



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et  
de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques

Référence ...../ 2022

# MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie

Présenté par :  
CHENNI Rofaida. SADGUI Amira

Soutenu le : 30/06/2022

---

## **Etude du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Chiffa (Médéa-Blida)**

---

Jury :

Mme.	GAOUAOUI Randa	M.C.B	Université de Biskra	Présidente
Mme.	YASRI Nabila	M.C.B	Université de Biskra	Rapporteur
Mme.	ABSI Rima	M.C.B	Université de Biskra	Examinatrice

Année universitaire : 2021/2022

## ***Remerciements***

*Alhamdulillah qui nous a donné la force et le courage pour terminer ce travail*

*On remercie toutes les personnes qui nous se sont aidées lors de la rédaction de ce mémoire.*

*On voudrait en premier remercier, notre encadrante YASRI Nabila, pour son aide, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui nous ont aidés pas qu'au mémoire même au cours de nos années universitaires.*

*Nos remerciements sont également anticipés aux membres de jury d'avoir accepté d'évaluer mon travail.*

*Nos remerciements à tous les enseignants du Département des Sciences de la Nature et de la Vie de Biskra.*

*Sans oublier de remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de mon travail.*

# *Dédicace*

*Alhamdulil ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné courage, santé  
et patience pour achever ce travail*

*A mon père Salim CHENNI*

*A mon soleil dans l'existence ma mère sans toi je ne serai pas là.  
Qu'Allah te protège.*

*#A mes frères Mohamed et Zakaria*

*#A ma chère tante Rabiaa*

*#A mon cher oncle Fateh et à son adorable*

*femme tata Afef*

*#A mes cousines Fatima, Faten, Fathia,*

*Dallel*

*#A ma chère copine et binôme, Amira*

*#A mon collègue ZAHZAH Abdelhak qui m'a trop aidé*

*Je leurs dédie ce modeste travail en témoignage de ma gratitude infinie.*

*Je remercie toutes les personnes qui ont contribué de la réalisation de  
ce projet de fin d'études.*

*M<sup>lle</sup> CHENNI Rofaida*

# *Dédicace*

*Je remercie en premier lieu ALLAH, le tout puissant de m'avoir donné courage, santé et patience pour achever ce travail*

*La mémoire de mon père disparu trop tôt. J'espère que de là où il est, il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qui a toujours prié pour le salut de son âme. Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde !*

*Ma mère adorée la source de mes joies, pour son amour pour son soutien, sa patiente et ses sacrifices.*

*A ma chère sœur Melek*

*A ma chère grand-mère, Qui je souhaite une bonne santé*

*A mon soutien moral et source de joie et de bonheur mon fiancé Mahdi.*

*A ma chère ami et âme sœur la source de ma force Iman BOUZAHZAH*

*A celle qui m'a accompagnée, m'a supporté tout le long du travail mon amie et binôme Rofaida.*

*A mes chères amies : Amina KHALDI, Amina LAAMAMRA.*

*A toute les personnes que je connais et que n'ai pas citées, a ceux que j'aime et m'aiment.*

*M<sup>lle</sup> SADGUI Amira*

# Sommaire

## Remerciements

Liste des Tableaux.....	I
Liste de figure .....	II
Liste des abréviations .....	III
Introduction .....	1

## Partie Bibliographique

### Chapitre I : Généralité sur les éphéméroptères

1. Définition des macroinvertébrés .....	2
2. Définition des éphéméroptères.....	2
3. Cycle de vie.....	3
4. Morphologie.....	3
4.1. L'œuf.....	4
4.2. La larve.....	4
4.2.1 La tête .....	5
4.2.2 Le thorax.....	5
4.2.3 L'abdomen.....	6
4.3. Adulte.....	6
4.3.1 La tête .....	6
4.3.2 Le thorax.....	7
4.3.3 L'abdomen.....	7

## Partie Expérimentale

### Chapitre II : région d'étude

1. Situation et cadre géographique de la région d'étude .....	9
2. Cadre géographique .....	10
3. Le climat général.....	11

3.1. Précipitations .....	12
3.2. Température .....	13
3.2.1 Températures de l'air .....	13
3.3. Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN .....	14
4. La végétation .....	15

### **Chapitre III : Matériel et Méthodes**

1. Descriptions d'ensemble du réseau hydrographique et emplacement des stations .....	17
2. Description des cours d'eaux et des stations étudiés.....	18
2.1. Oued Mouzaia .....	19
2.2. Oued Sidi Ali.....	19
2.3. Oued Chiffa .....	19
3. Paramètres environnementaux .....	21
3.1. La vitesse du courant.....	21
3.2. La profondeur.....	21
3.3. substrat .....	22
3.4. Température de l'eau.....	22
4. Période d'échantillonnage .....	23
4.1. Méthodes d'étude .....	23
4.1.1. Technique d'échantillonnage de la faune benthique .....	23
4.1.2. Technique de prélèvement .....	23
4.2. Conservation des échantillons .....	24
4.3. Tri des échantillons et identification des échantillons.....	25
5. Analyse faunistique.....	25
5.1. Indices de diversités .....	25
5.2. La richesse spécifique .....	25
5.3. L'abondance relative .....	25
5.4. Fréquence d'occurrence.....	25

### **Chapitre VI : Résultats et discussion**

1. Faunistique .....	26
2. Richesse spécifique .....	27
3. Abondances et la fréquence d'occurrences des espèces recensées .....	28

4. Auto-écologie.....	29
4.1. Famille de <i>Baetidae</i> .....	29
4.2. Famille des <i>Caenidae</i> .....	30
4.3. Famille des <i>Leptophlebiidae</i> Banks, 1900 .....	31
4.4. Famille des <i>Heptagenidae</i> .....	32
4.5. Famille des <i>Ephemeridae</i> .....	33
4.6. Famille des <i>Potamanthidae</i> Jacobsen & Bianchi, 1905.....	33
5. Données biogéographiques .....	34
<b>Conclusion</b> .....	36
<b>Référence bibliographique</b> .....	37
<b>Résumé</b>	



# Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Classification de la vitesse du courant selon BERG.....	21
<b>Tableau 2</b> : profondeurs et largeurs moyennes des stations étudiées .....	22
<b>Tableau 3</b> : Nature du substrat des stations étudiées .....	22
<b>Tableau 4</b> : moyennes des températures de l'eau dans les stations étudiées .....	23
<b>Tableau 5</b> : distribution des éphéméroptères dans les stations étudiées .....	27

# Liste de figure

<b>Figure 1</b> : larve d'un macroinvertébrés .....	2
<b>Figure 2</b> : éphéméroptère imago .....	2
<b>Figure 3</b> : cycle de vie des éphéméroptères .....	3
<b>Figure 4</b> : œuf d'éphéméroptère.....	4
<b>Figure 5</b> : Habitus d'une larve d'Ephéméroptère en face dorsale (Afroptiloides delphinae) .....	4
<b>Figure 6</b> : Pièces buccales des Ephéméroptères (Afroptiloides spinosum).....	6
<b>Figure 7</b> : Tête d'Ephéméroptère mâle adulte en vue latérale .....	6
<b>Figure 8</b> : Aile antérieure et postérieure d'Ephéméroptère adulte.....	7
<b>Figure 9</b> : Situation géographique du réseau hydrographique du Mazafran .....	9
<b>Figure 10</b> : Carte géologique de la Mitidja .....	10
<b>Figure 11</b> : Localisation du parc national de Chréa .....	11
<b>Figure 12</b> : Précipitations moyennes annuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007 .....	12
<b>Figure 13</b> : Précipitations moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007....	13
<b>Figure 14</b> : Températures moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007....	14
<b>Figure 15</b> : digramme ombrothermique de la région de Médéa.....	15
<b>Figure 16</b> : diagramme ombrothermique de la région d'Alger .....	15
<b>Figure 17</b> : Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et emplacement des stations .....	18
<b>Figure 18</b> : Schéma de filet Surber .....	23
<b>Figure 19</b> : échantillonneur "parapluie ou couvert japonais" .....	24
<b>Figure 20</b> : la richesse spécifique dans les stations étudiées.....	28
<b>Figure 21</b> : Abondances et Occurrences relatives des Ephéméroptères .....	29
<b>Figure 22</b> : distribution géographique des éphéméroptères .....	34
<b>Figure 23</b> : l'abondance des espèces .....	35

## Liste des abréviations

**Alt** : altitude.

**AR** : Abondance Relative.

**SA** : Sidi Ali.

**Chi** : chiffa.

**F** : Fréquence d'occurrence.

**Mou** : mouzaia .

**M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C).

**m** : moyenne des minima du mois le plus froid (°C).

**P** : précipitations annuelles en mm .

**S** : La richesse spécifique.

**%** : pourcentage.

# **Introduction**

# Introduction

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

La qualité de l'eau est le résultat global de l'interaction eau-peuplement aquatique- habitat, et le cumul de nombreuses activités humaines (Industrielles, agricoles ...) peut cependant donner lieu à des effets spectaculaires, souvent différés dans l'espace et dans le temps, ce qui entraîne une aggravation des conditions naturelles de vie et de difficultés de répartition de l'eau (YASRI, 2009).

À l'aide des macroinvertébrés benthiques, on peut détecter des perturbations qui ont eu lieu même si elles ne sont plus apparentes au moment de l'échantillonnage (CHESSMAN, 1995). Cependant, les perturbations abiotiques sont considérées comme l'un des facteurs dominants qui contribuent fortement à la modification du modèle spatial et temporel de la structure des communautés benthiques dans les écosystèmes lotiques (SCRIMGEOUR *et al.*, 1994).

L'ordre des Éphéméroptères est l'un des principaux groupes des macroinvertébrés benthiques, jouant un rôle clés par leur biodiversité et leur fonction dans le réseau trophique. Il est considéré comme un matériel favorable dans l'estimation de la qualité biologique des eaux (MASSELOT et BRULIN, 1996 ; KORBA *et al.*, 2009 ; BAUERNFEIND et SOLDAN , 2012 ; GATTOLLIAT *et al.*, 2015 ; BEBBA *et al.*, 2015 ; NECHAD et FADIL , 2016 ; SELLAM *et al.*, 2016).

En Afrique du Nord, grâce aux travaux d'EATON (1899), LESTAGE (1925) une première liste faunistique de 17 espèces et 2 sous-espèces fut dressée.

Récemment, un certain nombre de travaux relativement complets ont été menés dans les pays du Maghreb qui ont permis de lister 69 espèces, contribuant ainsi à l'amélioration des connaissances sur l'écologie et la répartition biogéographique de cet ordre d'insectes.

Au Maroc : DAKKI et EL AGBANI (1983), THOMAS *et AL.*, (1987), OUAHSINE *et al.*, (1996), THOMAS (1998), EL ALAMI et DAKKI (1998), ALBA-TERCEDOR et EL ALAMI (1999), EL ALAMI *et al.*, (2000), EL ALAMI (2002), ABDAOUI *et al.*, (2010) , BEN MOUSSA *et al.*, (2014).

En Tunisie : BOUMAÏZA et THOMAS (1986), BOUMAÏZA (1994), THOMAS (1998), KORBA *et al.*, (2009), ZRELLI *et al.*, (2006), ZRELLI (2015), ZRELLI *et al.*, (2011, 2016), KHADRI *et al.*, 2017.

En Algérie : SOLDAN et THOMAS (1983 et 1985), SOLDAN et GAGNEUR (1985), GAGNEUR *et al.*, (1985), LOUNACI (1987, 2005, 2014), GAGNEUR et THOMAS (1988), THOMAS et LOUNACI (1989), LOUNACI-DAOUDI (1996), THOMAS (1998), LOUNACI *et al.*, (2000), MEBARKI (2001), ARAB *et al.*, (2004), YASRI (2009), BEBBA *et al.*, (2015), BEBBA (2017), LAMINE (2021)

Le présent travail se veut une étude hydrobiologique sur l'oued Chiffa. Il est axé principalement sur les données faunistiques concernant les Ephéméroptère et propose :

- Le 1<sup>er</sup> chapitre parle de généralité sur les macroinvertébrés, les éphéméroptères tout en incluant les définitions, le cycle de vie de ces insectes et la morphologie.
- Le 2<sup>ème</sup> chapitre concerne aux principales caractéristiques physiques et environnementales de la région d'étude : situation, géographie, climatologie et végétation.
- Le 3<sup>ème</sup> chapitre inclut la description des sites d'étude, des méthodes et techniques d'échantillonnage.
- Le dernier chapitre est le plus important car il inclut l'étude de la faune : analyse faunistique, structure du peuplement, analyse écologique et biogéographique.

# **Partie bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Généralité sur les éphéméroptères**

### 1. Définition des macro-invertébrés :

Sont des organismes animaux qui n'ont pas de squelette d'os ou de cartilage, visibles à l'œil nu tels que les insectes, les mollusques, les crustacés et les vers qui habitent le fond des cours d'eau et des lacs ou des mousses et algues qui le tapissent (Tachet et al. 2006).

Les macroinvertébrés constituent un groupe taxonomique très hétérogène regroupant plusieurs phylums. Cette grande diversité de formes confère à ce groupe une grande diversité de réponses potentielles aux perturbations, ce qui fait de ce groupe de bons candidats pour la bioévaluation (Rosenberg & Resh, 1993).

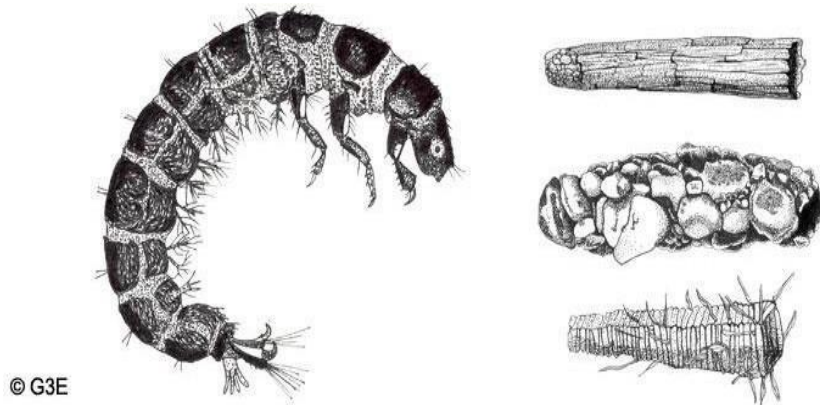


Figure 1 larve d'un macroinvertébrés

### 2. Définition des éphéméroptères :

Les Éphémères sont des Insectes hétérométaboles, constituant l'ordre le plus primitif parmi les Insectes ailés connus. Présents depuis le Carbonifère (Elouard *et al.* 2001). La brièveté de leur vie adulte de quelques heures à quelques jours selon les espèces est à l'origine du nom donné à ce groupe d'insecte (Jacquemin, 2001 ; Elouard *et al.* 2001 ; El Alami, 2002 ; Bebba, 2017). Dont les larves sont aquatique et les adultes aériens. Il existe plus de 3000 espèces dans le monde (Elouard *et al.*, 2001 ; Gattolliat *et al.*, 2015)

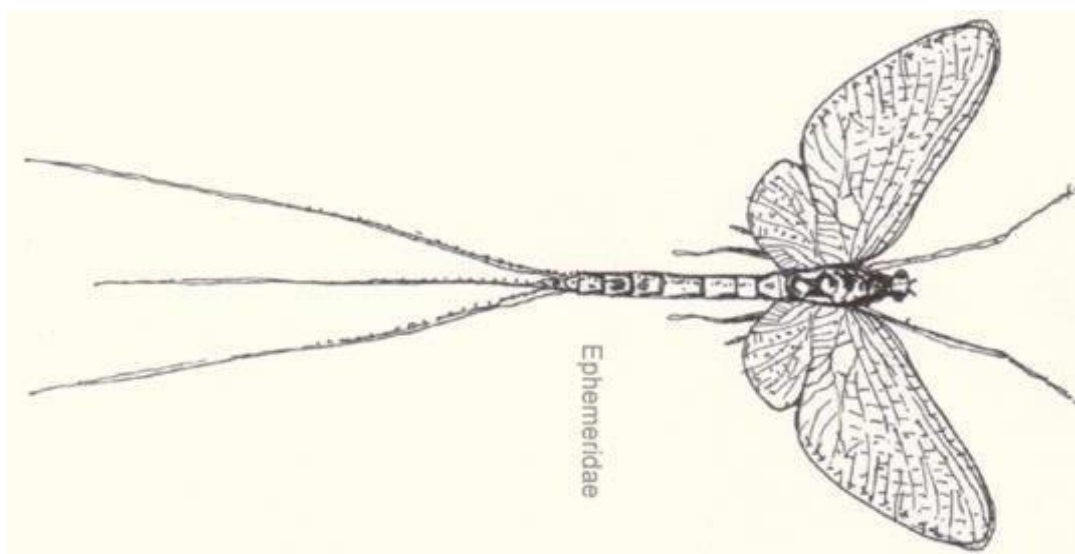


Figure 2 éphéméroptère imago



### 3. Cycle de vie :

Le cycle des éphéméroptères passe par cinq stades : œuf, larve (également appelé nymphe dans les pays anglo-saxons), larve au dernier stade, sub-imago et imago (adulte) (Clifford 1982 ; Gattolliat 2002). Ces insectes impliquent un cycle de vie complexe car il traverse deux phases aquatique et aérienne (Brittain 2008).

La phase aquatique d'Éphémères est strictement inféodée aux eaux douces lotiques et lentiques (Elouard *et al.* 2001 ; El Alami, 2002 ; Bebba, 2017). car ces insectes constituent un groupe très diversifié. Cette diversité est causée par une adaptation morphologique, physiologique et comportementale (Tachet *et al.* 2012).

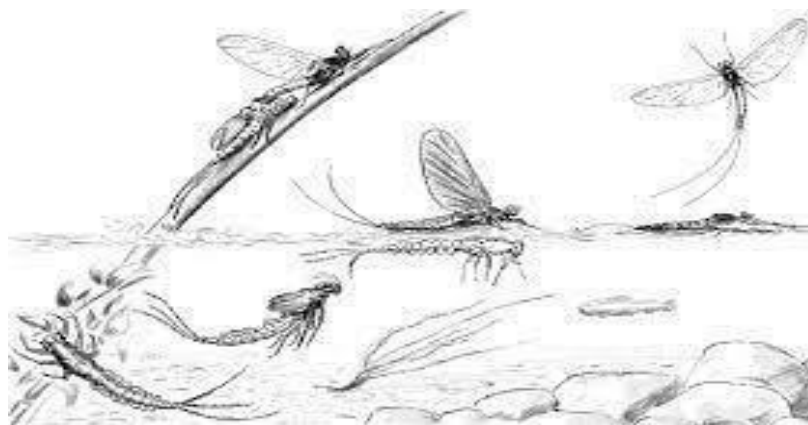
Les formes des larves varient en fonction de leur mode de vie. Cinq grands groupes :

- Les larves nageuses, Les larves agrippeuses, Les larves rampantes, Les larves grimpeuses, Les larves fouisseuses.

A la fin de la phase larvaire, la larve s'émerge sous forme de subimago qui s'abrite au milieu de la végétation des bordures de l'eau ; où elle subit la dernière mue qui donne naissance à un adulte sexuellement mature (Elouard *et al.* 2001 ; El Alami, 2002).

L'accouplement a lieu pendant la danse nuptiale (Verrier, 1956 ; Roth, 1980). Juste après ce phénomène les males meurent ce n'est pas le cas des femelles car elles meurent après la ponte (Gédric et Gaëlle, 1999). Cette dernière se fait à l'eau mais le mode de ponte varie d'une espèce à une autre, chez certaines il se fait à la surface, autres femelles déposent leurs œufs en masse et dernièrement les femelles du genre *Baetis* s'accrochent à un substrat et pénètrent sous l'eau pour déposer leurs œufs, qui alors tombent au fond de l'eau (Gédric et Gaëlle, 1999).

Diverses études (Gédric et Gaëlle, 1999 ; Bebba *et al.*, 2015 ; Nechad et Fadil, 2016 ; Korbaa *et al.*, 2009) ont montré que les Éphéméroptères sont des insectes favorable dans le domaine écologique spécialement dans l'estimation de la qualité biologique des eaux et comme ça ils ont une grande valeur bioindicatrice envers les pollutions porter par les cours d'eaux.



**Figure 3 cycle de vie des éphéméroptères**

### 4. Morphologie

Les éphémères sont considérés comme des insectes incomplets parce qu'ils sont métamorphose (Gattolliat JL, 2002). Comme a été étudié (Clifford 1982 ; Gattolliat 2002) cette insecte passe par cinq stade: œuf, nymphe, larve au dernier stade, subimago et adultes. Le niveau sous-imaginaire est un niveau avec des ailes qui n'existent que chez les Éphémères.

#### 4.1 L'œuf

Les œufs des éphéméroptères sont ronds ou ovales d'une taille très petite de 0,2 mm x 0,1 mm (en moyenne), mais selon l'espèce, la taille de l'œuf peut être de 0,4 mm ou plus. 2mm chez *Dolania*. Ils ont de nombreuses propriétés qu'ils lui donnent une valeur taxonomique importante : comme la capsule polaire, la structure de la surface à base de Chorion, structure de montage micropieu et d'accessoires d'attachement (Koss, 1970; 1973) .les œufs ont été caractérisé par des clés d'identification uniques. Ces clés sont très utiles, surtout pour les femelles adultes qui n'ont pas des particularités distinctives, mais aussi pour associé les larves et les Adultes d'espèces précises, à l'exception du genre *Guloptiloides*, les œufs de *Baetidae* qui sont couvert d'une gangue de mucus qui cachent leurs caractéristiques morphologiques (Gattoliat & Sartori, 2000b). Par conséquent, ils ne sont pas intéressés par les études taxonomiques de cette famille.

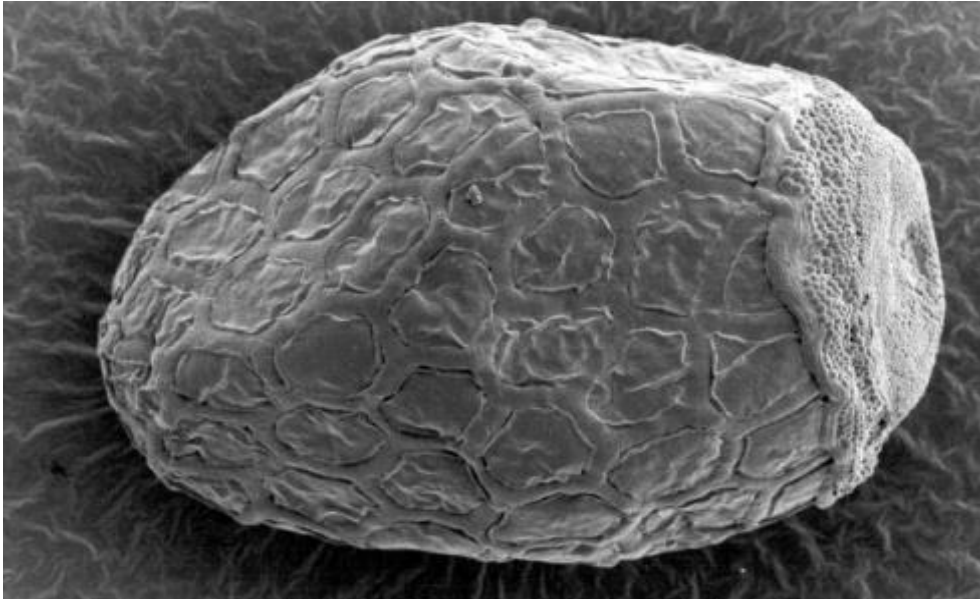


Figure 4 œuf d'éphéméroptère

#### 4.2 La larve

On distingue de trois parties différentes chez Les larves d'éphéméroptères : la tête, la poitrine et l'abdomen avec leurs appendices respectifs. Elle est d'une forme générale cylindrique Ou aplatie. (Gattoliat JL,2002).

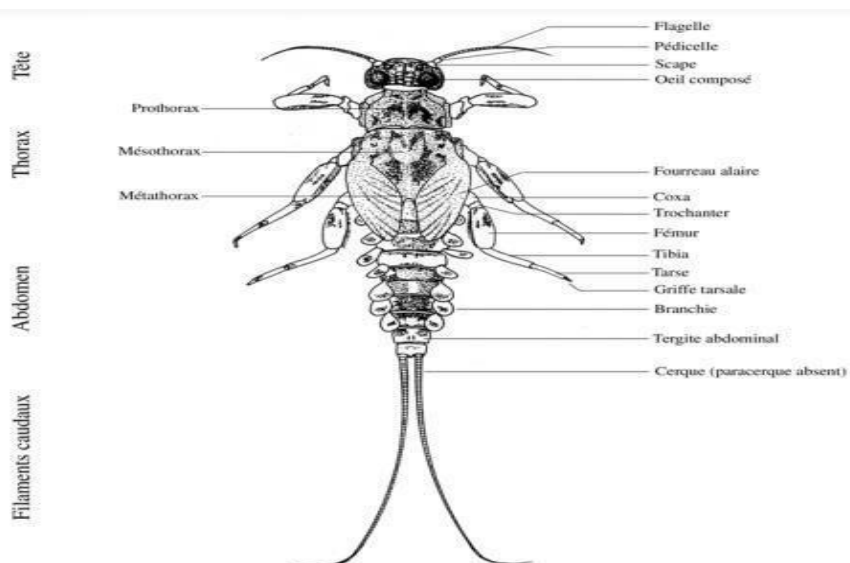
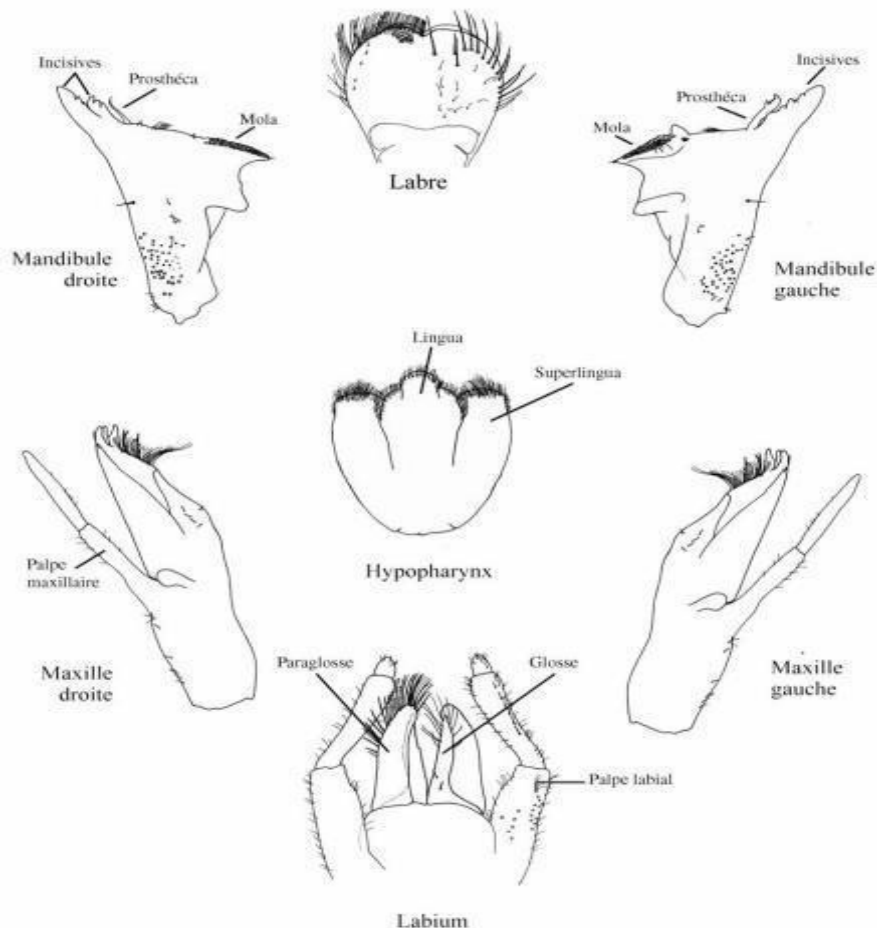


Figure 5 Habitus d'une larve d'Ephéméroptère en face dorsale (*Afroptiloides delphinae*) (Gattolliat, 2000)

### 4.2.1 La tête

On trouve deux grands yeux positionné d'une manière dorsale ou latérale avec une taille qui permettent en principe de distinguer le sexe des larves : les mâles ont des yeux assez grands, plus grand qu'une femelle. Aussi on a trois taches oculaires entre les yeux (ocelles) : une au centre et deux sur les côtés. Les longueurs d'antenne varient considérablement d'une famille à l'autre. Ils sont formés à travers les tiges florales, les pédoncules et les flagelles.

La partie buccale se compose de 7 pièces importantes. La labre ou lèvre supérieure occupe la position frontale d'une forme rectangulaire, avec des extrémités distales plus ou moins bombées Pas très perceptible. Sous les lèvres se trouve la mâchoire inférieure, ils sont asymétriques et Incisives sur l'apex externe et Mola sur l'apex interne. La mâchoire supérieure est également symétrique. Elle est constituée de couronnes de soutien de différentes formes (peignes, brosses ou dents), plusieurs rangées de poils et Deux ou trois segments de pulpe ont plus ou moins reculé. Il y a un hypopharynx au centre de la bouche composé d'une robe médiane appelée lingua et de deux lobes latéraux appelés Superlingua, c'est l'embout buccal le moins durci. Labium ou lèvre inférieure se compose d'un mentum qui porte la glose et la paraglosse. Ces quatre parties peuvent plus ou moins fusionnés ou réduite. Deux palpis labiaux sont attachés à la base du mentum. (Gattoliat JL, 2002).



**Figure 6 Pièces buccales des Ephéméroptères (*Afroptiloides spinosum*, Gattoliat 2000)**

### 4.2.2 Le thorax

Le thorax se divise en trois parties distinctes: le pro-, le méso- et le métathorax. Le prothorax ne porte qu'une paire de pattes, alors que le méso- et le métathorax ont chacun une paire de pattes et une paire de

fourreaux alaires. Chez certaines espèces, la seconde paire d'ailes peut être vestigiale ou complètement régressée. Les pattes sont formées de cinq articles : la coxa, le trochanter, le fémur, le tibia et le tarse. Les tarsi sont totalement fusionnés et munis d'une seule griffe. (Gattoliat JL,2002).

### 4.2.3 L'abdomen

L'abdomen est composé de 10 segments. Chaque segment est constitué d'une plaque dorsale appelée tergite arrière et d'une plaque abdominale on l'appelle sternite. La dixième plaque abdominale (sternite) était réduite à deux petites plaques rectangulaires appelées paraproctes. Le second tergite porte deux longs cerques et un paracerque pouvant être réduit à un deuxième segment unique. À l'origine, les branches trachéales sont situées dans les segments de 1 à 7, mais dans de nombreuses souches, une diminution de leur nombre est observée. Leur poste est Généralement latérale. Chez certains taxons, ils sont repliés sur les tergites ou occupent une position ventrale. La forme de la branche trachéale est très diverse : une ou deux lamelles en couches, plus ou moins découpées, ramifiées et bordées. Le type le plus ancien Peut correspondre à une seule lamelle non fendue. La forme de la trachéobronchie a un rôle taxonomique très important.

La morphologie générale des larves varie considérablement d'une famille à l'autre, Il y a des signes clairement visibles qui le rendent l'éphémère reconnaissable : présence de 3 filaments caudaux (paracelus peut parfois être réduit à 1) segment), trachéobronchie abdominale, ongles tarsiens simples et un mésothorax beaucoup plus développée que la poitrine postérieure (Demoulin, 1981).

### 4.3 Les adultes (la subimago et l'imago)

Les adultes ont une forme étirée. Au repos, ils sont facilement identifiables par leurs ailes car elles sont transparentes et droites, avec deux ou trois longs filaments caudaux. Comme les larves, le corps adulte est articulé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen. (Gattoliat JL,2002).

#### 5.4.1. La tête

Elle est petite et rectangulaire. Elle porte deux yeux composés de chaque côté de la tête. Chez la plupart des espèces, les yeux des mâles sont nettement plus grands et plus colorés que chez les femelles, c'est en particulier le cas chez les *Baetidae*, les *Leptophlebiidae* et les *Ephemerellidae*. Les pièces buccales sont vestigiales et non fonctionnelles. (Gattoliat JL,2002).

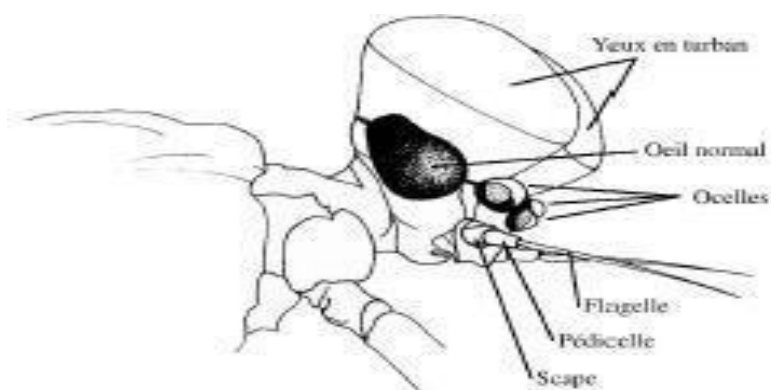
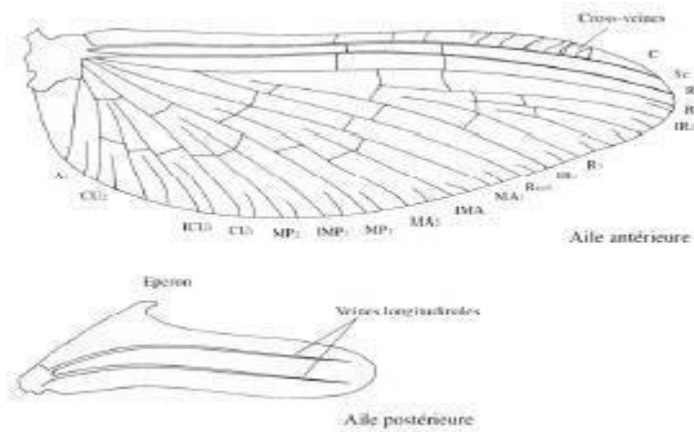


Figure 7 Tête d'Ephéméroptère mâle adulte en vue latérale (*Rheoptilum arni*, Gattoliat, 2001)

### 5.4.2. Le thorax

Comme une larve, la poitrine est divisée en trois parties. Le mésothorax est beaucoup plus développé que le pro- ou le metathorax. 3 paires de pattes sont formées par l'articulation de la hanche attachée à la région pleurale du sternum, le court trochanter, le fémur et un long tibia et tarse composé de 4 ou 5 articles. En outre, le dernier segment de l'os du tarse Appelée suspension transtarse, elle possède deux griffes. De nombreuses souches montrent une fusion et une perte des tarses ; les os du tibia et du tarse peuvent également fusionner. Les pattes du thorax sont généralement très grandes pour les males.

Les ailes sont de taille très inégale : la seconde paire est réduite (voire absente) et ne dépasse pas, chez les espèces actuelles, la moitié de la première paire. La nervation alaire des éphémères est complète: les nervures longitudinales sont alternativement concaves et convexes (positives et négatives). Elle est donc pliée en éventail à l'intérieur du fourreau alaire. Les nervures transverses sont plus ou moins abondantes suivant la lignée évolutive. Il peut être anastomosé pour donner une petite entretoise de bord. (Gattoliat JL, 2002).



**Figure 8 Aile antérieure et postérieure d'Ephéméroptère adulte (*Rheoptilum arni*, Gattoliat, 2001)**

### 5.4.3. L'abdomen

Il se compose de 10 segments. Les neuf premiers sont très similaires ; ils se composent d'un tergite et d'un sternite. La seconde sternite est réduite à une plaque subanale pour les femelles et subgénitale pour les males. Chez le mâle, la partie distale dans le neuvième segment a deux forceps appelés gonopodes. Ils sont composés de 3 à 4 Un segment plus ou moins fusionné. Sous la plaque subgénitale inférieure se trouve le lobe du pénien plus ou moins visible et peut être membraneux (comme les *Baetidae*) Ou sclérifié. Les oviductes aboutissent en un pore génital situé entre les sternite 7 et 8. Le pore génital peut être recouvert par la plaque subgénitale.

L'abdomen se termine par deux ou trois filaments caudaux. Les cerques latéraux sont toujours présents. Le paracerque peut être présent, réduit ou absent. La longueur du paracerque peut être égale voire supérieure à celle des cerques. Le paracerque peut disparaître au cours du passage du stade larvaire au stade adulte ; l'inverse ne peut par contre pas se produire. Ces variations sont parfois liées aux sexes ; elles ont toujours une valeur taxonomique.

La subimago est un stade qui n'est présent que chez les Ephéméroptères. Elle présente toutes les caractéristiques de l'imago, mais de manière moins développée. Elle se démarque Principalement à cause de sa translucidité, à cause de sa coloration nettement plus mate cuticule. Ce look sombre se voit surtout sur les

nouvelles ailes contrairement aux ailes des adultes, qui sont généralement transparentes, elles sont opaques, le dos des ailes des subimagos est bordé et ces poils ne sont plus présents chez les imagos sauf *Caenidae* et *Tricolythidae*. Les pattes ne sont pas totalement complètes chez les subimagos, en particulier les protibias et les protarses chez les mâles. Les yeux composés des mâles sont également plus petites chez les subimagos que chez les imagos (Edmunds & McCafferty, 1988).

Sauf exception, les subimagos sont encore sexuellement immatures. Les génitalia ne sont pas encore totalement développés : les forceps des mâles sont courts et trapus, la plaque subgénitale des femelles est absente ou seulement partiellement développée. (Gattoliat JL,2002).

# **Partie expérimentale**

# **Chapitre II**

## **Région d'étude**



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

La Mitidja est une pluridimensionnelle surface située au sud d'Alger, sa surface est de 1400 km<sup>2</sup>, de grandeur allongée, lui-même s'étend d'Est en Ouest sur une centaine de kilomètres et léser la grandeur varie de 5 à 20 km. Bordée par double reliefs élevés. Au nord, par les collines du Sahel algérois et au sud, par l'Atlas blidéen. D'occident en Est, la surface bâton les wilayas de Tipaza, de Blida, d'Alger et Boumerdes. Elle est située dans les longitudes 2°32'00 à 3°19'00 et les aptitudes 36°25'17 à 36°47'40. La Mitidja est constituée de maints bassins. Versants dont celui d'oued Chiffa qui fait l'objet de notre étude.

L'endroit d'examen se compose d'un nœud de montagnes: Kodit Sidi Abdelkader (1629 après JC), al-Chiffa est indigène des montagnes Media et coule au bas de la litanie de Chiffa. il provient du changement de Wadi Mouia et Wadi Sidi Bahloul. il s'étend le langoureux de la steppe de la Mitidja jusqu'à la cour de Mazafran et se part comme la mer (Hamaidi et al,2008).

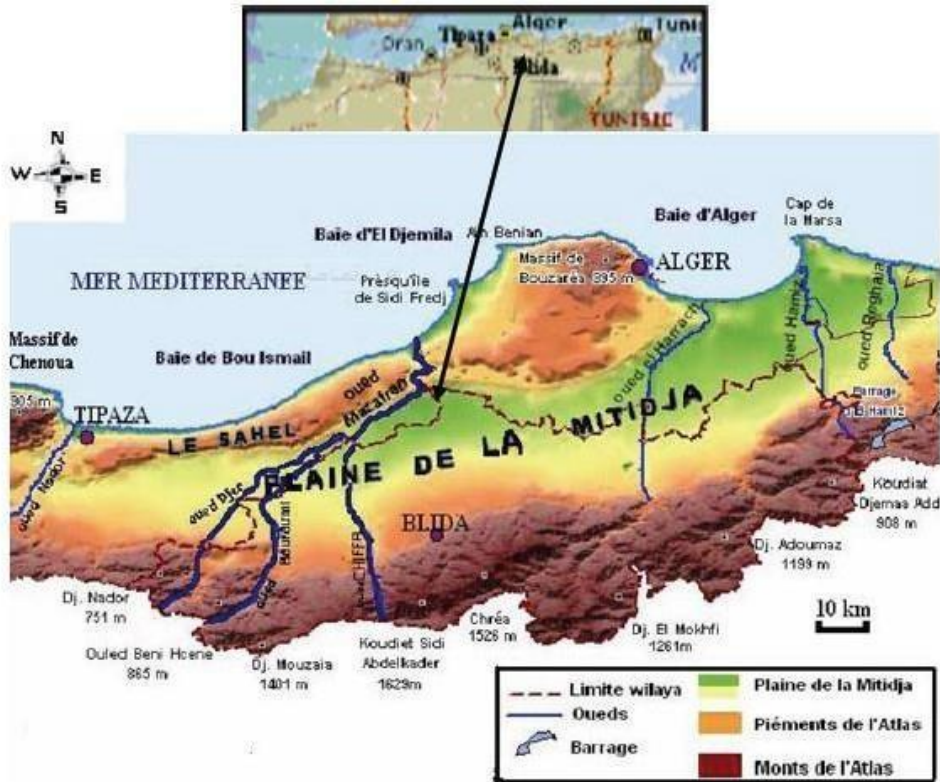


Figure 9 : Situation géographique du réseau hydrographique du Mazafran (Yasri-Cheboubi, 2018).

## 2. Cadre géographique

Le massif de Blida, qui abrite le vaste parc national de Chréa, est l'un des régions extérieures de la chaîne alpine en Algérie (MEDDOUR, 2002). Il est situé au sud l'ancien massif kabyle et les massifs du Chenoua et de la Bouzaréah dont il est séparé par la ligne de synchronisation quaternaire de la Mitidja. Ce massif est le théâtre de mouvements violents orogénique datant de la dernière partie du Tertiaire, notamment dans sa partie se concentrer sur un aspect très important. Il se compose presque entièrement d'ardoise vieille crétacée inférieure sans fossiles, avec quelques affleurements de calcaire en forme de perle (Meddour, 2002). Ces schistes s'étendent fréquemment vers le sud-sud-est sous l'argile varie de 40 à 60 % et forme la base de gisements de les reliefs suivants : calcaire marneux, grès, argilo-sableux et agglomération.

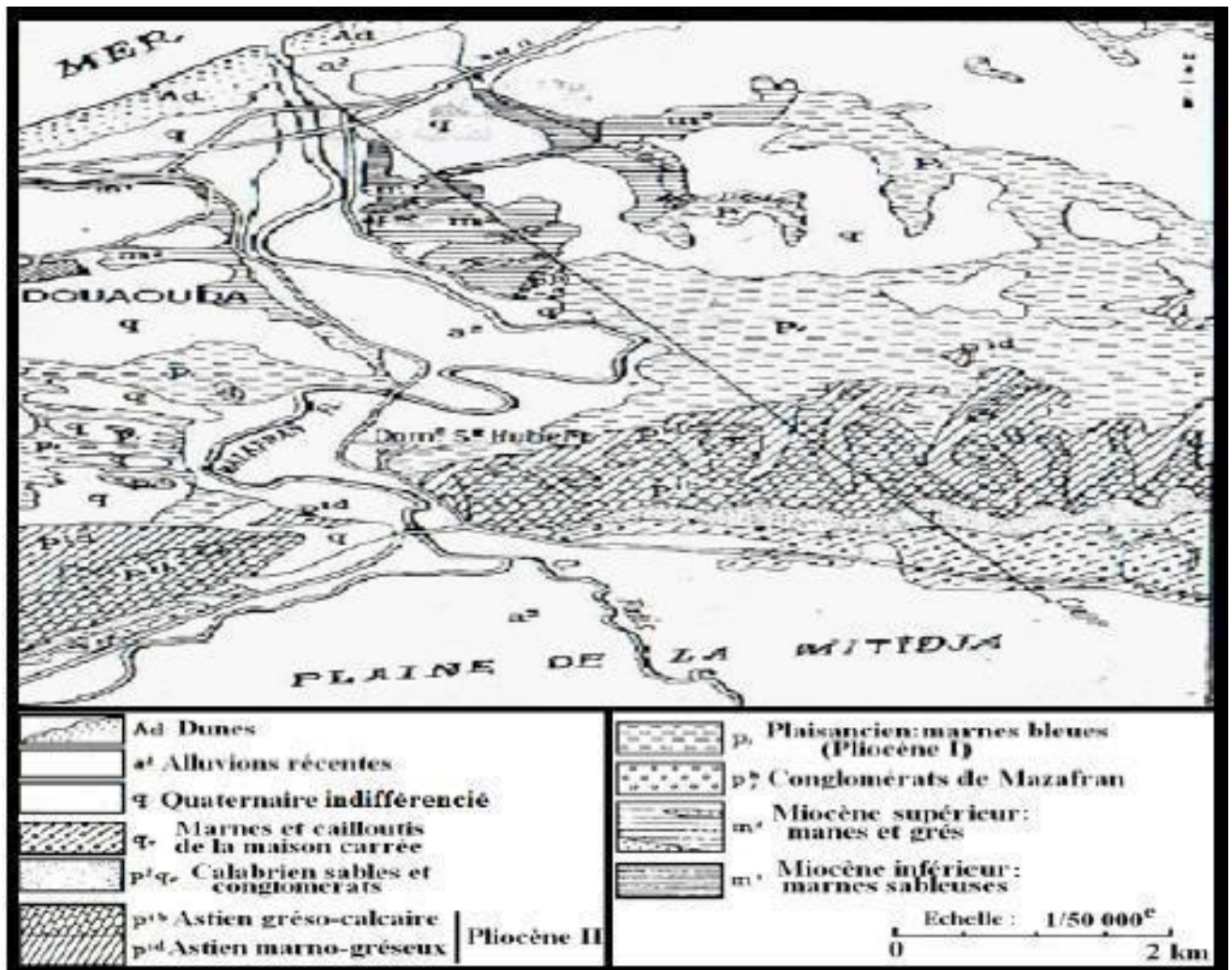


Figure 10 : Carte géologique de la Mitidja (Trenous, 1961).

Le parc national de Chréa est une zone de structure très grossière (Meddour, 2002). Il se compose de reliefs montagneux qui sont composés d'est en ouest respectivement massif de Hammam Melouane, massif de Chréa et massif de Mouzaia. Sa ligne sur la crête s'échelonne en altitude de 1400   1600m, sur une longueur d'environ 8 km (Meddour, 2002).

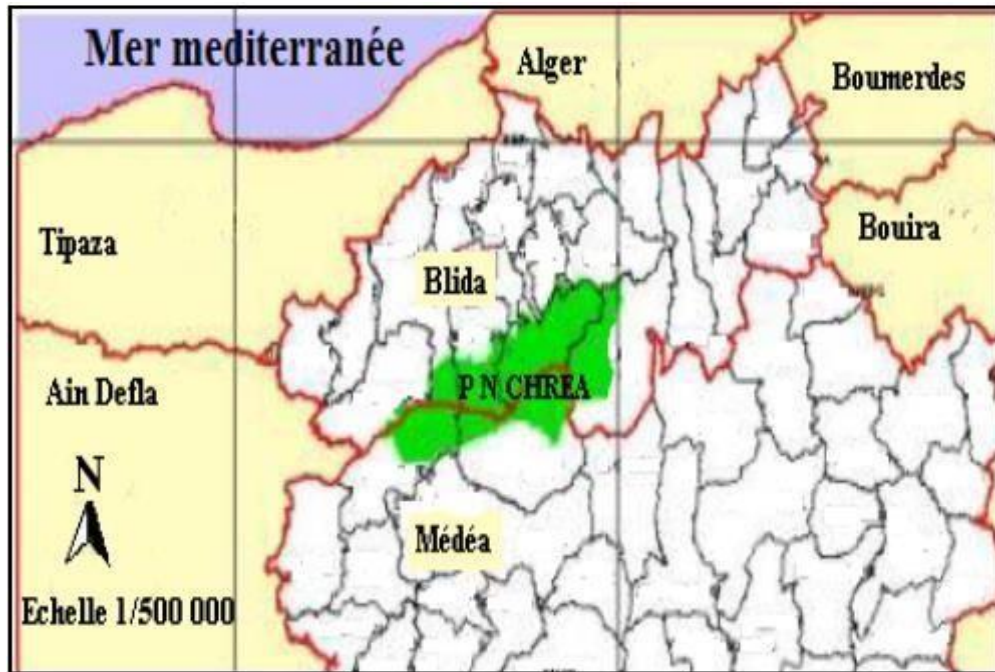


Figure 11 : Localisation du parc national de Chréa (A.P.N.A.2006, Modifiée).

### 3. Climat générale

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

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

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

- la station météorologique de Médéa pour caractériser les stations amont du bassin du Mazafran ;
- la station météorologique d'Alg r pour caractériser les stations aval du même bassin.

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

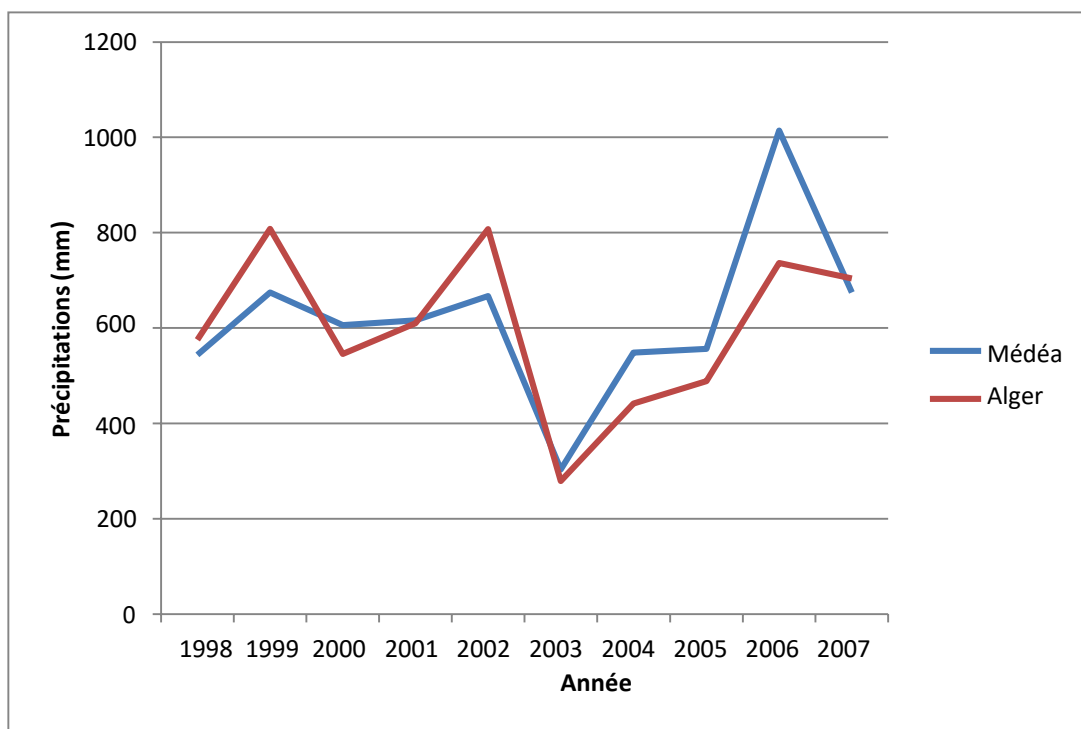
Les données météorologiques utilisées dans le cadre de ce travail (période : 1998-2007) nous ont été fournis par l'Office National de Météorologie (ONM) de Dar el Beida.

### 3.1. Précipitations

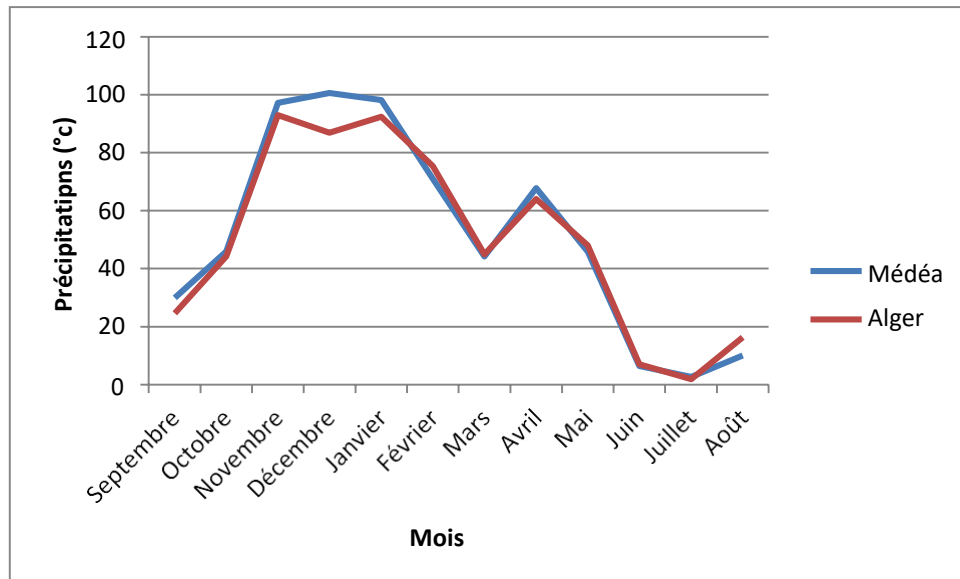
Les précipitations sont la principale source d'approvisionnement en eau. Ils sont présentés en volume, leur intensité et leur fréquence varient selon le lieu, le jour, le mois et l'année (GUYOT, 1999).

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

Les figures 12 et 13, respectivement les moyennes annuelles et les moyennes mensuelles des précipitations à Médéa et à Alger, permettent de dégager les principales caractéristiques de la région d'étude. Elles traduisent un régime climatique marqué par l'existence d'une période de sécheresse plus au moins prolongée de la saison estivale, et des hivers relativement humides avec des précipitations torrentielles et à grandes irrégularités inter-annuelle.



**Figure 12 Précipitations moyennes annuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007 (source : ONM de Dar El Beida).**



**Figure 13 Précipitations moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007 (source : ONM de Dar El Beida).**

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

La lecture de la figure 13 montre que les précipitations moyennes mensuelles présentent dans l'ensemble un même profil pluviométrique malgré l'importance de leur variation d'un mois à l'autre.

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

#### 4.1. Températures

- **Températures de l'air**

La température représente un facteur énergétique très important dans le contrôle de l'ensemble des activités, en conditionnant la répartition de la totalité des espèces et des êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1984).

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

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

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

La figure 14 montre que les mois de décembre, janvier et février peuvent être considérés comme les mois les plus froids pour Médéa : températures moyennes respectives 7,63 °C, 7,18 °C et 7,89 °C, et janvier et février pour Alger : températures moyennes respectives 11,6 °C et 11,54 °C avec des minima de l'ordre de 5 °C pour les deux régions. Les mois de juillet et Août sont aussi bien pour Médéa que pour Alger les plus chauds avec des températures moyennes de l'ordre de 26 °C et des maxima qui oscillent autour de 31-32 °C.

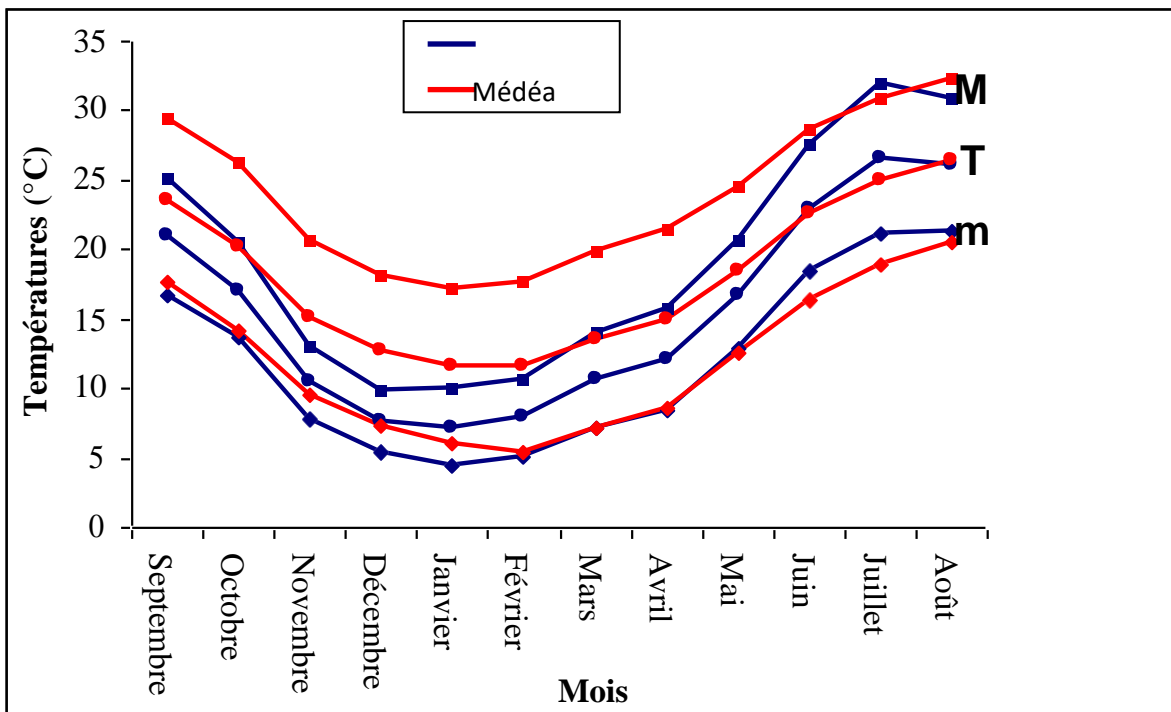


Figure 14 Températures moyennes mensuelles à Médéa et à Alger : période 1998-2007 (source ONM de Dar El Beida).

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

• **Diagramme ombrothermique de BAGNOULS & GAUSSEN**

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

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

Les figures 15 et 16 représentent les diagrammes ombrothermiques des deux stations (Médéa et Alger) situées à des altitudes différentes. Elles montrent clairement la présence :

D'une période sèche d'environ 4 mois : fin mai à fin septembre pour Médéa, et fin mai à la mi-octobre pour Alger et une période humide de huit mois : début octobre à fin mai pour Médéa, et mi-octobre à fin mai pour Alger.

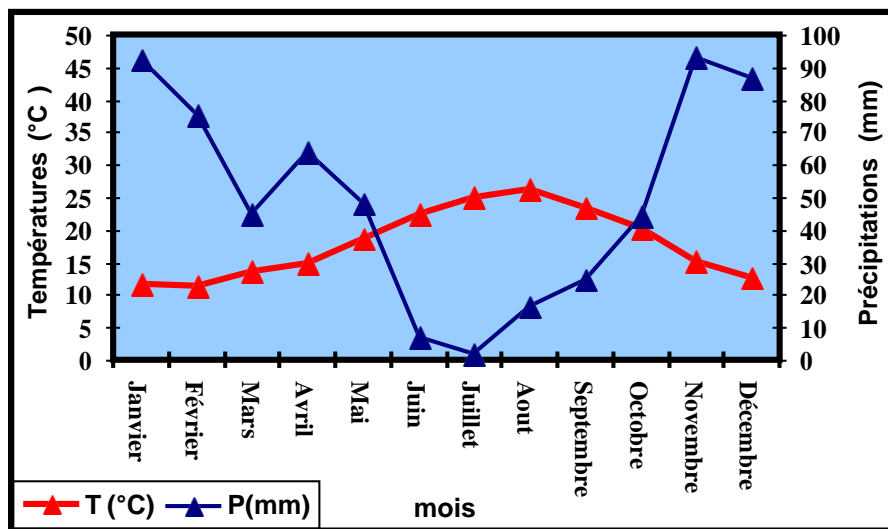


Figure 15 digrammes ombrothermique de la région de Médéa (période 1998-2007).

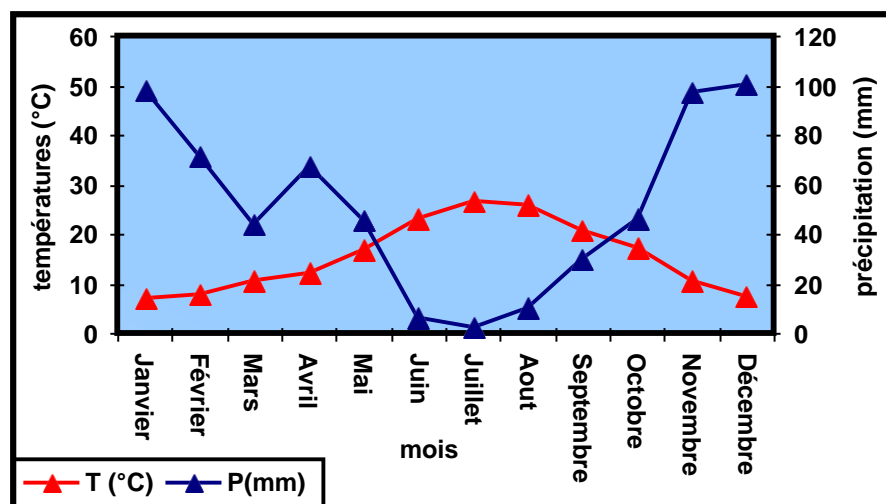


Figure 16 diagrammes ombrothermique de la région d'Alger (période 1998-2007).

#### 4. **La végétation :**

La végétation empêche le réchauffement excessif de l'eau, joue un rôle important dans la distribution de la faune benthique (Lounaci, 2005).

Le parc national de Chréa a une distribution très diversifiée car il est divisé en deux ambiances climatiques : une sous l'influence maritime et l'autre sous l'influence présaharienne (ANONYME, 2000), donc les formations forestières du parc sont à base de cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*), de chêne vert (*Quercus ilex*), de chêne liège (*Quercus suber*), de chêne zéen (*Quercus canariensis*), de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de Tuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) (A.P.N.A. 2006).

En général la flore de l'Atlas blidéen fait partie de la flore Nord-Africaine qui montre généralement une affinité étroite avec celle du domaine méditerranéen, caractérisé dans son ensemble par ses conditions xérothermiques (Halimi, 1980).

Les domaines sylvatiques, restés plus ou moins naturels, correspondent aux zones protégées de l'érosion et de l'influence humaine. Ils se rencontrent à l'état disséminé en petits îlots.



# **Chapitre III**

## **Matériel et méthode**

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

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

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

Parmi les stations prospectées, 6 ont été retenues dans le cadre de ce travail (figure 17). Ces stations ont fait l'objet d'une étude suivie. Certaines d'entre elles présentent un écoulement permanent, d'autres subissent un assèchement plus ou moins long pendant les étés très secs.

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

- quatre stations sur l'oued Chiffa ;
- une sur l'oued Sidi Ali ;
- une sur l'oued Mouzaia.

## 2. Description des cours d'eaux et des stations étudiés

Les stations sont indiquées par des points sur la figure 17 Elles portent la dénomination du cours d'eau sur lequel elles se trouvent. Pour chaque station étudiée, nous indiquons :

- la localité la plus proche ;
- l'altitude ;
- la pente à la station ;
- la largeur moyenne du lit mineur ;
- la profondeur de la lame d'eau ;
- la vitesse du courant selon la classification de Berg;
- la nature du substrat ;
- la ripisylve ;
- la végétation aquatique ;
- la durée de l'assèchement ;
- les influences anthropiques lorsqu'il y'en a.

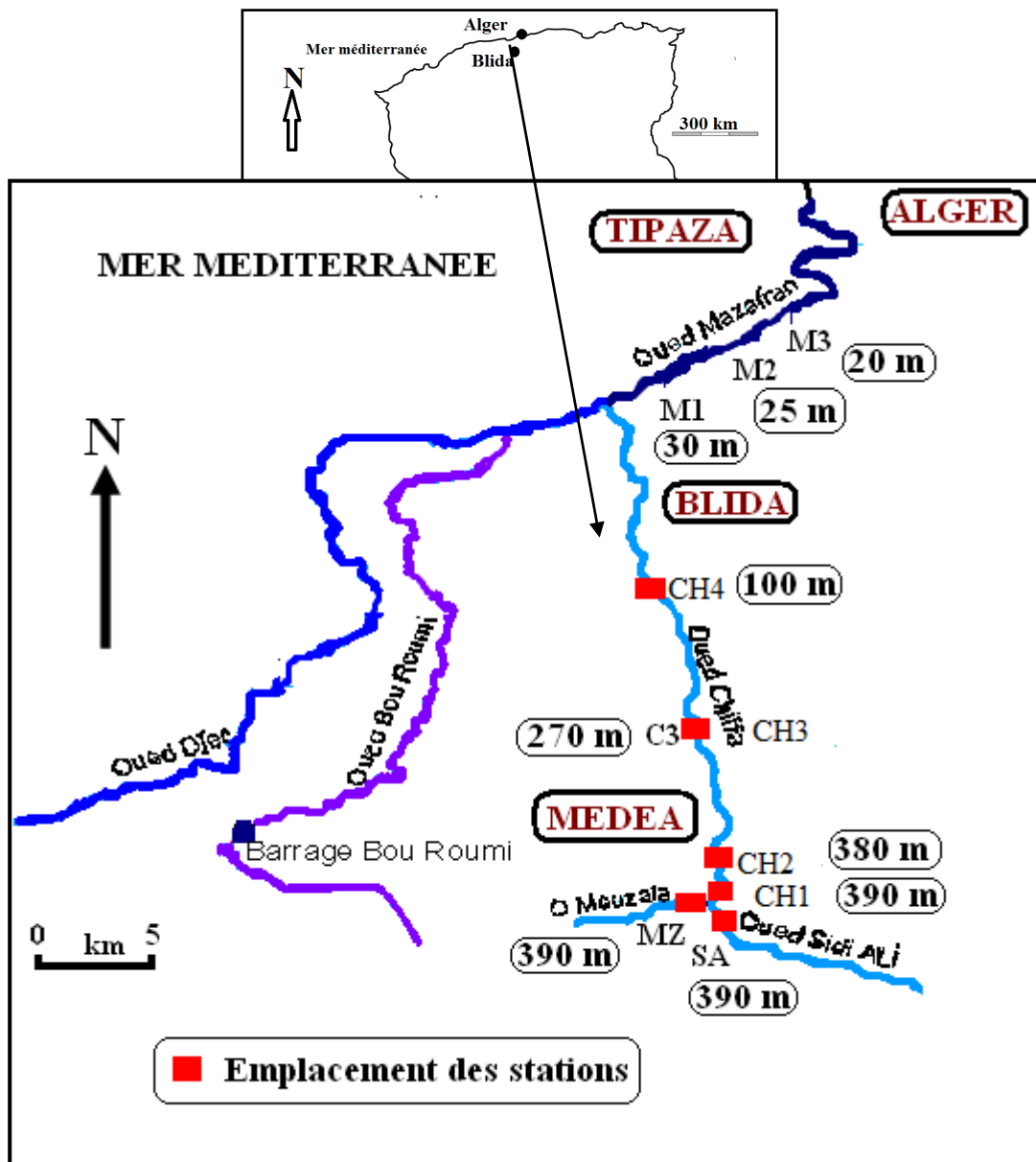


Figure 17 Réseaux hydrographiques de l'oued Mazafran et emplacement des stations (Institut National de Cartographie et de Télédétection 2012, modifiée).

### 2.1 Oued Mouzaia

L'oued Mouzaia est un cours d'eau de moyenne montagne. Il prend sa source au niveau du Djebel Mouzaia à 550 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des sources et des petits ruisseaux qui drainent le flanc Nord du Djebel Mouzaia. Doté d'une pente de l'ordre de 2 %, il traverse une zone forestière entre 550 et 400 m d'altitude. Il coule en orientation sud-nord sur une distance d'environ 8 km avant de se jeter dans l'oued Chiffa.

### Station Mou

La station Mou se localise à 6,5 km en aval du village Tamezguida. Elle prend source au niveau du Djebel Mouzaia à 550 m d'altitude ;

La station MZ se localise à 6,5 km en aval du village Tamezguida.

- altitude : 390 m ;
- pente à la station : 2 % ;
- largeur moyenne du lit mineur : 2 m ; 4.4.
- profondeur moyenne : 20-30 cm ; 4.5.
- vitesse du courant : moyenne à rapide ;
- substrat : roches, blocs, galets, graviers et sable ; 4.7.
- végétation aquatique : algues ;
- ripisylve : strate arbustive ;
- perturbations anthropiques : extractions artisanale de sable.

### 2.2 Oued Sidi Ali

L'oued Sidi Ali prend sa source dans le Djebel Boudha à 500 m d'altitude. Il collecte l'ensemble des écoulements en provenance des sources et des petits ruisseaux des monts de Médéa et qui draine le flanc Nord de Djebel Boudha. Doté d'une pente faible de 1,3 %, Il coule en orientation sud-nord sur une distance de 9 km avant de se jeter dans l'oued Chiffa.

Une seule station est retenue sur ce cours d'eau : SA.

#### Station Sidi Ali (SA)

Elle se localise à 500 m en amont de la confluence des oueds Sidi Ali et Mouzaia et à 6 km en amont du village de Hamdania.

- altitude : 390 m ;
- pente à la station : 1,4 % ;
- largeur moyenne du lit mineur : 3 m ;
- profondeur moyenne : 15-30 cm ;
- vitesse du courant : moyenne à rapide ;
- substrat : galets, graviers et sable ;
- végétation aquatique : algues ;
- ripisylve : strate arborescente et arbustive
- perturbations anthropiques : rejets industriels à 5 km en amont de la station, extraction artisanale de sable.

### 2.3 Oued Chiffa

L'oued Chiffa résulte de la confluence des oueds Mouzaia et Sidi Ali. Il prend sa source dans les monts de Médéa à 390 m d'altitude et coule au fond des gorges de la Chiffa. Ces dernières sont entaillées dans l'Atlas Blidéen entre le massif de Blida et le massif de Mouzaia. Cet oued coule en orientation sud-nord sur une distance de 40 km avant de se jeter dans l'oued Mazafran. Sa pente moyenne est de l'ordre de 1 %, sa largeur peut atteindre 20 m.

Quatre stations sont retenues sur ce cours d'eau : CH1, CH2, CH3 et CH4.

### Station Chiffa 1 (CH1)

Elle se localise à 5 Km en amont du village de Hamdania et à 500 m en aval du point de confluence des oueds Mouzaia et Sid Ali.

- altitude : 390 m ;
- pente à la station : 1,4 % ;
- largeur moyenne du lit mineur : 4 m ;
- profondeur moyenne : 25-50 cm ;
- vitesse du courant : moyenne à rapide;
- substrat : galets, graviers et sable ;
- ripisylve : strate arbustive éparsée;
- végétation aquatique : algues;
- perturbations anthropiques : extraction artisanale de graviers.

### Station Chiffa 2 (CH2)

Elle se localise à 4 km environ en amont du village de Hamdania et à 1Km de la station CH1.

- Altitude : 380m ;
- pente à la station : 1,4 % ;
- largeur moyenne du lit mineur : 3 m ;
- profondeur moyenne : 20-50 cm ;
- vitesse du courant : moyenne à rapide ;
- substrat : blocs, galets, graviers et sable;
- ripisylve : strate arbustive éparsée ;
- végétation aquatique: algues ;
- perturbations anthropiques : extraction artisanale de sable.

### Station Chiffa 3 (CH3)

Cette station est située 5 km en aval du village de Hamdania. Elle est localisée à environ 9 km de la station CH2.

- altitude : 270 m ;
- pente à la station : 1,2 % ;
- largeur moyenne du lit mineur : 8 m ;
- profondeur moyenne : 20-50 cm ;
- vitesse du courant : moyenne à rapide;
- substrat : roches, blocs, galets et graviers ;
- ripisylve : strate arbustive ;
- végétation aquatique : algues vertes ;
- perturbations anthropiques : rejets urbains, extractions de graviers.

### Station Chiffa 4 (CH4)

La station se localise à 1 km en aval de la ville de Chiffa et à 10 km en aval de la station CH3.

- altitude : 100 m ;
- pente à la station : 0,7 % ;
- largeur moyenne du lit mineur : 9 m ;

- profondeur moyenne : 20-50 cm ;
- vitesse du courant : moyenne à rapide ;
- substrat : graviers, sable et limons ;
- végétation aquatique : algues ;
- perturbations anthropiques : déversement des rejets des stations de concassage, rejets domestiques.

### 3. Paramètres environnementaux

#### 3.1 La vitesse du courant

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

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

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

Dans notre travail, en raison des difficultés de sa mesure, la vitesse du courant est quantifiée par sa valeur moyenne au niveau de chaque station. Les stations étudiées montrent des vitesses moyennes à rapides.

**Tableau 1 Classification de la vitesse du courant selon Berg**

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

#### 3.2 Profondeur et section mouillée

La profondeur de la lame d'eau et la section mouillée donne une idée de la taille du cours d'eau à une station donnée. Les profondeurs moyennes des stations étudiées (tableau IV) varient de 20 à 45 cm avec une grande majorité au dessous de 30 cm. Ceci est dû, en grande partie, au choix des stations dans des zones peu profondes pour que le fond soit facilement accessible à l'aide d'un filet surber. Quant à la largeur moyenne du lit mineur des stations étudiées varie entre 2 et 9 m en augmentant régulièrement de l'amont vers l'aval (tableau 2).

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

Stations	MZ	SA	C1	C2	C3	C4
Profondeurs (cm)	30	20	30	30	45	35
Largeurs (m)	2	3	4	3	8	9

### 3.3 Substrat

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

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

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

La distribution des stations en fonction de l'altitude et de la nature du substrat montre une hétérogénéité du substratum au sein de tous étages altitudinaux au niveau d'une même station. En moyenne altitude, le substrat le plus fréquemment prélevé est à dominance de galets et de graviers. En basse altitude, il est plutôt à dominance de sable et de limon.

**Tableau 3 : Nature du substrat des stations étudiées.**

Station paramètres	Station					
	MZ	SA	C1	C2	C3	C4
GG (%)	90	75	90	90	100	55
Sab (%)	10	10	10	10	0	30
Lm (%)	0	15	0	0	0	15
VA	3	3	3	3	2	1

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

### 3.4 Température de l'eau

La mesure de la température de l'eau est très utile pour les études limnologiques car elle joue un rôle dans la solubilité des gaz, notamment l'oxygène, la détermination du pH et la dissociation des sels (Rodier, 1996). Elle conditionne les possibilités de développement et la durée du cycle biologique des êtres vivants ainsi que la composition faunistique d'un cours d'eau (Lavandier, 1979 ; Thomas, 1981 ; Angeliere *et al.*, 1985).

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

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

Stations	MZ	SA	C1	C2	C3	C4
Températures moyennes de l'eau (°C)	7.5°	9.2°	8.4°	8.5°	9°	10.5°

Les températures varient entre un minimum de 7,5 °c et un maximum de 10,5 °C, elles augmentent d'amont en aval.

#### 4. Période d'échantillonnage

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

##### 4.1 Méthodes d'étude :

##### 4.1.1. Technique d'échantillonnage de la faune benthique :

Premièrement nous avons choisi ces sites en fonction de l'objectif de l'étude. Pour cela, la station est l'unité de base de l'échantillonnage, elle devrait comporter les principales caractéristiques environnementales (écoulement, la densité de flore, profondeurs, largeur de lit) (Genin et al., 2003). Caron sélectionne en général un tronçon égal à 50 m de cours d'eau, ou bien qui représente approximativement dix fois la largeur du lit mouillé.

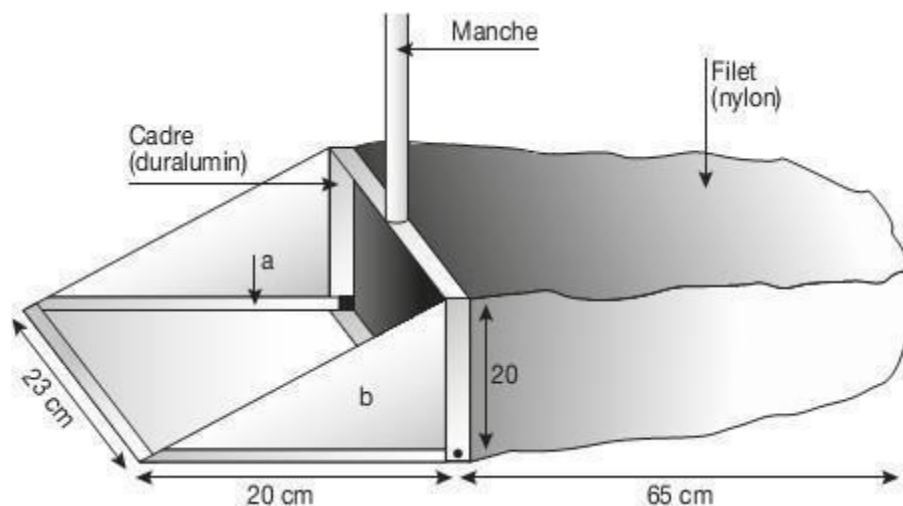
L'échantillonnage consiste à rassembler la plus grande diversité faunistique représentative des habitats à étudier pour obtenir un bilan plus complet possible des taxons présents dans les cours d'eau (Haouchine, 2011).

Pour avoir une idée aussi complète que possible de la grande faune benthique présente à la station, on prélève huit échantillons par station tout envisant une représentativité maximale de tous les types de microhabitats existants, ils se distinguent par certains substrats et vitesses de courant. (Genin et al., 2003). Si la station ne dispose pas de 8 types de microhabitats différents, le nombre de prélèvements sera complété à 8 par les études réalisées par le support principal, mais à des cadences différentes.

L'accumulation d'échantillons provenant de plusieurs habitats fournit généralement une vision de la communauté benthique de la station.

##### 4.1.2 Technique de prélèvement :

- ❖ **Larve** : L'échantillonneur de type « Suber » est utilisé pour effectuer un prélèvement (Guerold et al., 1991).



**Figure 18 Schéma de filet Surber (Rodier et al, 2009).**



✓ **Milieu lotique :**

Les prélèvements de la faune sont effectués sur des surfaces de l'ordre du 1/20ème (25 cm x 20 cm). Ils sont réalisés dans des zones peu profondes inférieures à 40 cm. Pour chaque récolte, l'opérateur a été le même, de façon à maintenir les conditions de prélèvements aussi voisines que possible d'une série à l'autre. L'échantillonneur de type « Suber » possède un cadre carré. Il est placé sur le fond du lit, l'ouverture du filet face au courant. Le substrat se trouvant dans la surface d'échantillonnage est lavé, récupérant ainsi les larves, les nymphes et les adultes dans le filet.

Les formes solidement fixées sont détachées à l'aide d'une pince et la faune interstitielle est récupérée par raclage du fond, le courant entraîne ainsi les organismes dans le filet (Haouchine S, 2011).

✓ **Milieu 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 (filet à manche) à ouverture circulaire de 30 cm de diamètre. L'échantillonnage est réalisé par dragage au filet des fonds sablonneux limoneux et/ou vaseux en faisant des mouvements de va et vient sur une distance d'un mètre environ. (Yasri, 2009).

❖ **La chasse d'adulte :**

La capture des adultes peut souvent être utilisée pour identifier spécifiquement certains taxons difficiles à séparer au stade larvaire (Haouchine, 2011)

Les adultes sont chassés avec un couvert japonais, qui est la technique la plus efficace pour récolter un insecte adulte (Guerold et al. 1991).

**4.1.3 Prélèvement sur substrat végétation :**

- On secoue toutes les plantes doucement avec un bâton flexible, Les insectes qui tombent dans le filet sont capturés par des pincettes souples et regroupés dans de petites flacons d'alcool à 70 %



**Figure 19 échantillonneur "parapluie ou couvert japonais"**

**4.2. Conservation des échantillons :**

Les échantillons récoltés sont recueillis dans des pots en plastique puis fixés dans du formol à 5 % sur le lieu de prélèvement. et ceux de la chasse d'adultes sont recueillis dans des flacons puis fixés dans de l'alcool à 70 %. La date, le numéro et les caractéristiques de la station sont notés à chaque prélèvement.

### 4.3. Tri et identification de l'échantillon :

Au laboratoire, le contenu des sachets est lavé et débarrassé de la vase et des débris végétaux sur une série de tamis à maille allant de 2 mm à 250  $\mu$ m. (Zouggaghe & Moali, 2009).

Un pré-tri et une détermination jusqu'au niveau de l'ordre ou de la famille sont réalisés à l'aide d'une loupe binoculaire et de fractions dans des boîtes de pétri à quadruple fond. Nous nous sommes référés à TACHET et al. 1980 ; RICHOUX, 1982 ; LAFONT, 1983 et TACHET et al. 2000 pour ce travail fondateur.

## 5 Analyse faunistique :

### 5.1 Indices de diversités :

La diversité dépend du nombre d'espèce (S) et de l'abondance relative de chaque espèce (N). Cette dernière peut être appelée «Diversité écologique» ou «Diversité spécifique» (Washington, 1984). Ces indices sont des calculs mathématiques qui renseignent le mieux sur la structure du peuplement (Barbault, 1995).

### 5.2 La richesse spécifique (S) :

Cet indice correspond au nombre de taxons présents dans chaque prélèvement (Boulunier et al., 1998 ; Ramade, 2003).

**S=nombre d'espèces de la zone**

### 5.3 L'abondance relative (Ar) :

Il représente la relation entre le nombre d'individus d'une espèce considérée sur le nombre total d'individus de toutes les espèces présentes dans le même échantillon. La valeur d'abondance est exprimée en pourcentage par la formule suivante (BEBBA, 2017) :

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

$N$  : Nombre total d'individus.

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

### 5.4 Fréquence d'occurrence

La constance (FO), est le rapport exprimé sous la forme de pourcentage de nombre de relevés ( $P_i$ ) contenant l'espèce ( $i$ ) présent par rapport au nombre total de relevés ( $P$ ).

On la calcule (Alia, 2012).

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

En fonction de la valeur de  $F\%$ , il se distingue les catégories suivantes :

- Des espèces omniprésentes si  $F\% = 100\%$ .
- Des espèces constances si  $75\% \leq F\% < 100\%$ .
- Des espèces régulières si  $50\% \leq F\% < 75\%$ .
- Des espèces accessoire si  $25\% \leq F\% < 50\%$ .
- Des espèces accidentelle si  $5\% \leq F\% < 25\%$ .
- Des espèces rares si  $F\% < 5\%$ .

# **Chapitre IV**

## **Résultats et discussion**

### 1. Faunistique :

On a répertorié onze espèces de prospections réalisées dans les cours d'eau du réseau hydrographique du Chiffa. Cette dernière se regroupe en 8 genres de six différentes familles dont la majorité est présente en une ou deux espèces en exception des *Baetidae* qui représente cinq espèces (tableau 5).

**Tableau 5 distribution des éphéméroptères dans les stations étudiées**

Familles et especes	MZ	SA	CH1	CH2	CH3	CH4	ni	A%	F%
<i>Caenidae</i>									
<i>Caenis luctuosa</i>	836	1350	1023	1668	490	6	5400	21.57	100
<i>Caenis pusilla</i>	111						111	0.44	16.66
<i>Heptagenidae</i>									
<i>Ecdyonurus rothschildi</i>	102	3	20	35	22	3	185	0.73	100
<i>Leptophlebidae</i>									
<i>Choroterpes (Ch) atlas</i>	188	33	151	98	16	6	492	1.96	100
<i>Choroterpes (Eu) lindroti</i>	528	1	92	81	27		729	2.91	83.33
<i>Baetidae</i>									
<i>Baetis pavidus</i>	4180	2615	2886	3155	2545	414	15795	62.97	100
<i>Baetis rhodani</i>	767	258	488	333	271		2117	8.45	83.33
<i>Acentrella sinaica</i>	63	39	18	26	17		163	0.65	83.33
<i>Afroptilum dimorphicum</i>	11		6	9	5		31	0.12	66.66
<i>Ephemeridae</i>									
<i>Ephemera glaucops</i>	3		4				7	0.02	33.33
<i>Pothamantidae</i>									
<i>Pothamantus luteus</i>	3						3	0.01	16.66
<b>Total</b>	<b>6819</b>	<b>4299</b>	<b>4688</b>	<b>5405</b>	<b>3393</b>	<b>429</b>	<b>25033</b>		

## 2. La richesse spécifique :

Les distributions des éphéméroptères dans les stations étudiées (figure 20) soulignant leur importance dans les zones situées entre les moyennes montagnes et le piémont (altitude : 100 – 390 m) qui forment des régions hétérogènes. Dans ces zones on recense 11 espèces (*Caenisluctusa*, *Caenis pusilla*, *Ecdyonurus rothschildi*, *Choroterpes (Ch) atlas*, *Choroterpes (Eu) lidorti*, *Baetis pavidus*, *Baetis rhodani*, *Acentrella sinaica*, *Afrotilum dimorphicum*, *Ephemera glaucops*, *Pothamantus luteus*). Elles prédominent dans les habitats les plus divers avec des courants rapides à modérés et des températures relativement faibles.

En basse altitude dans les cours d'eau de plaine, le taux d'espèces observé est réduit à 4 dont seule *Baetis pavidus* est peu nombreuse. L'étiage réduit, les températures excessives et les activités humaines sont des facteurs qui limitent le développement d'un grand nombre d'espèces.

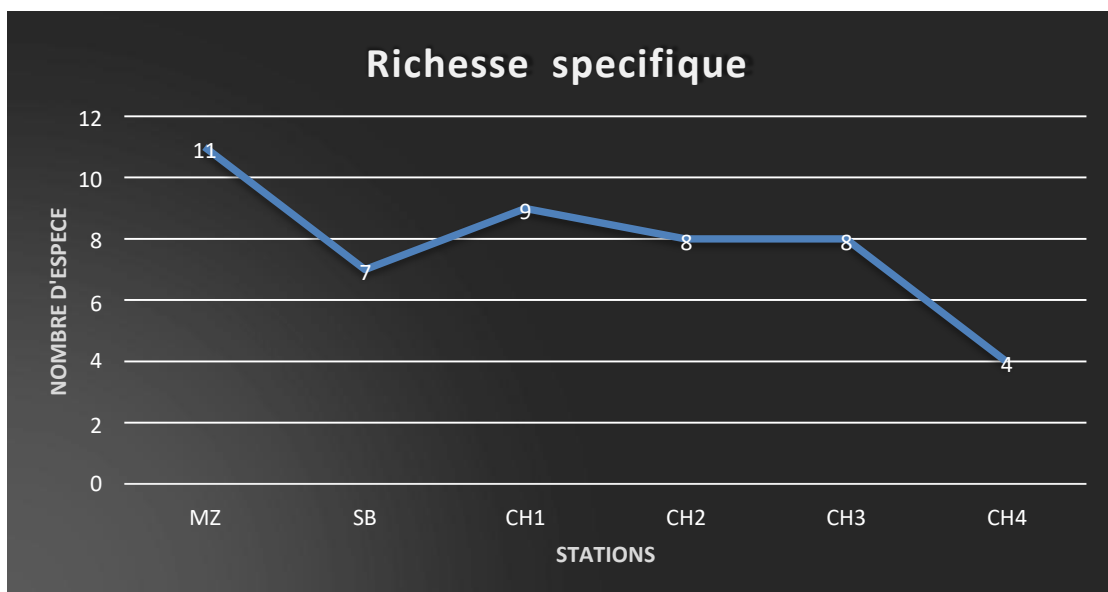


Figure 20 la richesse spécifique dans les stations étudiées

## 3. Abondances, occurrences et limites altitudinales des Ephéméroptères :

La figure 21 représente un histogramme de l'abondance relative et l'occurrence des éphéméroptères collectés aux six stations du réseau hydrologique de Chiffa. Ils peuvent être classés en 3 groupes principaux :

### ❖ Espèce dominante :

Ce sont des espèces très abondantes et très fréquentes : *Baetis pavidus* et *Caenis luctuosa*. Ces deux espèces ont une grande valence écologique, le premier est la plus abondante et la plus fréquente des cours d'eau du Chiffa. La deuxième espèce est récoltée avec une fréquence égale mais moins abondante. Ces taxons sont des espèces eurytherme et eurytope car ils s'adaptent à n'importe conditions de vie.

### ❖ Espèces assez fréquentes et peu ou très peu abondantes :

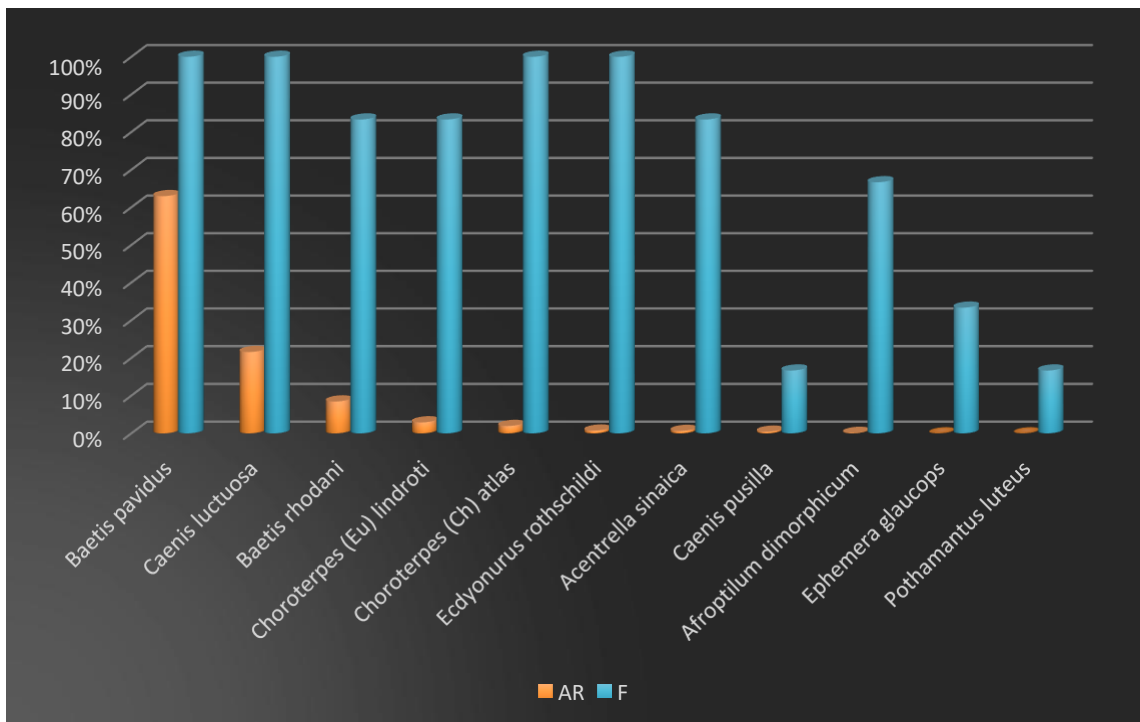
Ce sont généralement des espèces aux populations plus ou moins denses que l'on peut diviser en deux catégories.

- La 1<sup>ère</sup> catégorie inclus les espèces à moyenne altitude la plupart de ces espèces ne supportent pas la basse vallée *Baetis rhodani*, *Choroterpes lindrothi*, (espèces peu abondante), *Acentralla*

*sinaica*, *Caenis pusilla*, *Afroptilum dimorphicum* (espèces très peu abondantes). Ces créatures ont été prélevés dans l'altitude de 270 à 390 m

• Dans la 2<sup>ème</sup> catégorie, on récolte des espèces dans des basses altitudes. *Ecdyonurus rothschildi*, *Choroterpes atlas* leurs limites longitudinales supérieures sont généralement inférieures à celles des espèces précédentes car elles sont polluo-résistantes, supportent la montée en température et descendent nettement plus bas dans le cours inférieur.

- ❖ **Espèces rares, à la fois très peu abondantes et très peu fréquentes** : il s'agit d'*Ephemera glaucops*, *Pothamantus luteus*, qui existe dans une ou deux stations à des biotopes spéciales : un réseau d'eau de moyenne montagne à biotopes rhéophile (lotique), à eau fraîche et substrat grossier riche en débris végétaux.



**Figure 21** Abondances et Occurrences relatives des Epheméroptères

#### 4. Autoécologie des espèces :

##### 4.1. La famille des *Baetidae*

C'est la famille la plus fréquente et la plus abondante parmi les éphéméroptères classifiés car elle compte 4 espèces (*Baetis pavidus*, *Baetis rhodani*, *Acentrella sinaica*, *Afroptilum dimorphicum*) groupés en trois genres.

##### 4.1.1. *Acentrella sinaica*

En Afrique du Nord, cette espèce est très peu abondante. BOUMAIZA & THOMAS (1995) la cite dans les cours d'eau ombragés à vitesse élevée, d'après LOUNACI (2005) et ARAB (2004) elle est rhéophile préfère les fonds aux pierres dans les eaux fraîches bien oxygénées.

Si on revient aux résultats de notre recherche nous observerons que cette espèce est présente en 163 individus prélevés d'une altitude de 270 à 390 m dans un endroit caractérisé par ses fonds caillouteux, sa végétation dense, écoulement rapide et une eau fraîche.

*Acentrella* a constitué 11% de l'abondance relative de la récolte de LAMINE (2021) en

Kabylie, mais l'espèce est absente au niveau des cours d'eau de Biskra (BEBBA, 2017)

Selon BOGOESCU (1931) cet éphémère spécialise les cours d'eau rapide de la zone piémont, sa limite d'altitude maximale d'après VINCON & THOMAS (1987) est 600 m. Elle est vraisemblablement une composante type du rhithron qui vit sur un substrat pierreux.

#### **4.1.2. *Afroptilum dimorphicum***

En Tunisie comme en Algérie, *Afroptilum dimorphicum* est une espèce thermophile qui favorise les plans d'eau à débit modéré à lent (EL MEZDI & GIUDICELLI, 1987 ; BOUMAIZA & THOMAS, 1995 ; MEBARKI, 2001 ; LOUNACI, 2005).

On a compté 31 individus ce qui la rend très peu abondante. Elle semble être une espèce qui a pour habitat préférentielle les cours d'eau de moyenne montagne (altitude : 270-390 m).

L'espèce n'a pas été signalée dans la région de Biskra (BEBBA, 2017).

#### **4.1.3. *Baetis pavidus***

cette espèce est très fréquente et très abondante dans nos résultats d'un nombre de 15795 et d'une abondance de 62.97%, cette dernière est eurytherme et eurytope et a une très large valence écologique car on l'a prélevé de 100 à 390 m d'altitude. Elle prend tous les types de milieux des cours d'eau jusqu'à la moyenne montagne.

D'après GRANDI (1949), *Baetis pavidus* est une espèce méditerranéenne connue d'Italie, du Sud de la France, de la Péninsule Ibérique et du Maghreb.

En Afrique du Nord, cette espèce est très répandue. Elle présente un spectre écologique assez large.

En Tunisie, comme en Algérie, *Baetis pavidus* apparaît comme thermophile affectionnant les cours d'eau à courant moyen à lent (BOUMAIZA, 1994 ; LOUNACI DAOUDI, 1996 ; MEBARKI, 2001 ; ARAB, 2004 ; LOUNACI, 2005).

Dans les travaux de BEBBA (2017) cet insecte a été présent avec 35676 individus au sein de toutes les stations prospectées à Biskra, comme dans l'ouest d'Algérie (El Tafna) BENHADJI (2020) a réalisé des prélèvements contenant cette espèce avec 37,5% d'abondance.

Contrairement de l'ouest et l'est algérien, *Baetis pavidus* est peu dominante en Kabylie de Djurdjura avec une abondance de 4.5% (SMAIL, 2021)

Au Maroc, elle est signalée entre 190 et 1800 m d'altitude (BOUZIDI, 1989 ; EL AGBANI *et al.* 1992 ; BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994 ; BERRAHOU *et al.* 2001).

#### **4.1.4. *Baetis rhodani* (Pictet, 1845)**

*Baetis rhodani* est un élément européen à vaste répartition. Il est signalé de plusieurs localités d'Algérie par EATON (1899) et LESTAGE (1925).

Dans nos collections, *Baetis rhodani* apparaît comme une espèce rhéologique habitant des ruisseaux de moyenne montagne à débit rapide (altitude : 270-390 m), où prédominent les rochers et les forêts riveraines assez étendues. Avec 2117 individus

#### **4.2. Famille des *Caenidae***

La famille des Caenidae est représentée par deux espèces: *Caenis luctuosa* et *Caenis pusilla*.

#### 4.2.1. *Caenis luctuosa* (BURMEISTER, 1839)

*C. luctuosa* est une espèce très commune dans toutes les eaux courantes et stagnantes. Il est thermophile et possède un spectre environnemental assez large. A noter MOUBAYED(1986) dans les Pyrénées orientales au niveau moyen, tandis que des courants faibles avec de faibles débits sur le fond du grain fin. THOMAS & SARTORI (1989) il signale que son altitude est comprise entre 2400 et 1300 m dans la péninsule arabique. Velasco et al (1998) montrent que la grande valence écologique de cette espèce est probablement due au cycle polyvoltène, à son régime catalytique et à sa grande tolérance de taille aux différences abiotiques, ce qui lui permet de coloniser un ensemble différent d'organismes. (LAMINE, 2021).

Au Maroc: *C. luctuosa* a été classée comme espèce eurytopique et eurytherme. Elle est également très fréquente dans les eaux courantes et stagnantes entre 2000 et 0 mètres (Dakki& EL AGBANI, 1983). Il regorge surtout d'érythral et de butamal et ne régresse que dans les sources du système torrent (Dakki, 1986a). (LAMINE, 2021).

Pour la Tunisie: selon BOUMAIZA (1994), cette espèce est considérée comme la plus tolérante et la plus forte de tous les phénomènes alaires. Elle se caractérise par une grande plasticité phénotypique, et un caractère euryétien. Comme les résultats de KORBAA et al. (2009) vont dans le même sens. Ils l'identifient comme l'espèce la plus prolifique, la plus abondante et la plus fréquente de toutes les populations identifiées. (LAMINE, 2021).

En Algérie, GAGNEUR & THOMAS (1988), LOUNACI et al. (2000a), BEBBA et al.(2015) et MEBARKI et al. (2017), s'accordent à dire qu'il s'agit d'éphéméroptère le plus dominant dans tous les cours d'eau du Nord du pays. Dans les rivières étudiées, *C. luctuosa* était largement distribué. Nous les avons collectés des stations d'altitude (1450 m) aux quartiers normaux (160 m). Les populations les plus denses sont enregistrées dans les habitats du Piémont et de basse altitude dans les sections à courant modéré à lent et mixtes. Par contre, les courants de sources et leurs émissaires échouaient avec des courants très forts et des températures relativement basses. (LAMINE, 2021).

Dans les rivières qui nous avons étudiées nous avons collectés des stations d'altitude de 100 à 390 m, et avec de fortes abondances 5400 individus.

#### 4.2.2. *Caenis pusilla* Navas, 1913

*Caenis pustilla* est une espèce largement distribuée dans la partie occidentale du bassin méditerranéen. Cette espèce est rare et peu abondante au Maghreb contrairement à son homologue toujours associé, *Caenis luctuosa*. Il pousse sur des fonds rocheux dans des eaux propres ou légèrement polluées. (GAGNEUR & THOMA, 1988; BOUMAIZA, 1994 ; LOUNACI, 2005).

Dans nos collections, *Caenis pusilla* est une espèce assez fréquente mais peu abondante. Nous l'avons observé à quatre stations entre 270 et 390 m de hauteur sur des tas de gravier. Il est Rhyophile, capable de supporter des cercles rapides à moyens. D'après (YARI, 2009).

Dans les rivières qui nous avons étudiées nous l'avons collectés des stations d'altitude: Mouzaia : (390 m).

#### 4.3. Famille des *Leptophlebiidae* Banks, 1900

La famille des Leptophlebiidae est représentée par deux espèces: *Choroterpes* (Ch) atlas, *Choroterpes* (Eu) *lendrothi*.



Deux espèces du genre *Choroerpes* sont actuellement connues d'Afrique du Nord. Ils'agit de *Choroerpes (Ch) atlas* et de *Choroerpes lindrothi*. La première appartient au sous-genre *Choroerpes*, la seconde au sous-genre *Euthraululus*. Toutes deux sont endémiques du Maghreb.

#### 4.3.1. *Choroerpes (ch) atlas*

Dans les rivières qui nous avons étudiées on trouve *choroerpes (ch) atlas* qui nous avons collectés des stations d'altitude (100 – 390 m), elle a été présente d'un pourcentage de 1.69. (LAMINE, 2021).

Selon (SMAIL, 2021) Le taxon *Choroerpes* sp. Récolté ne peut faire l'objet d'analyse écologique à cause des difficultés de systématique. Son identification précise ne sera possible qu'après la capture de l'imaginaire mâle. Il paraît être un élément localisé. Nous l'avons capturé dans deux stations (B1, S1) entre 200 et 160 m d'altitude avec des densités de populations relativement faibles (40 individus).

Il est thermophile et pourrait être caractéristique de la zone potamale des cours d'eau.

*Choroerpes (Ch) atlas* espèce endémique d'Afrique du Nord, décrite de la région d'Alger par SOLDAN & THOMAS (1983).

D'après THOMAS & VITTE (1988), *Choroerpes (Ch) atlas* est une espèce à répartition recouvrant tous le Maghreb, excepté les zones désertiques. Elle est rhéophile et localisée (LOUNACI-DAOUDI, 1986 ; MEBARKI, 2001). Elle est caractéristique de l'épipotamal (BOUZIDI, 1989 ; LOUNACI, 2005 ; BOUMAIZA & THOMAS, 1986).

Dans nos relevés, *Choroerpes (Ch) atlas* apparaît comme espèce rhéophile, assez fréquente mais peu abondante. Elle est recensée entre 100 et 390 m d'altitude. Elle affectionne les zones à courant rapide et à fond pierreux.

#### 4.3.2. *Choroerpes (Euthraululus) lindrothi*

Selon la thèse de HAOUCHINE (2011) ce taxon est très localisé dans les cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, il occupe une tranche altitudinale de 160 m à 380 m. Il est rhéophile et très peu abondant.

L'écologie de *Choroerpes (Euthraululus) lindrothi* est proche de *Choroerpes (Choroerpes) atlas* avec laquelle elle cohabite. Nous l'avons en effet capturée dans les mêmes cours d'eau entre 270 et 390 m d'altitude avec des densités de populations relativement faibles.

### 4.4. Famille des *Heptagenidae*:

Nous avons récolté seulement une espèce dans nos réseaux hydrographiques :

#### 4.4.1. *Ecdyonurus rothschildi* Navàs 1929

*Ecdyonurus rothschildi* est une espèce endémique d'Afrique. Elle est décrite de Biskra par NAVAS (1929).

*Ecdyonurus rothschildi* est citée de plusieurs localités du Maghreb. Au Maroc, elle est selon DAKKI & EL AGBANI (1983), GIUDICELLI & DAKKI (1984), BOUZIDI (1989) et MAAMRI et al (2005), une espèce thermophile et caractéristique du potamal, mais peut remonter jusqu'à 1500 m d'altitude dans les cours d'eau où les températures diurnes dépassent 20 °C.

Dans la région de la Tafna (Algérie), GAGNEUR & THOMAS (1988) note sa présence entre 20 et 1045 m d'altitude. Dans le Djurdjura, MEBARKI (2001) la qualifie d'espèce rhéophile et rhithrobionte, les larves abondent entre 400 et 1000 m d'altitude et surtout dans les biotopes pierreux.

Dans la région de biskra BEBBA (2017) l'a recensée entre 323 et 1360 m.

Dans nos prélèvements, *Ecdyonurus rothschildi* apparaît comme une espèce assez fréquente et peu abondante. Elle est présente dans six stations entre 100 et 390 m d'altitude. C'est une espèce de moyenne montagne affectionnant les cours d'eau à eau fraîche et à courant rapide coulant sur un substrat à granulométrie grossière.

#### 4.5. Famille des *Ephemeridae*

La famille des *Ephemeridae* est représentée par une seule espèce: *Ephemera glaucops*.

##### 4.5.1. *Ephemera glaucops* Pictet, 1945

*Ephemera glaucops* est une espèce européenne à vaste répartition.

Elle a été signalée de Mascara par LESTAGE (1925). Elle est aussi connue du Maroc (DAKKI, 1979 ; DAKKI & EL AGBANI, 1983) et de Tunisie (BOUMAIZA & THOMAS, 1986 ; BOUMAIZA, 1994).

Dans l'ouest algérien, GAGNEUR & THOMAS (1988) et ARAB (2004) la qualifient d'espèce assez fréquente mais très peu abondante. Elle vit à des altitudes allant de 160 à 600 m.

Dans les cours d'eau étudiés, *Ephemera glaucops* est rare et localisée. Elle à été récoltée dans deux stations (MZ et C1 : 390 m d'altitude) en compagnie de *Potamanthus luteus*.

#### 4.6. Famille des *Potamanthidae* Jacobsen & Bianchi, 1905

La faune Nord-Africaine ne renferme qu'un unique genre : *Potamanthus* (THOMAS, 1998 ; BARBER-JAMES *et al.*, 2013), représenté par l'unique espèce *Potamanthus luteus* à distribution européenne et circumméditerranéenne, et connue d'Algérie (EATON, 1899 ; LESTAGE, 1925 ; LOUNACI, 1987; AÏT MOULOUD, 1988 ; GAGNEUR & THOMAS, 1988 ; LOUNACI-DAOUDI, 1996 ; MEBARKI *et al.*, 2017), du Maroc (DAKKI & EL AGBANI, 1983 ; BOUZIDI, 1989 ; BOUZIDI & GIUDICELLI, 1994 ; EL ALAMI, 2002 ; TOUABAY *et al.*, 2002) et de Tunisie (BOUMAÏZA & THOMAS, 1986 ; KORBAA *et al.*, 2009 ; ZRELLI *et al.*, 2015 ; ZRELLI *et al.*, 2016). (LAMINE, 2021).

*P. luteus* occupe la région la plus chaude du bassin méditerranéen. Il est décrit comme thermophile et caractéristique du potamal. Au Maroc, comme en Tunisie, cet élément est rare et localisé (Dakki & EL AGBANI, 1983 ; Dakki, 1987a ; ZRELLI *et al.*, 2015). Il habite principalement les rivières basses. Il est récolté dans l'oued Sébaou entre 500 et 10 m de hauteur.

D'après les investigations de SMAIL (2021), cet élément ~~est rare~~ et très rare il a été rencontré dans cinq stations entre 380 et 160 mètres d'altitude avec une faible densité de population. Il se mélange aux habitats du Piémont et de basse altitude, tolère les températures élevées et la présence de matière organique.

Dans nos récoltes, *Potamanthus luteus* est très rare et localisée. Nous avons récolté trois individus seulement à une seule station MZ (390 m) : petits cours d'eau à couvert végétale dense à écoulement de l'eau rapide à moyen coulant sur un substrat grossier.

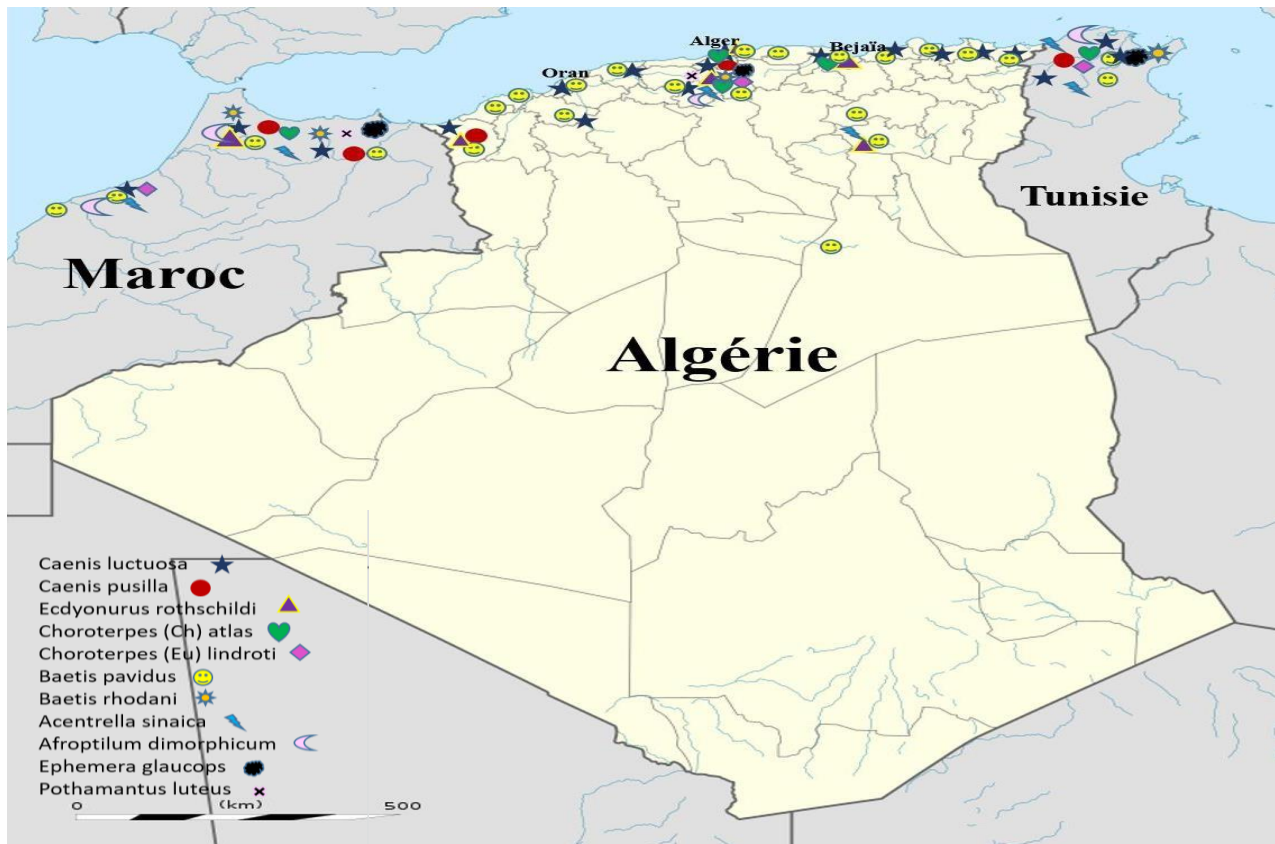


Figure 22 distribution géographique des éphéméroptères

## 5. Données biogéographiques

Bien que des problèmes de systématique persistent dans le groupe des Ephéméroptères, nos connaissances actuelles sur la répartition des espèces étudiées nous permettent de tirer quelques conclusions biogéographiques.

Le peuplement des Ephéméroptères Nord-africains est nettement paléarctique avec quelques rares éléments afro-tropicaux : le genre *Oligoneuriopsis* (absent dans nos récoltes) et le sous-genre *Euthraulius*. Les affinités biogéographiques sont plus marquées avec l'Europe Sud occidentale qu'avec les pays de l'Est du bassin méditerranéen. Son originalité est mise en évidence par la proportion d'endémiques élevée : 53,33%.

Sur les 11 Ephéméroptères identifiés spécifiquement, nous distinguons :

- Les endémiques Nord-africains, au nombre de 4 : *Ecdyonurus rothschildi*, *Choroterpes (Choroterpes) atlas*, *Choroterpes (Euthraulius) lindrothi* et *Afroptilum dimorphicum*
- Les espèces ouest-méditerranéennes, au nombre de 2 : *Baetis pavidus* et *Caenis pusilla*. Elles présentent une aire de répartition qui s'étend de façon plus ou moins large dans la partie Ouest de la Méditerranée

- Les espèces circumméditerranéennes, au nombre de 2 : *Caenis luctuosa* et *Potamantus luteus*. Ces deux espèces sont assez répandues dans le bassin méditerranéen. Elles couvrent l'Afrique du Nord, l'Europe méditerranéenne et le Proche-Orient.
- Les espèces européennes à vaste répartition, au nombre de 3 : *Acentrella sinaica*, *Baetis rhodani* et *Ephemera glaucops*. Elles couvrent l'Europe

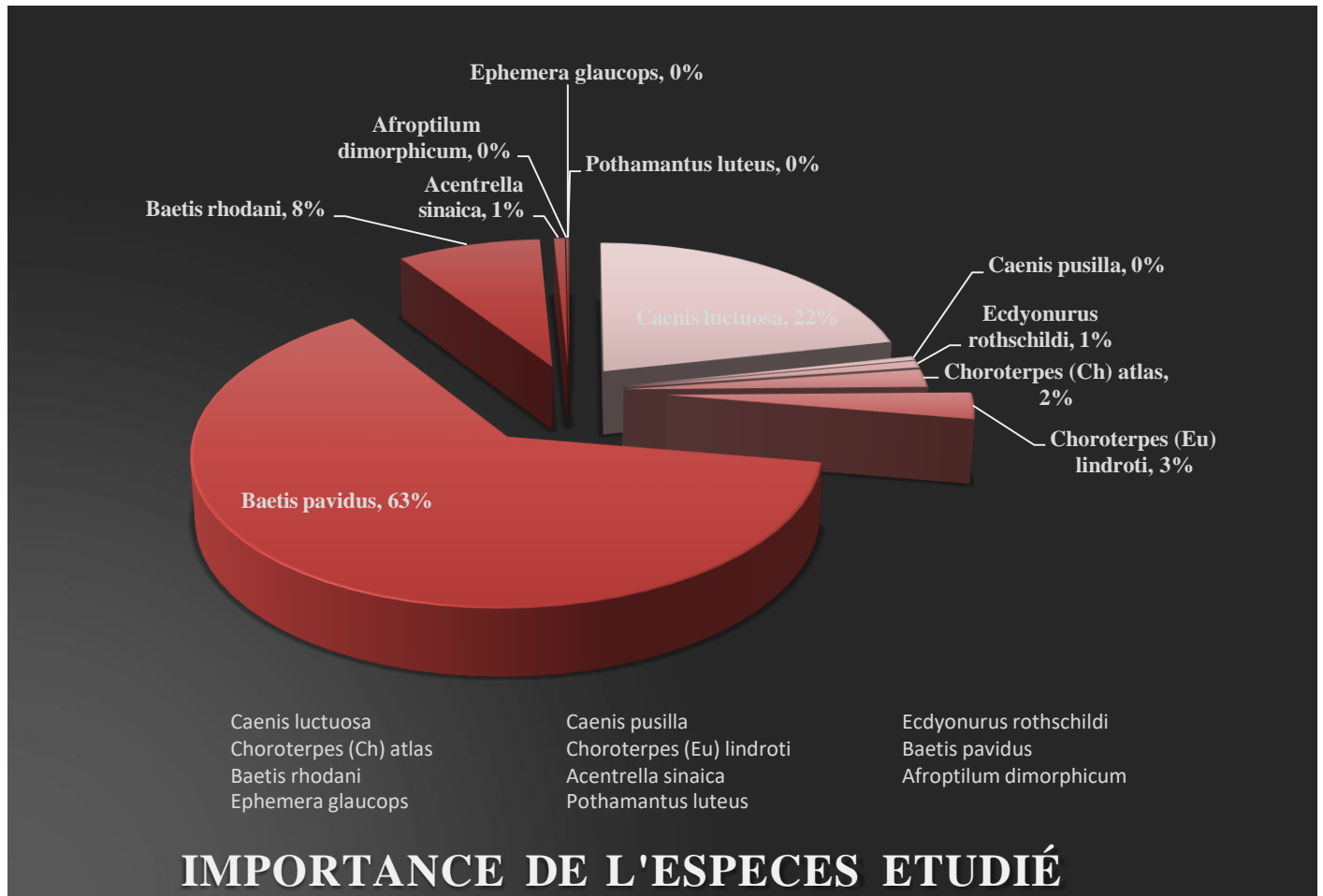


Figure 23 l'abondance des espèces

# Conclusion

L'objectif de ce travail était d'étudier les caractéristiques des écosystèmes lotiques et la distribution des éphéméroptères dans cours d'eau du réseau hydrographique Chiffa. Onze taxa appartenant à six familles et huit genres ont été recensés. Ils ont été collectés à 6 stations situées entre 100 m et 390 m d'altitude.

Les familles *Baetidae* et *Caenidae*, comptent 6 espèces chacune, sont de loin les plus diversifiées de l'ordre des Ephéméroptères identifiés. Quantitativement, elles constituent la majorité du peuplement. Il s'agit des familles les plus abondantes et les plus communes, avec 23617 individus au total soit 94.34 % de la population des éphéméroptères récoltés. Le reste du peuplement ne constitue qu'une très faible fraction.

La répartition longitudinale des éphémères le long des cours d'eau étudiés met en évidence l'importance de ce groupe dans les zones de moyenne montagne entre 100 et altitudes 390 m. La station la plus riche est Mouzaia (390 m) vu que c'est une station non atteinte par les perturbations anthropiques présentant une végétation dense (ce qui le rend un habitat favorable des éphéméroptères), des eaux fraîches coulant sur un substratum grossier. Au contraire, les stations de basses altitudes hébergent très peu d'espèces.

La faune éphémère recensée dans ce travail est composée essentiellement d'éléments endémiques, sur les 11 espèces identifiées spécifiquement 4 (soit 37 %) sont endémiques Nord-Africaine : *Ecdyonurus rothschildi*, *Choroterpes (Choroterpes) atlas*, *Choroterpes (Euthraulus) lindrothi* et *Afroptilum dimorphicum* - Un des objectifs ultérieurs est de multiplier les travaux pour élaborer un indice biologique applicable aux cours d'eau d'Algérie.

Les données restent encore fragmentaires concernant ces insectes susceptibles d'être utilisées comme bioindicateurs, ceci nous amène à multiplier les prospections sur tout le territoire national.

# **Référence bibliographique**

# Liste de bibliographique

- **A.P.N.A. (2006).** (Atlas des parcs nationaux algériens). Direction Générale des Forêts, Parc national de Théniet ElHad. Imprimerie Ed-Diwan, 98 p.
- **Abdaoui A., El Alami & Ghamizi. 2010.** Diversité et distribution des Baetidae (Insecta, Ephemeroptera) du Parc National de Toubkal (Haut Atlas, Maroc). O. Himmi (Ed.). Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat. 47, Tome I, 1-2- 4
- **AÏT MOULOUD S. 1988.** Essais de recherches sur la dérive des macro-invertébrés dans l'oued Aïssi : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse de Magister. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. Institut des Sciences de la Nature, d'Alger, Algérie, 118 p
- **Alba–Tercedor J. & El Alami M. 1999.** Description of the nymphs and eggs of *Acentrella almohades* sp.n. from Morocco and southern Spain (Ephemeroptera: Baetidae). *Aquatic insects*, 21(4) : 241-247.
- **Alia, Z., & Didi, O. E. H. M. (2012).** Etude des rongeurs de la région du Souf : Inventaire et caractéristiques biométriques.
- **Amiri N., 2015** – Analyse de la flore du Parc National du Djurdjura, Mémoire de Master. Université A. MIRI-Bejaia, 21p.
- **Angelire et al., 1985** . Angelier, E., Angelier, M. L., & Lauga, J. (1985). Recherches sur l'écologie des Hydracariens (Hydrachnellae, Acari) dans les eaux courantes. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol.21, No. 1, pp. 25-64)..
- **ANONYME, 2000.** Plan de gestion I. periode quinquennale 2000-2005. parc national de Chréa. 160p.
- **ARAB A. 1989,** Etude des peuplements d'invertébrés et de poissons appliquée à l'évaluation de la qualité des eaux et des ressources piscicoles des oueds Mouzaia et Chiffa. Thèse Magister, U S T H B, Alger, 139 p.
- **ARAB A., 2004** – Recherches faunistique et écologique sur les réseaux hydrographiques du Chelif et du bassin du Mazafran. Mém. Doc. Univ. Sci. Techn. H. boumediene. Alger. 174 p.
- **ARAB A., 2004,** Recherches faunistique et écologique sur les réseaux hydrographiques du Chelif et du bassin du Mazafran. Mém. Doc. Univ. Sci. Techn. H. boumediene. Alger. 174 p.
- **BAGNOULS & GAUSSEN (1953). BAGNOULS F., & GAUSSEN ., 1953** – Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. soc. Hist. Nat. Toulouse*, **88** : 193-239
- **Barbault R., Hindar K., Sepkoski J. J., Slatkin M., Michalakis Y., Schaal, B., Loreau M. 1995.** Generation, Maintenance and loss of biodiversity
- **BARBER-JAMES, H., SARTORI, M., GATTOLLIAT, J.L. & WEBB, J. (2013).**— World checklist of freshwater Ephemeroptera species.
- **Bauernfeind E & Soldan T. 2012.** The Mayflies of Europe (Ephemeroptera). *Freshwater Reviews* , 5: 169-170
- **Bebba N. 2017.** Impacte des paramètres environnementaux et distribution spatio-temporelle des Ephéméroptères dans les Oueds de Biskra et Batna. Thèse de Doctorat. U FA S. 198 p.
- **Bebba N., Arab A., Arigue S.F. & El Alami M. 2015.** Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algérie). *Journal of Materials Environment Science*, 6



(4) : 1164-1177.

- **Bebba N., Arab A., Arigue S.F. & El Alami M. 2015.** Etude mésologique et Biotypologique du peuplement des Ephéméroptères de l'oued Abdi (Algérie). *Journal of Materials Environment Science*, 6 (4) : 1164-1177.
- **BEBBA, N. (2017).** Impact des paramètres environnementaux distribution spatio-temporelles des Ephemeropteres dans les oueds de Biskra et Batna doctorat en sciences Université Ferhat Abbas Sétif 1. 50 55 p
- **Ben moussa A., Chahlaoui A., Rour E. & Chahboune M. 2014.** Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des eaux superficielles de l'oued khoumane. Moulay Idriss Zerhoun, Maroc. *J. Mater. Environ. Sci*, 5 (1) :183-198.
- **BENHADJI N. 2020.** Caractérisation taxonomique, phylogénétique des Ephéméroptères Schistonotes du bassin versant de la Tafna (Ouest algérien). These de doctorat. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEM. 135p.
- **BERRAHOU A., CELLOT B., & RICHOUX P., 2001** – Distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc), *Ann. Limnol.* **37 (3)** : 223-235.
- **BERRAHOUA.CELLOTB & RICHOUXP.,2001,** Distribution longitudinale des macroinvertébrés benthiques de la Moulouya et de ses principaux affluents (Maroc),*Ann.Limnol.* **37 (3)**: 223-235.
- **Bogoescu, C. (1931):** Une nouvelle espèce d'Acentrella Bgtss. -A. sinaica n. sp. - Bull. sect. Sei. acad. Roum. 14: 197.
- **BOULUNIER T., NICHOLAS J.D., 1998.** Estimating species richness : the importance of heterogeneity in species detectability. The ecological society of America: 1018. *Ecology* **73 (3)**.
- **Boumaiza M. & Thomas A.G.B. 1986.** Répartition et écologie des Ephéméroptères de Tunisie (1ere partie) (Insecta, Ephemeroptera). *Archs.Inst. Pasteur Tunis*, **63(4)**: 567-599.
- **BOUMAIZA M., & THOMAS A., 1995** – Distribution and ecological limits of Baetidae vs the other mayfly families in Tunisia : a first evaluation (Insecta, Ephemeroptera). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, **131** : 27-33.
- **BOUMAIZA M., 1994** – Recherches sur les eaux courantes de Tunisie : faunistique, écologie et biogéographie. Thèse Docteur ès-sciences, Univ. Tunis II : 429 p.
- **BOUZIDI A., & GUIDECCELLI J., 1994** – Ecologie et distribution spatiale des macroinvertébrés des eaux courantes du Haut Atlas marocain. *Rev. Fac. Sci. Marrakech*, **8** : 23-43.
- **BOUZIDI A., & GUIDECCELLI J., 1994** – Ecologie et distribution spatiale des macroinvertébrés des eaux courantes du Haut Atlas marocain. *Rev. Fac. Sci. Marrakech*, **8** : 23-43.
- **BOUZIDI A., 1989** – Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut-Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'Etat, Fac. Sc. Tech. St. Jérôme, Université d'Aix-Marseille III : 190 p.
- **BOUZIDI A., 1989** – Recherches hydrobiologiques sur les cours d'eau des massifs du Haut-Atlas (Maroc). Bio-écologie des macroinvertébrés et distribution spatiale des peuplements. Thèse d'Etat, Fac. Sc. Tech. St. Jérôme, Université d'Aix-Marseille III : 190 p

- **Brittain JE. 2008.** Mayflies, biodiversity and climate change in Hauer FR ; Stanford JA ; Newell RL. (eds.), International advances in the ecology, zoogeography and systematics of mayflies and stoneflies. University of California, Publications in Entomology, 128, 1-14.
- **Brulin M. 2007.** Du côté des Éphémères : gros plan sur les *Caenis*. *Insectes*, n° 144 : 29-33.
- **Cédric H. & Gaëlle H. 1999.** Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères : systématique, écologie, biologie et répartition. Université de la Réunion, maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes : 59 p.
- **Cédric H. & Gaëlle H. 1999.** Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères : systématique, écologie, biologie et répartition. Université de la Réunion, maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes : 59 p.
- **Cédric H. & Gaëlle H. 1999.** Bilan bibliographique de deux ordres de larves d'insectes aquatiques, les Ephéméroptères et les Trichoptères : systématique, écologie, biologie et répartition. Université de la Réunion, maîtrise de biologie des populations et des écosystèmes : 59 p.
- **CHESSMAN, B.C., (1995).**— Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates : a procedure based on habitat-specific sampling, family level identification and a biotic index. *Aust. J. Ecol.* 20: 122-129.
- **Clifford HF. 1982.** Life cycles of mayflies (Ephemeroptera), with special reference to voltinism. *Quaestiones Entomologicae*, 18, 1-4, 15-90.
- **Consiglio, C. (1957).** Contributo alla conoscenza dei Plecotteri di Sardegna. *Memorie della Società Entomologica Italiana*, 36, 31-44.
- **Consiglio, C. (1980).** Plecotteri, Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. CNR, Roma, Italy.
- **DAJOZ R., 2000** – Précis d'écologie 7<sup>e</sup> Edition. Dunod ; Paris, 615 p.
- **Dakki M. 1986 a.** — Recherches hydrobiologiques sur le haut Sebou (Moyen-Atlas) : une contribution à la connaissance faunistique, écologique et historique des eaux courantes sud-méditerranéennes. Doctorat d'état es-Sciences en écologie, Fac. Se. Rabat : 214 p.
- **DAKKI M., & EL AGBANI M.A., 1983** – Éphéméroptères d'Afrique du Nord. 3. – Éléments pour la connaissance de la faune marocaine. *Bull. Inst. Scient. Rabat*, 7 : 115-126.
- **DAKKI M., & GIUDICELLI J., 1980** – Éphéméroptères d'Afrique du Nord. 2. – Description d'*Oligoneuriella skoura* n. sp. Et d'*Oligoneuriopsis skhounaten*. sp. Avec notes sur leur écologie (Ephem., Oligoneuridae). *Bull. Inst. Scient. Rabat*, 4 : 13-28.
- **DAKKI M., & THOMAS A.G.B., 1986** – *Rhithro genaayadin*. sp., Éphéméroptère nouveau du Moyen Atlas marocain (Heptageniidae). *Annls Limnol.*, 22(1):27-29.
- **DAKKI M., 1987** – Ecosystèmes d'eau courante du Haut. Sébou (Moyen Atlas) : études typologiques et analyses écologiques et biogéographiques des principaux peuplements entomologiques. Travaux de l'Institut Scientifique, Rabat, *Série Zoologie*, 42 : 99 p.
- **De Pauw, N., Vanhooren, G. (1983)** Method for biological quality assessment of water courses in Belgium. *Hydrobiologia*, 100, 153–168.
- **Demoulin, G. (1981).** Ephéméroptères. Editions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique

- **Djemali NH. & Rahal SY.(2019)**, Les macroinvertébrés benthiques de quelques ruisseaux du parc National d'EIKala : structure, diversité et qualité biologique de l'eau, memoire de master, U M K B, 20p.
- **EATON A.E.** List of Ephemeridaeitherto observed in Algeria, with localities, Entomologist`s mon Mag 1899, 35,4-5.
- **Eaton, A.E. 1899.** An annotated list of the Ephemeridae of New Zealand. Trans. Entomol. Soc. London : 285–293.
- **Edmunds, G.F. & McCafferty, W.P. (1988).** The mayfly subimago. Annual Review of Entomology 33: 509-529.
- **EL AGBANI M.A., DAKKI M., & BOURNAUD M., 1992** – Etude typologique du Bou Regreg (Maroc) : lesmilieux aquatiques et leurs peuplements macroinvertébrés. *Bull. Ecologie*, **23 (1/2)** : 103-113.
- **El Alami M. 2002.** Taxonomie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères du Rif (Nord du Maroc). Thèse deDoctorat. Université Abdelmalek Essaadi. Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc, 402p.
- **El Alami M. 2002.** Taxonomie, écologie et biogéographie des Ephéméroptères du Rif (Nord du Maroc). Thèse deDoctorat. Université Abdelmalek Essaadi. Faculté des Sciences, Tétouan, Maroc, 402p.
- **El Alami M. et Dakki M.1998.** Peuplements d'Ephéméroptères et de Trichoptères de l'Oued Laou (Rif Occidentale, Maroc): distributions longitudinale et biotypologie. Bulletin de l'Institut Scientifique de Rabat, 21 : 58-59.
- **El Alami M., Dakki M., Errami M., Alba-Tercedor J. 2000.** Nouvelles données sur les Baetidae du Maroc (Insecta : Ephemeroptera ). *Zool. Baetica*.11 (3) : 105-113.
- **EL MEZDI Z., & GIUDICELLI J., 1987** – Etude d'un écosystème limnique peu connu : les Khettaras de larégion de Marrakech (Maroc) – Habitats et peuplements. *Sci. Eau*, **6 (3)** : 281-297.
- **Elouard J.M., Gattolliat J.L., Sartori M., Oliarinony R. 2001.** Ordre des Ephéméroptères. Laboratoire deRecherche sur les Systèmes Aquatiques et leur Environnement : 77-81.
- **Elouard, J.-M & Sartori, Michel &Gattolliat, Jean-Luc &Oliarinony, Ranalison. (2001).** Ordre desEphéméroptères.
- **Elouard, J.-M & Sartori, Michel &Gattolliat, Jean-Luc &Oliarinony, Ranalison. (2001).** Ordre desEphéméroptères.
- **FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVAUX J. & HEMPTINNE J.L., 2003** – Ecologie approchescientifique et pratique 5<sup>e</sup> Edition TEC et DOC, 407 p.
- **GADEAU DE KERVILLE H.1908**, voyage zoologique en Khroumrie (Tunisie). *Baillièreetfils*, 316 p. + 30 pl .Paris.
- **GAGNEUR G; THOMAS AGB; VITTE B. 1985.** Première citation d'une espèce du genre *Paraleptophlebia*en Afrique du Nord: *P. cincta*(Retzius, 1783) et son écologie (Ephemeroptera, Leptophlebiidae). Bulletin de la Sociétéd'Histoire Naturelle de Toulouse 121:141-143.
- **Gagneur J. & Thomas A.G.B., 1988.** Contribution à la connaissance des Ephéméroptères d'Algérie. I.-

Répartition et écologie (1ère partie) (Insecta, Ephemeroptera). Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 124: 223

- **GAGNEUR J., & THOMAS A.G.B., 1988** – Contribution à la connaissance des Éphéméroptères d'Algérie. I. – Répartition et écologie (1ère partie) (Insecta Ephemeroptera). Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse, 124 : 213-223.
- **Gattolliat J.L. 2002**, Etude systématique cladistique et biogéographique des Baetidae (Ephéméroptera) demadagascar, Thèse de doctorat, Université de Lausanne, 19-22p.
- **Gattolliat J.L., Cavallo E., Vuataz L. et Sartori M. 2015**. DNA barcoding of Corsican mayflies (Ephemeroptera) with implications on biogeography, systematics and biodiversity. *Arthropod systematics & phylogeny*, 73 (1): 3 -18.
- **Gattolliat J.L., Cavallo E., Vuataz L. et Sartori M. 2015**. DNA barcoding of Corsican mayflies (Ephemeroptera) with implications on biogeography, systematics and biodiversity. *Arthropod systematics & phylogeny*, 73 (1): 3 -18.
- **Gattolliat, J. L., & Sartori, M. 2000b**. Guloptiloides: an extraordinary new carnivorous genus of Baetidae (Ephemeroptera). *Aquatic Insects*, 22(2), 148-159.
- **Gattolliat, J.-L. & Sartori, M. (2000b)**. Guloptiloides: an Extraordinary New Carnivorou Genus of Baetidae(Ephemeroptera). *Aquatic Insects* 22: 148-159.
- **GAUTHIER H.** --- Recherche sur la faune des eaux continentales de l' Algérie et de la Tunisie. Minerva, 1928, 419 p + 1 pl + 1 carte. Alger.
- **Genin, B., Chauvin, C., & Ménard, F. (2003)**. Cours d'eau et indices biologiques:
- **GIUDICELLI J., & DAKKI M., 1984** – Les sources du Moyen-Atlas et Rif (Maroc) : faunistique (description de deux espèces de Trichoptères), écologie, intérêt biogéographique. *Bijd. Dierk.*, 54 (1) : 83-100.
- **Grall, J., & Coic, N. (2005)**. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier. 2006-Ifremer DYNECO. VIGIES/06-13/REBENT.
- **Guerold, F., Vein, D., & Jacquemin, G. (1991)**. Les peuplements d'éphéméroptères de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : Première approche. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 4(3), 299-314
- **Guerold, F., Vein, D. & Jacquemin, G. (1991)**. Les peuplements d'éphéméroptères de plécoptères et de trichoptères des ruisseaux acides et non acides du massif vosgien : première approche. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science*, 4(3), 299-314.
- **GUYOT G., 1999** – Climatologie de l'environnement. 2e Edition Dunod, Paris, 525 p.
- **Halimi, A. (1980)**. *L'Atlas Blidéen : Climats et étages végétaux*. Office des publications universitaires
- **HAMAIDI, F., HAMAIDI, M. S., GUETARNI, D., Saidi, F., & MOHAMED, S. R. (2008)**. Rotifères de l'Oued Chiffa (Algérie). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat*, (30), 19-27.
- **Hamzaoui, D. (2009)**. Impact des changements climatiques sur la répartition de la macrofaune benthique de l'Oued Saoura (wilaya de Béchar).
- **HAOUCHINE S. 2011**, Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des

cours d'eau de Kabylie, mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri de Tizi ousou, 52p.

- **Haouchine, S. (2011).** Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de Kabylie
- **Harireche M. et OUARTI S., 2016-** Inventaire taxonomique et biodiversité de quelques biotopes de l'Atlas Blidéen (Parc national de Chréa). Thèse de master. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.
- **Hynes, 1970 ; HYNES H.B.N., 1970** – The ecology of running waters. Liverpool University Press, Liverpool: 555p.
- **Jacobsen C. G., Bianchi V. L., 1905.** (ephemeroptera in) orthoptera and pseudoneuroptera of russian-empire, petrogard.
- **Jacquemin G. 2001.** Les Ephéméroptères en Lorraine. Etat de l'inventaire, Utilisation comme bio-indicateurs, Préservation. (INSECTA, EPHEMEROPTERA). Biologie des Insectes, Laboratoire Biologie expérimentale-Immunologie, Université H. Poincaré, Nancy 1.
- **Khadri O., EL Alami M., EL Bazi R. & Slimani M. 2017.** Ephemeroptera's diversity and ecology in streams of the ultramafic massif of Beni Bousera and in the adjacent non ultramafic sites (NW, Morocco). Journal of Materials and Environmental Sciences , 8 (10) : 3508-3523.
- **Korbaa M., Bejaoui M & Boumaïza M. 2009.** Variation spatio-temporelle de la structure de l'Ephéméroptérofaune dans l'oued Sejenane (Ichkeul, Tunisie septentrionale). Revue des sciences de l'eau, 22 (3) : 373–381.
- **Korbaa M., Bejaoui M & Boumaïza M. 2009.** Variation spatio-temporelle de la structure de l'Ephéméroptérofaune dans l'oued Sejenane (Ichkeul, Tunisie septentrionale). *Revue des sciences de l'eau*, 22 (3) :373–381.
- **Koss, R.W. (1970).** Ephemeroptera eggs: sperm guide morphology and adhesive layer formation. Transactions of the American Microscopic Society 89: 295-299.
- **Koss, W.K. (1973).** The significance of the egg stage to taxonomic and phylogenetic studies of Ephemeroptera. In:
- **LAFONT, 1983 ., LAFONT M., 1983** – Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises (Annélides et Oligochètes). *Bull. Mens. Soc. Lin.* Lyon, **52 (4)** : 104-135.
- **LAMINE S. 2021,** Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Ephéméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura, these de doctorat, université mouloude mammeri tizi-ousou, 59-60p.
- **Laplace-Treytore, C., Barbe, J., Dutartre, A., Druart, J., Rimet, F., & Anneville, O. (2009).** Protocole standardisé d'échantillonnage, de conservation, d'observation et de dénombrement du phytoplancton en plan d'eau pour la mise en œuvre de la DCE: version 3.3.1 limnologie.paris, p151 Pollution, méthodes, IBGN. Educagri éditions
- **Lavandier, 1979 ; Lavandier P., 1979.** Ecologie d'un torrent pyrénéen de haute montagne : l'Estaragne. Thèse de Doctorat d'Etat. Univer Paul Sabatier Toulouse : 523 p.
- **LESTAGE J.A. ---** Ephéméroptères, Plécoptères et Trichoptères recueillis en Algérie par M.H. Gauthier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. HIST. nat. Afr. N.*

1925, 16, 8-18.

- **Lestage J.A. 1925.** Ephéméroptères, plécoptères et trichoptères recueillis en Algérie par M.H Gauthier et liste des espèces connues actuellement de l'Afrique du Nord. Extrait du bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, Tome 6 : 8-18.
- **Lounaci A. 2014.** Diversité de la faune macro-invertébré benthique d'Algérie. 4ème Congrès Franco-Maghrébin de Zoologie & 5èmes Journées Franco-Tunisiennes de Zoologie Korba –Tunisie. 9 p.
- **Lounaci A., 1987.** Recherches hydrobiologique sur les peuplements d'invertébrés du bassin de l'oued Aissi (Grande Kabylie). Thèse U.S.T.H.B, Alger: 113 p.
- **LOUNACI A., 2005** – Recherches sur la faunistiques, l'écologie et la biogéographie des macroinvertébrés descours d'eau de Kabylie (Tizi Ouzou, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mouloud Mammeri. Tizi- Ouzou, 209 p.
- **LOUNACI A., BROSSE S., AITMOULOU D., LOUNACI-DAOUDI D., MEBARKI N. & THOMAS A., 2000 (b),** Currentknowledge of benthicinvertebratediversity in anAlgerian stream : aspecies check list of the Sebaou Riverbasin (Tizi-ouzou). *Bull. Soc.Hist.Nat. Toulouse*, 136: 43-55.
- **Lounaci, A., & Vinçon, G. (2005).** Les Plécoptères de la Kabylie du Djurdjura (Algérie) et biogéographie desespèces d'Afrique du Nord (Plecoptera). *Ephemera*, 6(2), 109-124.
- **LOUNACIA.,1987**–Rechercheshydrobiologiquesurlespeuplements d'invertébrésbenthiques du bassin de l'ouedAissi (Grande Kabylie). Thèse Magister, Univ. Alger :133 p.
- **Lounaci-Daoudi D. 1996.** Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatique du réseau hydrographique de Sébaou. Thèse Magister, U M M T O.152 p.
- **LOUNACI-DAOUDI D., 1996** – Travaux sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des insectes aquatiques du réseau hydrographique du Sébaou. Thèse Magister, Univ Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou : 152 p.
- **Maamri, A., Pattee, E., Dolédec, S., & Chergui, H. 2005.** The benthic macroinvertebrate assemblages in the Zegzel-Cherraa, a partly-temporary river system, Eastern Morocco. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 41, No. 4, pp. 247-257). EDP Sciences.
- **Masselot G. & Brulin M. 1996.**Inventaire des Éphémères de France. Protection de l'environnement. Insectes. 103 : 7- 9
- **MEBARKI M., 2001** – Etude hydrobiologique de trois réseaux hydrographique de Kabylie (ParcNationalduDjurdjura,ouedSébaouetoued Boghni) :faunistique, écologie et biogéographie desmacroinvertébrés benthiques. ThèsedeMagister. UniversitéMouloudMammeri. Tizi-Ouzou, 178 p.
- **Mebarki, D., Belhaouari, B., Achour, T., Branine, A., 2017.** L'utilisation des macroinvertébrés benthiques et des macrophytes pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau de l'oued Chlef, Benzina et Si Bachir. *Revue des BioRessources*.
- **Meddour R., 1994** – Contribution à l'étude phyto sociologique de la portion centro oriental du parc national de Chréa. Essai d'interprétation synthétique de végétation de l'Atlas Blidéen, mémoire de Magister. Agro. I.N.A. ElHarrach, Algie, 330.
- **Meddour, R. 2002.** Bioclimats, e'tages et se'ries de ve'ge'tation de l'Atlas Blide'en (Alge'rie). *Phytocoenologia*, 101-128.
- **Minshall, 1984.** MINSHALL G.W., 1984 – Aquatic insect substratum relationships. In 'the

ecology of aquatic insects'. Resh V.H. & Rosenberg D.M., Praeger, New York, 358-400 p.

- **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 Doct. Univ. Toulouse.
- **Nadjet, Bebbi & Majida, El Alami & Arigue, Soulef & Arab, A.. (2015).** Mesological and biotypological study of mayflies populating in abdiwadi (Algeria). *Journal of Materials and Environmental Science*. 6. 1164-1177.
- **NAVÂS L. 1929.** Insectes Névroptères et voisins de Barbarie (Septième série). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. H.*, 20 : 57-60.
- **Nechad I. & Fadil F. 2016.** Inventory and phenology of mayflies of the middle Atlas sources. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 9 (3) :130-142 p.
- **Nechad I. & Fadil F. 2016.** Inventory and phenology of mayflies of the middle Atlas sources. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 9 (3) :130-142 p.
- **Ouahsine H., Céréghino R. & Lavandier R. 1996.** Influence of temperature and macrophytes development on the larval population dynamics of *Epeorus sylvicola* Pict (Ephemeroptera) in a torrential river of the «Haut-Atlas de Marrakech» (Morocco). *Annls Limnol*, 32 (1): 27-31.
- **Pictet F.J. 1945.** Histoire naturelle générale et particulière des insectes névroptères. Famille d'Ephémérides. Kessmann & Cherbuliez, Genève.
- **RAMADE F. 2003.** Element d'écologie: Ecologie fondamentale. 3ème edition. Dunod. Paris: 190 p.
- **RAMADE F., 1984** – Eléments d'écologie : écologie fondamentale. *Edition Graw-Hill*, Paris, 397p.
- **Ramade, F. (2003).** Elément d'écologie (écologie fondamentale) 4ème : Dunod, paris. 704 p. review. *Environmental Monitoring Assessment*, 45-61
- **RICHOUX, 1982 ; RICHOUX P., 1982** – Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. Coléoptères aquatiques. *Bull. Mens. Soc. Linn.*, Lyon, 55 (6) : 201-224.
- **RODIER J., 1996.** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8° Edition Dunod, Paris, 1383 p.
- **Rodier, J., Legube, B., Merlet, N, 2009.** L'Analyse de l'Eau. 9è édition. Dunod : Paris. 1579 pp.
- **Rosenberg, D., Resh, V., 1993.** Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.
- **Roth M. 1980.** Initiation à la morphologie, la systématique et la biologie des insectes. Ed. Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Paris : 259 p.
- **Sbargoud, s. 2013.** Validité de l'application de la méthode de vulnérabilité DRASTIC à l'étude de la pollution par les nitrates dans la Mitidja (Nord d'Algérie). National Institute of Agronomic Research of Algeria (INRAA). 3-4p.
- **SCRIMGEOUR, G.J., PROWSE, T.D., CULP, J.M. & CHAMBERS, P.A. (1994).**— Ecological effects of river ice break-up: a review and perspective. *Freshwater biology*. 32: 261-275.
- **Sellam N., Viñolas A., Fatah Z & Moulai R. 2016.** L'utilisation des Coleoptera, Ephemeroptera et Diptera comme bioindicateurs de la qualité des eaux de quelques Oueds en Algérie. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 80 : 47-56.

- **SMAIL L. 2021.** *Recherche sur la faunistique, l'écologie et la biogéographie des Éphéméroptères, Plécoptères, Trichoptères et Coléoptères Hydraenidae et Elmidae des cours d'eau de la Kabylie du Djurdjura* (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERRI Tizi-Ouzou).
- **Soldan T. & Gagneur J. 1985.** *Ecdyonurus rothschildi* Navás, 1929 : description de la larve (Ephemeroptera, Heptageniidae) . *Annts Limnol*, 21 (2): 141-144.
- **Soldan T. & Thomas A.G.B. 1985.** *Centoptilum dimorphicum* sp. n., a new species of mayfly (Ephemeroptera, Baetidae) from Algeria. *Acta ent. Bohemoslov*, 82:180-186.
- **SOLDAN T. ET THOMAS A. G. B. 1983,** New and little-known species of mayflies (Ephemeroptera) from Algeria. *Acta ent. Bohemoslov*, 80, 356-376 .
- **TACHET et al. 1980; TACHET H., BOURNAUD M., et RICHOUX PH., 1980** – Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. Association française de limnologie : 158 p.
- **Tachet, H & Richoux, P & Bournaud, M & Usseglio-Polatera, P. 2000.** *Invertébrés d'eau douce : Systématique, Biologie, écologie.* CNRS Editions. Paris. France, 588p.
- **Tachet, H., Bournaud, M., Richoux, P.(1980).** introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces. 4 e. m<sup>e</sup> l'association française de
- **Tachet, H., Richoux, P., Bournaud, M., Usseglio-polatera, P., 2006.** *Invertébrés d'eau douce : Systématique, biologie et écologie.* Cnrs édition, Paris.
- **THOMAS A. & BOUZIDI A., 1986** – Trois Éphéméroptères nouveaux du Haut Atlas marocain (Heptageniidae, Baetidae, Leptophlebiidae). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, 122:07-10.
- **THOMAS A. & MOHATI A., 1985** – *Rhitrogena ourikan* sp., Éphéméroptère nouveau du Haut Atlas marocain (Heptageniidae). *Annl's Limnol.*, 21 (2): 145-148.
- **THOMAS A. & LOUNACIA. 1989** – Compléments et corrections à la faune des Éphéméroptères d'Afrique du Nord. 4.- Les stades ailés de *Baetis punicus* Thomas, Boumaiza et Soldan, 1983 (Baetidae). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 125: 27-29.
- **Thomas, 1981 ; Thomas A.G.B., 1981.** Travaux sur la taxonomie, la biologie et l'écologie d'insectes torrenticoles du Sud Ouest de la France (Éphéméroptères et Diptères : Dixidae, Cecidomiidae, Rhagionidae et Athericidae), avec quelques exemples de perturbations par l'homme. Thèse de Doctorat d'Etat. Univer Paul Sabatier Toulouse : 330 p.
- **THOMAS, A. G. B. 1998.** A provisional checklist of the mayflies of North Africa (Ephemeroptera). *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 134: 13-20.
- **Thomas, A. G. B., & Vitte, B. (1988).** Compléments et corrections à la faune des Éphéméroptères d'Afrique du Nord. 1. Le genre *Choroterpes* Eaton, sensu stricto (Ephemeroptera). In *Annales de limnologie* (Vol. 24, No. 1, pp. 61-65). EDP Sciences.
- **THOMAS A.G.B. VITTE B. & SOLDAN T., 1987** – *Rhithrogena ryszardii* sp., Éphéméroptère nouveau du Moyen Atlas (Maroc) et redescription de *Rh. Soteria* Navás, 1917 (Heptageniidae). *Annl's Limnol.*, 23 (3): 169-177.
- **TOUABAY M., AOUAD N., & MATHIEU J., 2002** – Etude hydrobiologique d'un cours d'eau du Moyen Atlas: l'oued Tizguit (Maroc). *Annales de Limnologie*, 38 (1): 65-80.
- **TRENOUS J. Y., 1961.** Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine de la Mitidja. Thèse de



docteur 3<sup>o</sup> cycle. Université de Paris : 1-20 pp.

- **Velasco, J., Martinez, B., Suárez, M., & Vidal-Abarca, M. R. (1998).** Benthic organic matter dynamics in an intermittent stream in South-East Spain. *Archiv für Hydrobiologie*, 141(3), 303-320.
- **Verrier M.L. 1956.** Biologie des Ephémères. Librairie Arand Colin.103, Boulevard Saint Michel, Paris. 213 p.
- **Vinçon, G., & Thomas, A. G. B. (1987).** Etude hydrobiologique de la Vallée d'Ossau (Pyrénées-Atlantiques). I. Répartition et écologie des Ephéméroptères. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 23, No. 2, pp. 95-113). EDP Sciences.
- W.L. Peters & J.G. Peters (Eds), Proceedings of the First International Conference on Ephemeroptera. pp. 73-78. BRILL, E.J., Leiden.
- **Washington, H. G. (1984).** Diversity, biotic and similarity indices : a review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water research*, 18(6), 653-694.
- **Yasri, N. (2009).** Diversité, écologie et biogéographie des macroinvertébrés de quelques affluents du Mazafran. Mémoire de Magister, U.S.T.H.B. Alger, 96 p.
- **Yasri-Cheboubi, N. 2018.** *Recherches sur la faunistique, l'écologie et la zoogéographie des plécoptères d'Algérie*, Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri, 4p.
- **Zougaghe, F., & Moali, A. (2009).** Variabilité structurelle des peuplements de macro-invertébrés benthiques dans le bassin versant de la Soummam (Algérie, Afrique du Nord). *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 64(4), 309.
- **Zrelli S., Bejaoui M., Korbaa M. & Boumaiza M. 2006.** First record of the genus *Brachycercus* Curtis, 1834 in Tunisia (Ephemeroptera, Caenidae). Laboratoire d'Hydrobiologie Littorale et Limnique. Faculté de Sciences de Bizerte. 7021 JARZOUNA (Tunisie), 17 : 91-92.
- **Zrelli S., Bejaoui M., Boulaaba S. & Sartori M. 2015.** Description et répartition de *Potamanthus luteus* Linnaeus 1767 (Ephemeroptera, Potamanthidae) en Tunisie. *Faunistic Entomology*, 68 : 223-228.
- **Zrelli S., Bejaoui M., Boulaaba S. & Sartori M. 2015.** Description et répartition de *Potamanthus luteus* Linnaeus 1767 (Ephemeroptera, Potamanthidae) en Tunisie. *Faunistic Entomology*, 68 : 223-228.
- **Zrelli S., Boumaiza M., Bejaoui M., Gattolliat J.L. & Sartori M. 2016.** New data and revision of the Ephemeroptera of Tunisia. *Biol. Int. Wat. Suppl.*, (3) : 99-106.
- **Zrelli S., Boumaiza M., Bejaoui M., Gattolliat J.L. & Sartori M. 2016.** New data and revision of the Ephemeroptera of Tunisia. *Biol. Int. Wat. Suppl.*, (3) : 99-106.
- **ZRELLI, S., M. BOUMAÏZA, M. BEJAOU, J.L. GATTOLLIAT AND M. SARTORI. 2011a.** New reports of may flies (Insecta: Ephemeroptera) from Tunisia. *Revue suisse de Zoologie*, 118:3–11.
- **ZRELLI, S., M. SARTORI, M. BEJAOU AND M. BOUMAÏZA. 2011b.** *Rhithrogenasartorii*, a new may fly species (Ephemeroptera: Heptageniidae) from North Africa. *Zootaxa*, 3139:63–68.

## Résumé :

Les travaux de recherche menés dans le cadre de ce mémoire visent à réaliser une analyse écologique et biogéographique des éphéméroptères au niveau de l'oued Chiffa. Ils ont été prélevés sur 6 sites entre 100 et 390 d'altitude. Les éphéméroptères recensés dans ce travail sont constitués de 2 533 individus, répartis en 6 familles et 11 espèces. Parmi eux, *Baetis Pavidus* à un net avantage, puisqu'il comprend 15 795 individus, représentant 62,97 % de l'abondance totale. Plus précisément, *Caenis luctuosa* s'est classé deuxième avec 5 700 individus, représentant 21,57 % de l'abondance totale. Quant à *pothamantus luteus*, il se classe dernier avec une abondance de 0.01% et compte seulement 3 individus. En termes de richesse spécifique, la station Mouzaia s'est classée première avec 6 819 individus et 11 espèces. En effet, les conditions environnementales de la station sont très favorables au développement de ce groupe d'insectes : végétation dense, eau très douce circulant dans un substrat grossier et hétérogène, absence d'intervention humaine. Sur le plan biogéographique, le peuplement inventorié est nettement paléarctique. Son originalité est mise en évidence par la proportion d'endémiques élevée.

Mots clés : Ephéméroptères, écologie, biogéographique, Chiffa, Mouzaia.

## Abstract :

The research work carried out within the framework of this dissertation aims to carry out an ecological and biogeographical analysis of the *ephemeroptera* at the level of certain tributaries of the hydrological network of Chiffa. They were taken from 6 sites between 100 and 390 altitude. The mayflies identified in this work consist of 2,533 individuals, divided into 6 families and 11 species. Among them, *Baetis Pavidus* has a clear advantage, since it includes 15,795 individuals, representing 62.97% of the total yield. Specifically, *Caenis luctuosa* ranked second with 5,700 individuals, representing 21.57% of the total yield. As for *pothamantus luteus*, it ranks last with a score of 0.01% and has 3 individuals. In terms of number and species richness, the Mouzaia plant ranked first with 6,819 individuals and 11 species. Indeed, the environmental conditions of the station are very favorable to the development of this group of insects: dense vegetation, very fresh water circulating in a coarse and heterogeneous substrate, absence of human intervention. The *Baetis pavidus* cultivar is the most abundant. Species richness and abundance appear to be related to conductivity and height factors.

Keywords: *Ephemeroptera*, ecology, biogeographic, Chiffa, Mouzaia.

## الملخص

يهدف العمل البحثي الذي تم إجراؤه في إطار هذه الرسالة إلى إجراء تحليل بيئي وجغرافي حيوي للأجنحة الزائدية على مستوى روافد معينة للشبكة الهيدرولوجية لشيفا. تم أخذها من 6 مواقع بين ارتفاع 100 و 390. تتكون ذبابة مايو التي تم تحديدها في هذا العمل من 2533 فرداً، مقسمة إلى 6 عائلات و 11 نوعاً. من بينها، تتمتع *Baetis Pavidus* بميزة واضحة، حيث تضم 15.795 فرداً، يمثلون 62.97 % من إجمالي العائد. على وجه التحديد، احتلت *Caenis luctuosa* المرتبة الثانية حيث بلغ عدد أفرادها 5700 فرد، وهو ما يمثل 21.57 % من إجمالي العائد. أما بالنسبة لـ *pothamantus luteus*، فقد احتلت المرتبة الأخيرة بنسبة 0.01% ولديها 3 أفراد. من حيث العدد ونوع الأنواع، احتل نبات الموزية المرتبة الأولى بعدد 6819 فرداً و 11 نوعاً. وبالفعل، فإن الظروف البيئية للمحطة مواتية جداً لتطور هذه المجموعة من الحشرات: نباتات كثيفة، ومياه عذبة جداً تدور في طبقة خشن وغير متجانسة، وغياب التدخل البشري. صنف *Baetis Pavidus* هو الأكثر وفرة. يبدو أن ثراء الأنواع ووفرتها مرتبطان بعوامل التوصيل والطول.

الكلمات المفتاحية : ذبابة مايو، علم البيئة، الجغرافيا الحيوية، الشفا، موزايا.