écologie des Hydracariens (*Hydrachnella, Acari*) dans les eaux courantes. *Annales de Limnologie.*, 21(1) : 25-64 pp.
  
- AIT MOULOUD S., 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'Oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Magister, Université d'Alger : 118p.
  
- AFNOR, 1992.** Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)-9p
  
- ABDESSELAM M., 1995.** Structure et fonctionnement d'un karst de montagne sous climat méditerranéen : exemple du Djurdjura occidental (grand Kabylie, Algérie). Thèse doctorat Université Franche-Comté :232p.
  
- ALBA-TERCEDOR J, PICAZO-MUNOZ J et ZAMOURA-MUNOZ C, 1995.** Relationships between the distribution of mayfly nymphs and water quality in the Guadalquivir river basin (southern Spain). In Corkum LD; Ciborowski JJH, *Current Directions in Research on Ephemeroptera. Canadian Scholars Press. Inc. Toronto* : 41-54.
  
- ALBA-TERCEDOR J., 2000.** The BMWP'; Ecological status of surface waters: monitoring and management strategies in rivers. Vol 29, n°1. p285-290.
  
- **ANGELIER E., 2000.** Ecologie des eaux courantes. Paris, Techniques et Documentation : 199 p
  
- ABELLÁN P., SÁNCHEZ-FERNÁNDEZ D., VALASCO J & MILLÁN A., 2005.**Conservation of freshwater biodiversity: a comparison of different area selection methods.*Biodiversity and Conservation*, 14 : 3457-3474.
  
- ALILAT T & ALIOUANE N., 2017.** Faunistique et écologie des macros invertébrées de l'Assif El-Khemis et du Moyen Sébaou. Thèse magister, U.M.M.T.O :6p
  
- ALINI F & TITOUCHE F., 2018.**Contribution à l'étude écologique et et biogéographique des trichoptères de l'oued ouadhia (TIZI-OUZOU). Mémoire UMMTO p20

## «B»

- BERTHELEMY C., 1966.** Recherches écologiques et biogéographique sur les Plécoptères et les Coléoptères d'eau courante (Hydraena et Elminthidae) des Pyrénées. *Annls. Limnol.* 2 (2): 227-458.
- BOURNAUD M. & KECK G., 1980.** Diversité spécifique et structure des peuplements macroinvertébrés benthiques au long d'un cours d'eau : le Furans (Ain). *Acta Oecologica, Oecol. Gener*, vol. 1, n°2, 131-150.
- BARBAULT R., 1995.** Ecologie des peuplements. Structure et dynamique de la biodiversité. 2<sup>e</sup> édition Masson, Paris-Milan-Barcelone, 273 p.
- BEUTEL R & GORB S., 2001.** Ultra structure of attachment specializations of hexapods (Arthropoda) : evolutionary patterns inferred from a revised ordinal phylogeny. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 39 : 177-207.
- BELAGOUNE F., 2012.** Etude et modélisation des crues des cours d'eau en milieu semi aride: Cas des grandes bassins versant O5, O6 et O7. Thèse de Magister, Université d'Ouargla : P181.
- BENETTI, C., PÉREZ-BILBAO, A., GARRIDO, J., 2012.** Macroinvertebrates as Indicators of Water Quality in Running Waters: 10 Years of Research in Rivers with Different Degrees of Anthropogenic Impacts. *Ecological Water Quality - Water Treatment and Reuse*, Dr. Voudouris (Ed.), 978- 953-51-0508- 4.
- BOUTOGA F. 2012.** Ressource et Essais de Gestion des eaux dans le Zab Est de Biskra. Thèse de magistère. Ingénierie des ressources en eau. Université d'Annaba 172p
- BOUCHELOUCHE D., DERRADJI N., ARAB A., 2013.** L'utilisation des méthodes biologiques pour l'estimation de la qualité de l'eau du réseau hydrographique d'oued El Harrach (wilayas de Blida et d'Alger). USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems".

## «C»

- CHAUMONT M & PAQUIN C., 1971.** Carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500 000 avec notice explicative. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord* : 24p.
- CARDOT C., 1999.** Génie de l'environnement : les traitements de l'eau. Ellipses Edition Marketing.S.A.
- CHANG, F., LAWRENCE, J.E., RÍOS-TOUMA, B., RESH, V.H., 2014.** Tolerance values of benthic macro-invertebrates for stream biomonitoring: assessment of assumptions underlying scoring systems worldwide. *Environmental Monitoring and Assessment.*; 2135–2149.

• **CHAOUI B., 2016.** Caractérisation et modélisation des habitats des Simulies (Diptera : Simuliidae) du bassin versant de la Tafna. Thèse doctorat U.M.M.T.O :26p.

«D»

• **DAJOZ R., 1979.** Précis d'écologie. Paris. G.V : 549 p

• **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5 ème édition. Gauthier Villard. Paris : 505p.

• **DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5ème édition Gauthier Villard. Paris: 505p.

• **DAJOZ R., 1985.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5ème édition Gauthier Villard. Paris: 505p.

• **DETHIER M., 1985-1986.** Insectes 6 : Hétéroptères aquatiques et ripicoles (genre et principales espèces). Extrait du bulletin de la Société Linnéenne de Lyon 54e année, n°1 et n°6.

• **DERRIDJ A. 1990.** Etude des populations de *cedrus atlantica* M. en Algérie. Thèse Docteurs- sciences, Université Paul Sabatier, Toulouse : 288p

• **DERIDJ A., 1990.** Etude des populations de *cedrus atlantica* M.en Algérie.Thèse docteur es-sciences,Université Paul Sabatier,Toulouse :280p.

• **DYNESIUS M & NILSON C., 1994.** Fragmentation and flow regulation of river systems in the north est third of the world. Science, 266: 753-762 p.

• **DEGREMONT ; 2005.** Mémento technique de l'eau. Tome I. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris

• **DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. 8° Edition Dunod, Paris, 630 p.

«E»

• **ECHAUBARD H & NEVEAU A., 1975.** Perturbation qualitative et quantitative de la faune benthique d'un ruisseau à truite, la Couze Pavin (Puy-de-Dome), due aux pollutions agricoles et urbaines.lab.de zool.biol.Animal et écologie. INA-INRA : 24p

• **EVRARD M., 1996.** La dérive des exuvies nymphales de chironomidea (Diptère) dans une rivière salmonicole,le SAMSON et trois affluents (Belgique).impact des pollution sur cette faune natura-mosana(belgaum).(Jul-sep 1996).v49(3) :104-122.

• **EL ALAMI M, 2002.** Taxonomie, écologie et biogéographie des Éphéméroptères du Rif (Nord du Maroc). Thèse de doctorat d'Etat, Univ, Abdelmalek Essaadi, Fac. Sci. Tétouan. 402 p.

«F»

• **FLANDRIN J., 1952.** La chaine du Djurdjura : monographies régionales.XIX congres géologiques internationales, Algérie 1ère série. 19 : p 49.

### «G»

• **GELARD J.P., 1979.** Géologie du N.E de la Grande Kabylie (Algérie). Doc.es. Sc. Univ. Dijon : 335p.

• **GIANI N, 1983.** Le Riou Mort,affluent du lot pollué par les métaux lourds.III.Etude faunistique generale.Annls Limnol.,29-43p.

• **GROSCLAUDE G, 1999.** L'eau, Tome I : milieu naturel et maitrice. Edition INRA, Paris.

• **GUYOT G., 1999.** Climatologie de l'Environnement. 2e Edition, Dunod. Paris, 525p.

• **GENIN B., CHAUVIN C & MENARD F., 2003.** Cours d'eau et indices biologiques. Pollution- méthodes- IBGN.2ème édition educagri. 215p.

### «H»

• **HYNES H B N, 1975.** The sream and its valley. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, 19 : 1-15.

• **HASLAY C & LERCLERC H., 1993.** Microbiologie des eaux d'alimentation. Edition LavoisierTec et Doc, Paris.

• **HADDOU M., 2010.**Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés d'oxydation avancée en phase homogène et hétérogène : procédés Fenton, photo-Fenton et photocatalyse. Thèse de doctorat Toulouse, Délivré par l'Université Toulouse III - Paul Sabatier Discipline ou spécialité : Chimie Macromoléculaire et Supramoléculaire.

• **HINI S & HOUACINE O., 2011.** Etude de la faune benthique de deux affluents de l'oued Aissi (Assif el djemaa et Assif harzoun) et évaluation de la qualité de l'eau par la voie biologique. P25

• **HAREDJ S & CHIHEB M., 2012.** Etude hydrobiologique de l'oued sébaou et l'oued Aissi : Faunistique et évaluation de la qualité de l'eau et du milieu par les voies biologiques. Ingénieur d'état en biologie.

• **HAFIANE M., HAMZAOUI D., BOUCHELOUCHE D., MEBARKI M. et ARAB A., 2013.** Application de l'I.B.G. N et du B.M.W.P' sur un oued temporaire d'Algérie. USTHBFBS - 4th.International Congress of the Populations & Animal Communities "Dynamics & Biodiversity of the terrestrial & aquatic Ecosystems".

### «I»

• **ITCHIR O & LACHEBI L., 2015.**Etude hydro biologique de l'Oued Mechtras : faunistique et évaluation biologique de la qualité de l'eau

## «J»

• **JÄCH M & BALKE M., 2008.** Global diversity of water beetles (Coleoptera) in fresh water. *Hydrobiologia*, **595**: 419-442.

## «L»

• **LACOURLY G., 1971** : Pollution radioactives que faut-il en penser ? Section de Protection de l'Environnement au Commissariat à l'énergie atomique Association EURATOM – CEA Centre d'Etudes nucléaires. Class. Oxford U 628 .55.

• **LOUP J., 1974.** Les eaux terrestres. Edition masson et cie. Grenoble.

• **LAVANDIER P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de Doctorat Sciences, Université de Paul Sabatier, Toulouse : 532p

• **LOUNACI A., 1987.** Recherches hydro-biologiques sur les peuplements d'invertébrés benthiques du bassin de l'Oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, U.S.T.H.B :133p.

• **LEVÊQUE C., 1996.** Ecosystèmes aquatiques. Edition Hachette, Paris, 159p.

• **LOUNACI-DAOUDI D., 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse Magister, U.M.M.T.O., Tizi-Ouzou : 152p

• **LOUNACI A., B. BROSSE S. THOMAS A. & LEK S., 2000(a).** Abundance, diversity and community structure of macro-invertebrates in an algerian stream: The Sebaou wadi. *Anns Limnol.*, 36 (2): 123-133 pp.

• **LOUNACI A., BROSSE S., AIT MOULOUD S., LOUNACI-DAOUDI D & MEBARKI M., 2000(b).** Current knowledge of benthic invertebrate diversity in an Algerian stream: a species check-list of the Sebaou River basin (Tizi-Ouzou). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse.*, 136: 43-55 pp.

• **LE LOC'H F, 2005.** Structure, fonctionnement, évolution des communautés benthiques des fonds meubles exploités du plateau continental Nord Gascogne. Thèse de doctorat, univ Bretagne occidentale. 326 p.

• **LOUNACI A & VINÇON G., 2005.** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie des espèces d'Afrique du Nord (Plecoptera), *Ephemera*, **6(2)** : 109-124.

• **LOUNACI A., 2005.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des macros invertébrés des cours d'eau de Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie). Thèse doctorat, U.M.M.T.O: 209p.

• **LAMINE S., 2021.** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Ephemeropteres, Plecopteres, Trichopteres et Coleopteres Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura.

### «M»

• **MINSHALL G & MINSHALL J., 1977.** Micro distribution of benthic invertebrates in a rocky mountain (U.S.A) stream. *Hydrobiologia*. 55 : 231-249 pp.

• **MOUBAYED Z., 1986.** Recherches sur la faunistique, l'écologie et la zoogéographie de trois réseaux hydrographiques du Liban: l'Assi, le Litani et le Beyrouth. Thèse de Doctorat Sciences, Univ. Paul Sabatier, Toulouse : 496 p.

• **MEBARKI M., 2001.** Etude hydro biologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques. Thèse de Magister.

• **MEBARKI M., 2001.** Etude hydro biologique de trois réseaux hydrographiques de Kabylie (Parc National du Djurdjura, oued Sébaou et oued Boghni) : faunistique, écologie et biogéographie des macro-invertébrés benthiques. Thèse de Magister, U.M.M.T.O.

• **MOISAN J., GAGNON E., PELLETIER L. & PIEDBOEUF N., 2006.** Guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction de suivi de l'état de l'environnement, ministère de développement durable, de l'environnement et des parcs, ISBN, 82p.

• **MESSOUDENE M., LARIBI M & DERRIDJ A., 2007.** Etude de la diversité floristique de la forêt de l'Akfadou (Algérie). *Bois et foret des tropiques*, 291(1) ,75-81pp.

• **MELGHIT M., 2013 :** Qualité physico-chimique, pollution organique et métallique des compartiments Eau / Sédiments de l'Oued Rhumel, et des barrages Hammam Grouz et Beni Haroun. Thèse Magistère en Ecologie. Option: Gestion des déchets. Université Mentouri de Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Département d'Ecologie et Biologie végétale.

• **MEZIANE K & KARFOUR A., 2013-**Biodiversité et distribution spatiale des Mollusques de l'estran de la cote Ouest algérienne (cas des substrats durs).3eme colloque international sur la Biodiversité et Ecosystèmes Littoraux. 26-28 Novembre 2013, Oran, Algérie. pp. 98-105.

• **MESSIKH S., 2016.** Etude Bio-écologique des Hydracariens de la région d'El Kala.

• **MOUISSI S & ALAYAT H., 2016.** Utilisation de l'Analyse en Composantes Principales (ACP) pour la Caractérisation Physico-Chimique des Eaux d'un Ecosystème Aquatique: Cas du Lac Oubéira (Extrême NE Algérien). *J. Mater. Environ. Sci.* 2028-2508.

• **MEGCHICHE D & AIT ALI M., 2019.** Evaluation biologique de la qualité de l'eau du sous bassin versant de l'oued aissi.p5.

## «P»

• **POISSON R., 1957.** Hétéroptères aquatiques. In P. Le chevalier (Ed.), Faune de France, C.N.R.S. (Paris), 61 : 264p.

• **PIELOU E. C., 1969.** An introduction to mathematical ecology. Wiley – Interscience, New-York: 286 p.

## «Q»

• **QUEZEL P., 1957.** Le peuplement végétal des hautes montagnes d'Afrique du nord. *Encycl.Biogeogr.Ecol.*, Ed le chevalier, Paris :463p.

## «R»

• **RAYMOND D., 1976.** Evaluation sédimentaire et tectonique du Nord- Ouest de la grande Kabylie au cours du cycle alpin. Thèse de doctorat en sciences, paris : 154p.

• **RAMADE F., 2003.** Eléments d'écologie. Écologie fondamentale. 3<sup>ème</sup> Ed : Dunod, Paris. P.190.

## «S»

• **SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Trav. Inst. Meteor. Phys. Du Globe, Univ. Alger Fascicule hors série : 219p.

• **SHANNON C. E & WEAVER W., 1963.** The mathematical theory of communication. Urbane: University of Illinois Press: 117 p.

• **SALGHI.,1997.** Différents filières de traitement des eaux. Edition ENSA, Agadir.

• **SAIDOUNE M & SLIMANI M, 2009.** Evaluation de l'état de santé écologique du réseau hydrographique de l'oued sebaou par les voies biologique. Diplôme d'ingénieur d'état en biologie. 27p.

• **SEKHI S; HAOUCHINE S; LOUNACI-DAOUDI D; EL ALAMI EL MOUTAOU AKIL & LOUNACI A., 2016.** Contribution à la connaissance des Trichoptères de la Grande-Kabylie (Algerie) [Trichoptera]. *Ephemera*, Vol.17(1) :51-69

## «T»

• **THIEBAULT, J. 1952.** Socle métamorphique en Grande Kabylie. Monographie régionale ; XIX congrès géologiques international, Algérie. 1ère série (4) : 43p.

•**TUFFRY G & VERNAUX J., 1967.**une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes-indice biotique.) Ann.Des Sci.Univ.Besançon,260p.

•**TACHET H., BOURMAUD V & RICHOUX P., 1980.** Introduction à l'étude des macro-invertébrés des eaux douces Association française de limnologie CNRS Ed Paris.1258p.

•**THOMAS A., 1981.**-Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud-Ouest de la France (Ephéméroptères, Diptère : Dixidea,Cecidomyiidae, Rhagionidae et Athericidae),avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de doctorat en science, Université de Toulouse : 330p.

•**THOWNSEND C & HILDREW A, 1994.** Longitudinal pattern in detritivores of acid streams: a consideration of alternative hypotheses. Verth, Int. Ver. Theor. Angrew. Limnol., 22, 1953-1958.

•**THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLEDEC S. & OLIVIER J.M., 1997.** ADE.4: A multivariate analysis and graphical display software. Statistics and computing, 7: 75 – 83.

«V»

•**VILAGINES R., 2003.** Eau, environnement et santé publique : introduction à l'hydrogéologie.2ème édition. Lavoisier Tec et Doc, Paris.

«W»

•**WILHM, 1972.** Graphic and mathematical analyses of biotic communities in polluted streams.Ann.Rev :17-223-252.

«Y»

•**YAKOUB B., 1985.**Contribution à l'étude hydro géographique de la Kabylie occidentale (Algérie). Thèse Magister. Univ Pierre et Marie Curie, Paris VI : 215p.

•**YAKOUB B., 2005.** L'eau dans le bassin versant du Sébaou et la wilaya de Tizi-Ouzou.Evaluation, contraintes et recommandations. Thèse doctorat d'état en sciences de l'eau.UMMTO. 268p.

# Annexes

**Annexe 01 :** Températures moyennes mensuelles de l'air (en °C) (maximales, minimales et moyennes) enregistrées à Tizi-Ouzou (période 2012-2020, source O.N.M de Tizi-Ouzou)

Mois Température	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout
T° moyenne des maxima	31,47	27,64	19,80	17,01	16,05	16,38	19,12	26,63	27,10	31,79	36,08	35,11
T° moyenne des minima	19,2	15,61	12,36	8,18	6,72	6,72	9,08	11,45	14,01	17,66	21,31	22,25
T° moyenne Mensuelle	24,53	20,64	15,26	11,85	10,64	10,84	13,48	16,31	20,75	24,42	28,24	28,38

**Annexe 02 :** Température ponctuelles de l'eau enregistrée aux différentes stations.

Stations	O3	O5	O4	O2	O1	O6
Altitude(m)	1100	300	600	500	700	200
Températures (°C)	17	18	19	19	19.5	20

**Annexe 03 :** Précipitations moyennes mensuelles (en mm) d'Ath Djemaa durant la période 2008-2018 (Source : A.N.R.H de Tizi Ouzou)

Mois Station	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout
Ath Djemaa	40.13	77.39	124.3	97	137.1	116.9	122.1	103.4	77.5	29	1.5	9.3

**Annexe 04 : Répertoire faunistique liste des 152 taxons utilisés actuellement**  
(Les 38 taxons indicateurs sont soulignés)

<p><b>INSECTES</b></p> <p>PLÉCOPTÈRES  <u>Capniidae</u>  <u>Chloroperlidae</u>  <u>Leuctridae</u>  <u>Nemouridae</u>  <u>Perlidae</u>  <u>Perlodidae</u>  <u>Taeniopterygidae</u></p> <p>TRICHOPTÈRES  <u>Beraeidae</u>  <u>Brachycentridae</u>  Calamoceratidae  Ecnomidae  <u>Glossosomatidae</u>  <u>Goeridae</u>  Helicopsychidae  <u>Hydropsychidae</u>  <u>Hydroptilidae</u>  <u>Lepidostomatidae</u>  <u>Leptoceridae</u>  <u>Limnphilidae</u>  Molannidae  <u>Odontoceridae</u>  <u>Philopotamidae</u>  Phryganeidae  <u>Polycentropodidae</u>  <u>Psychomyidae</u>  <u>Rhyacophilidae</u>  <u>Sericostomatidae</u>  Uenoidae</p>	<p>HÉTÉROPTÈRES  <u>Aphelocheiridae</u>  Corixidae  Gerridae  Hebridae  Hydrometridae  Naucoridae  Nepidae  Notonectidae  Mesoveliidae  Pleidae  Veliidae</p> <p>COLÉOPTÈRES  Curculionidae  Chrysomelidae  Dryopidae  Dytiscidae  <u>Elmidae</u>  Gyrinidae  Haliplidae  Helodidae  Helophoridae  Hydraenidae  Hydrochidae  Hydrophilidae  Hydroscaphidae  Hygrobiidae  Noteridae  Psephenidae  Spercheidae</p>	<p>Scatophagidae  Sciomyzidae  Simuliidae  Stratiomyidae  Syrphidae  Tabanidae  Thaumaleidae  Tipulidae</p> <p>ODONATES  Aeschnidae  Calopterygidae  Coenagrionidae  Cordulegasteridae  Corduliidae  Gomphidae  Lestidae  Libellulidae  Platycnemididae</p> <p>MÉGALOPTÈRES  Sialidae  PLANIPENNES  Neurorthidae  Osmylidae  Sysyridae  HYMÉNOPTÈRES  Agriotypidae  LÉPIDOPTÈRES  Crambidae</p>	<p><b><u>MOLLUSQUES</u></b></p> <p>BIVALVES  Corbiculidae  Dreissenidae  Margaritiferidae  Sphaeriidae  Unionidae  GASTÉROPODES  Ancylidae  Acroloxidae  Bithynidae  Ferrissidae  Hydrobiidae  Lymnaeidae  Neritidae  Physidae  Planorbidae  Valvatidae  Viviparidae</p>
<p>ÉPHÉMÉROPTÈRES  Ameletidae  <u>Baetidae</u>  <u>Caenidae</u>  <u>Ephemerellidae</u>  <u>Ephemeridae</u>  <u>Heptageniidae</u>  Isonychiidae  <u>Leptophlebiidae</u>  Neoephemeridae  Oligoneuriidae  <u>Polymitarcidae</u>  <u>Potamanthidae</u>  Prosopistomatidae  Siphonuridae</p>	<p>DIPTÈRES  Anthomyidae  Athericidae  Blephariceridae  Ceratopogonidae  Chaoboridae  <u>Chironomidae</u>  Culicidae  Cylindrotomidae  Dixidae  Dolichopodidae  Empididae  Ephydriidae  Limoniidae  Psychodidae  Ptychopteridae  Rhagionidae</p>	<p><b>CRUSTACÉS</b></p> <p>BRANCHIOPODES  AMPHIPODES  Corophiidae  Cragonyctidae  <u>Gammaridae</u>  Niphargidae  Talitridae  ISOPODES  <u>Asellidae</u>  DÉCAPODES  Astacidae  Atyidae  Cambaridae  Grapsidae  Potamonidae</p>	<p><b>VERS</b></p> <p>PLATHELMINTHES  TRICLADES  Dendrocoelidae  Dugesidae  Planariidae</p> <p>ANNÉLIDES  <u>ACHÈTES</u>  Branchiobdellidae  Erpobdellidae  Glossiphoniidae  Hirudidae  Piscicolidae  <u>OLIGOCHÈTES</u></p> <p>NÉMATHELMINTHES</p> <p><b>HYDRACARIENS</b></p> <p><b>HYDROZOAIRE</b></p> <p><b>SPONGIAIRES</b></p> <p><b>BRYOZOAIRE</b></p> <p><b>NÉMERTIENS</b></p>

**Annexe 05** : Valeur de l'IBGN selon la nature et la variété taxonomique de la macrofaune

(Norme NFT 90-350 mars 2004).

Classe de variété		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Taxons	$\sum$	>50	49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
	GI		45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
Chloroperlida ePerlidae Perlodidae Taeniopterygidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Capniidae Brachycentrida eOdontoceridae Philopotamida e	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Leuctridae Glossosomatida eBeraeidae Goeridae Leptophlebidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Nemouridae Lepidostomatida eSericostomatidae Epheméridae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Hydroptilidae Heptageniidae Potamitarcida ePotamanthida e	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Leptoceridae Polycentropodida ePsychomyidae Rhyacophilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Limnephilidae* Hydropsychidae * Ephemérellidae* Aphelocheiridae *	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Baetidae* Caenidae* Elmidae* Gammaridae * Mollusques	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Chironomidae *Asellidae* Achètes Oligochètes*	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

## Annexe 06 : Scores des familles des macro-invertébrés « indice BMWP' »

Familles	Score
<b>E</b> : Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae <b>P</b> : Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Chloroperlidae, Perlodidae <b>T</b> : Phryganeidae, Molannidae, Baraeidae, Odontoceridae, Georidae <b>T</b> : Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericotomatidae <b>D</b> : Athericidae, Belephariceridae <b>H</b> : Aphelocheiridae	10
<b>O</b> : Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae <b>O</b> : Corduliidae, Libellulidae <b>T</b> : Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae <b>C</b> : Astacidae	8
<b>E</b> : Ephemerellidae, Prosopistomatidae <b>P</b> : Nemouridae <b>T</b> : Rhyacophilidae, Coenargiidae	7
<b>M</b> : Noteridae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridaem, Unionidae <b>T</b> : Hydroptilidae <b>C</b> : Gammaridae, Atyidae, Corophiidae <b>O</b> : Platyenemididae, Coenagriidae	6
<b>E</b> : Oligoneuriidae, Polymitarciidae <b>C</b> : Dryopidae, Elmidae, Helophoridae, Hydrichidae, Hydraenidae, Clambidae <b>T</b> : Hydropsychidae <b>D</b> : Tipulidae, Simulidae <b>TR</b> : Plaanaridae, Dugesiiidae, Dendrocoelidae	5
<b>E</b> : Bactidae, Caenidae <b>C</b> : Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae <b>D</b> : Tabanidae, Stratiomyidae, Empediadea, Dolichopodidae, Dixidae <b>D</b> : Caratpogonidae, Anthomyidae, Limpnidae, Psychodidae, Sciomyzidae, Rhagionidae <b>N</b> : Sialidae <b>HR</b> : Pscicolidae <b>A</b> : Hydracaina	4
<b>H</b> : Moeveliidae, Veliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Neucoridae, Pleidae <b>H</b> : Notonectidae, Corixidae <b>C</b> : Helodidae, Hydrphilidae, Hygobiidae, Dyticidae, Gyrinidae <b>M</b> : Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae <b>M</b> : Bithyniidae, Bythinellidae, Sphariidae <b>HR</b> : Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdelide <b>C</b> : Assellidae, Ostracodae	3
<b>D</b> : Chironomidae, Culcidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	2
<b>O</b> : Oligochaeta (Toutes Les Familles) <b>D</b> : Syrphidae	1

Année <b>2012</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
	T°Moy/mensu en°C	9.9	6.5	13.3	15.3	19.9	26.4	27.8	30.3	24.4	20.8	16.3	11.9
T°Moy/mensu mini	5.6	2.7	9.0	11.0	14.0	20.0	21.6	23.4	18.7	15.8	12.5	8.2	162.5
T°Moy/mensu MAX	16.3	11.9	19.7	21.1	27.0	34.2	35.7	30.1	32.3	28.1	21.8	17.4	295.6
T°Max/absol date	19.1 le01	19.0 le25	26.5 le20	33.5 le28	33.0 le31	42.5 le29	43.7 le26	45.2 le17	40.6 le21	38.0 le04	31.7 le04	25.3 le25	
T° min/absol date	2.2 le20	-0.4 le13	3.5 le01	6.4 le17	9.2 le01	16.6 le05	17.0 le24	19.5 le26	14.2 le04	9.0 le29	7.0 le30	3.8 le10	
RR en mm&1/10	69.5	269.5	97.8	146.8	40.2	1.1	0.0	6.4	10.9	96.3	68.7	39.8	<b>847.0</b>
RR(Mx en 24hres) DATE	24.3 le29	41.0 le02	30.4 le09	33.4 le16	15.5 le19	0.9 le13	0.0	6.4 le31	4.5 le02	35.0 le26	22.2 le19	8.2 le01	
Nbre j RR ≥ 1mm	7	15	9	9	6	0	0	1	4	10	10	10	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	1	2	1	1	1	1	0	1	0	3+1	2	0	
Humidité moy en%	84	88	81	76	71	61	60	49	65	69	79	83	866
HUM/moy mini en%	55	63	52	50	45	36	34	23	36	38	53	57	542
Hum/moy Max en%	95	98	97	95	93	87	86	78	89	90	96	97	1102
VENT moyen m/s	0.3	xx	0.7	0.6	1.1	0.9	3.6						
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	0	xx	25 le28	17 le26	22 le13	16 le17							
évaporation	32	22	46	59	79	135	162	203	117	98	55	39	<b>1044</b>
Nbre j Brouill	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3	
Nbre j Brume	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	1	0	
Nbre j Rosée	18	11	10	6	3	0	0	0	3	4	11	17	
Nbre j Gelée	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	201	155	207	210	309	298	344	333	237	232	151	172	2850
Pression stion	1006.2	1002.4	1004.3	992.7	998.0	996.8	996.8	989.8	997.0	995.9	995.8	1003.0	11978.7
Pression mer	1025.0	1021.3	1022.8	1010.8	1015.9	1014.3	1014.3	1014.4	1014.7	1013.8	1014.0	1021.7	12203.0

Année <b>2013</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
	T°Moy/mensu en°C	10.8	9.4	14.3	15.8	17.5	22.0	26.7	26.9	24.1	23.1	13.6	11.2
T°Moy/mensu mini	6.9	5.2	10.4	11.3	12.8	15.5	20.3	20.3	19.1	18.1	17.9	7.4	165.2
T°Moy/mensu MAX	15.7	14.6	19.4	21.8	23.0	28.9	34.5	35.1	31.1	30.6	10.7	16.9	282.3
T°Max/absol date	23.0 le19	22.7 le01	28.0 le22	28.7 le14	31.1 le09	41.5 le17	41.8 le27	42.5 le06	36.5 le26	39.6 le03	5.0 le28	20.0 le24	
T° min/absol date	3.6 le26	2.4 le10	2.0 le16	6.1 le08	9.3 le06	11.0 le02	16.8 le08	17.2 le22	14.7 le23	13.3 le31	30.0 le07	4.0 le09	
RR en mm&1/10	211.8	185.7	93.5	64.5	151.6	0.0	0.3	11.3	37.6	39.0	164.9	103.7	<b>1063.9</b>
RR(Mx en 24hres) DATE	37.7 le23	27.3 le11	21.2 le01	21.3 le24	55.3 le21	0.0	0.3 le28	5.0 le27	27.1 le09	39.0 le30	19.4 le20	21.3 le02	
Nbre j RR ≥ 1mm	16	15	14	9	8	0	0	3	4	1	21	10	
Nbre j de grele	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Nbre j d'orage	3	5	2	3	5	0	2	4	4	0	1	0	
Humidité moy en%	80	80	73	77	78	65	64	60	73	69	83	83	884
HUM/moy mini en%	55	56	47	50	53	39	37	32	45	41	60	59	573
Hum/moy Max en%	95	96	93	96	96	91	91	88	96	92	97	97	1127
VENT moyen m/s	1.5	1.6	2.6	1.9	1.9	1.7	1.8	1.3	1.3	xx	xx	xx	15.6
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	27 le19	28 le23	23 le13	19 le01	23 le21	10 le09	0	0	0	xx	xx	xx	
évaporation	45	35	66	54	53	99	130	142	75	101	47	34	880
Nbre j Brouill	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	6	
Nbre j Brume	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	
Nbre j Rosée	13	8	4	10	11	4	0	0	0	3	4	19	
Nbre j Gelée	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	140	126	161	231	241	352	335	335	237	210	120	163	2651
Pression stion	1000.6	997.6	991.4	995.9	996.4	998.8	997.7	997.0	998.2	998.6	998.2	1005.4	11975.8
Pression mer	1015.7	1012.1	1009.6	1014.1	1014.5	1016.7	1015.3	1014.5	1016.0	1016.5	1016.7	1024.3	12186.0

Année													Tot
2014	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	
T°Moy/mensu en°C	12.3	12.8	12.3	17.5	19.2	23.7	27.0	28.0	26.2	21.6	17.3	10.9	228.8
T°Moy/mensu mini	8.6	8.6	8.2	11.3	13.2	17.4	20.0	21.5	21.0	16.0	13.5	7.7	167.0
T°Moy/mensu MAX	17.6	18.8	17.5	24.3	26.5	30.7	34.7	35.9	33.7	29.0	22.7	15.4	306.8
T°Max/absol date	23.4 le10	26.5 le15	25.5 le18	28.5 le24	32.5 le12	39.6 le28	43.5 le18	41.4 le09	37.5 le03	36.5 le08	29.5 le22	20.4 le24	
T° min/absol date	3.3 le01	1.5 le03	3.8 le09	6.5 le26	8.6 le05	11.0 le03	17.0 le23	18.8 le03	18.0 le24	9.3 le31	8.0 le07	2.6 le30	
RR en mm&1/10	110.1	110.2	172.4	5.3	10.0	48.4	0.2	3.6	11.8	26.5	61.6	272.4	832.5
RR(Mx en 24hres) DATE	28.0 le19	31.8 le10	39.9 le01	5.3 le03	5.2 le24	33.8 le01	0.2 le20	3.6 le01	9.1 le28	15.6 le03	24.0 le06	50.6 le02	
Nbre j RR ≥ 1mm	14	12	15	1	3	3	0	1	2	3	6	14	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	3	3	4	1	3	1	1	0	2	2	3	3	
Humidité moy en%	78	76	81	67	68	64	57	58	62	68	69	84	830
HUM/moy mini en%	53	50	55	41	39	38	32	32	36	39	46	61	521
Hum/moy Max en%	95	96	97	92	93	90	82	85	86	91	87	96	1089
VENT moyen m/s	xx	0.0											
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	xx												
évaporation	52	53	44	89	96	116	169	172	125	97	77	32	1120
Nbre j Brouill	0	1	4	1	1	1	0	0	0	1	0	3	
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
Nbre j Rosée	9	8	16	12	4	2	0	0	0	7	5	10	
Nbre j Gelée	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	161	164	181	278	320	313	360	333	244	256	150	122	2884
Pression stion	997.7	998.9	998.5	996.7	997.3	996.9	996.3	995.9	996.8	999.5	994.8	1003.2	11972.5
Pression mer	1016.3	1017.4	1017.0	1014.8	1015.3	1014.6	1013.8	1013.3	1014.4	1017.4	1012.9	1022.0	12189.2

Année 2015	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
	T°Moy/mensu en°C	9.9	9.8	13.1	17.3	21.4	24.7	29.7	28.8	24.4	20.2	14.9	12.2
T°Moy/mensu mini	6.0	6.5	8.4	11.7	15.2	17.9	22.2	23.2	19.7	16.0	10.8	7.2	164.8
T°Moy/mensu MAX	15.6	13.9	19.3	24.4	28.7	32.0	38.4	35.8	30.5	26.2	21.0	19.3	305.1
T°Max/absol date	20.6 le16	20.0 le11	27.4 le20	30.0 le16	41.0 le04	40.9 le30	44.6 le29	42.0 le08	38.0 le12	36.4 le05	25.9 le03	22.8 le19	
T° min/absol date	2.5 le03	1.2 le10	3.6 le01	6.0 le08	9.5 le23	15.0 le02	20.0 le18	19.5 le16	14.4 le26	11.4 le31	5.5 le28	4.2 le04	
RR en mm&1/10	200.9	181.5	70.2	0.0	10.4	15.3	4.1	2.6	41.1	81.7	102.7	0.0	710.5
RR(Mx en 24hres) DATE	50.0 le31	26.3 le17	15.2 le21	0.0	9.6 le29	14.2 le14	4.1 le31	1.4 le22	17.8 le30	20.7 le21	24.6 le26	0.0	
Nbre j RR ≥ 1mm	11	16	9	0	1	1	1	2	4	8	8	0	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	4	4	1	0	0	5	1	0	2	0	0	0	
Humidité moy en%	82	80	75	71	62	60	51	59	65	72	80	75	830
HUM/moy mini en%	55	55	46	42	35	32	23	33	40	47	53	48	510
Hum/moy Max en%	97	96	96	94	88	87	82	84	86	90	95	92	1084
VENT moyen m/s	1.0	2.0	1.3	1.7	xx	xx	xx	xx	2.8	2.3	1.7	1.4	14.2
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	28 le31	21 le03	17 le20	35 le15	xx(v/f)	xx	xx	xx	32 le12	0	22 le26	0	
évaporation	35	34	58	72	110	134	200	155	108		38	38	981
Nbre j Brouill	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
Nbre j Brume	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j Rosée	14	7	14	14	1	0	0	0	0	7	21	19	
Nbre j Gelée	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	143	114	221	297	307	354	395	321	249	211	191	215	3017
Pression stion	1004.4	997.5	1000.3	1000.5	998.7	998.5	996.6	996.4	997.3	997.5	1005.2	1011.5	12004.4
Pression mer	1023.2	1016.2	1018.8	1018.7	1016.7	1016.1	1013.9	1013.8	1015.0	1015.1	1023.7	1030.2	12221.4

Année 2016	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
	T°Moy/mensu en°C	12.8	12.6	12.5	16.1	19.0	24.3	27.9	27.1	24.3	22.5	15.7	12.6
T°Moy/mensu mini	8.6	8.5	7.8	11.2	13.6	17.1	20.7	20.4	18.0	16.9	11.4	9.3	163.5
T°Moy/mensu MAX	18.4	18.0	17.6	22.1	25.0	32.0	35.7	34.6	31.7	29.6	21.3	17.6	303.6
T°Max/absol date	24.0 le 08	24.2 le 02	33.0 le 30	31.0 le15	33.0 le09	38.5 le28	42.0 le21	40.0 le01	39.8 le05	38.5 le25	31.9 le04	21.5 le05	
T° min/absol date	3.7 le 18	2.5 le 05	2.4 le 07	5.7 le10	5.1 le02	11.5 le02	13.5 le16	16.5 le24	14.5 le21	12.2 le31	7.4 le25	4.5 le31	
RR en mm&1/10	59.9	96.2	185.3	61.8	68.4	5.9	0.0	0.0	4.2	16.6	68.4	150.1	716.8
RR(Mx en 24hres) DATE	30.5 le 15	48.8 le 15	42.3 le 10	30.3 le05	39.3 le06	3.0 le17	0.0	0.0	1.7 le14	8.9 le09	22.7 le08	48.5 le21	
Nbre j RR ≥ 1mm	9	8	11	5	6	3	0	0	2	4	10	8	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	1	1	5	1	3	0	2	0	1	4	1	1	

Humidité moy en%	76	73	76	75	71	59	55	59	62	65	72	85	827
HUM/moy mini en%	52	49	51	51	46	31	30	34	34	38	49	64	530
Hum/moy Max en%	92	91	93	94	92	87	82	82	83	84	91	95	1065
VENT moyen m/s	2.2	2.5	2.5	2.1	2.7	2.5	2.8	2.5	1.8	1.7	1.5	0.9	25.7
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	21 le 16	23 le 14	19 le 31	15 le05	22 le10	18 le16	22 le04	17 le16	0	17 le13	18 le06	21 le20	
évaporation	44	56	57	57	81	134	181	148	121	106	63	30	1079
Nbre j Brouill	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Nbre j Rosée	11	9	13	5	13	0	2	0	0	2	6	10	
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	168	159	182	217	276	347	377	366	260	234	171	140	2893
Pression stion	1004.2	1000.9	996.8	995.3	996.9	997.4	998.0	999.0	999.7	998.2	998.2	1006.3	11990.9
Pression mer	1022.8	1019.4	1015.3	1013.5	1011.3	1015.1	1015.5	1016.6	1017.4	1016.1	1016.5	1025.0	12204.5

Année 2017	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
	T°Moy/mensu en°C	8.9	12.7	14.5	16.4	21.8	26.4	29.4	29.7	23.9	19.5	13.7	10.4
T°Moy/mensu mini	5.2	8.6	8.8	10.5	15.2	19.8	22.3	25.1	18.1	13.5	9.8	7.5	164.4
T°Moy/mensu MAX	13.7	18.2	21.2	23	29.6	34.6	37.5	37.4	30.0	26.7	19.4	14.3	305.6
T°Max/absol date	21.1 le31	27.4 le13	27.0 le3	28.1 le14	37.5 le05	42.7 le27	47.2 le31	46.0 le02	37.2 LE 01	31.8 le 13	31.9 le 03	20.7 le 31	
T° min/absol date	0 le18	2.4 le10	5.0 le25	7.5 le22	10 le 02	15.5 le07	16.2 3	17.6 le22	14.8 LE 11	11.2 le 28	6.2 le 22	2.8 le 05	
RR en mm&1/10	250	36	29	37.0	2	8.8	0.4	0	37.8	35.3	126	138.0	700.3
RR(Mx en 24hres) DATE	37.6 le28	23.5 le07	16.0 le24	27.0 le05	1 le 26	4 le 01	4.0 le22	0.0	24 LE 09	30.0 le 19	33 le 10	30.0 le 2	
Nbre j RR ≥ 1mm	15	5	3	5	1	3	0	0	1	3	10	14	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	2	1	2	0	1	1	1	1	1	0	1	1	
Humidité moy en%	82	75	72	68	62	58	49	56	61	66	76	83	808
HUM/moy mini en%	62	51	43	43	35	31	24	30	34	39	50	63	505
Hum/moy Max en%	94	92	92	90	86	84	75	80	83	85	91	94	1046
VENT moyen m/s	1.5	2.2	2.1	2.2	2.2	2.7	2.4	2.9	2	1.2	1.0	1.0	23.4
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	23 le28	32 le05	19 le24	21 le06	23 le05	20 le27	24 le31	23 le 01	1 le 4	2 le 18	4 le 14	5 le 01	
évaporation	29	53	73	77	117	157	212	169	118	88	49	39	1181
Nbre j Brouill	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j Rosée	7	10	0	0	1	0	0	0	0	6	8	11	
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	133	154	273	270	312	341	349	307	295	271	170	127	3002
Pression stion	1012.8	1013.7	1010.5	9995	9975.0	9964	9966	9967.0	9989.0	1004.0	1001.8	1007.0	65905.8
Pression mer	1019.9	1024.0	1019.5	1017.7	1015.3	1013.2	1013.9	1014.0	1016.6	1022.1	1020.1	1025.7	12222.0

Année

<b>2018</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
T°Moy/mensu en°C	11.2	9.9	13.6	16.5	17.8	22.8	27.8	27.4	25.3	19.1	14.9	11.9	218.2
T°Moy/mensu mini	7.1	6.4	10.2	11.8	13.5	16.8	21.5	20.8	20.3	15.3	11.4	7.7	162.8
T°Moy/mensu MAX	17.0	14.6	17.9	22.5	27.7	29.7	35.5	35.1	32.0	24.9	20.2	17.3	294.4
T°Max/absol date	21.7 25	26.0 28	27.6 10	31.9 23	35.8 24	35.8 28	43.9 13	38.6 16	41.0 3	32.7 14	25.7 12	23.0 4	
T° min/absol date	4.1 13	2.0 11	4.3 23	5.6 1	8.8 15	12.7 8	17.5 6	19.2 20	14.3 29	7.4 29	6.3 29	4.9 18	
RR en mm&1/10	31	108	187	102.0	33	34	0.5	0	42	182	175	44.0	938.5
RR(Mx en 24hres) DATE	12.0 11	32.0 10	61.0 24	31.0 13	10 27	22 2	0.5 15	0.0	21 15	43.0 17	93 3	34.0 14	
Nbre j RR ≥ 1mm	9	14	19	13	14	5	0	0	7	15	12	4	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	0	0	2	1	2	0	0	0	1	2	1	0	
Humidité moy en%	79	80	75	75	80	68	59	60	67	76	77	83	879
HUM/moy mini en%	56	57	54	50	59	43	32	33	41	50	54	62	591
Hum/moy Max en%	93	93	90	91	94	89	82	83	85	92	91	94	1077
VENT moyen m/s	1.5	0.8	1.9	1.2	0.7	0.3	1.2	1.9	1.6	1.3	1.3	0.8	14.5
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	23 6	17 21	30 25	20 8	19 28.0	17 2	26 15	16 1	28 15	19 29	23 26	21 14	
évaporation	48	38	68	65	59	104	163	147	115	69	57	34	967
Nbre j Brouill	2	0	0	2	3	0	0	0	0	3	1	3	
Nbre j Brume	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j Rosée	21	4	2	2	3	1	0	0	1	6	6	16	
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	203	140	155	199	212	340	325	336	225	196	171	187	2689
Pression stion	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	0.0
Pression mer	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	//	0.0

<b>Année</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
<b>2019</b>	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
T°Moy/mensu en°C	9.2	10.7	13.5	15.3	18.8	25.1	29.1	28.5	24.6	20.5	14.3	13.4	223.0
T°Moy/mensu mini	5.8	6.2	8.6	11.8	13.5	16.8	21.5	23.0	19.5	15.7	11.3	9.7	163.4
T°Moy/mensu MAX	14.0	16.9	19.8	22.5	27.7	32.4	35.5	35.5	31.5	27.4	18.5	18.4	300.1
T°Max/absol date	18.9 27	21.4 10	27.8 16	29.9 18	30.7 28	42.8 29	43.6 6	43.2 1	39.3 14	34.9 14	25.7 2	22.8 20	
T° min/absol date	1.6 14	2.9 4	4.7 1	7.4 12	9.2 5	12.3 1	19.9 17	18.3 15	14.9 11	16.3 13	5.7 20	5.4 30	
RR en mm&1/10	187	51	51	56	35	1	11	10	47	43	220	22.0	734.0
RR(Mx en 24hres) DATE	41.0 23	28 2	19.0 21	15 1	14 2	0.8 19	9.0 31	3.1 13	19 14	17.0 2	96.0 11	7.0 18	
Nbre j RR ≥ 1mm	15	5	5	8	3	0	2	3	7	8	18	8	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	4	1	1	20	1	2	1	2	2	1	4	1	
Humidité moy en%	84	76	74	77	66	60	55	59	69	69	78	76	843

HUM/moy mini en%	65	50	49	54	42	36	30	37	44	44	58	56	565
Hum/moy Max en%	94	91	90	93	89	83	78	80	89	87	91	89	1054
VENT moyen m/s	1.5	1.2	1.7	1.9	1.5	2.8	2.5	2.2	1.7	1.6	1.9	1.6	22.1
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	29 24	18 2	16 4	22 7	21 17	29 8	33 31	23 1	26 22	31 2	24 23	22 22	
évaporation	32	43	59	53	94	146	192	161	101	98	58	64	1101
Nbre j Brouill	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Nbre j Brume	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j Rosée	12	11	4	0	0	0	0	0	0	2	5	13	
Nbre j Gelée	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	138	193	205	208	297	321	327	289	245	238	136	163	2760
Pression stion	//	//	//	//	//	//	//	//	//				0.0
Pression mer	//	//	//	//	//	//	//	//	//				0.0

Année 2020	JANV	FEVR	MARS	AVR	MAI	JUIN	JUILL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVEM	DECEM	Tot
	T°Moy/mensu en°C	10.8	13.2	14.3	16.6	31.4	24.4	28.8	28.8	23.6	18.5	16.7	12.2
T°Moy/mensu mini	6.8	7.9	10.4	12.5	15.1	17.7	21.7	22.6	18.4	13.2	12.7	9.0	168.0
T°Moy/mensu MAX	16.2	20.6	19.8	22	28.7	31.7	37.3	36.5	30.5	26.3	22.7	16.5	308.8
T°Max/absol date	20.3 24	24.9 29	29.2 12	31.6 15	35.8 4	43.0 30	42.8 26	42.0 11	35.8 15	33.5 6	30.4 25	21.8 16	
T° min/absol date	3.3 7	5.1 23	4.2 8	8.1 5	11.3 15	13.2 10	17.6 6	18.1 31	12.8 28	9.5 17	7.1 25	4.3 31	
RR en mm&1/10	62	0	77	118	4	11	0.0	7	31	29	141	177.0	657.0
RR(Mx en 24hres) DATE	24.0 12	0.0	27.4 2	44.2 19	2 17	5 4	0.0	3.6 14	14 9	19.3 11	83.5 28	40.2 2	
Nbre j RR ≥ 1mm	7	0	10	10	2	3	0	3	8	4	5	15	
Nbre j de grele	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j de neige	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nbre j d'orage	0	0	0	2	0	1	0	1	2	0	0	1	
Humidité moy en%	80	75	76	80	66	58	53	53	66	67	71	81	826
HUM/moy mini en%	59	49	55	58	41	31	28	30	40	37	49	61	538
Hum/moy Max en%	92	90	92	93	88	83	80	77	85	86	85	93	1044
VENT moyen m/s	0.8	1.1	2.1	1.8	2.0	2.2	2.3	1.8	1.9	1.8	0.2	2.1	20.1
Vent MAX ≥ 16m/s DATE	14 21	14 26	29 2	22 20	23 12.0	22 4	14 1	18 13	18 25	19 26	15 28	22 28	
évaporation	39	52	60	53	107	152	190	203	116	11	74	49	1106
Nbre j Brouill	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	
Nbre j Brume	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	
Nbre j Rosée	16	17	5	7	0	0	0	0	0	6	3	7	
Nbre j Gelée	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Durée D'insol	162	243	180	183	322	343	372	334	264	257	148	140	2948
Pression stion													0.0
Pression mer													0.0



**Résumé :**

Une étude a été menée sur 6 stations échelonnées entre 200 et 1100 m d'altitude situées sur Assif Ouadhias, qui est l'un des principaux réseaux hydrographiques du sous-bassin versant de l'Oued Aissi. Ce travail nous a permis la récolte de 15091 individus répartis en 12 groupes zoologiques, 47 familles et 52 genres.

Les groupes les mieux représentés sont les Diptères avec 70.21% de la faune totale et les éphéméroptères, avec 17.38%. Les autres groupes zoologiques ne constituent qu'une faible fraction de la faune récoltée.

Notre objectif principal, est de déduire les caractéristiques des milieux à partir de la composition des peuplements qu'ils hébergent d'une part et d'autre part d'évaluer l'état de santé écologique des cours d'eau étudiés, par les méthodes I.B.G.N et B.M.W.P'

L'évaluation de l'état de santé écologique des cours d'eau étudiés, basée sur l'analyse des peuplements d'invertébrés benthiques a montré une dégradation des zones aval ; passage de la classe de qualité « Bonne » à une classe de qualité « médiocre ».

**Mots clés :** Sous-bassin, Oued Aissi, Oued Ouadhia, macro-invertébrés, benthiques, faunistiques, IBGN, BMWP'.

**Abstract:**

A study was carried out on 6 stations staggered between 200 and 1100 m altitude located on Assif Ouadhias, which is one of the main hydrographic networks of the Oued Aissi sub-basin. This work allowed us to collect 15,091 individuals divided into 12 zoological groups, 47 families and 52 genera.

The best represented groups are the Diptera with 70.21% of the total fauna and the Mayflies with 17.38%. The other zoological groups constitute only a small fraction of the fauna collected.

Our main objective is to deduce the characteristics of the environments from the composition of the stands that they harbor on the one hand and on the other hand to assess the ecological state of health of the rivers studied, by the methods IBGN and BMWP '.

The assessment of the ecological health of the streams studied, based on the analysis of benthic invertebrate populations, showed degradation of downstream areas; change from the "Good" quality class to a "poor" quality class.

**Keywords:** Sub-basin, Oued Aissi, Oued Ouadhia, macro-invertebrates, benthics, faunistics, IBGN, BMWP '.



