

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie
Filière : Science Biologique
Spécialité/Option: Biodiversité et Ecologie des Zones Humide
Département: Ecologie et Génie de l'Environnement

**Thème : Contribution à l'étude des Odonates et macroinvertébrés
de Bouhamdane**

Présenté par : Nahli Chahrazed

Devant le jury composé de :

Présidente : Drif. F

M.C.B

Université de Guelma

Examinatrice : Messiad. R

M.A.A

Université de Guelma

Encadreur : Samraoui. Chenafi. F

Pr

Université de Guelma

Co-encadreur : Samraoui. B

Pr

Université d'Annaba

Juin 2016

Remerciements

Je remercie Dieu, pour la volonté et la force qu'il m'a donné pour terminer ce travail.

Je suis très reconnaissante envers tous les enseignants du parcours « zones humides » pour m'avoir formé durant mes 2 ans de master.

Mon respect et mes remerciements vont au Pr Samraoui Chenafi Farrah, pour sa bonté, ses encouragements, ses nombreux conseils et les recommandations qu'elle m'a donnés durant l'encadrement de ce mémoire. Un grand merci au Pr Samraoui Boudjema, le co-encadreur de ce travail pour m'avoir guidé, pour le temps précieux qu'il m'a accordé et pour m'avoir rendu fier d'être une écologiste.

Je remercie Mme Messiad. R, pour l'honneur qu'elle m'a fait de bien vouloir présider le jury.

Je remercie aussi Dr Drif. F, pour l'honneur qu'elle m'a fait en examinant ce travail.

Je remercie également les doctorants du laboratoire BCZH, et tout particulièrement Haiahem Dalé et Bouhalazineb.

Dédicasse

Je dédie ce travail

A mes chers parents pour leur amour, leur encouragement et leur soutien.

A mon fiancé Khaled qui m'a beaucoup aidé pendant les sorties et qui a toujours été présent pour moi.

A mes sœurs chéries, Leila, Habiba, Sabah et Hanene.

A mes chères cousines Meriem, Marwa et Nada.

A mes amies Bina, Imen et Marwa.

Sommaire

- Remerciements
- Dédicaces

Introduction.....1

Chapitre 1 : Généralités.

1.1. La métamorphose des insectes.....5

1.2 Les larves d'insectes.....5

1.3 Les différentes parties des larves d'insectes.....6

 1.3.1 Les branchies.....6

 1.3.2 Les fausse pattes.....7

 1.3.3 Les pièces buccales.....8

 1.3.4 Les segments abdominaux.....8

1.4 Les insectes adultes.....9

1.5 Les Odonates adultes.....9

 1.5.1 Le corps des odonates adultes.....9

 1.5.2 Les ailes des Zygoptères.....10

 1.5.3 Les ailes des Anisoptères.....11

Chapitre 2 : Biologie des espèces.

2.1 Définitions des macroinvertébrés.....14

 2.1.1 Les importants taxons des macroinvertébrés.....14

 2.1.1.1 Les non insectes.....14

 a) Les Mollusques.....14

b) Les Annélides	15
c) Les Acariens	16
2.1.1.2 Les insectes.....	16
a)Ordre des Hémiptères.....	16
b) Ordre des Coléoptère.....	17
c) Ordre des Ephéméroptères.....	19
d) Ordre des Diptères.....	20
e) Ordre des Odonates.....	21
2.2 Les vertébrés.....	28
- Les Amphibiens.....	28
2.3 Importance des macroinvertébrés.....	28
2.3.1 Les macroinvertébrés comme bio-indicateurs de la qualité des cours d'eau.....	29
2.3.2 Importance des odonates.....	29
2.4 Menaces des macroinvertébrés.....	30

Chapitre 3: Description générale du site d'étude.

3.1 Les zones humides de la Numidie Orientale.....	32
3.2 Importance des zones humides.....	32
3.2.1 Les cycles de l'eau locaux et mondiaux dépendent fortement des zones humides.....	32
3.2.2 Les co-avantages des zone humide.....	32
3.3 Définition d'une mare.....	33
3.4 Origines des mares.....	33
3.4.1 Origine naturelle.....	33
3.4.2Origine artificielle.....	33
3.5 Les différents types de mare.....	33

3.6 Intérêt des mares.....	35
3.6.1 Des réserves en eau appréciables.....	35
3.6.2 Une gestion de l'eau simplifiée.....	36
3.6.3 Un héritage culturel à conserver.....	36
3.7 Données climatiques de la Numidie.....	38
3.7.1 La température.....	38
3.7.2 Les précipitations.....	40
3.7.3 L'humidité.....	41
3.7.4 Le vent.....	42
3.8 Le bioclimat.....	42
3.8.1 Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен: Indice xérothermique de Gausсен.....	42
3.8.2 Détermination du Quotient pluviométrique et des étages bioclimatiques d'Emberger.....	44
3.9 Description de la zone d'étude (Madjen Belahriti).....	46

Chapitre 4 : Matériel et méthodes.

4.1 Matériel et méthodes.....	50
4.1.1 Sur le terrain.....	50
4.1.2 Au laboratoire.....	50
4.2 Méthode de travail.....	52
4.2.1 Le choix du site.....	52
4.2.2 L'échantillonnage.....	52
4.3 Les variables mesurées.....	54
4.3.1 La conductivité.....	54
4.3.2 La température.....	54

4.3.3 L'oxygène.....	54
3.3.4 Le pH.....	55
4.3.5 La turbidité.....	55
4.3.6 La profondeur de l'eau.....	55
4.4. Analyse de données.....	56
4.4.1 L'organisation d'un peuplement.....	56
4.4.2 La structure d'un peuplement.....	57

Chapitre 5: Résultats et discussion.

5.1 Influence des variables abiotiques.....	59
5.1.1 La température.....	59
5.1.2 La conductivité.....	60
5.1.3 L'assèchement.....	61
5.1.4 La profondeur.....	61
5.1.5 Le pH.....	62
5.1.6 L'Oxygène dissous.....	63
5.1.7 La turbidité.....	63
5.1.8. La salinité.....	64
5.2 Analyse des taxons faunistiques récoltés.....	65
5.3 Evolution mensuelle des taxa inventoriés.....	71
5.4 Variation temporelle de la richesse spécifique des macroinvertébrés.....	73
5.4.1 Evolution temporelle de l'abondance des insectes.....	75
5.5 Les indices de diversité.....	75
5.5.1 Indice de diversité de Shannon.....	75
5.5.2 Indice d'équitabilité.....	76
5.5.3 Indice de Margalaf.....	77

5.6 La richesse spécifique des Odonates adultes.....78

5.7 Discussion.....79

Conclusion.....80

- **Références bibliographiques**
- **Résumés**

Liste des figures

Chapitre 1: Généralités

Figure (01) la forme la plus courante d'une larve d'insecte.....	6
Figure (02) Branchies plumeuses des larves d'insectes.....	6
Figure (03) Branchies filamenteuses des larves d'insectes.....	7
Figure (04) fausses pattes de différentes larves d'insectes.....	7
Figure (05) Pièces buccales des larves d'insectes.....	8
Figure (06): Segments abdominaux des larves d'insectes.....	8
Figure (07) Corps d'une Odonate adulte.....	10
Figure (08): Les appendices anaux et les organes sexuels.....	10
Figure (09) Ailes de Zygoptères.....	11
Figure (10): Ailes d'Anisoptères.....	12

Chapitre 2: Biologie des espèces.

Figure (11) Coquilles de Gastéropodes.....	15
Figure (12) Vue générale d'un Hémiptère.....	17
Figure (13) Vue générale d'un adulte et d'une larve de coléoptère.....	18
Figure (14) Vue générale d'une larve d'Ephéméroptère.....	20
Figure (15) Vue générale des larves et nymphes de Diptères.....	21
Figure (16) Morphologie générale des larves d'odonates.....	22

Chapitre 3: Description générale du site d'étude.

Figure (17) Importance de la structure de la mare sur sa diversité écologique.....34

Figure (18) Moyenne mensuelle des températures.....39

Figure (19)Evolution des températures moyenne dans la région de Guelma (2002-2015).....39

Figure (20) Histogramme de l'évolution des précipitations moyenne dans la région de Guelma (2002-2015).....41

Figure (21): Humidité moyenne mensuelle pour la région de Guelma (station de Belkhir 2002-2015).....42

Figure (22) Diagramme ombrothermique de Gaussen pour la région de Guelma.....44

Figure (23) Localisation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2015).....45

Figure (24) Situation de la mare de Madjen Belahriti dans la Numidie.....46

Figure (25) Localisation de la mare de Madjen Belahriti.....46

Chapitre 5: Résultats et discussion.

Figure (26) Variation mensuelle de la température dans le site étudié.....60

Figure (27) Variation mensuelle de la conductivité du site étudié.....61

Figure (28) Variation mensuelle de la profondeur du site étudié.....62

Figure (29) Variation mensuelle du pH de Madjen Belahriti.....63

Figure (30) Variation mensuelle de l'oxygène dissous la station étudiée.....63

Figure (31) Evolution de la turbidité à Madjen Belahriti.....64

Figure (32) Evolution de la salinité du site étudié.....64

Figure (33) Les pourcentages de la faune récoltée.....66

Figure (34) Pourcentage des différents ordres d'insectes récoltés.....67

Figure (35) Pourcentage des Odonates.....	67
Figure (36) Evolution temporelle de la richesse spécifique.....	73
Figure (37) la richesse spécifique dans Madjen Belahriti.....	73
Figure (38) Variation temporelle de l'abondance des macroinvertébrés.....	74
Figure (39) Abondance des macroinvertébrés dans Madjen Belahriti.....	74
Figure (40) Abondance temporelle des insectes.....	75
Figure (41) Variation spatiale de l'indice de Shannon des macroinvertébrés.....	76
Figure (42) Variation temporelle de l'équitabilité.....	76
Figure (43) Variation temporelle de l'indice de Margalaf des macroinvertébrés.....	77

Liste des tableaux

Chapitre 1: Généralités.

Tableau (01) Les deux types de métamorphoses.....	5
---	---

Chapitre 3: Description générale du site d'étude.

Tableau (02) Températures moyennes pour la période de 2002 à 2015.....	38
Tableau (03) Précipitations moyennes mensuelles et annuelles pour la période de 2002 à 2015.....	40
Tableau (04) L'humidité moyenne mensuelle et annuelle (2002-2015).....	41
Tableau (05) Précipitation totales et températures moyennes.....	43
Tableau (06) Quotidien pluviométrique d'Emberger de la région de Guelma.....	45

Chapitre 4: Matériel et méthodes.

Tableau (07): Liste du matériel utilisé sur le terrain.....	50
Tableau (08): Liste du matériel utilisé au laboratoire.....	50
Tableau (09): Dates des sorties à la mare de Madjen Belahriti.de Shannon des macroinvertébrés.....	51

Chapitre 5: Résultats et discussion.

Tableau (10) Température mensuelle de l'eau dans MadjenBelahriti.....	59
Tableau (11) Liste des taxa faunistiques de MadjenBelahriti.....	68
Tableau (12) Fréquence centésimale (%) des Taxa inventoriées au niveau du site étudié.....	69
Tableau (13) Statut des Taxa faunistiques inventoriés.....	70
Tableau (14): Phénologie des taxa faunistiques au niveau du site d'étude.....	72
Tableau (15): Check-list des espèces d'Odonates adultes de la mare.....	78
Tableau (16): Phénologie des espèces d'Odonates adultes.....	78

Introduction

L'Algérie est riche en zones humides, ces milieux qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle.

De par la superficie classée, 2,8 millions d'hectares, l'Algérie, est le troisième pays en Afrique, après le Botswana et son fameux Delta de l'Okavango qui fait 6.8 millions d'hectares et la Tanzanie avec 3.5 millions d'hectares, et la huitième dans le monde après le Canada (13 millions d'ha), la Russie (10,3 millions d'ha), l'Australie (5.2 millions d'ha), le Brésil (4,5 millions), le Pérou (2,9 millions) et les deux pays africains précédents, le Botswana et la Tanzanie.

Selon la définition de la Convention Ramsar, les zones humides comprennent une grande diversité d'habitats : marais, tourbières, plaines d'inondation, cours d'eau et lacs, zones côtières telles que les marais salés, les mangroves et les lits de zostères, mais aussi récifs coralliens et autres zones marines dont la profondeur n'excède pas six mètres à marée basse et zones humides artificielles telles que les bassins de traitement des eaux usées et les lacs de retenue. (Ramsar, Iran, 1971)

Les zones humides du Nord-est algérien se caractérisent par :

- Une biodiversité faunistique et floristique importante (Samraoui et De Belair, 1997).
- Une grande diversité de milieux.

Un type particulier des zones humides est constitué par les mares qui sont des étendues d'eau dormante, de faible superficie et de faible profondeur pouvant atteindre 2 mètres (Chaib, 1997).

La mare est un écosystème original, dont le fonctionnement est intimement lié au milieu environnant. Très changeante, elle peut être permanente ou temporaire, ensoleillée ou ombragée, ou encore subir de fortes variations de température. Cette complexité est le secret de sa biodiversité.

De multiples travaux scientifiques ont déterminé que la Numidie algérienne et en particulier le parc national d'El Kala (78000 Ha) est caractérisé par une forte biodiversité (flore, faune, avifaune, entomofaune). Nous citerons les travaux réalisés à l'Institut d'Agronomie d'El Harrach et à l'Université d'Annaba, en particulier les études réalisées par De Belair, Samraoui et leurs équipes au sein du laboratoire sur les zones humides (L.R.Z.H) (de 1995 à 2000).

Les macroinvertébrés benthiques forment une partie importante des écosystèmes d'eau douce. Ils servent de nourriture à plusieurs nombre de poissons, d'amphibiens et d'oiseaux (Barbour et Gerritsen, 1996 ; Moisan *et al.*, 2010).

Ils sont de bons intégrateurs des conditions environnementales. Ce groupe biologique présente l'avantage d'être le plus souvent tributaire d'un milieu, de répondre rapidement au stress (Barbour *et al.*, 1999) et de constituer un des premiers maillons de la chaîne alimentaire des cours d'eau (Barbour et Gerritsen, 1996 ; Barbour *et al.*, 1999; Tachet *et al.*, 2000).

En Amérique, la plupart des agences chargées d'évaluer la qualité des eaux, utilisent de routine ce matériel biologique (Southerland et Stribling, 1995).

Les insectes dominent la plus majorité des cours d'eau.

La Numidie, où se situe la région d'El-Kala qui dispose d'une riche palette de zones humides exclusives au sein du bassin méditerranéen, abrite une biodiversité odonotologique exceptionnelle (Samraoui et De Belair, 1997, 1998). La forte relation entre les zones humides et les Odonates, rends ces dernière un bon indicateur de l'état de l'eau.

Les études odonotologiques les plus récentes réalisées dans le territoire Algérien se sont focalisées sur la Numidie, située au nord-est du pays (Samraoui *et al.*, 1998 ; Samraoui et Corbet, 2000 ; Samraoui, 2009). Cette région abrite une biodiversité exceptionnelle (Samraoui et Bélair, 1997, 1998), et un total de 45 espèces d'odonates ($\sim \frac{3}{4}$ des espèces algériennes) y a été enregistré (Samraoui et Corbet, 2000).

L'objectif de notre étude est :

- Avoir un outil d'identification des macroinvertébrés des mares et de quelques odonates adultes.
- La plus part des macroinvertébrés aquatiques seront identifié au niveau de la famille.
- Les odonates adultes seront identifiés au niveau de l'espèce.
- La connaissance de la diversité et l'abondance des taxons est un élément important pour évaluer l'état de santé de cette mare
- Faire un inventaire faunistique de la mare de Madjen Belahriti qui sera une référence pour les nouvelles recherches

Ce travail est composé de cinq chapitres plus l'introduction et la conclusion

Le premier chapitre est consacré à la systématique des odonates et des généralités sur les macroinvertébrés aquatiques.

Dans le deuxième chapitre, une description détaillée de la zone d'étude est donnée, comme sont analysés les paramètres thermiques et pluviométriques qui ont permis de déterminer le bioclimat du milieu.

Dans le troisième chapitre, la biologie des espèces et la description des macroinvertébrés des eaux douces et des odonates adultes seront bien détaillée.

Le quatrième chapitre de ce travail présente le matériel et les méthodes d'études avec le plan d'échantillonnage.

Le cinquième chapitre qui est le dernier peut être considéré comme centrale au niveau de ce travail, présente une analyse détaillée de la faune récolté et des paramètres physicochimiques.

1.1 La métamorphose des insectes

Une série de transformation que subit un insecte depuis l'état d'œuf jusqu'à l'état adulte. La transformation est complète lorsque l'insecte passe par quatre états : œuf, larve, nymphe (ou chrysalide chez les papillons) et imago. La transformation est incomplète quand il n'y a pas d'état nymphal différencié.

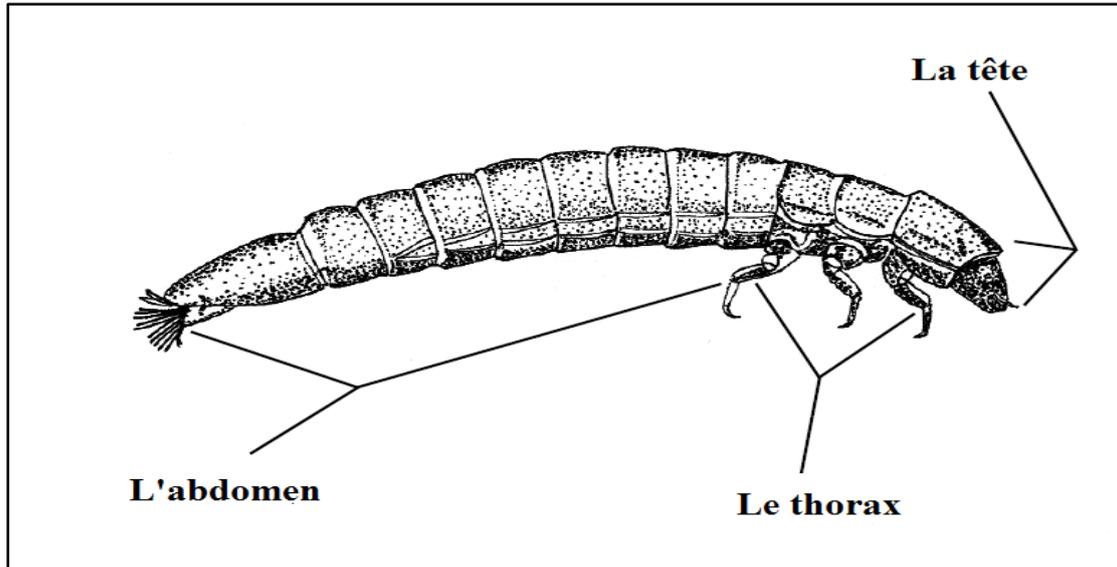
Tableau (01) Les deux types de métamorphoses.

<p>Métamorphose complète</p> <p>Exemple de trichoptère</p>	<p>Larve</p> 	<p>Nymphe</p> 	<p>Adulte</p> 
<p>Métamorphose incomplète</p> <p>Exemple d'odonate</p>	<p>Larve</p> 	<p>Stade larvaire plus développé</p> 	<p>Adulte</p> 

1.2 Les larves d'insecte

Les larves d'insectes possèdent des caractéristiques qui les différencient de près ou de loin du stade adulte.

- ✚ **La tête** : extrémité antérieure du corps portant les parties de la bouche, des yeux et des antennes lorsqu'elles sont présentes.
- ✚ **Le thorax** : une partie du corps de l'insecte située entre la tête et l'abdomen habituellement divisé en trois segments portant chacun une paire de patte et éventuellement les ailes.
- ✚ **L'abdomen** : partie postérieure du corps composée de segments, situé à la suite du thorax ; habituellement, le dernier segment n'est représenté que par les appendices.



Figure(01) la forme la plus courante d'une larve d'insecte
Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

1.3 Les différentes parties des larves d'insectes

Il est important de bien connaître certaines parties des larves d'insectes dont les branchies, les fausses pattes, les pièces buccales ainsi que les segments abdominaux.

1.3.1 Les branchies

Les branchies sont des appendices de diverses formes permettant la respiration (elles ont le même rôle que les poumons) il y a plusieurs types de branchies dont :

- ✚ Les branchies plumeuses qui ont une forme de plume.

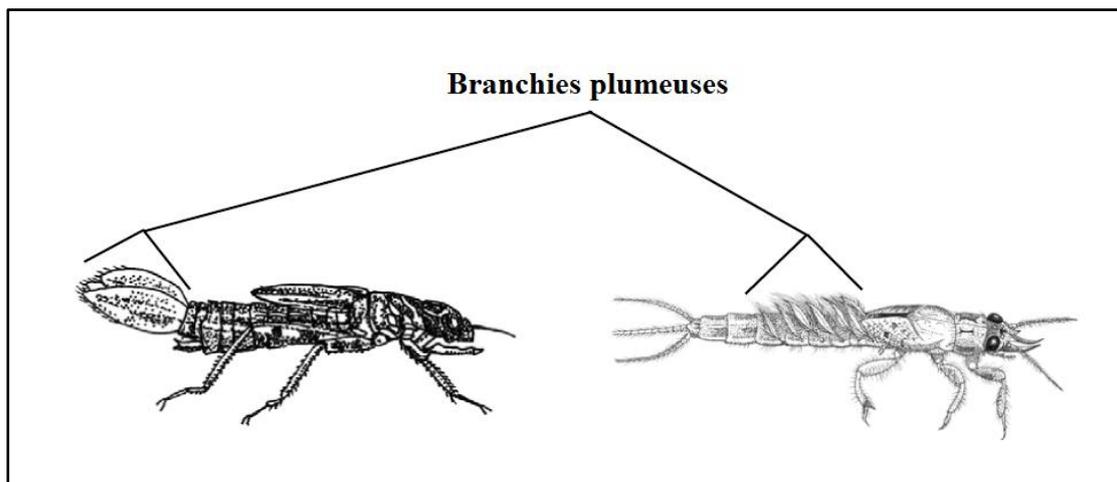


Figure (02) Branchies plumeuses des larves d'insectes
Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

✚ Les branchies filamenteuses ou filaments qui ont une forme de fil étroit.

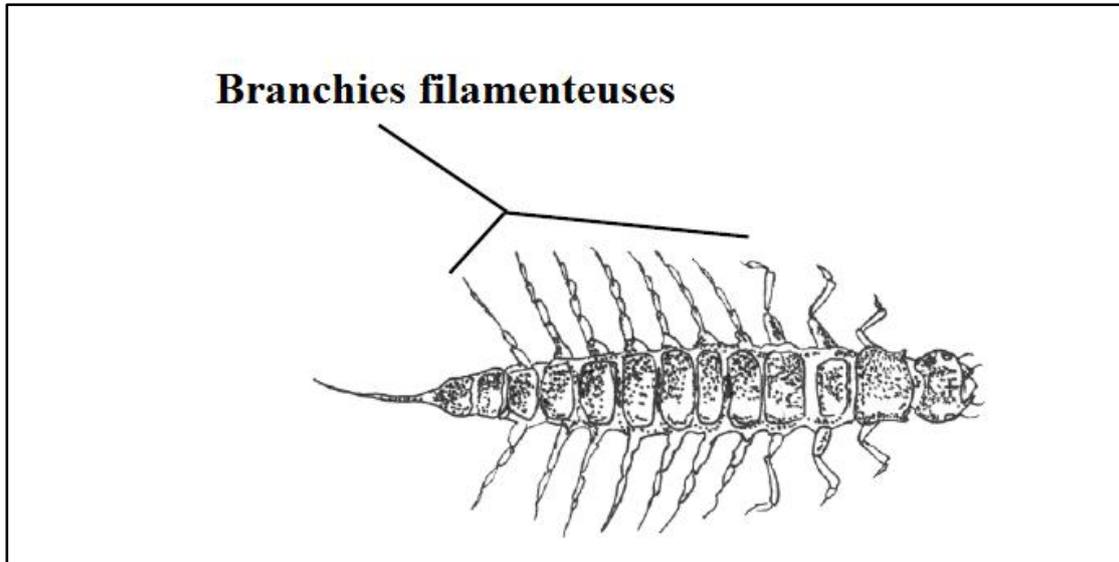


Figure (03) Branchies filamenteuses des larves d'insectes

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

1.3.2 Les fausses pattes

Aussi appelés pseudopodes (pseudo = fausses et podes = pattes) sont des appendices qui servent au déplacement, mais qui ne deviendront pas des pattes lorsque l'insecte sera adulte. Elles peuvent être différenciées des vraies pattes, car elles ne sont pas articulées.

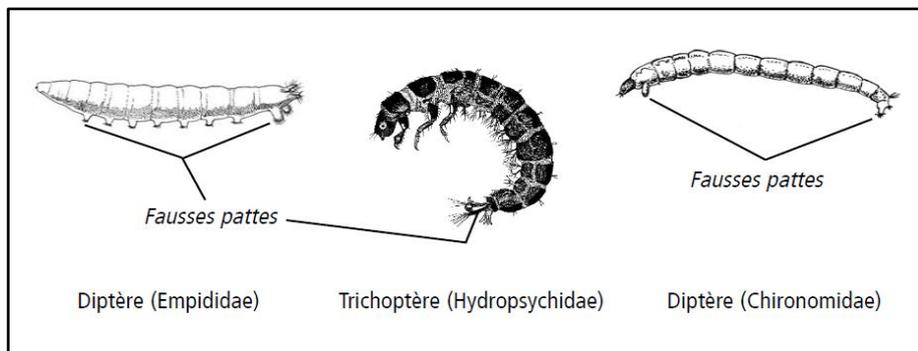


Figure (04) fausses pates de différentes larves d'insectes

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

1.3.3 Les pièces buccales

Les pièces buccales des insectes sont d'une grande variété de forme. L'observation de leurs caractéristiques est importante lors de l'identification. Beaucoup d'insectes aquatiques ont des mâchoires broyeuses avec de fortes mandibules servant à broyer. Les coléoptères aquatiques ont habituellement ce type de pièces buccales. Les odonates possèdent des mâchoires adaptées pour saisir leurs proies et les ramener vers leur bouche. Ce type de mâchoires extensible s'appelle un masque et il se replie sous la tête au repos. Possédant un rostre servant à piquer, les pièces buccales des hémiptères diffèrent beaucoup de celles des autres.

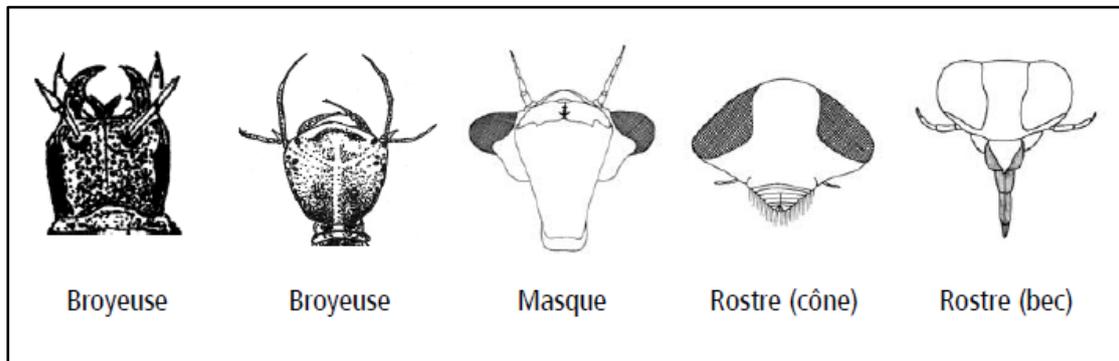


Figure (05) Pièces buccales des larves d'insectes

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

1.3.4 Les segments abdominaux

Lors de l'identification, il est fréquent de devoir connaître le numéro des segments de l'abdomen. Il est toujours plus facile de compter les segments de l'abdomen à partir du dernier et en allant à rebours.

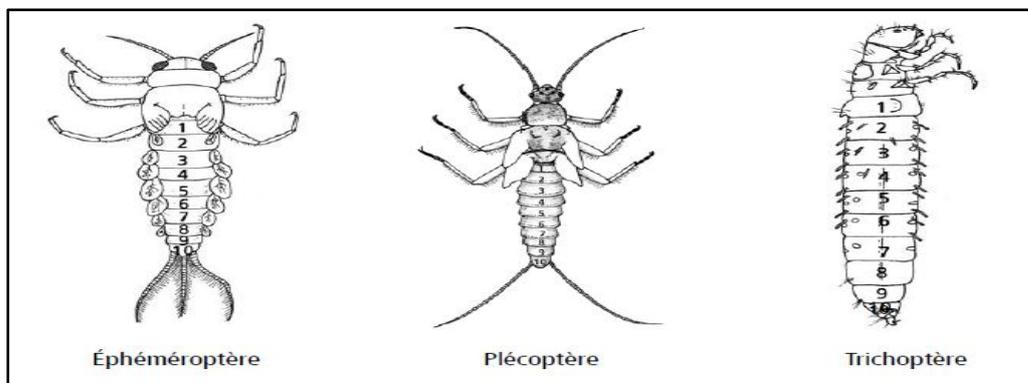


Figure (06) Segments abdominaux des larves d'insectes

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 201

1.4 Les insectes adultes

Deux ordres d'insectes peuvent se retrouver au stade adulte dans l'eau : les coléoptères et les hémiptères. Au stade adulte, ces insectes possèdent trois parties de corps bien distinctes et trois paires de pattes (il n'y a plus de fausses pattes). Ils possèdent également des ailes. La première paire d'ailes est dure chez les coléoptères tandis qu'elle est partiellement dure et qu'elle se croise chez les hémiptères.

1.5 Les Odonates adultes

1.5.1 Le corps des odonates adultes

Comme tous les insectes, le corps des Odonates est divisé en trois parties : la **tête**, le **thorax**, sur lequel s'articule trois paires de pattes et deux paires d'ailes membraneuses, l'**abdomen**, ce dernier toujours très allongé est prolongé par les appendices anaux.

Le thorax est formé par le prothorax et le synthorax. Le premier est très réduit et porte la tête et la paire de pattes antérieures, sa partie supérieure est de forme assez variée selon le sexe et les espèces, surtout chez les Zygoptères (ces différences sont parfois utilisées pour la reconnaissance de certaines espèces). Le synthorax est particulièrement volumineux et porte les quatre ailes membraneuses et les deux paires de pattes médianes et postérieures. Le synthorax est formé par la fusion du méso et métathorax, les cotés et l'avant sont formés de différentes pièces, sutures, colorées de différentes manières, dont les caractéristiques sont utilisées pour la distinction de certaines espèces.

Les pattes, sont dirigées vers l'avant (capture et maintien des proies) ; elles sont peu utilisées pour la marche. Chaque patte est constituée d'un coxa, d'un trochanter, d'un fémur, d'un tibia, et d'un tarse composé de 3 articles dont le dernier porte deux griffes.

L'abdomen est toujours très allongé, le plus souvent cylindrique ou sub-cylindrique. Il est formé de 10 segments bien distincts, le premier, très court, est imbriqué dans le synthorax, le second est plus allongé, les 3 à 7 sont les plus longs, les 8 et 9 sont assez courts et le 10e, généralement très réduit, se termine par les appendices anaux. Le second segment est pourvu, chez les mâles de certaines familles d'Anisoptères, par deux oreillettes latérales.

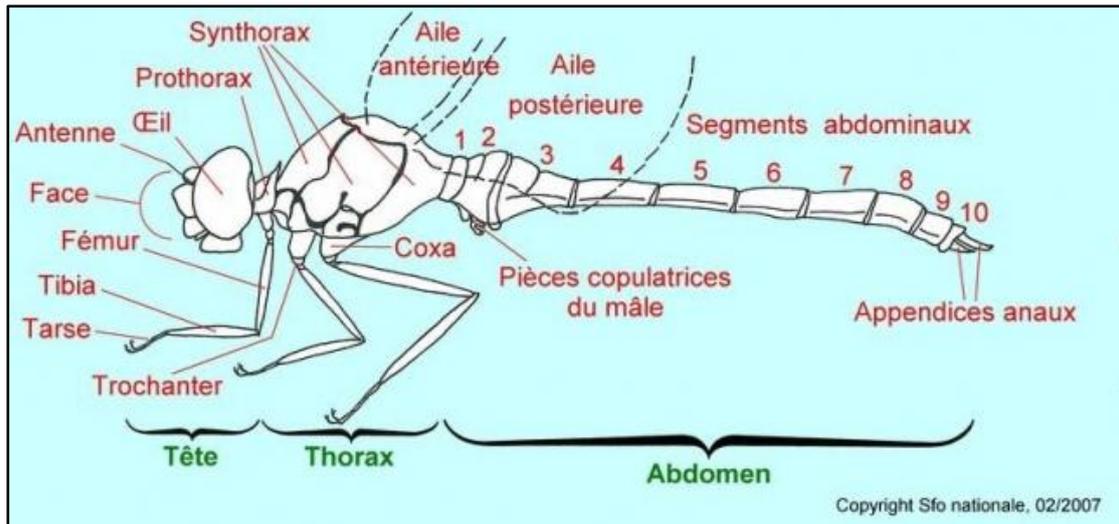


Figure (07) Corps d'une Odonate adulte

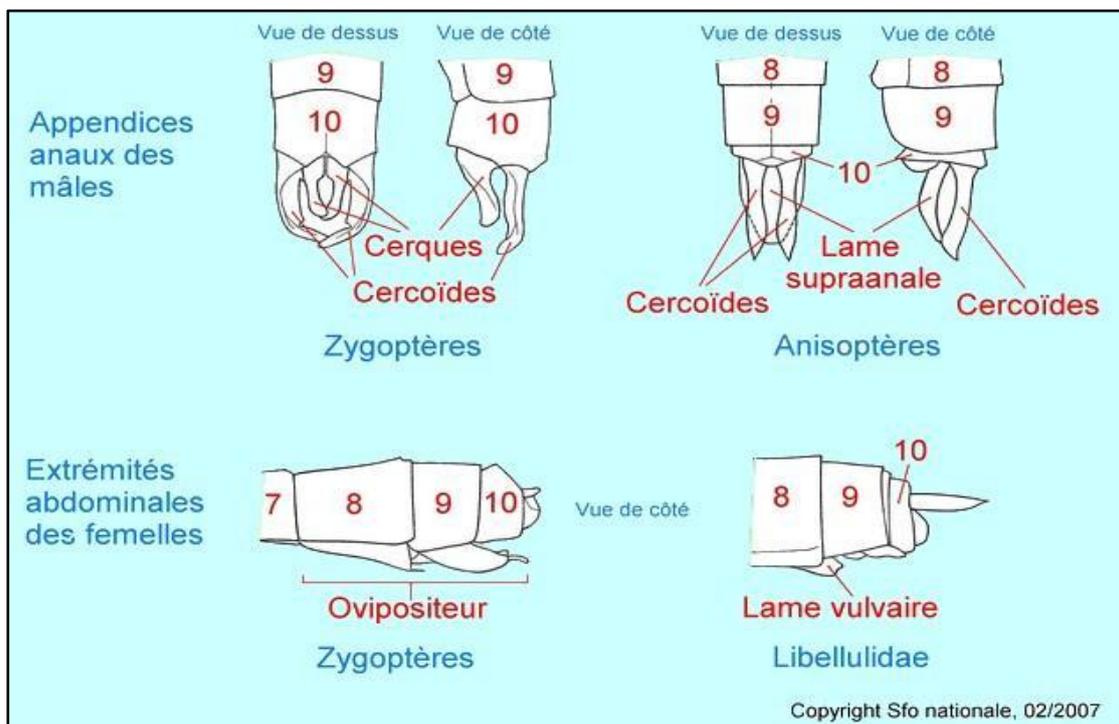


Figure (08) Les appendices anaux et les organes sexuels

1.5.2 Les ailes des Zygoptères

Chez les Zygoptères, les ailes antérieures et postérieures des Zygoptères sont de forme identique. Deux groupes sont à considérer : la famille des Calopterygidae et les autres familles de Zygoptères:

- Les *Calopterygidae* ont des ailes non pédonculées et présentant une nervation

particulièrement dense. Les taches présentes sur celles des mâles permettent une reconnaissance aisée des espèces françaises.

- Les ailes des autres familles de Zygoptères sont pédonculées à leur base et présentent une nervation relativement simple sur laquelle nous pouvons nous baser pour situer les différentes nervures et autres secteurs de l'aile.

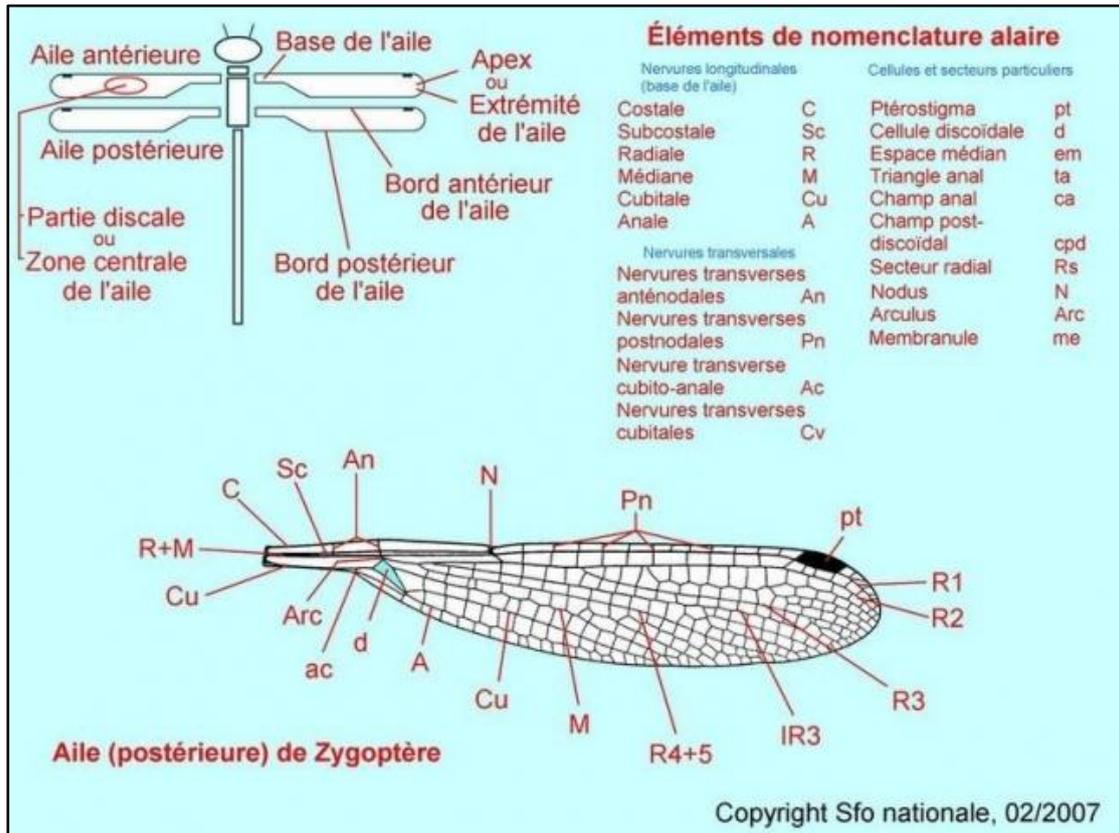


Figure (09) Ailes de Zygoptères

1.5.3 Les ailes des Anisoptères

Les Anisoptères ont des ailes non pédonculées et dissemblables c'est-à-dire de forme différentes, les postérieures étant bien plus large à leur base que les ailes antérieures (fig.). On y retrouve, dans le même ordre que pour les Zygoptères, les nervures longitudinales. Par contre, les ramifications de ces dernières sont parfois plus nombreuses et le nombre de cellules plus important (si l'on ne tient pas compte des Calopterygidae).

On notera également, que si l'on retrouve les mêmes nervures principales et secondaires aux ailes antérieures et postérieures, ces dernières présentent cependant quelques particularités comme le triangle et l'angle anal, le champ anal (chez les mâles de certaines espèces) et le fait que certains critères d'identification sont spécifiques aux quatre ailes (comme pour les Zygoptères) ou bien uniquement valables pour les ailes antérieures ou uniquement pour les postérieures.

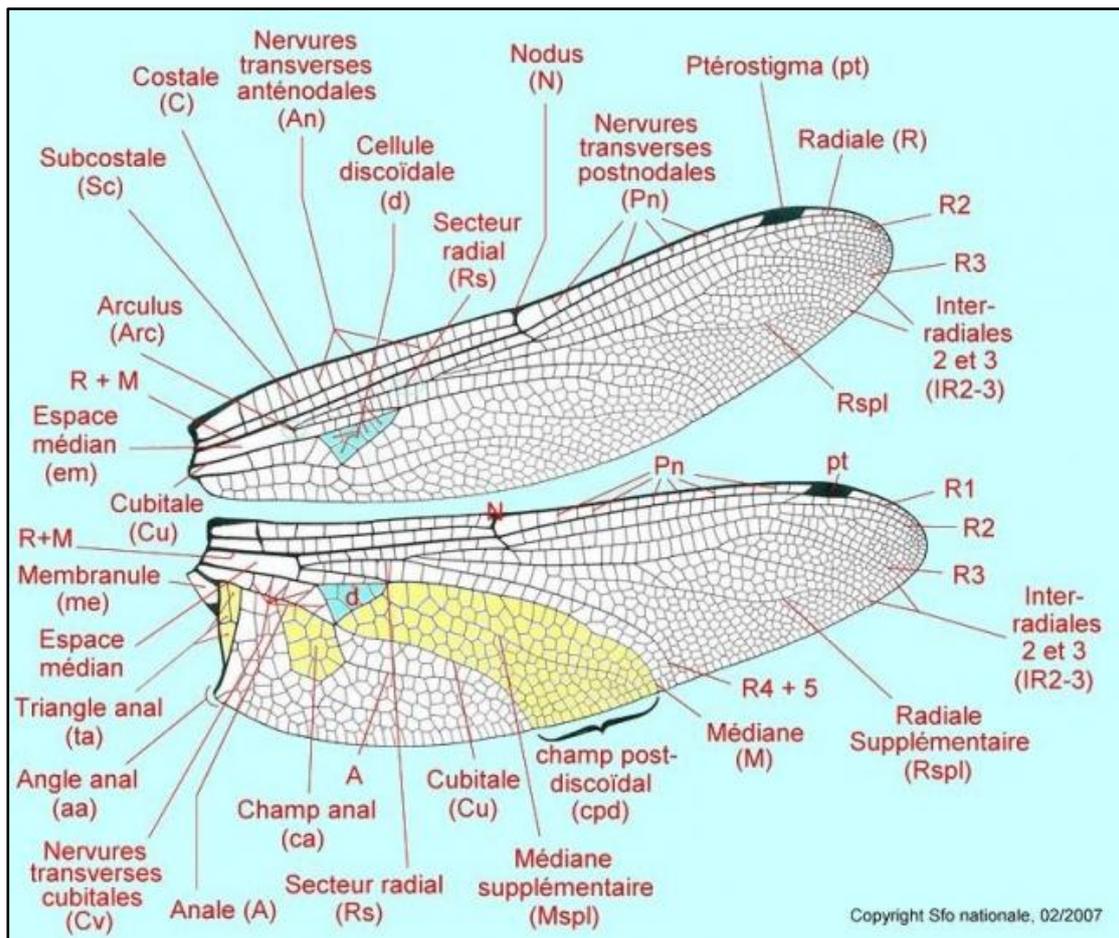


Figure (10) Ailes d'Anisoptères

2.1 Définitions des macroinvertébrés

On appelle macroinvertébrés les petits organismes dépourvus d'épine dorsale visibles à l'œil nu. Ils peuplent le fond du lit des cours d'eau, ou les mousses ou les algues qui le tapissent. Il s'agit surtout de larves d'insectes, ainsi que de gammarès, acariens, escargots et moules, sangsues et vers. Ces petits animaux forment des maillons importants de la chaîne alimentaire et sont d'excellents bio-indicateurs.

Les macroinvertébrés benthiques vivent au fond des ruisseaux, rivières, lacs ou marais.

2.1.1 Les importants taxons des macroinvertébrés

2.1.1.1 Les non insectes

a) Les Mollusques

L'embranchement des Mollusques comprend ces classes :

Les Monoplacophores

Les Amphineures (Chitons)

Les Scaphopodes

Les Gastéropodes (Escargot, Limaces, etc.)

Les Lamellibranches (Huitres, Moules, etc.)

Les Céphalopodes (Calmars, Pieuvres)

Les Mollusques présentent un corps mou protégé par une coquille dorsale calcaire (parfois réduite ou absente). La tête porte une bouche; le pharynx est muni d'une radula râpeuse et d'une structure ressemblant à une langue qui permette à l'animal de s'alimenter. Ce dernier rampe au moyen d'un pied ventral musculéux et contractile.

Il existe environ 80 000 espèces vivantes.

Les Mollusques vivent libres ou fixés, Ils sont marins, dulçaquicoles ou terrestres.

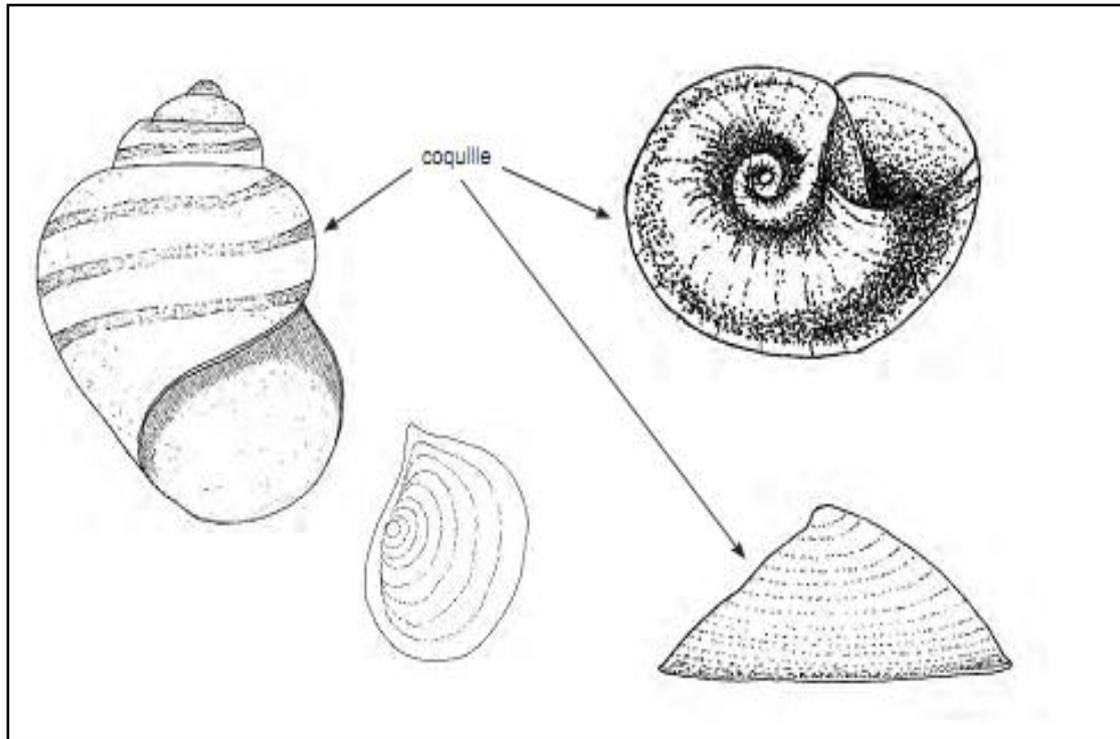
Les Gastéropodes

Les Gastéropodes constituent la classe de Mollusques la plus importante, tant du point de vue du nombre de ses membres que de sa distribution.

La plus part des Gastéropodes sont pourvues d'une coquille conique univalve et hélicoïde, parfois obturée par un opercule calcaire ou organique figure (11). Chez certains d'entre eux par exemple les Limaces, la coquille est extrêmement réduite, sinon absente. Certains possèdent une plaque cornée ou calcaire appelée opercule qui ferme l'ouverture de la coquille quand l'animal est à l'intérieur. Un seul groupe possède une forme vraiment différente, soit une forme de petit chapeau. Les gastéropodes avec un opercule (prosobranches) ont une tolérance moyenne à la pollution, et ceux sans opercule (pulmonés) sont considérés comme tolérants.

Il existe environ 45 000 espèces. Ce sont des animaux marin, d'eau douce ou terrestre, pour la plus part libres ; rampants, fouisseurs, nageurs ou pélagiques.

Le régime alimentaire est constitué de fines particules résultant du raclage ou du râpage des aliments. Des Diatomées, des débris divers plus ou moins décomposés, mêlé de grains de sable ou de vase, sont ainsi balayés vers la bouche.



Figure(11) Coquilles de Gastéropodes

Source : Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

b) Les Annélides

Les Annélides doivent leur nom à la série d'anneaux, ou métamères successifs, dont leur corps est constitué. Le nombre des métamères que présente chaque individu varie considérablement.

La plus part des membres du groupe des Clitellates sont terrestres.

Les Polychètes constituent la classe la plus importante du sous-embranchement des Aclitellates et la plus part des familles et genres de Polychètes sont distribués dans toutes les mers du globe et en certaine région, ils prédominent sur le fond marin.



Photo(01) sangisue

c) Les Acariens

Un ordre de la classe des Arachnides leur corps habituellement globulaire et mesurant moins de 4mm. La tête est fusionnée au reste du corps et aucune division n'est visible, avec quatre paires de pattes articulées chez l'adulte.

2.1.1.2 Les insectes

Les insectes constituent la seule classe d'Arthropodes dotés de trois paires de pattes et dont le corps comprend trois parties distinctes: la tête, le thorax et l'abdomen.

Les insectes ne forment pas seulement le plus grand groupe d'Arthropodes mais Ils constituent aussi le groupe le plus important de tous les animaux, et comprennent environ 1.000.000 d'espèces différentes actuellement en vie.

a)Ordre des Hémiptères

Dans les habitats aquatiques ou semi-aquatiques, les hémiptères peuvent se retrouver sous forme adulte ou larvaire. Les larves et les adultes sont presque identiques si ce n'est que les adultes sont habituellement ailés. Il existe cependant des hémiptères adultes qui n'ont pas d'ailes. Les ailes, lorsqu'elles sont présentes, sont cornées à la base (vers l'avant) et membraneuses au bout. La forme de leur corps varie de ovale à allongée. Les hémiptères ne possèdent pas de branchies. Leur principale caractéristique est la modification de leur appareil buccal. Celui-ci est soit en forme de bec allongé (adapté à un régime liquide), soit en cône. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

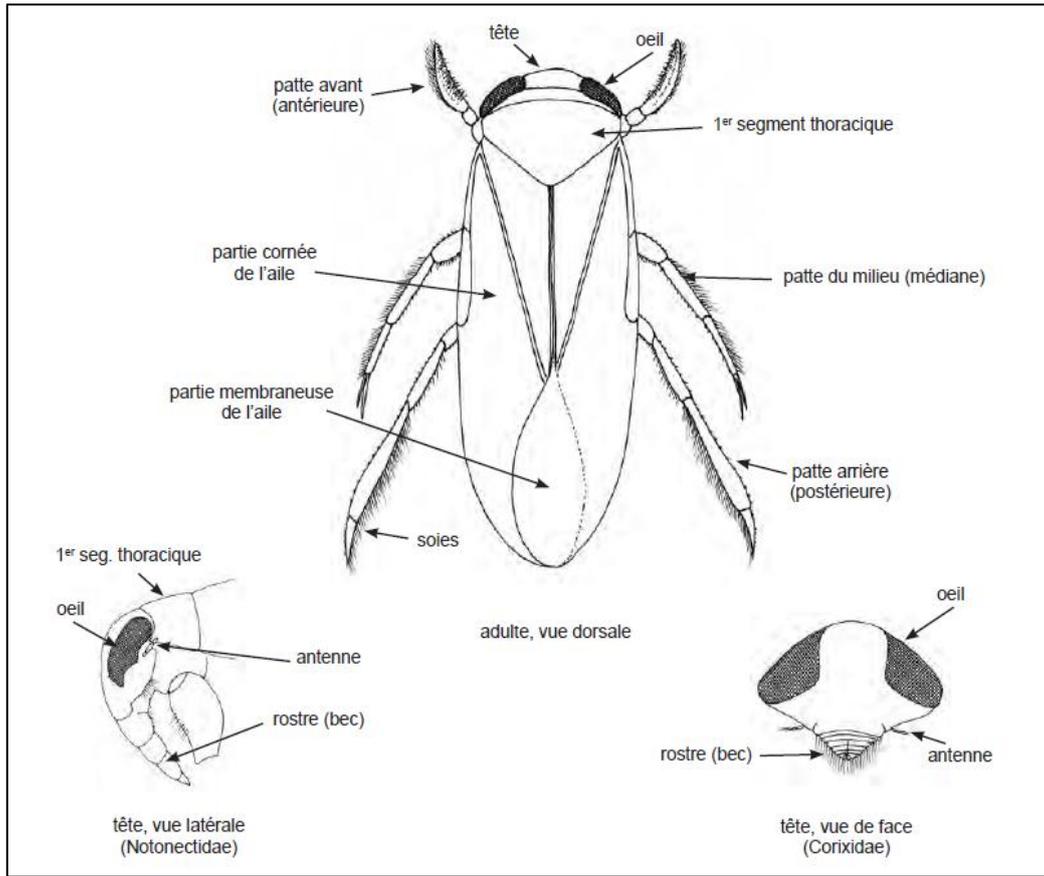


Figure (12) Vue générale d'un Hémiptère

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010



Photo (02) *Ranatra linearis*

b) Ordre des Coléoptères

L'ordre des coléoptères est sans aucun doute le plus imposant par sa diversité en espèces comprenant environ 300.000 espèces. Leurs adaptations à la vie aquatique sont multiples. Certaines familles sont exclusivement terrestres. Chez d'autres, les larves et les adultes sont aquatiques, ou encore seules les larves ou seuls les adultes le sont. Les adultes sont aisément reconnaissables à leur première paire d'ailes dures, les élytres. Les larves, quant à elles, présentent des formes diverses, ce qui les rend difficiles à cerner. Elles ont une tête distincte et dure ainsi que des mâchoires broyeuses. Étant complexe, la classification se fera par forme larvaire et ensuite adulte. Sur la feuille d'identification, on notera les adultes et les larves séparément. Ainsi, on inscrira le nombre d'individus et de taxons adultes et le nombre d'individus et de taxons larvaires. Leur tolérance à la pollution est moyenne.

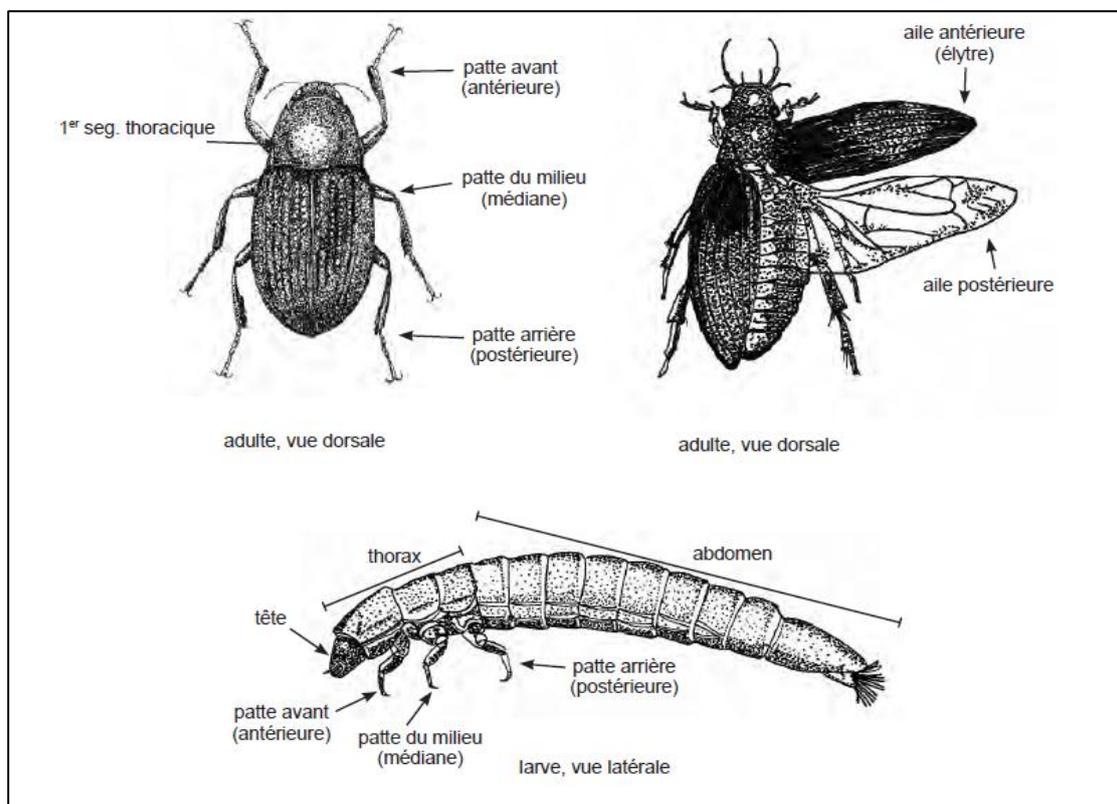


Figure (13) Vue générale d'un adulte et d'une larve de coléoptère.

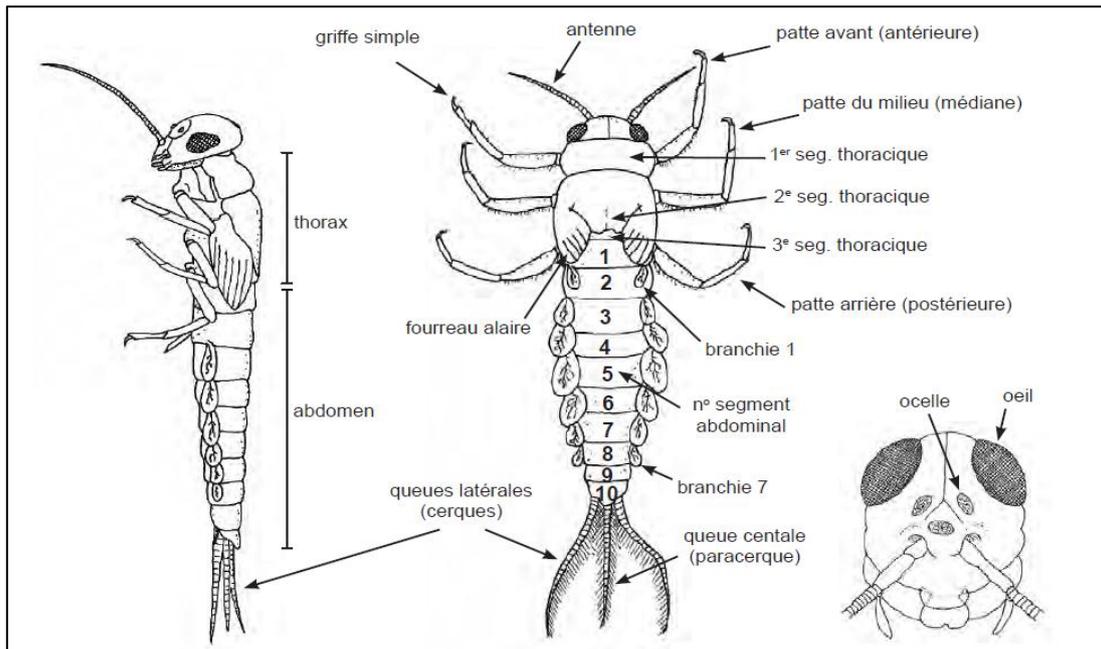
Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010



Photo (03) Famille des *Dytiscidae*

c) Ordre des Ephéméroptères

Appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques. Ils sont caractérisés par la présence de deux (rare) ou trois queues (deux cerques et un paracerque). Leurs pattes ne portent qu'une griffe, ce qui les distingue des plécoptères. Tous portent des branchies abdominales sur les segments 4 à 7 et, selon le genre, sur les segments 1 à 3. La forme et la position de ces branchies sont capitales pour leur identification. Les larves ont tous dix segments abdominaux. On détermine leur numéro (le même que celui des branchies) en comptant à partir du dixième, c'est-à-dire de l'extrémité de l'abdomen. De façon générale, ils sont sensibles à la pollution.



Figure(14): Vue générale d'une larve d'Ephéméroptère

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

d) Ordre des Diptères

Les Diptères sont le deuxième ordre d'insectes le plus important après les coléoptères comprenant environ 75.000 espèces. La plupart des diptères sont terrestres. Seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. Pour certaines familles, seuls quelques genres ou espèces le sont. Les larves de diptères sont caractérisées par l'absence de pattes articulées. Cette caractéristique est rare chez certaines larves de coléoptères. Elles portent souvent des fausses pattes thoraciques et/ou abdominales. Des protubérances, appelées bourrelets locomoteurs, peuvent également être présentes. La fin de l'abdomen peut porter des soies et/ou des appendices. La tête est soit distincte, soit indistincte. Des nymphes sont également présentes dans les cours d'eau. La nymphe est l'état intermédiaire entre la larve et l'adulte. Elle est reconnaissable à ses trois paires de pattes articulées accolées au corps et à son unique paire d'ailes. Elle peut être libre, dans une enveloppe souple fixée au substrat, ou enfermée dans une enveloppe dure. En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des *Chironomidae*, qui est considérée tolérante à la pollution. Les autres diptères ont une tolérance moyenne.

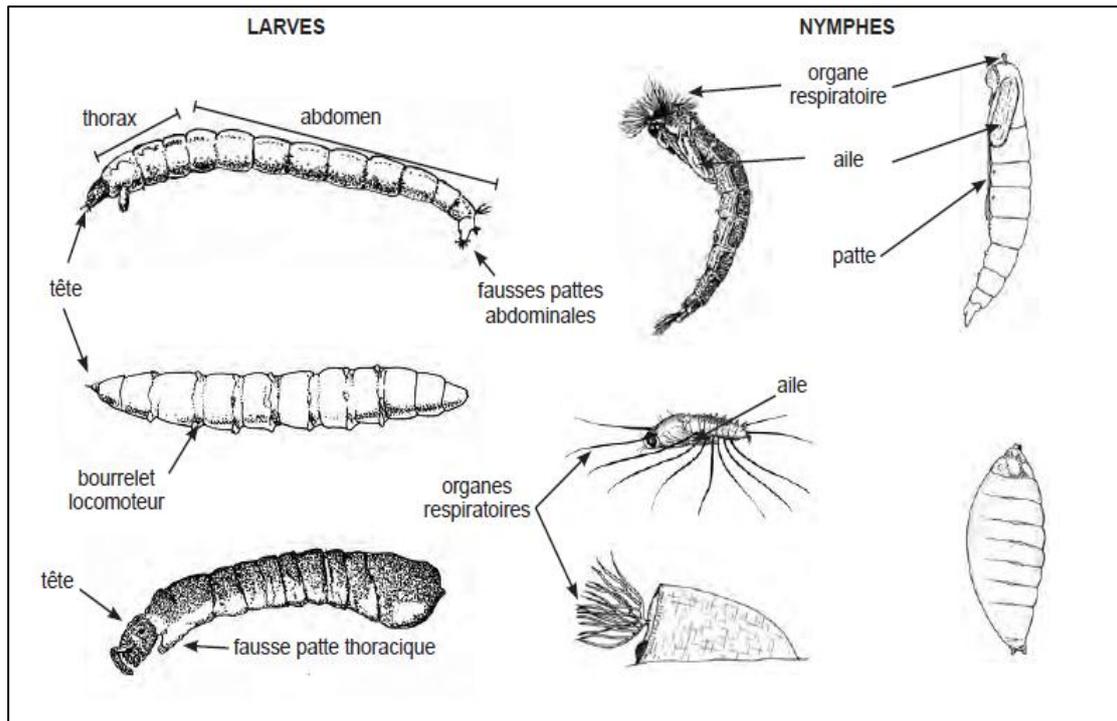


Figure (15): Vue générale des larves et nymphes de Diptères.

Source: Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec 2010

e) Ordre des Odonates:

🌈 Cycle de développement:

Les Odonates ont un développement qui se fait avec une métamorphose incomplète (3 stades : œuf, larve et adulte).

Les œufs sont de taille relativement petite par rapport à la taille de l'adulte.

Les espèces de petite taille pondent environ quelques centaines d'œufs. Chez les espèces de grande taille, le nombre d'œufs par ponte peut se chiffrer en milliers.

Les femelles des Zygoptères et des *Aeshnidae* (Anisoptères) possèdent un ovipositeur leur permettant de pondre dans les tissus des plantes aquatiques (**type endophyte**).

Les femelles de certaines espèces d'Anisoptères qui ne possèdent pas d'ovipositeur placent leurs œufs à la surface de la végétation immergée ou émergée qui leur sert de support (**type épiphyte**).

Chez les autres Anisoptères, les œufs sont déposés directement dans l'eau (**type exophyte**).

Quelques jours à quelques semaines après la ponte l'œuf éclos et libère une larve enveloppée appelée pro-larve (stade 1). Après quelques minutes, la pro-larve sort de son enveloppe et devient une larve libre (stade 2). Après 9 à 16 mues de croissance, en moyenne 12, le dernier stade larvaire est atteint. Il est souvent qualifié de stade nymphal et la larve dernier stade de nymphe. Selon les espèces, les larves sont :

- Grimpeuses et vivent dans la végétation aquatique (Zygoptères, Aeshnidae).
- Rampantes se tiennent au fond de l'eau partiellement enfouies (Corduliidae).

- Fousseuses et vivent dans les sédiments de leur habitat (*Gomphidae*).

La durée du développement larvaire (Pro-larve à la larve de dernier stade) varie de quelques mois à environ 5 ans. La larve de dernier stade cesse de s'alimenter et sort de l'eau. Elle s'agrippe à une tige ou au sol pour sa métamorphose en insectes adulte appelé imago. L'imago s'extrait alors de l'exuvie (enveloppe de la larve) qui se déchire suivant une fente longitudinale photo (4). L'exuvie reste solidement accrochée à la tige ou au sol.

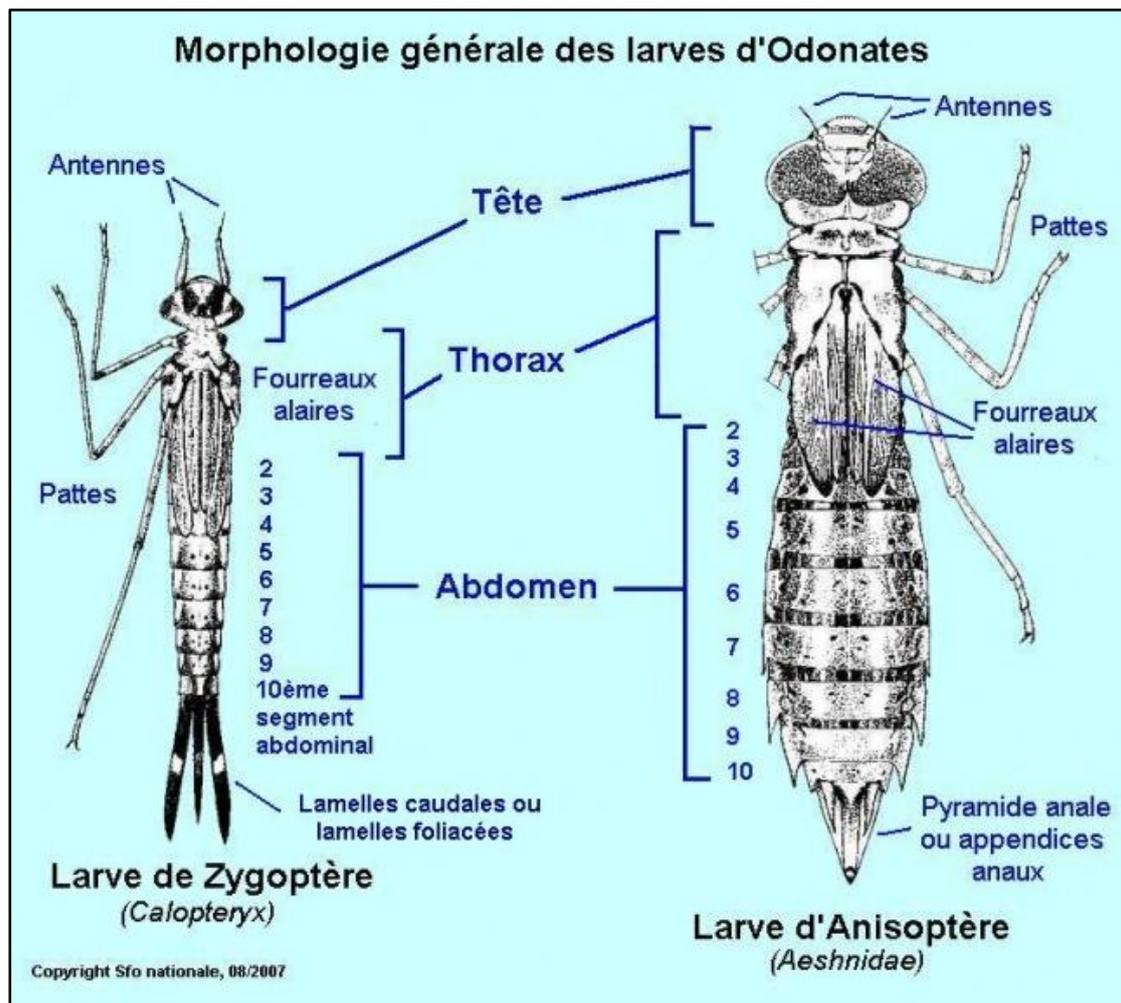


Figure (16): Morphologie générale des larves d'odonates

L'imago est tout d'abord mou et vulnérable. Une fois le corps durci et les ailes étendues, il peut prendre son envol. Le passage de la vie aquatique à la vie aérienne peut se faire en une vingtaine de minutes ou prendre quelques jours.



Photo(04): Emergence de l'imago

Source: Ndiaye, Abdoulaye Baïlo. Le suivi des Odonates. 2010.

L'Imago qui vient d'émerger est sexuellement immature. Il entreprend par la suite une période de maturation sexuelle variable selon les espèces. La maturité sexuelle est atteinte dans le cas général en 10-15 jours mais peut durer beaucoup plus longtemps pour certaines espèces. Durant leur maturation, les petites espèces restent près des milieux aquatiques. Chez les grandes espèces, cette maturation se fait souvent loin de l'eau. Ils peuvent se retrouver dans des espaces dégagés, dans les clairières, au bord des forêts, en train de chasser ou se de reposer au soleil. La maturation est marquée au plan morphologique par l'acquisition de la coloration définitive, généralement plus vive. Au plan éthologique, elle est marquée par un retour à habitat de naissance pour la reproduction.

Chez beaucoup d'espèces, les mâles sont territoriaux. Ils survolent leur territoire à la recherche de partenaire, de proies ou pour chasser des intrus.

L'accouplement chez les Odonates est une particularité dans le monde des Insectes. Le mâle saisit la femelle derrière la tête grâce aux crochets situés à l'extrémité de son abdomen. Les deux partenaires volent en tandem. Le sperme est transféré de l'orifice séminal, localisé au niveau du 8^{ème} segment abdominal, vers un petit réservoir contigu aux organes copulateurs situés sous le 2^{ème} segment abdominal. La femelle rapproche ensuite l'extrémité de son abdomen sous le 2^{ème} segment abdominal du mâle pour recevoir le sperme.

Les deux partenaires forment ainsi ce qu'on appelle un « cœur copulateur » (Fig.). Chez la plupart des espèces, lors de l'accouplement, le mâle et la femelle sont posés. L'accouplement rapide au vol, qui dure quelques minutes, est observé chez certaines *Libellulidae*.



Photo (05): Accouplement (cœur copulatoire) de *Sympetrum striolatum* à MadjenBelahriti

Les femelles, en tadem avec le mâle souvent, pondent directement dans l'eau (Libellulidae, Gomphidae) ou dans les tiges des plantes flottantes, immergées, émergées ou surplombant l'eau. Ce type de ponte, appelée endophyte, est pratiqué par des odonates possédant un ovipositeur perforant (Zygoptères et Aesnidae).



Photo (06) Larve d'*Aeshnidae*



Photo (07) Larve de *Zygoptera*

Habitats

Dans l'état actuel des connaissances, et compte tenu des différences éthologiques entre larves (aquatiques) et adultes (terrestres), il est difficile de classer les Odonates d'Afrique tropicale en fonction de leurs habitats. Certains Odonates, les Anisoptères notamment, après émergence, les adultes s'éloignent de l'eau pendant la phase de maturation sexuelle. Ils ne reviennent dans ce milieu que pour la reproduction. Il faut noter aussi le cas des espèces migratrices qui peuvent se retrouver très loin de leur lieu de naissance.

Les Larves peuvent se rencontrer dans divers habitats aquatiques. Les larves s'écartent très peu des eaux douces.

Seules deux espèces africaines, *Ischnura senegalensis* et *Hemianax ephippiger*, connues pour une certaine tolérance à la salinité, peuvent se développer en eau saumâtre. Les larves se développent en eaux stagnantes ou courante de taille et de formes variables :

Eaux dormantes ou stagnantes

- Les mares peu profondes colonisées par les plantes.
- Les étangs ou marais ouverts.
- Les étangs forestiers souvent en milieux fermés (ombré).
- Les lacs de montagne.

Eaux courantes

- Les ruisseaux et rivières à courant lent.
- Les parties calmes des grandes rivières.
- Les ruisseaux et rivières à eaux vives et à régime irrégulier et coulant sur un lit de pierres, graviers ou de sable dépourvu de végétation qui se concentre essentiellement près des rives dans les parties calmes.

On note une certaine stratification dans la distribution des larves dans leur biotope. Les larves dites « grimpeurs » des Zygoptères, des *Aeshnidae* et de quelques *Libellulidae* occupent la strate supérieure, dans les herbes ou le long des rives. Ces larves sont issues des pontes endophytes (œufs pondus dans les tiges des plantes).

Les « marcheurs » se déplacent sur le fond ou parmi des débris grossiers sédimentés (*Libellulidae* et *Corduliidae*). Les larves « fousseurs » superficiels (des *Libellulidae* et *Gomphidae*) sont plus spécialement limités aux sédiments fins (argileux limoneux, organiques ou mixtes).

Les « fousseurs profonds » ou « fousseurs vrais » (quelques *Gomphidae*) occupent les fonds de sables grossiers des berges des cours d'eau.

Les Odonates adultes sont terrestres et héliophiles (actifs le jour pendant les heures ensoleillées) dans leur majorité. Après émergence, ils se regroupent dans les prairies, les lisières de bois et les clairières des forêts si tuées dans les alentours de l'eau.

Lesimagos de certaines espèces de grande taille et bons voiliers, s'observent en milieu parfois éloigné des eaux.



Photo (08) *Anax imperator* adulte



Photo (09) *Coenagrion lindenii* adulte

2.2 Les vertébrés

2.2.1 Les Amphibiens

Le terme d'Amphibien suggère que les animaux de cette classe sont aussi à l'aise sur terre qu'en milieu aquatique. De fait très peu d'espèces de la classe d'Amphibiens (ou Batraciens) répondent rigoureusement à cette définition. Nombre d'entre eux sont exclusivement aquatiques et par conséquent incapables de survivre sur terre, tandis que d'autres sont entièrement terrestres et ne passent que les premières semaines de leur existence dans l'eau.

2.3 Importance des macroinvertébrés

Dans l'écosystème aquatique, les macroinvertébrés sont des «consommateurs», comme les poissons. Ils se nourrissent de la végétation aquatique, et participent activement à la destruction des feuilles et du bois qui tombent dans l'eau. A l'autre bout de la chaîne, ils servent eux-mêmes de nourriture pour les poissons. Les macroinvertébrés sont de bons bio-indicateurs, et reflètent particulièrement bien l'état écologique du cours d'eau. Les espèces à niche écologique étroite réagissent très vite aux changements survenant dans leur environnement. Leur présence, ou au contraire leur disparition après une présence attestée, ou une

modification notable de leur fréquence, montre si l'état du cours d'eau est satisfaisant ou non.

2.3.1 Les macroinvertébrés comme bio-indicateurs de la qualité des cours d'eau

La composition de la communauté biotique d'un site reflète l'ensemble de tous les facteurs d'influence du site en question. Beaucoup de macroinvertébrés réagissent rapidement à une modification de leur environnement. Ils sont donc particulièrement appropriés pour juger de l'état du cours d'eau. Cette propriété a été reconnue au début du siècle dernier déjà. Depuis, l'évaluation de la santé des cours d'eau au moyen des invertébrés d'eau douce est utilisée à large échelle.

Beaucoup d'habitants aquatiques réagissent au manque d'oxygène qui caractérise souvent les eaux très polluées. On peut donc juger du degré de pollution des eaux par la présence ou l'absence de certaines espèces indicatrices (organismes à faible marge de tolérance vis-à-vis des modifications de leur environnement). Outre les éphémères, les perles et les phryganes, les planaires, les crustacés et les escargots sont de bonnes espèces indicatrices, parmi des centaines d'autres. Les larves d'éphémères du genre *Ecdyonurus* sont par exemple liées aux eaux propres et bien oxygénées, alors que l'éristale gluante est indicatrice d'eau à forte pollution organique.

2.3.2 Importance des odonates

Les Odonates dont les larves ont un mode de vie aquatique constituent un groupe de premier choix pour l'évaluation, la surveillance et la gestion des zones humides. D'après Dommanget (1989), ces insectes prédateurs liés aux zones humides peuvent

en effet être considérés comme de bons bio-indicateurs de la dégradation des écosystèmes (Moore, 1997; Chovannec et al., 2001, 2004 et 2005, Schmidt, 1985; Castella, 1987; Oertli et al., 2005; Indermuhele et al., 2008 in Benchalel et Samraoui 2012).

Un bon bio-indicateur doit avoir des exigences écologiques très spécifiques afin qu'on puisse faire un lien direct entre sa présence/absence et une particularité environnementale (Leclercq, 2001 in Benchalel et Samraoui 2012), comme par exemple la famille des *Calopterygidae*, dont les larves sont sensibles au manque d'oxygène et ne colonisent que les cours d'eau claire et bien oxygénée (Jaulin et Palos, 2008 in Benchalel et Samraoui 2012).

Durant les dernières décennies, de multiples investigations ont été entreprises pour décrire l'odonatofaune algérienne (Selys-Longchamps, 1849, 1865, 1866, 1871, 1902; Kolbe, 1885; McLachlan, 1897; Martin, 1901; 1910; Morton, 1905; Le Roi, 1915; Kimmins, 1934; Reymond, 1952; Nielsen, 1956; Dumont, 1978, 2007 in Samraoui et Benchalel 2012), mais ce n'est qu'à la fin des années quatre vingt dix qu'une liste de 63 espèces a été établie (Samraoui et Menai, 1999) dont 4 (*C. exul*, *C. splendens*, *C. virgo meridionalis*, *Cordulegaster boltonii algirica*), inféodées aux milieux lotiques n'ont plus été trouvées depuis un siècle. D'autres espèces: *Lindeni atetraphylla*, *C. boltonii algirica*, *C. aenea*, et *R. semihyalina* ont été considérées comme localement éteintes (Samraoui et Corbet, 2000).

La cause principale de ces absences est probablement la dégradation de leurs habitats privilégiés (Samraoui et Menai, 1999).

2.4 Menaces des macroinvertébrés

Les dangers menaçant les macroinvertébrés ont des causes diverses. Parmi les principaux facteurs, on trouve le manque de diversité au niveau structurel: ce qui fait le plus défaut aux insectes aquatiques, c'est une liaison directe à leur biotope terrestre la faute en incombe à la monotonie des berges, insuffisamment pourvues d'imbrication rivière/terre ferme.

Le colmatage du fond du cours d'eau a également un effet négatif sur les possibilités de colonisation des macroinvertébrés, qui ont besoin de trous dans le substrat pour y vivre et s'y réfugier. Ces fonds de rivière imperméables se rencontrent surtout dans des tronçons pauvres en gravier ou fortement érodés, dans la zone d'influence des usines hydro-électriques.

La pollution due aux déchets ou aux sorties de stations d'épuration, ainsi qu'aux apports diffus provenant de l'agriculture (eaux de ruissellement ou de drainage), entraîne une surproduction d'algues et donc la formation de vase, autre cause de colmatage des fonds de rivières. Parfois, des poisons se déversent par ces canaux dans la rivière, ce qui peut avoir des effets négatifs sur la biodiversité.

Les espèces animales introduites constituent un autre danger menaçant les espèces indigènes.

3.1 Les zones humides de la Numidie Orientale

Les zones humides, écosystèmes de transition entre les habitats terrestres et aquatiques, sont constituées de composantes physiques, biologiques et chimiques telle que l'eau, les sols et les espèces végétales et animales.

Les processus écologiques intervenant au sein et entre ces composantes permettent aux zones humides d'accomplir certaines fonctions telle que la prévention des inondations et de générer des produits tels que la faune, la stabilisation du littoral, stabilisation du microclimat, la diversité biologique, le patrimoine et l'interculturel (Tomas, 1996).

Notre pays qui appartient au paléarctique occidental (sud de la méditerranée) comme sa biodiversité biologique, écologique et génétique abrite presque tous les habitats écologiques et recèle un patrimoine très varié de zones humides (Saheb, 2009).

3.2 Importance des zones humides

3.2.1 Les cycles de l'eau locaux et mondiaux dépendent fortement des zones humides

La couverture végétale influence sur les flux et la rétention de l'eau, et donc sur la disponibilité des eaux de surface et souterraines.

La transpiration des plantes affecte les caractéristiques des pluies. La biodiversité joue un rôle crucial dans le cycle des éléments nutritifs et les cycles de carbone (carbone stocké, isolé et libéré de la biomasse). Une perte de la biodiversité peut compromettre le fonctionnement de ces cycles et avoir des conséquences majeures sur les populations, la société et l'économie.

3.2.2 Les co-avantages des zones humides

Les zones humides offrent de nombreux co-avantages présentant des valeurs sociales et économiques significatives ; elles peuvent donc contribuer à satisfaire toute une série de besoins et à réaliser divers objectifs.

Les écosystèmes assurent divers services profitant aux populations, à la société et à l'économie dans son ensemble ; c'est que l'on appelle les services écosystémiques (MA, 2005). Bon nombre de ces services écosystémiques sont liés à l'eau et aux zones humides via l'approvisionnement en eau, sa régulation, sa purification ou encore l'alimentation des nappes phréatiques ; ils sont également primordiaux pour la concrétisation des objectifs liés à la sécurité de l'eau et à l'eau dans le cadre de la sécurité alimentaire. D'autres services écosystémiques assurés par les zones humides jouent des rôles importants par rapport au cycle des éléments nutritifs, au changement climatique (atténuation et adaptation climatiques), à la sécurité alimentaire (fourniture de récoltes et de nurseries pour la pêche), à la sécurité de l'emploi (entretien des pêcheries, qualité du sol pour l'agriculture), et à une série d'avantages culturels, dont les connaissances (scientifiques et traditionnelles), les loisirs et le tourisme, et la formation de valeurs culturelles, dont les valeurs spirituelles et l'identité.

3.3 Définition d'une mare

La définition d'une mare retenue dans le cadre du Programme national français de recherche sur les zones humides et aujourd'hui la plus couramment utilisée est la suivante : "la mare est une étendue d'eau à renouvellement généralement limité, de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5 000 m². Sa faible profondeur, qui peut atteindre environ deux mètres, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire et aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. De formation naturelle ou anthropique, elle se trouve dans des dépressions imperméables, en contextes rural, périurbain voire urbain. Alimentée par les eaux pluviales et parfois phréatiques, elle peut être associée à un système de fossés qui y pénètrent et en ressortent ; elle exerce alors un rôle tampon au ruissellement.

Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. La mare constitue un écosystème au fonctionnement complexe, ouvert sur les écosystèmes voisins, qui présente à la fois une forte variabilité biologique et hydrologique interannuelle.

La taille, la profondeur, l'endroit où elle se trouve, l'origine de l'eau, l'entretien qui lui est apporté, le profil des berges... sont autant de critères différents qui font que chaque mare possède ses propres caractéristiques, et qu'aucun de ces trous d'eau ne ressemble à un autre. C'est aussi ce qui en fait un milieu très intéressant et très fragile où la vie foisonne.

3.4 Origines des mares

3.4.1 Origine naturelle

L'érosion peut résulter de l'action physico-chimique de l'eau, de l'action du vent, de processus géomorphologiques liés à la divagation des cours d'eau mais aussi de la combinaison de ces différents processus, éventuellement combinés à l'action de la faune voire de la flore. Des colmatages naturels limitant le drainage ou le ruissellement peuvent contribuer à la création de mares. (Grillas et *al.*, 2004).

3.4.2 Origine artificielle

Pour ses activités d'élevage, de voirie, d'irrigation, ou de stockage d'eau, l'homme a créé des bassins et des mares. Au fil du temps, ces milieux ont été colonisés par des biocénoses dont la composition et la structure évoluent assez souvent en rapport avec l'âge de l'habitat (Grillas et *al.*, 2004).

3.5 Les différents types de mare

a) Mare de prairie : Souvent utilisée comme abreuvoir pour le bétail. Végétation particulièrement riche et développée.

b) Mare de champ : Anciennement utilisée comme abreuvoir pour les animaux de trait. Berges raides et végétations peu diversifiées (concentration de dés herbant).

b) Mare d'agrément : Fonction ornementale et ludique. Végétation appauvrie et banale (pression d'entretien élevée : curages répétés, berges fauchées intensivement voire dés herbées chimiquement).

c) Mare de lande ou de friche : Berges en pente douce. Flore riche en espèces et organisée en ceintures concentriques.

d) Mare de forêt : De petite taille et faiblement éclairée. Développement de la végétation aquatique limité par l'ombrage. Parfois maintenues par les sangliers (bauges).

e) Mare de coupe ou de fourré : Ornière de débardage ou dépression plus ou moins grande. Due à l'exploitation du bois. Très grande richesse floristique (plantes pionnières et espèces de milieu plus ombragé) et faunistique (sonneur à ventre jaune...). Maintien et renouvellement de leur richesse biologique assuré par la juxtaposition de parcelles exploitées à des âges différents.

f) Mare de route : Liée aux infrastructures de transport. Creusée pour recueillir et épurer les eaux de ruissellement. Concentre un grand nombre d'espèces végétales.

G) Mare de carrière : Liée à l'exploitation de gravières. Se remplissent grâce à la présence de la nappe phréatique affleurante. Proche du lit d'un fleuve .

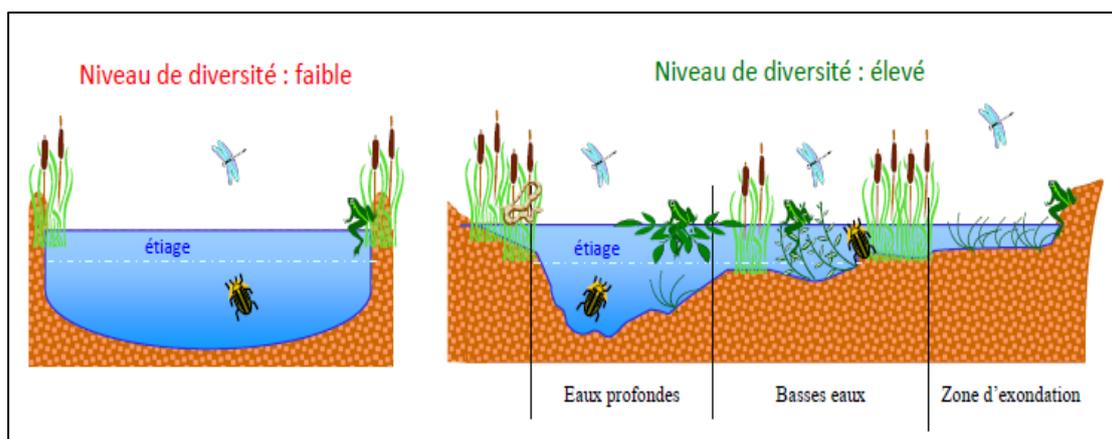


Figure (17): Importance de la structure de la mare sur sa diversité écologique.

F. Arnaboldi - ONF-Mission Mares

3.6 Intérêt des mares

3.6.1 Des réserves en eau appréciables

La lutte contre les incendies

Une mare peut servir réserve d'eau DFCI à condition qu'elle réponde à des normes précises. Le volume minimal requis doit notamment être disponible toute l'année (surtout en période estivale) et certaines règles permettant l'utilisation de l'eau par les services de secours doivent être respectées.

Abreuvement du bétail

Les mares, autrefois présentes dans les pâtures, ont peu à peu été délaissées au profit de l'alimentation par citerne, garantissant la présence et la qualité de l'eau.



Photo (10): Des vaches s'abreuvent dans la mare de Madjen Belahrithi

Une réserve d'eau pour le gibier:

Les mares sont très appréciées par la faune sauvage. Elles peuvent servir de point d'abreuvement, de « garde-manger » ou de lieu de repos. Leur présence est un facteur de qualité des habitats cynégétiques.

3.6.2 Une gestion de l'eau simplifiée

Un rôle contre l'érosion des sols et les inondations

En retenant l'eau de pluie, les mares participent à la gestion locale du ruissellement et à la lutte contre l'érosion. Elles contribuent ainsi à l'amortissement des crues, à la prévention des inondations et les coulées de boues...

L'épuration

Les mares contribuent à diminuer la turbidité des eaux de ruissellement par sédimentation des matières en suspension. Les eaux aussi sont épurées par la dégradation et le recyclage des éléments organiques réalisées par les organismes vivants dans la mare. Les mares forment ainsi de véritables mini-stations de lagunage et participent à l'amélioration de la qualité des eaux.

3.6.3 Un héritage culturel à conserver

L'eau a toujours été précieuse, surtout dans notre région. Il est important de ne pas perdre ce patrimoine.

Un rôle pour la formation des étudiants :

Les mares sont un véritable laboratoire naturel pour la formation d'étudiants et de futurs gestionnaires. Plusieurs concepts écologiques ont été développés à partir des travaux sur les mares et d'illustres chercheurs ont utilisés les mares naturelles ou artificielles comme arène écologique (Hutchinson, 1959 ; Hurlbert et al., 1972 ; Wilbur, 1987 in Samraoui B Au fil des mares..2008). Les étudiants se familiarisent avec ses travaux aux cours de leur formation.



Photo (11):Utilisation des mares pour la formation des étudiants de zones humides à Guelma (2008)



Photos (12) et (13):Moi à la découverte de Madjen Belahriti

3.7 Données climatiques de la Numidie

Le climat joue un rôle fondamental dans tout milieu naturel. Il est le résultat des différents paramètres suivants : température, pluviosité, vents et l'humidité de l'air (Fouzari, 2009).

3.7.1 La température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade, 1984).

La température est un paramètre dépendant de l'altitude et de la distance de la mer. Elle varie en fonction des saisons (Ozenda, 1982).

Dans la région de Guelma (2002-2015):

La température moyenne annuelle est de 17,94 °c alors que les températures moyennes les plus élevées s'étendent du mois de Juin au mois de Septembre varient entre 23,64 °c et 27,31°c, et les valeurs les plus faibles sont enregistrées pendant les mois les plus froids de l'année 9,65 °c en Janvier et 9,9 °c en février.

La figure (18) de l'évolution des températures moyennes mensuelles montre des hivers froids avec des températures minimales, des étés chauds avec des températures maximales et des mois doux.

Tableau(02): Températures moyennes mensuelles pour la période de 2002 à 2015 (station météorologique de Belkhir)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T °c	9,65	9,9	12,44	15,52	19,21	24,07	27,4	27,31	23,64	20,17	14,70	10,84
M °c	15,9	16,17	19,46	22,97	27,37	32,89	36,65	36,55	31,58	27,97	21,18	17,04
m °c	4,61	4,56	6,32	8,73	11,37	15,25	18,54	19,19	17,19	13,98	9,51	5,95

T : Températures moyennes mensuelles en °c

M : Moyenne des maximas des températures en °c

m : moyenne des minimas des températures en °c

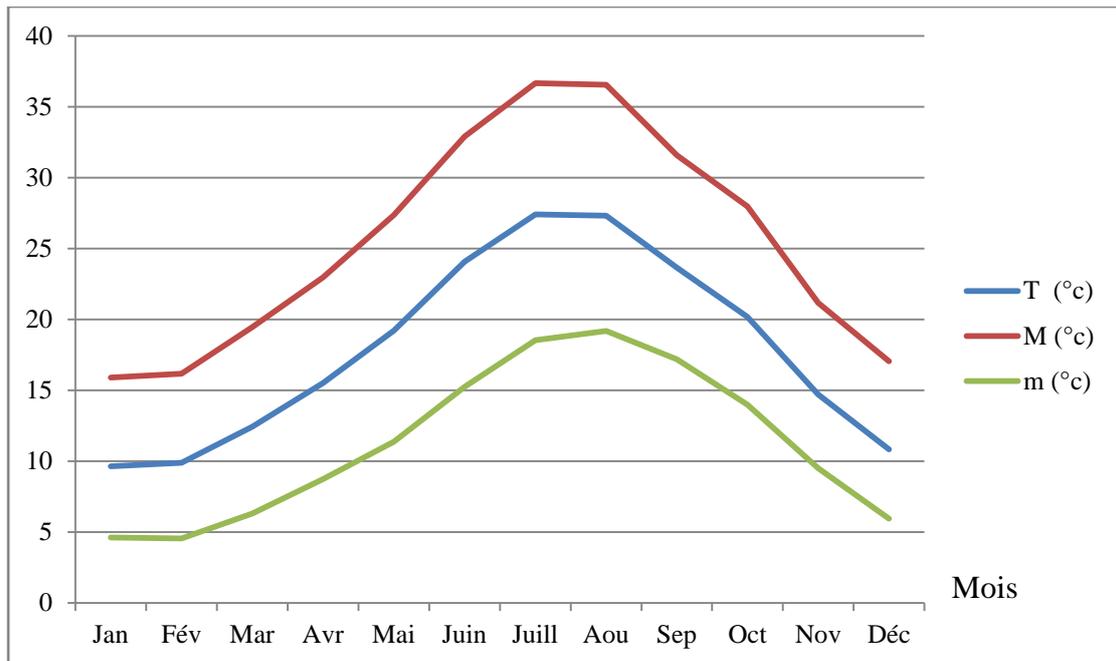


Figure (18): Moyenne mensuelle des températures

T : Températures moyennes mensuelles en °c
M : Moyenne des maxima des températures en °c
m : moyenne des minima des températures en °c

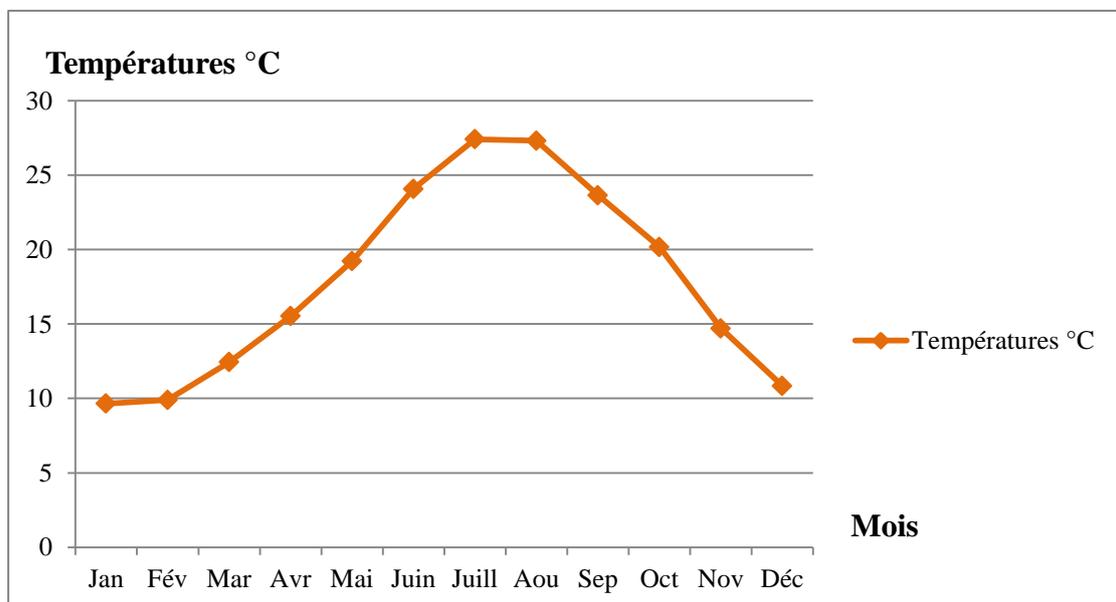


Figure (19): Evolution des températures moyenne dans la région de Guelma (2002-2015)

3.7.2 Les précipitations

Les précipitations comprennent toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) ainsi que les précipitations dites occultes ou déposées (rosée, gelée blanche, grive. etc.) elles sont provoquées par un changement de température ou de pression (Musy & Higy, 2004 in Bouhala 2012).

Les précipitations sont un facteur climatique très important qui conditionnent l'écoulement saisonnier et par conséquent le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères (Chibani, 2009).

Dans la région de Guelma (2002-2015) :

L'analyse du Tableau (03) nous permet de constater que la moyenne annuelle des précipitations est de l'ordre de 640,6mm.

La valeur maximale, enregistrée pendant le mois de février, est de 109,86 mm alors que le mois le plus sec est celui de juillet avec des précipitations de 3,55 mm.

Nous remarquons également que la répartition temporelle des précipitations est très variable. Figure (20).

Tableau (03): Précipitations moyennes mensuelles et annuelles pour la période de 2002 à 2015 (station météorologique de Belkhir)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy annu
P (mm)	90,79	109,86	81,9	60,25	39,33	16,56	3,55	16,7	43,39	51,64	71,55	86,1	640,60

P : précipitations (mm)

Moy annu : moyenne annuelle des précipitations

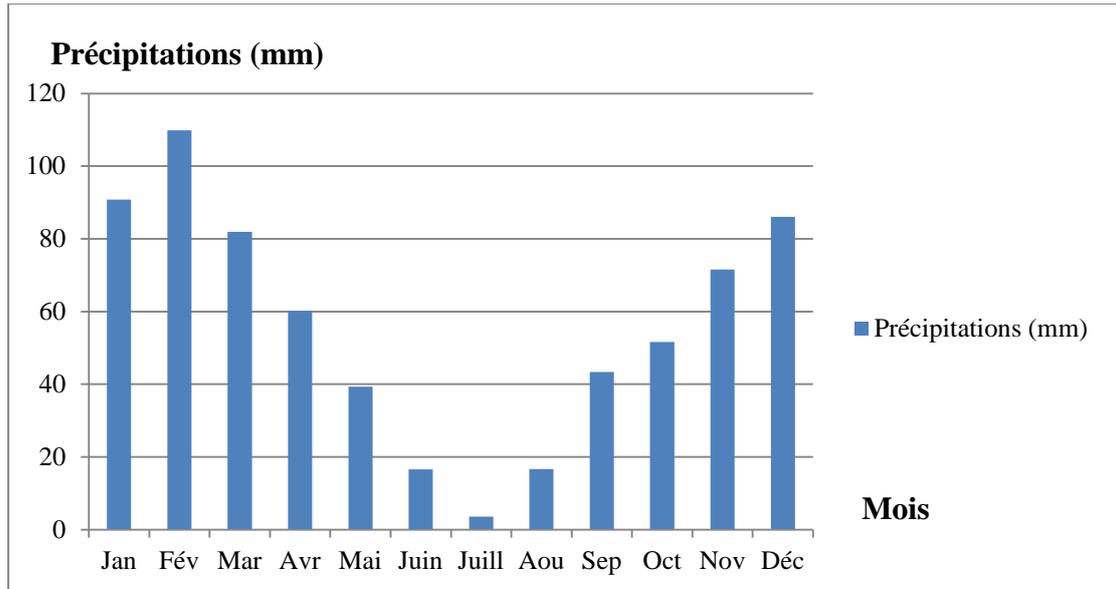


Figure (20): Histogramme de l'évolution des précipitations moyenne dans la région de Guelma (2002-2015)

3.7.3 L'humidité

L'humidité est un facteur qui conditionne l'évaporation, il influe sur les conditions de développement de la végétation et par conséquent sur la nature d'écoulement de surface (Chaib, 2011).

L'analyse du tableau (04) montre que l'humidité moyenne annuelle est de 70,06 %. Elle varie entre 67 et 77,6 pendant toute l'année sauf que, pour les mois de juin 60,51 %, juillet 56,12 % et aout 58,12 % elle diminue comme le montre la figure (21).

Tableau (04): L'humidité moyenne mensuelle et annuelle (2002-2015)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy annu
H moy	77,6	75,46	75	72,92	69,35	60,51	56,12	58,12	67,27	70	73,62	77,18	70,06

H moy : humidité moyenne %.

Moy annu : humidité moyenne annuelle %.

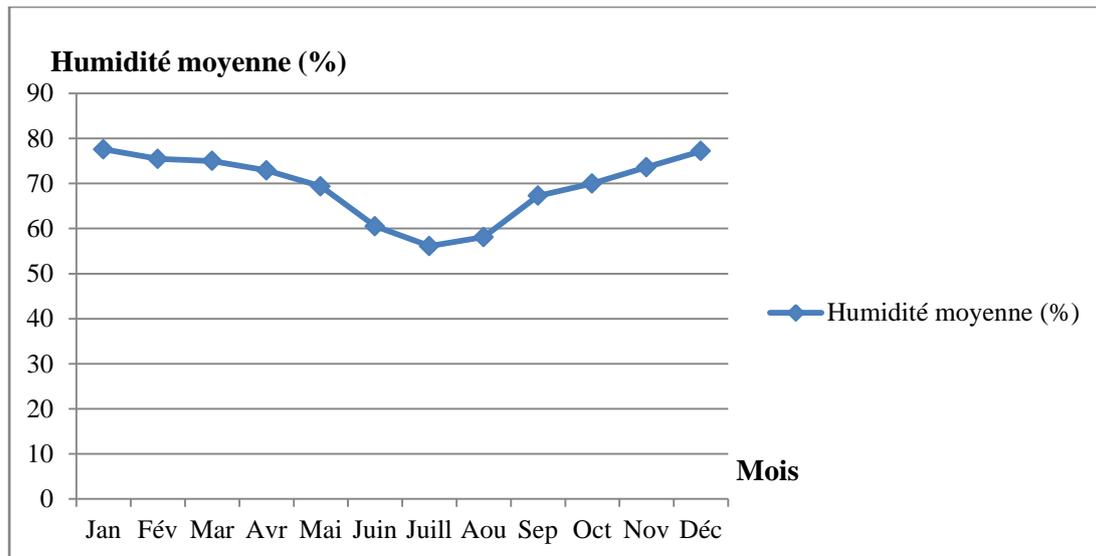


Figure (21): Humidité moyenne mensuelle pour la région de Guelma (station de Belkhir 2002-2015)

3.7.4 Le vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat, il a une influence indirecte en modifiant la température et l'humidité (Dajoz, 2006).

3.8 Le bioclimat

Les variations journalières de la température, de la pluviosité et de la force du vent sont aléatoires, non périodiques et non prévisibles. Cette variation aléatoire interdit toute adaptation rigoureuse des organismes et intervient dans la modification des cycles de développement, l'estivation ou l'hibernation, la migration, et les modifications morphologiques, provisoires et non héréditaires traduisant la plasticité phénotypique des espèces apparaissent lorsque les facteurs climatiques changent (Dajoz, 2006).

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour en tenir compte divers indices ont été proposés, principalement dans le but d'expliquer la répartition des êtres vivants. Les indices les plus employés font intervenir la température, et la pluviosité qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus (Dajoz, 2006).

3.8.1 Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson: Indice xérothermique deGausson

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (Bagnouls & Gausson, 1953) permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations.

A ce sujet, Emberger précise : « un climat peut être météorologiquement méditerranéen, possède la courbe pluviométrique méditerranéenne caractéristique, sans l'être écologiquement ni biologiquement, si la sécheresse estivale n'est pas accentuée » (Emberger, 1942).

Le diagramme ombrothermique de Gausson est construit à partir des moyennes de précipitations et de températures, selon l'échelle $P=2T$.

Cet auteur considère que la sécheresse s'établit lorsque pour un mois donné, $P < 2T$.

P : précipitations totales en millimètres (mm) sur la période donnée

T : température moyenne en degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) sur la période donnée

Cet indice est étroitement lié au diagramme ombrothermique, ce dernier se construisant sur le modèle d'échelle $1^{\circ}\text{C} = 2 \text{ mm}$.

A partir de cette hypothèse il est possible de tracer des diagrammes ombrothermiques (ou pluviothermiques) dans lesquels on porte en abscisses les mois et en ordonnées la température moyenne et la pluviosité, avec une échelle double pour la première; la saison sèche apparaît nettement sur les diagrammes.

Les courbes des diagrammes ombrothermiques précisent que la longueur de l'été sec est chaud et ses variations varient selon les stations. Un mois est considéré comme sec lorsque la courbe des températures (T) est supérieure à celles des précipitations (P), et $P = 2T$.

Nous avons établi le diagramme ombrothermique pour la région de Guelma à partir des données du tableau (05)

Tableau (05): Précipitations totales et températures moyennes.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P (mm)	90,79	109,86	81,9	60,25	39,33	16,56	3,55	16,7	43,39	51,64	71,55	86,1
T $^{\circ}\text{c}$	9,65	9,9	12,44	15,52	19,21	24,07	27,4	27,31	23,64	20,17	14,70	10,84

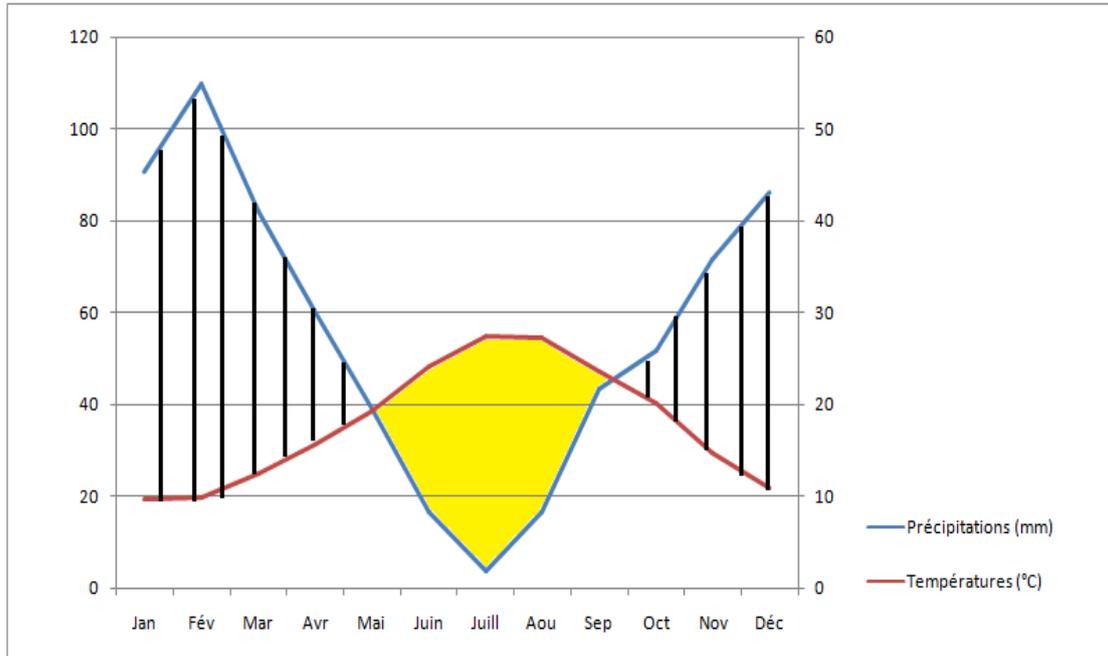
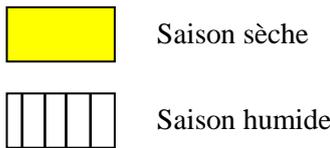


Figure (22) Diagramme ombrothermique de Gausson pour la région de Guelma



Le diagramme ombrothermique de Gausson pour la région de Guelma, établi à partir des données du Tableau (05), permet de distinguer deux périodes distinctes : la première, sèche, caractérisée par des températures maximales observée aux mois de juillet et aout la seconde, humide, caractérisée par des précipitations présentant des maximums au mois de février. Figure (22).

3.8.2 Détermination du Quotient pluviométrique et des étages bioclimatiques d'Emberger

Le quotient pluviométrique ou indice climatique d'Emberger sert à définir les cinq différents types de climats méditerranéens, depuis le plus aride, jusqu'à celui de haute montagne.

Il est le plus fréquemment utilisé en Afrique du Nord. Ce quotient est défini par la formule :

$$Q = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

Q : quotient pluviométrique d'Emberger

M : la moyenne des températures du mois le plus chaud en degrés Kelvin

m : la moyenne des températures du mois le plus frais en degrés Kelvin

P : pluviométrie annuelle en mm

Tabelau (06): Quotidien pluviométrique d'Emberger de la région de Guelma

Station	M (K°)	m (K°)	P (mm)	Q2	Période
Guelma	309,8	277,71	640,6	67,95	2002-2015

Le Tableau (06) et la Figure (23) résument la position de la zone de Guelma dans le climagramme d'Emberger et la précision de son étage bioclimatique respectif. Ainsi, le quotient pluviométrique calculé pour Guelma ($Q2=67.95$) nous a permis de la confondre sur le climagramme d'Emberger, à une variante semi aride à hiver doux.

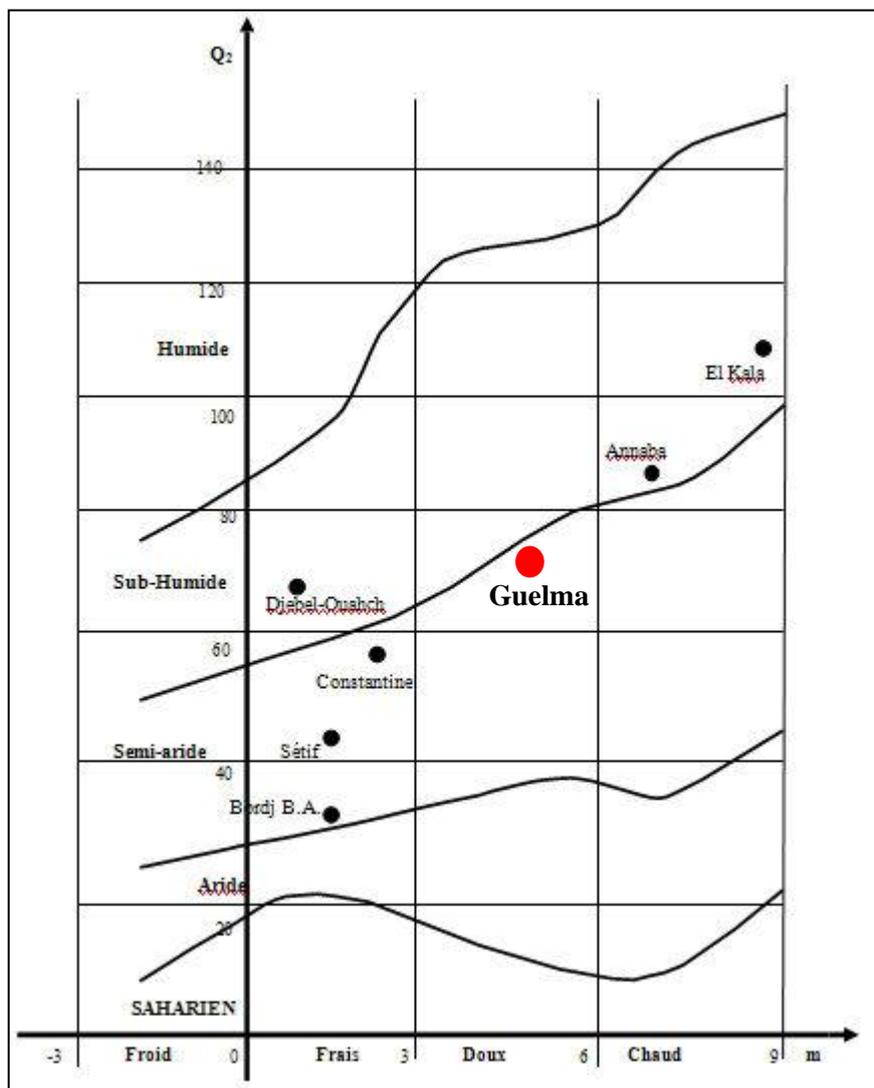


Figure (23): Localisation de la région de Guelma dans le climagramme d'Emberger (2002-2015)

3.9 Description de la zone d'étude (Madjen Belahriti)



Figure (24): Situation géographique de la mare de Madjen Belahriti dans la Numidie

Source: Google map



Figure (25): Localisation de la mare de Madjen Belahriti

Source : google map



Photo (14): Le site d'étude

Madjen Belahriti (36°26.193' N et 007°05.224' E)



Photo (15): Le site d'étude

Altitude : 500 mètres

Commune : Bouhamdane

Daira : Hammam Debagh

Wilaya : Guelma

Chapitre 3 : Description général du site d'étude

Limité au nord par Bouhamdane, à l'est par Ras el Akba, au sud par Bordj Sabat, et à l'ouest par la route W27.

C'est une grande mare ensoleillée, avec un fond boueux et pierreux avec une végétation très abondante.

C'est une mare de prairie situé à côté de la route W27.



Photo (16): la végétation de Madjen Belahriti



Photo (17): Eutrophisation d'une partie de la mare en Décembre.

4.1 Matériel et méthodes

4.1.1 Sur le terrain

Tableau (07): Liste du matériel utilisé sur le terrain

Matériel	Rôle
Des gants	Protection des mains
Une paire de bottes	Protection des pieds
Un crayon	Prise de note
Un carnet	Prise de note
Un appareil photo	Prise de photos
Un thermomètre	Mesure de la température de l'eau
Un multiparamètre	Mesure des paramètres physicochimiques de l'eau
Un GPS	Avoir les coordonnées GPS de la mare
Une perche graduée	Mesure de la profondeur de la mare
Une Epuisette de maille 1mm	Récolte des macroinvertébrés dans la mare
Des sacs	Transport du contenu de l'échantillonnage
Une cuvette	Tri des macroinvertébrés
Alcool 90°	Fixation et conservation des macroinvertébrés
Une pince	Capture des macroinvertébrés
Un pinceau	Capture des macroinvertébrés
Des flacons vides	Récolte des macroinvertébrés
Des étiquettes	Identification des échantillons
Une épuisette de maille 5mm	Capture des odonates adultes
Des guides entomologiques	Identification des odonates adultes sur le terrain

4.1.2 Au laboratoire

Tableau (08): Liste du matériel utilisé au laboratoire

Matériel	Rôle
Une loupe binoculaire	Identification des macroinvertébrés
Des boîtes de pétri	Fixation des macroinvertébrés pour l'observation
Formol 5%	Fixation et conservation des macroinvertébrés
Un pinceau	Capture des macroinvertébrés
Une pince	Capture des macroinvertébrés
Des gants	Protection des mains
Des étiquettes	Identification des échantillons
Des documents (des clés d'identification)	Identification des macroinvertébrés
Des flacons vides en verre	Conservation des macroinvertébrés
Des masques	Protection des voies respiratoires
Un turbidimètre	Pour mesurer la turbidité de l'eau
Un pH-mètre	Pour mesurer le pH de l'eau
Boîte de collection	Conservation des odonates adultes
Des épingles	Fixation des odonates adultes
Polystyrène	Fixation des odonates adultes



Turbidimètre

formole aldéhyde

pH-mètre



GPS

Photo (18): Le matériel utilisé

Tableau (09): Dates des sorties à la mare de Madjen Belahriti.

Mois et dates	Temps passé
14/12/2015	12h-14h
21/12/2015	12h-14h
13/01/2016	11h-13h
28/01/2016	11h-13h
07/02/2016	12h-14h
14/02/2016	12h-14h
13/03/2016	10h-12h
23/03/2016	10h-12h
14/04/2016	10h-12h
19/04/2016	10h-12h
28/04/2016	12h30-16h
10/05/2016	12h30-16h
26/05/2016	12h-15h

4.2 Méthode de travail

4.2.1 Le choix du site :

Le choix de ce site est basé sur ces critères :

- C'est le premier travail sur cette mare.
- Elle se situe en haute altitude.
- C'est un endroit riche en faune et flore.
- Accessibilité du site (proximité de la route, sécurité) permettant une visite régulière.

4.2.2 L'échantillonnage

a) sur terrain

L'échantillonnage effectué au niveau de cette mare se fait tout les 15 jours du décembre 2015 jusqu'à avril 2016 pour les macroinvertébrés aquatiques et jusqu'à mai 2016 pour les odonates adultes.

Le prélèvement des macroinvertébrés aquatiques a été réalisé sur 5 points tout au long de la mare. Deux coups de filet dans chaque point. À l'aide d'une grande épuisette avec une ouverture de maille de 1mm.

Comme la végétation est très abondante, le contenu du filet est vidé dans des grands sacs pour un deuxième tri au laboratoire à fin de séparer les macroinvertébrés de la végétation.

Le prélèvement des odonates adultes se fait aléatoirement tout au long de la mare et des endroits proches de la mare.

La photographie des odonates sur terrain aide aussi à bien identifier les individus.

La végétation abondante et le fond boueux de la mare rend l'échantillonnage difficile.

Dans les 5 points, l'échantillonnage est précédé par la mesure de la profondeur (tous les 15 jours)

La mesure de la conductivité, la température, le pH, la turbidité, l'oxygène dissout, et la salinité se fait tous les mois.

L'objectif de l'échantillonnage est de collecter la diversité la plus représentative des macroinvertébrés aquatiques et des odonates adultes de cette mare.

b) Au laboratoire

Le tri a été effectué dans le laboratoire sous une loupe binoculaire et les organismes récoltés ont été, identifiés, comptés et rangés par famille.

Chapitre 4 : Matériel et méthodes

On a regroupé les individus semblables et on a commencé l'identification par les plus gros individus, donc les plus matures.

Les insectes de petites tailles, les larves ainsi que d'autres invertébrés sont conservés dans des petits flacons en verre remplis de formol.

Les insectes adultes tel que les Coléoptères, Hémiptères et les odonates adultes ont été épinglés sur du polystyrène en précisant le nom de l'espèce et la date, le tout est conservé dans des boîtes de collection.

A la fin vient l'étape la plus importante qui est l'identification des différents spécimens, l'identification a été supervisée par Pr Samraoui, nous avons également utilisé des clés de déterminations et des guides (Tachet, 2000, Aguilar, 1985).



Photo (19): Échantillonnage des macroinvertébrés et des Odonates adultes



Photo (20): Le tri au laboratoire

4.3 Les variables mesurées

Les facteurs écologiques essentiels qui agissent sur le peuplement sont la température, la vitesse du courant, la nature du fond, l'oxygénation et la composition chimique des eaux (Dajoz, 1985).

4.3.1. La conductivité

La conductivité est étroitement liée à la concentration des substances dissoutes et à leur nature. La mesure de la conductivité permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau. La conductivité électrique et la température sont déterminées à l'aide d'un conductimètre (Elafri, 2009 in Bouhala 2011-12).

4.3. 2. La température

Il est important de connaître la température de l'eau avec une précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz ; dans la dissociation des sels dissous, donc sur la conductivité électrique, et dans la détermination du pH.

Une augmentation de celle-ci provoque l'échappement de l'oxygène dissous dans l'eau (Robier, 1996). Ce ci est important car la température intervient dans la détermination de la faune aquatique (Dajoz, 2006).

Dans les cours d'eau, la température garde une grande influence, mais se limite en général à un gradient biologique entre l'amont et l'aval, sans provoquer de courant (Touchart, 2003).

La température et la conductivité sont mesurées sur place à l'aide d'un conductimètre.

4.3. 3. L'oxygène

L'oxygène est l'un des paramètres les plus importants de la vie aquatique. L'oxygène dissous est essentiel au métabolisme de la plupart des organismes présents. L'oxygène de l'écosystème dulcicole provient de plusieurs sources. La plus importante est l'atmosphère, l'O₂ étant « absorbé » par l'eau, par l'action du vent, des vagues. C'est une oxygénation mécanique, plus importante que la simple diffusion. La seconde source est la photosynthèse. Le phytoplancton contenant des algues unicellulaires, des cyanobactéries et autres plantes aquatiques, fixe le CO₂ de l'eau en utilisant l'énergie

solaire et des molécules d'eau, elles libèrent de l'oxygène dans le milieu (Huguette, 2006 in Bouhala 2011-12).

3.3. 4. Le pH

Le pH est une mesure du degré de caractère acide (prédominance des ions H^+ et les ions OH^-) ou basique (prédominance inverse) d'une solution aqueuse (Frontier et Pichod-viale, 1991 in Bouhala 2011-12). Le niveau de tolérance, pour les organismes aquatiques, se situe entre 4.5 et 9.5. Donc, une eau trop acide ou trop alcaline peut être mortelle pour la vie aquatique. Rappelons que les protéines enzymatiques sont susceptibles de voir leur structure tridimensionnelle affectée. Leur activité biologique sera ainsi perturbée (Huguette, 2006 in Bouhala 2011-12).

Le pH se mesure au laboratoire à l'aide d'un pH-mètre.

4.3.5. La turbidité

Constitue la fraction fine de la charge solide transportée par le cours d'eau. Ce sont, pour l'essentiel, des argiles (particules inférieures à 2μ) et des limons 60μ . Les particules sont portées dans la masse de l'eau en relation avec la densité, sans contact avec le fond de la rivière (Cosandey *et al.*, 2003 in Bouhala 2011-12).

La turbidité se mesure au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre.

4.3.6. La profondeur de l'eau :

La profondeur est la variante environnementale la plus importante. La faible profondeur permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'à l'air de se diffuser largement et de bien se mélanger. La profondeur de l'eau influence le réchauffement des eaux et donc la répartition et la prolifération de la faune et de la flore thermophiles. Ce paramètre varie en fonction des apports pluviométriques. Ce paramètre est relevé grâce à une perche graduée dans 5 points de différentes profondeurs



Photo (21): différentes profondeurs de la mare

4.4. Analyse de données :

4.4.1. L'organisation d'un peuplement :

Les divers peuplements qui constituent une biocénose peuvent se définir quantitativement par un ensemble de descripteurs, il est possible de décrire la structure de la biocénose toute entière à travers les paramètres tels que la richesse spécifique, l'abondance, la dominance, la diversité spécifique... (Ramade, 1994).

- **L'abondance** : correspond au nombre d'individus échantillonnés.
- **La fréquence** : Elle peut s'exprimer par le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée. Elle peut être également exprimé par le pourcentage d'où :

$$C = p * 100 / p.$$

P* : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

P : nombre total de relevés effectués.

4.4.2. La structure d'un peuplement :

Elle exprime le mode de distribution des individus parmi les espèces qui composent le peuplement, c'est-à-dire l'organisation du tableau espèces relevés. L'étude de ce mode de répartition peut être faite :

- 1- L'analyse des distributions d'abondance (modèles de Preston, Motomura, Macarthur).
- 2- au moyen d'indice synthétique de diversité (Southwood, 1978 in Debbiche Zerguine, 2010).
- 3- La diversité d'un peuplement s'exprime aussi par le nombre d'espèces présentes (richesse spécifique).

Parmi les indices de diversité permettant la comparaison des peuplements dans l'espace et le temps, nous avons :

- **Indice de Shannon**

Cet indice a l'avantage de faire intervenir l'abondance des espèces. Il se calcule par la formule suivante :

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

p_i étant l'abondance relative de chaque espèce, égale à n_i/N (n : l'abondance de l'espèce et N : le nombre total de relevés) (Frontier et Pichod-viale, 1991).

- **Equitabilité**

Les valeurs de l'indice de diversité connaissent des déséquilibres qui peuvent être appréciés par l'indice d'Equitabilité ou (régularité), comme étant le rapport : $E = H/H_{max}$.

H_{max} : étant la diversité maximale ($H_{max} = \log_2 .S$)

H : indice de diversité (Frontier et Pichod-viale, 1991).

- **Avantage des indices**

- ✚ L'indice de Shannon tient en compte l'abondance des espèces
- ✚ L'indice d'Equitabilité sert à comparer les diversités de deux peuplements ayant des richesses spécifiques différentes.
- ✚ L'indice de Margalaf sert à comparer l'abondance entre les mois.

5.1. Influence des variables abiotiques

5. 1. 1. La température

La température joue un rôle important dans le développement, la croissance et le cycle biologique de la majorité des insectes aquatiques. Elle peut agir également sur la localisation des espèces et la densité des populations.

L'évolution mensuelle de la température de l'eau au niveau de cette mare montre des variations entre les mois. La température la plus basse a été observée au mois de janvier (10.2°C), alors que la température la plus élevée de l'eau a été observée au mois d'Avril 26,7°C tableau (10).

On remarque que la température diminue pendant les mois d'hiver et augmente durant le mois d'Avril. Figure (26)

Tableau(10): Température mensuelle de l'eau dans Madjen Belahriti

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril
Température (°C)	10,3	14,7	14,6	26,7

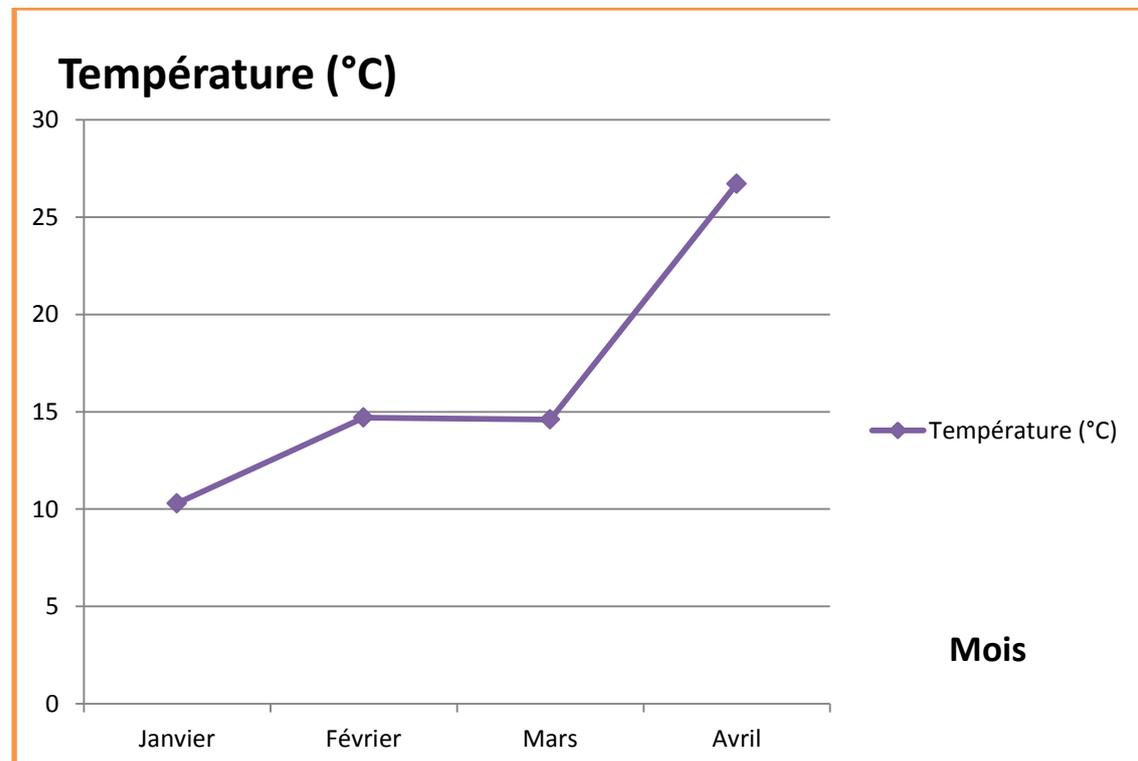


Figure (26): Variation mensuelle de la température dans le site étudié.

5.1. 2. La conductivité

L'histogramme de l'évolution mensuelle de la conductivité au niveau du site échantillonné pour la période d'étude montre que, la conductivité augmente pendant les mois de Mars et Avril où elle atteint son pic (812 mS/cm) et diminue pendant les mois froids Janvier et Février. La valeur la plus basse était en Janvier (763 mS/cm) Figure (27).

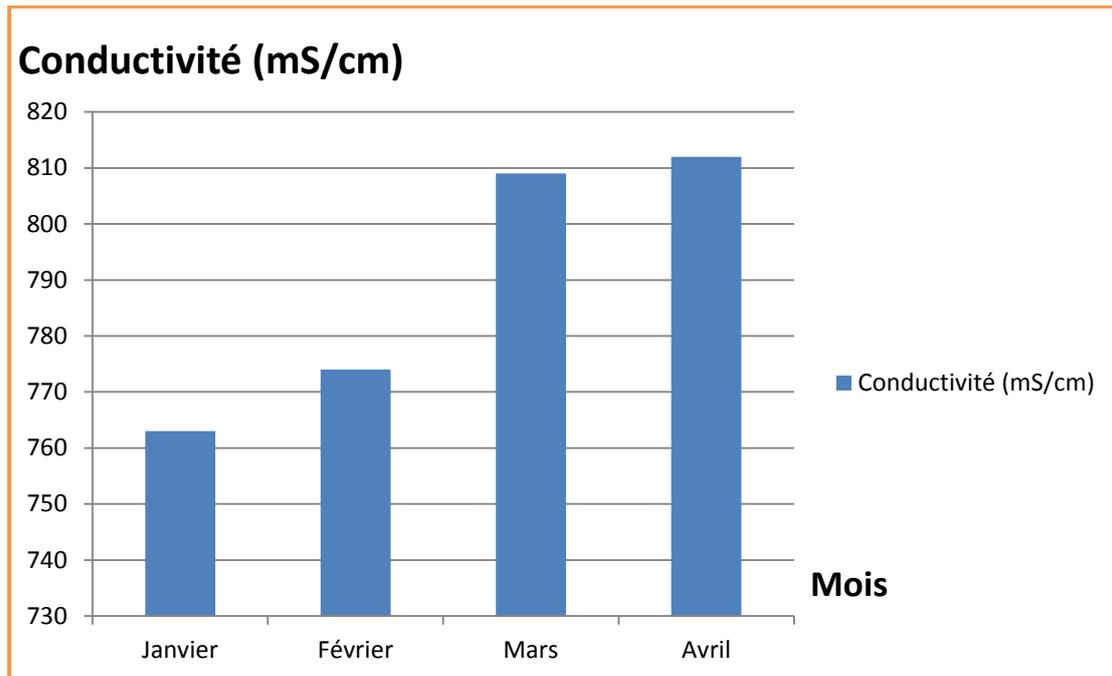


Figure (27): Variation mensuelle de la conductivité du site étudié

5.1.3. L'assèchement

Du fait de la faiblesse de la superficie, et de la profondeur, les mares ont un volume d'eau libre relativement réduit et donc soumis à de fortes fluctuations, en été l'assèchement peut être complet. Par contre cette mare est d'une grande superficie et profondeur, et elle est permanente donc l'assèchement n'est pas complet.

5.1.4. La profondeur

Les courbes de l'évolution mensuelle de la profondeur au niveau de cinq points du site d'étude montrent que :

La profondeur varie entre 32cm et 110cm.

C'est un site avec des endroits à faible profondeur (A), moyenne profondeur (B, D, E) et profond (C).

D'après la figure, nous remarquons une faible profondeur au mois de Décembre certainement due aux faibles précipitations ce mois-là.

Pour les points A, B et E, on remarque qu'il n'y a pas de grandes variations en profondeur. Par contre pour les points A et C, on remarque qu'il y a une chute en mois d'Avril. Figure(28).

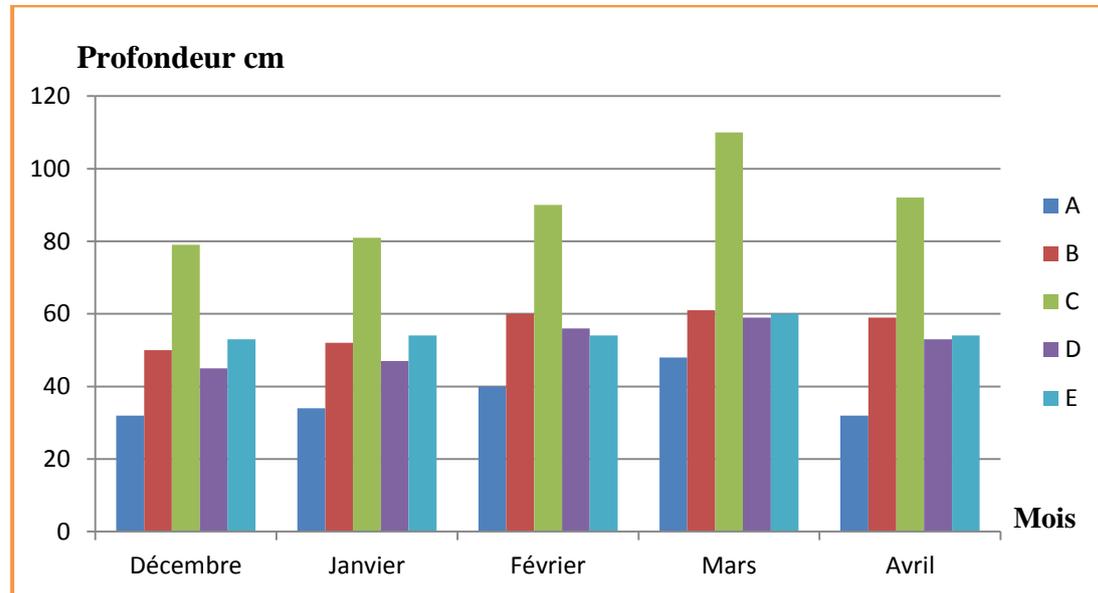


Figure (28): Variation mensuelle de la profondeur du site étudié

A, B, C, D et E : des points de différentes profondeurs dans la mare

5.1.5 Le pH

D'après la courbe d'évolution du pH du site étudié figure (29), on observe qu'il n'y a pas de grande variation entre les mois. Les valeurs sont proches entre 9 et 9,5.

Le pH de cette mare est favorable mais il est vraiment dans les limites surtout au mois d'Avril (9,5) car le niveau de tolérance des organismes aquatiques se situe entre 4,5 et 9,5.

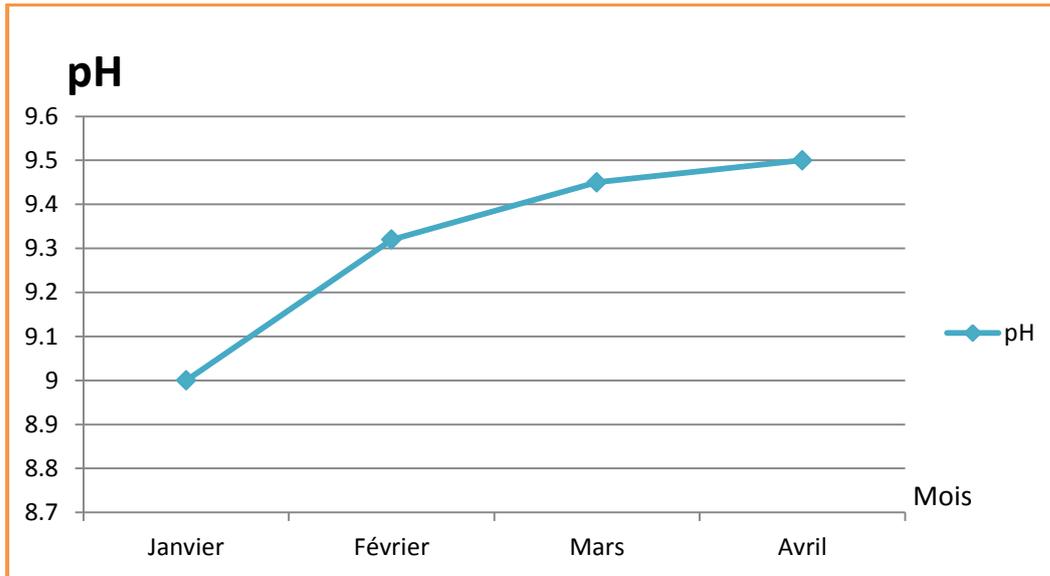


Figure (29): Variation mensuelle du pH de Madjen Belahriti

5.1.6 L'Oxygène dissous

La concentration en oxygène existant dans les eaux est le résultat de processus de la demande et de la production d'oxygène et, est donc soumise à de fortes fluctuations (Chaib, 2002).

La courbe d'évolution mensuelle figure (30) de l'oxygène dissous ne montre pas de grandes variations en oxygène dissous sauf que pour le mois de Décembre on note la valeur la plus basse (6,24 mg/l) et pour le mois d'Avril la valeur la plus haute (11,91 mg/l).

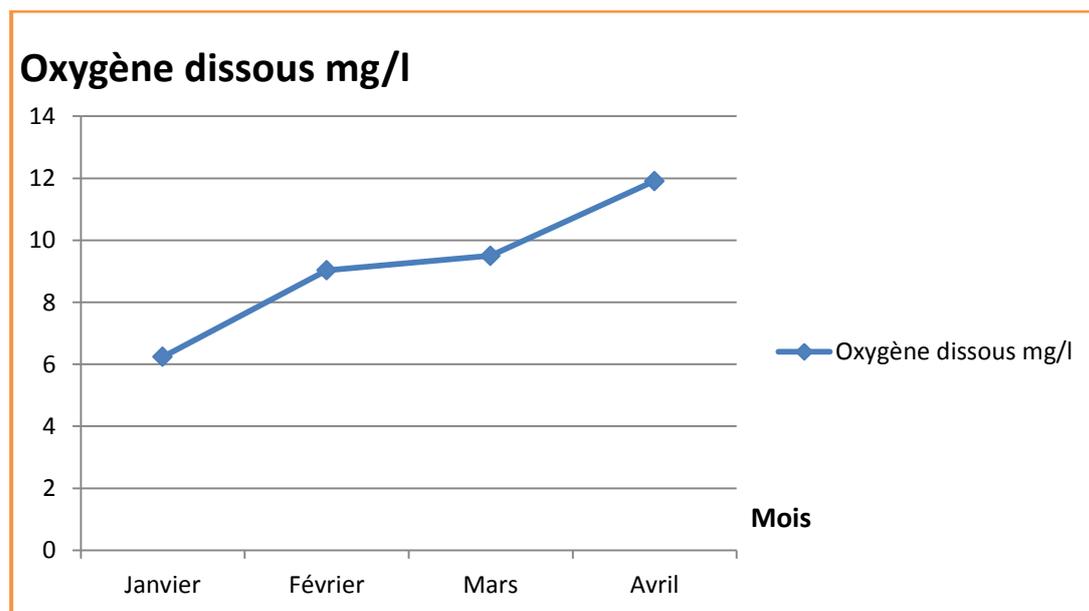


Figure (30): Variation mensuelle de l'oxygène dissous la station étudiée

5.1.7. La turbidité

Les teneurs de la turbidité ne montrent pas de fluctuations considérables pendant les quatre mois sauf une petite augmentation au mois d'Avril figure (31).

On peut classer l'eau de cette mare dans la classe des eaux légèrement trouble.

La valeur de référence pour la turbidité est :

NTU<5 ceci indique que l'eau est claire.

5<NTU<30 ceci indique que l'eau légèrement trouble.

NTU>50 ceci indique que l'eau est trouble.

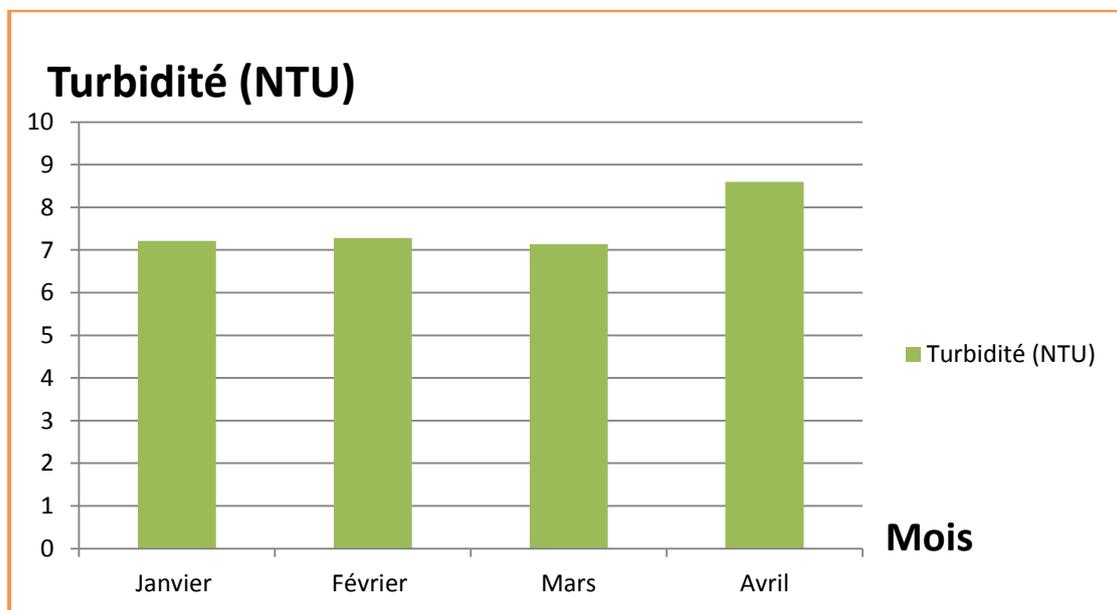


Figure (31): Evolution de la turbidité à Madjen Belahriti

5.1.8. La salinité

Les valeurs de la salinité du site étudié ne montrent pas de grande fluctuations, elles semblent être stable sauf pour le mois de Janvier, on a noté la valeur la plus basse.

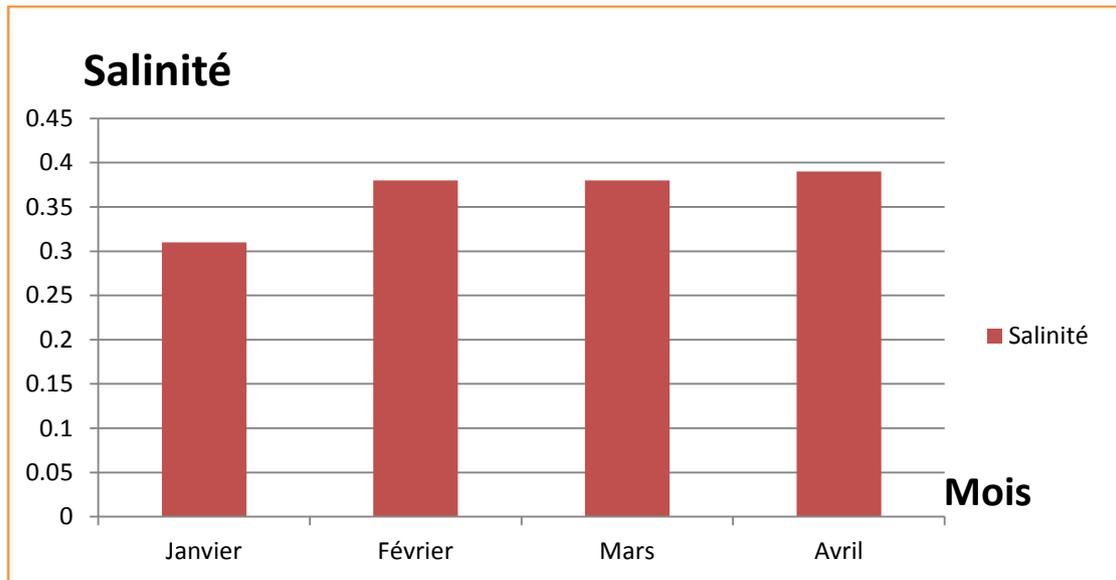


Figure (32): Evolution de la salinité du site étudié

5. 2. Analyse des taxons faunistiques récoltés

Sur un total de 14 sorties effectuées du 14 Décembre 2015 au 26 Mai 2016, nous avons consacré 10 sorties à l'échantillonnage des macroinvertébrés aquatiques et 4 sorties à celui des adultes (voir tableau des sorties dans le chapitre 4).

Nous avons recensé 23 taxa faunistiques pour les macroinvertébrés aquatiques sur l'ensemble des 10 relevés.

Nous avons trouvé 10 espèces d'odonates adultes, ce qui représente 15,87% de l'effectif total des odonates enregistré en Algérie (Samraoui et Menai 1999).

Les populations des vertébrés sont composées de 67 % d'amphibiens et 33 % de reptiles.

Les invertébrés sont dominés par les arthropodes qui représentent 96%. Les mollusques et les annélides ne représentant respectivement que 4% et 0% (nombre négligeable) de l'ensemble des invertébrés, figure (33)

Ces chiffres indiquent clairement que les arthropodes constituent le taxon dominant de cette mare.

La figure (33) montre la prédominance des insectes avec 99% du nombre total des arthropodes dénombrés, 1% pour les Arachnides.

Dans la classe des insectes, les Hémiptères présentent les effectifs les plus élevés 4350 individus. Il représente 56% des insectes.

Les Odonates occupent la deuxième place dans la classe des insectes avec 26%, suivis par les Ephéméroptères avec 12%. Les Diptères occupent la quatrième position avec 4% et enfin les Coléoptères présentent le pourcentage le plus faible avec 2%.

Les larves d'Odonates sont composées essentiellement de Zygoptères 99% avec 1% d'Anisoptères.

Les larves d'*Aeshnidae* présentent 73% des larves d'Anisoptères et les larves de *Libellulidae* 27%.

Parmi les 25 taxons récoltés sur l'ensemble de relevés, nous constatons que les Hémiptères constituent le taxon le plus riche en familles (5 familles) et le plus abondant suivi des Coléoptères et des Diptères qui viennent en deuxième position avec 4 familles. En troisième position les Odonates avec trois familles.

Les Gastéropodes ne sont représentés que par une seule famille (*Phisidae*).

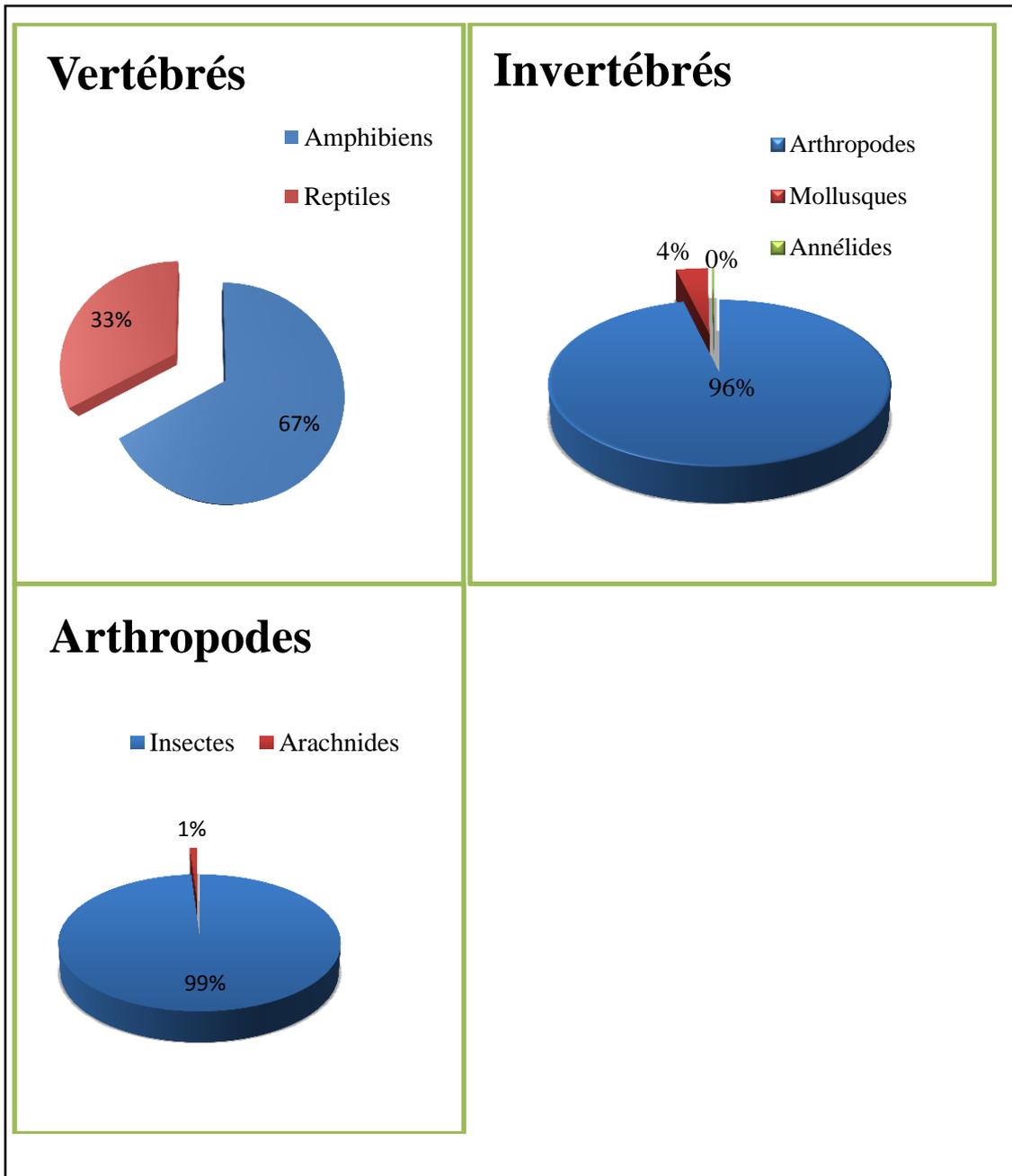


Figure (33): Les pourcentages de la faune récoltée.

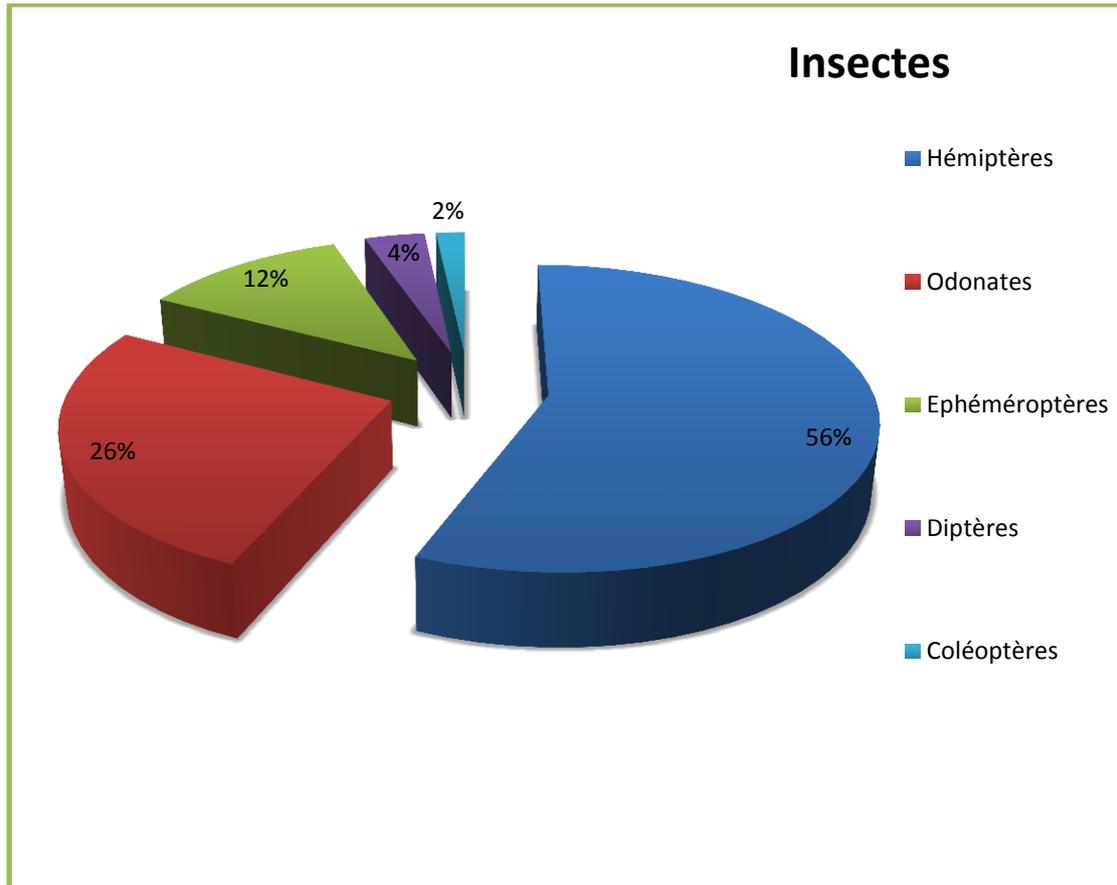


Figure (34): Pourcentage des différents ordres d'insectes récoltés

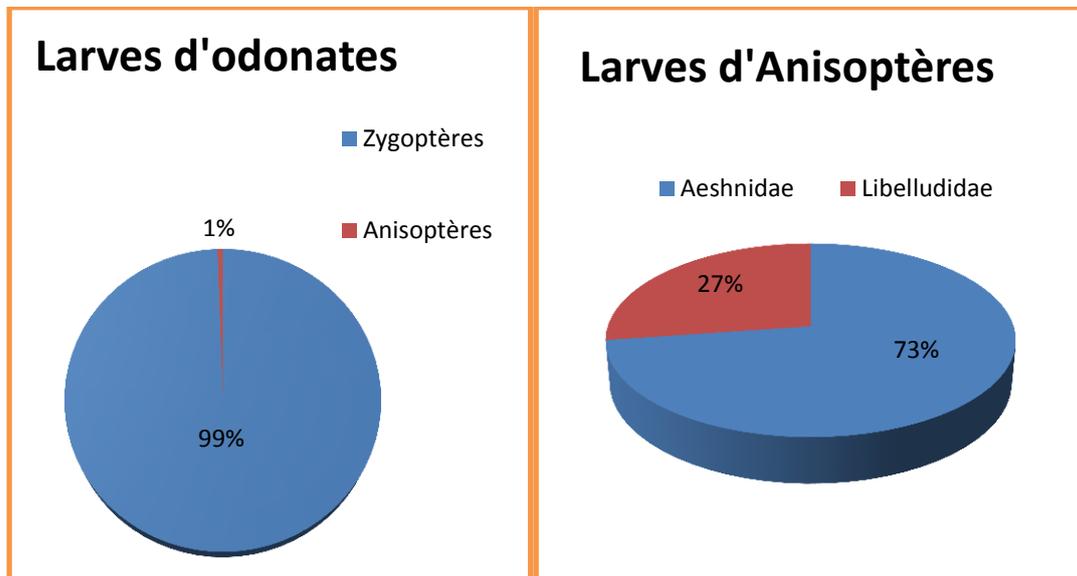


Figure (35): Pourcentage des Odonates

Chapitre 5 : Résultats et discussion

Tableau (11): Liste des taxa faunistiques de Madjen Belahriti

Embranchement	Classe, Ordre	Taxon	Nb. T.	F.O.
	Reptile	Reptile	3	3/10
Chordata	<i>Amphibia</i>	<i>Amphibia</i>	6	4/10
Arthropoda	<i>Insecta, Odonata</i>	Larves de <i>Zygoptera</i>	2030	10/10
		Larves d' <i>Aeshnidae</i>	8	6/10
		Larve de <i>Libellulidae</i>	3	2/10
	<i>Insecta, Hemiptera</i>	<i>Pleidae</i>	3671	10/10
		<i>Naucoridae</i>	587	10/10
		<i>Notonectidae</i>	17	7/10
		<i>Nepidae</i>	12	9/10
		<i>Corixidae</i>	8	4/10
		Larves de <i>Corixidae</i>	55	2/10
	<i>Insecta, Diptera</i>	L de <i>Chironomidae</i>	135	9/10
		L de <i>Culicidae</i>	66	6/10
		L de <i>Ceratopogonidae</i>	6	1/10
		Larves de <i>Diptera</i>	68	4/10
	<i>Insecta, Coleoptera</i>	<i>Dytiscidae</i>	12	6/10
		Larves de <i>Dytiscidae</i>	4	2/10
		<i>Hydrophilidae</i>	103	8/10
		<i>Chrysomelidae</i>	1	1/10
Larves de <i>Coleoptera</i>		11	6/10	
<i>Insecta, Ephemeroptera</i>	Larves d' <i>Ephemeroptera</i>	929	9/10	
Acariens	Hydracariens	79	6/10	
Annelida	Hirudinées	Sangsues	1	1/10
	Hirudinées	Planaires	19	6/10
Mollusca	<i>Gasteropoda</i>	<i>Physidae</i>	285	10/10

Nb.T : Nombre total

F.O : Fréquence d'occurrence

Sur la base de l'abondance des taxa faunistiques durant notre période d'étude, nous avons calculé la fréquence centésimale, tableau(12) pour chaque individu et qui à son tour nous a permis d'établir un statut de ces taxes.

Tableau (12): Fréquence centésimale (%) des Taxa inventoriées au niveau du site étudié.

Fréquences centésimales (%)	
Taxa	Madjen Belahriti
<i>Reptile</i>	30
<i>Amphibia</i>	40
<i>L.Zygoptera</i>	100
<i>L.Aeshnidae</i>	60
<i>L.Libellulidae</i>	20
<i>Pleidae</i>	100
<i>Naucoridae</i>	100
<i>Notonectidae</i>	70
<i>Nepidae</i>	90
<i>Corixidae</i>	40
<i>L.Corixidae</i>	20
<i>Dytiscidae</i>	60
<i>L.Dytiscidae</i>	20
<i>Hydrophilidae</i>	80
<i>Chrysomelidae</i>	10
<i>L. Coleoptera</i>	60
<i>L.Chironomidae</i>	90
<i>L.Culicidae</i>	60
<i>L.Ceratopogonidae</i>	10
<i>L.Diptera</i>	40
<i>L.Ephemeroptera</i>	90
<i>Hydracarien</i>	60
<i>Physidae</i>	100
<i>Sangsue</i>	10
<i>Planaire</i>	60

Chapitre 5 : Résultats et discussion

Dans cette mare 8 taxons sont réguliers et 7 sont assez constants, tandis que 6 taxons sont rares ou accidentels. Tableau (13).

Tableau (13): Statut des Taxa faunistiques inventoriés au niveau de MadjenBelahriti.

Taxa réguliers 75≤F≤100 %	Taxa constants 50 ≤F≤75%	assez Taxa accessoires 25≤F≤50 %	Taxa rares ou accidentels F<25%
<i>Pleidae</i>	<i>L. Aeshnidae</i>	<i>Corixidae</i>	<i>L. Libellulidae</i>
<i>L. Zygoptera</i>	<i>Notonectidae</i>	<i>L. Diptera</i>	<i>L. Corixidae</i>
<i>Naucoridae</i>	<i>Dytiscidae</i>	Reptile	<i>L. Dytiscidae</i>
<i>Nepidae</i>	<i>L. Coleoptera</i>	Amphibia	<i>Chrysomelidae</i>
<i>Hydrophilidae</i>	<i>L. Culicidae</i>		<i>L. Ceratopogonidae</i>
<i>L. Ephemeroptera</i>	Hydracarien		Sangsue
<i>L. Chironomidae</i>	Planaire		
<i>Physidae</i>			

5.3. Evolution mensuelle des taxa inventoriés

Le tableau (14) présente l'évolution temporelle des taxons faunistiques présents au niveau du site, et nous renseigne sur le cycle de vie des espèces qui fréquentent les mares.

D'après le tableau nous constatons qu'il existe des taxons permanents qui se trouvaient tout au long de la période d'études comme les larves de Zygoptères, d'Ephemeroptères, les *Pleidae*, les *Naucoridae*, et les *Physidae*. Les larves des *Corixidae* n'apparaissent qu'en mois d'Avril.

Tableau (14):Phénologie des taxa faunistiques au niveau du site d'étude

	D1	D2	J1	J2	F1	F2	M1	M2	A1	A2
<i>Reptile</i>	—	—		—						
<i>Amphibia</i>	—	—			—			—		
<i>L.Zygoptera</i>	—	—								
<i>L.Aeshnidae</i>			—	—	—	—			—	—
<i>L.Libellulidae</i>	—	—								
<i>Pleidae</i>	—	—								
<i>Naucoridae</i>	—	—								
<i>Notonectidae</i>	—		—	—			—	—	—	—
<i>Nepidae</i>		—	—	—						
<i>Corixidae</i>	—		—					—	—	—
<i>L.Corixidae</i>									—	—
<i>Dytiscidae</i>		—	—	—			—		—	—
<i>L. Dytiscidae</i>			—	—						
<i>Hydrophilidae</i>	—		—	—					—	
<i>Chrysomelidae</i>			—							
<i>L. Coleoptera</i>		—	—	—	—	—				—
<i>L.Chironomidae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>L.Culicidae</i>			—		—	—	—	—	—	
<i>L.Ceratopogonidae</i>			—							
<i>L.Diptera</i>		—	—						—	—
<i>L.Ephemeroptera</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
<i>Hydracarien</i>	—	—	—					—	—	—
<i>Physidae</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sangsue</i>		—								
<i>Planaire</i>				—	—	—	—	—	—	—

5.4. Variation temporelle de la richesse spécifique des macroinvertébrés

La figure (36) présente l'évolution mensuelle de la richesse spécifique de Madjen Belahriti.

La richesse spécifique au niveau de cette mare, ne montre pas de variations importantes entre les mois sauf un pic au mois de janvier et une chute au mois de février.

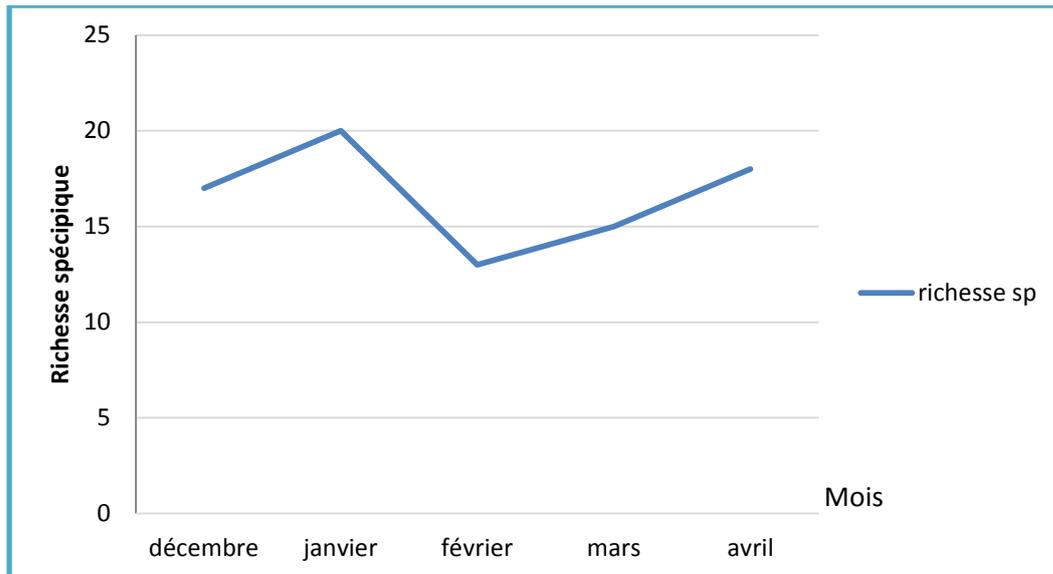


Figure (36): Evolution temporelle de la richesse spécifique

La richesse spécifique de Madjen Belahriti varie entre 13 et 20 figure (37).

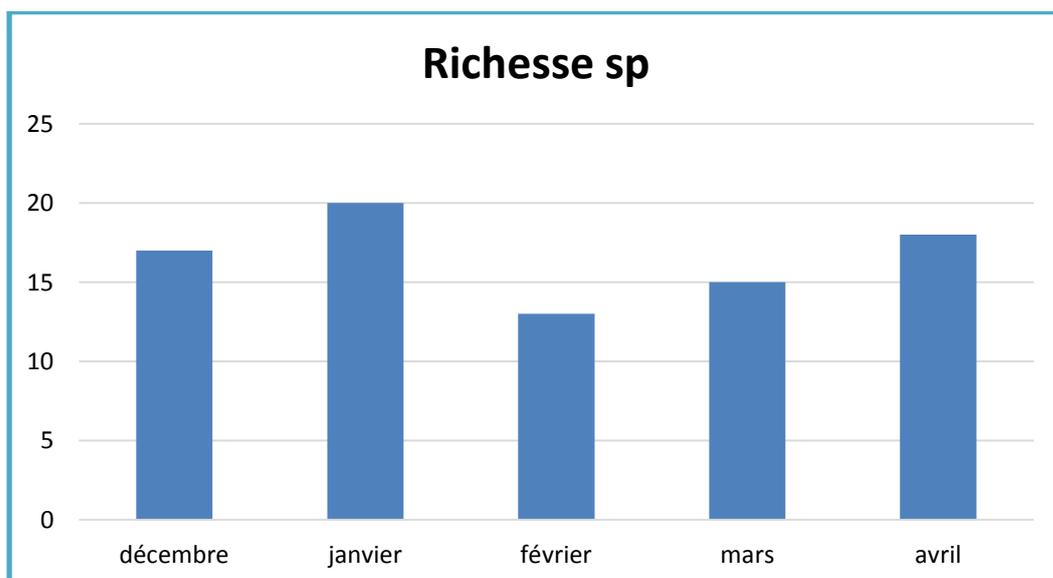


Figure (37): la richesse spécifique dans Madjen Belahriti

5.4. Variation temporelle de l'abondance des macroinvertébrés

L'évolution temporelle de l'abondance des macroinvertébrés révèle une abondance importante entre 428 et 2660. L'abondance la plus importante était en mars 2660 et la plus faible en décembre 428.

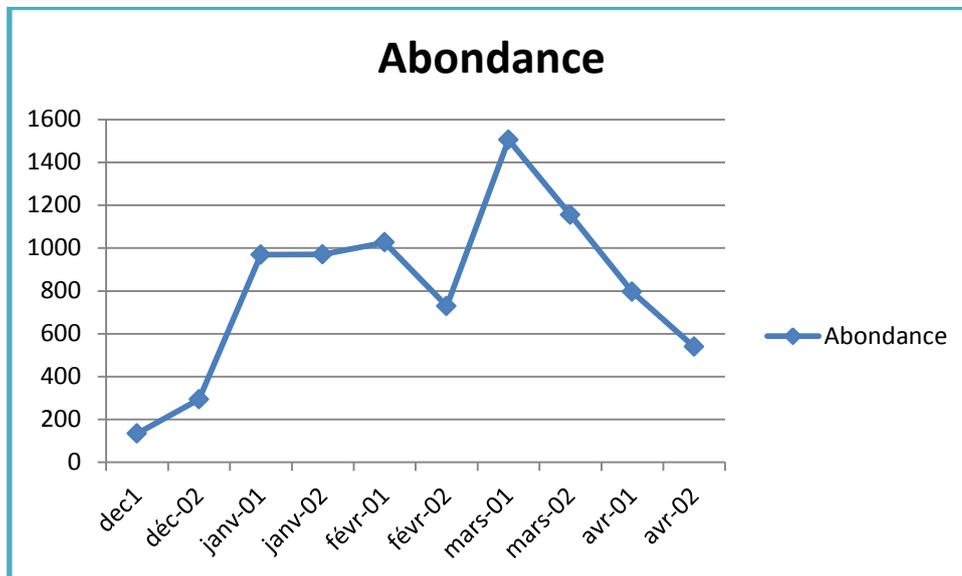


Figure (38): Variation temporelle de l'abondance des macroinvertébrés

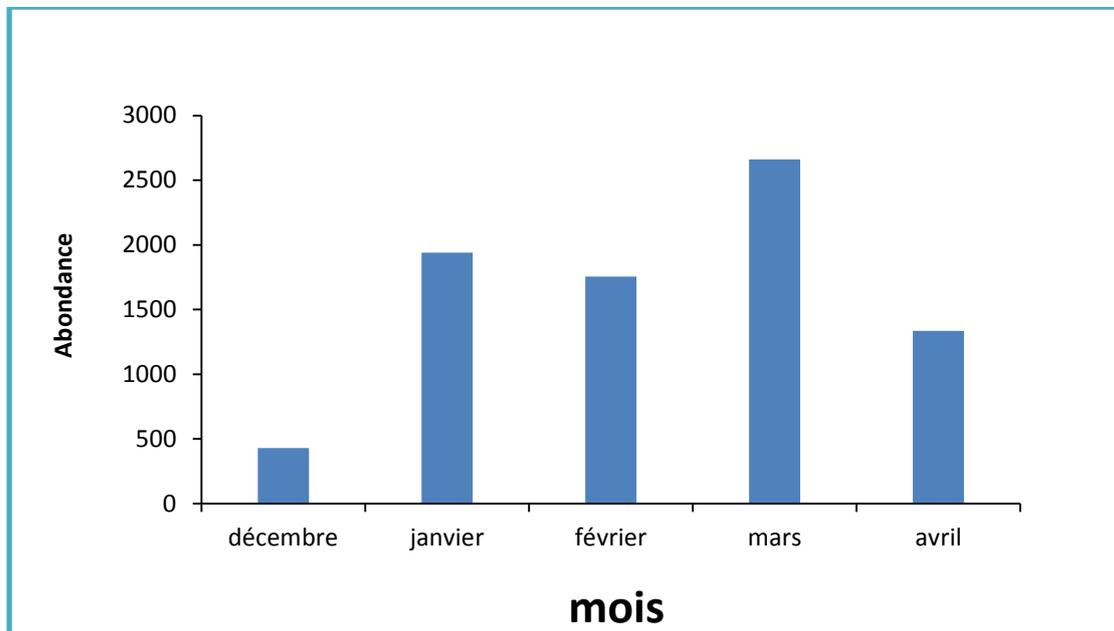


Figure (39): Abondance des macroinvertébrés dans Madjen Belahriti

5.4.1. Evolution temporelle de l'abondance des insectes

Pour les insectes, l'évolution spatiotemporelle montre une similarité avec celle des macroinvertébrés.

Elle augmente à partir du mois de janvier, et atteint le pic au mois de mars.

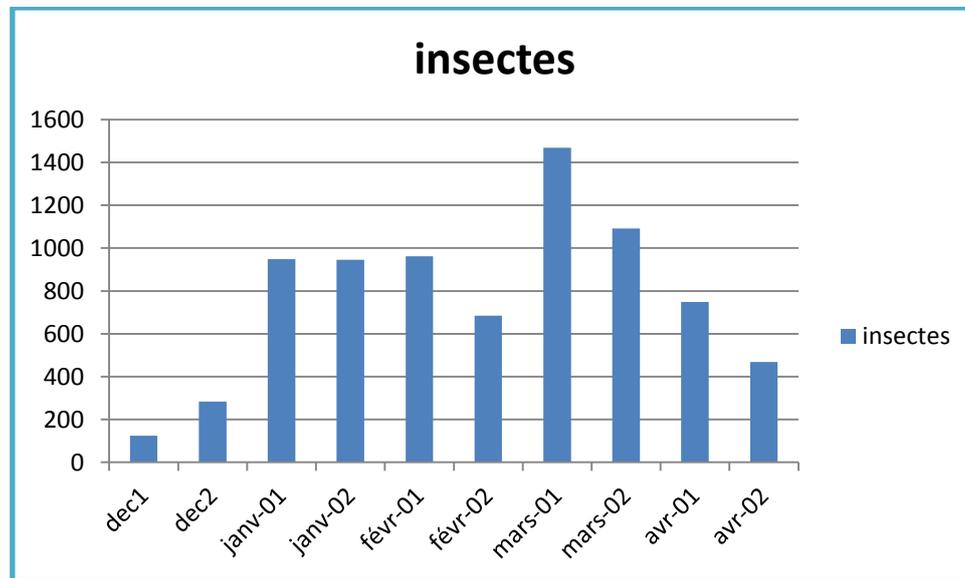


Figure (40): Abondance temporelle des insectes

5.5. Les indices de diversité

5.5.1. Indice de diversité de Shannon

- L'indice de Shannon a été calculé chaque mois.
- Les valeurs de l'indice de Shannon ne montrent pas de grandes variations à part une chute au mois de Mars (1,89). Figure (41).

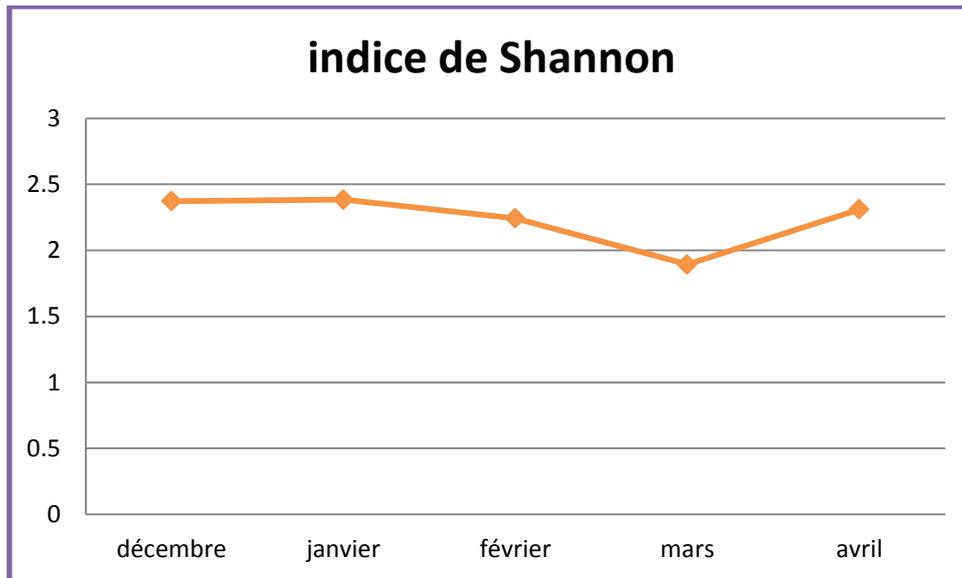


Figure (41): Variation spatiale de l'indice de Shannon des macroinvertébrés

5.5.2. Indice d'équitabilité

L'équitabilité par définition varie de 0 à 1 (Dajoz, 1985). L'équitabilité calculée confirme les résultats de l'indice de Shannon Figure (41).

Dans cette mare il y a un équilibre entre l'abondance des différents taxons. L'équitabilité atteint son maximum ($E=0,6$) en mois de février et sa valeur la plus basse en mois de mars ce mois-ci il y avait des taxons (*Zygoptères* et *Pleidae*) beaucoup plus abondants que d'autre.

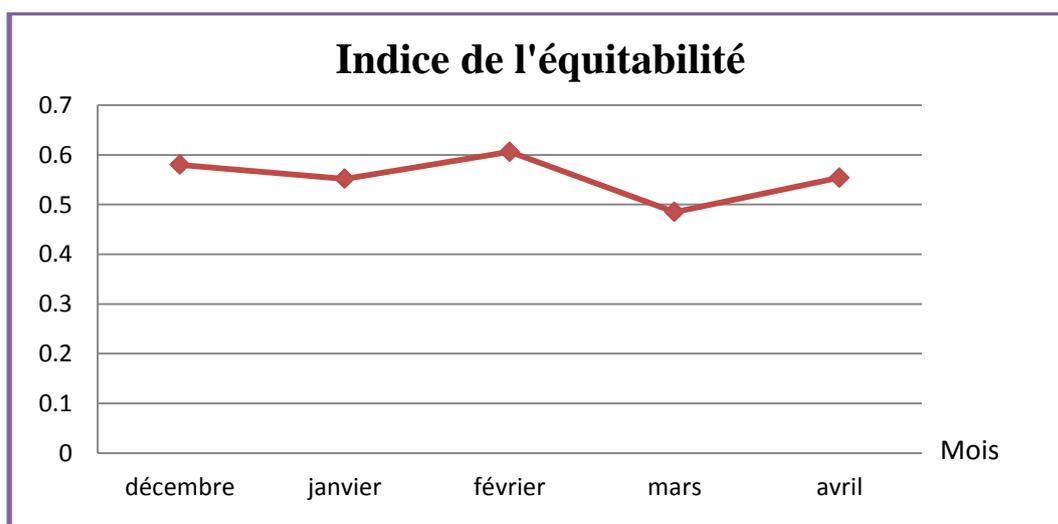


Figure (42): Variation temporelle de l'équitabilité

5.5.3. Indice de Margalaf

Les valeurs de l'indice de Margalaf ne montrent pas des variations importantes entre les mois sauf une chute pendant le mois de Mars 1,87, ce mois-ci l'abondance des espèces était au maximum mais la richesse spécifique avait diminué.

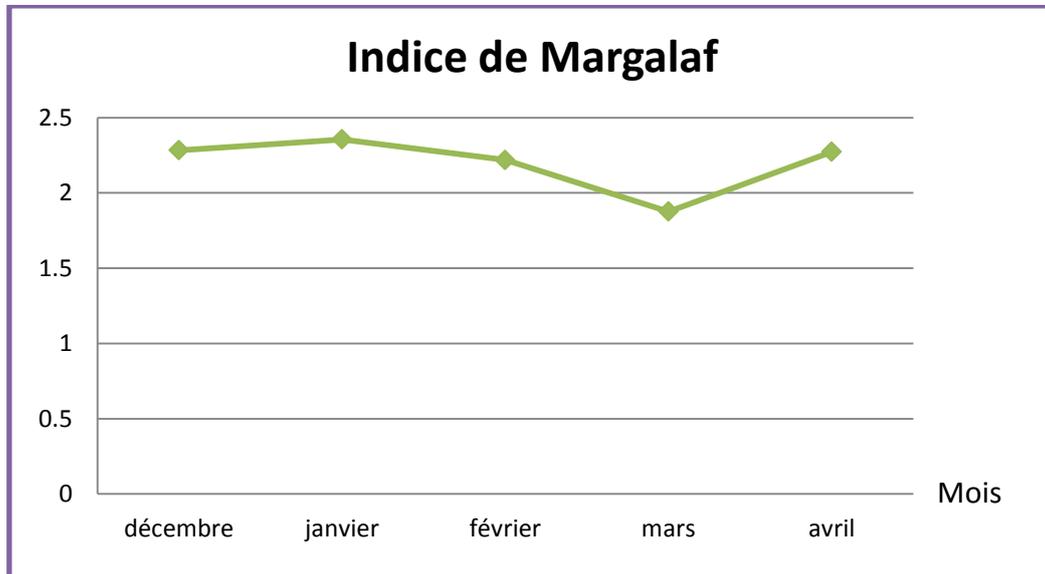


Figure (43): Variation temporelle de l'indice de Margalaf des macroinvertébrés

5.6. La richesse spécifique des Odonates adultes

Tableau (15): Check-list des espèces d'Odonates adultes de la mare de Madjen Belahriti

Sous ordre des Zygoptères	Sous ordre des Anisoptères
<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Anax imperator</i>
<i>Coenagrion lindenii</i>	<i>Orthetrum cancellatum</i>
<i>Ischnura graellsii</i>	<i>Crocothemis erythraea</i>
	<i>Sympetrum striolatum</i>
	<i>Sympetrum fonscolombii</i>

Tableau(16): Phénologie des espèces d'Odonates adultes

Espèces	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Coenagrion scitulum</i>					—	—
<i>Coenagrion lindenii</i>					—	—
<i>Ischnura graellsii</i>				—	—	—
<i>Anax imperator</i>					—	—
<i>Orthetrum cancellatum</i>					—	—
<i>Crocothemis erythraea</i>					—	—
<i>Sympetrum striolatum</i>	—					—
<i>Sympetrum fonscolombii</i>						—

5.7. Discussion

D'une manière générale, la richesse taxonomique observée au niveau de cette mare de la Numidie Orientale est importante et la biodiversité de la faune aquatique des eaux stagnantes est élevée. La richesse totale est de 25 taxons. L'analyse des peuplements faunistiques montre que la macrofaune se compose principalement d'invertébrés. Les organismes les plus fréquents sont les arthropodes (96 %), les insectes occupent la grande part avec 99% des arthropodes. Parmi les insectes, les Hémiptères sont les plus abondants constituant 56 % de l'ensemble de la faune recensée.

La richesse taxonomique élevée observée serait liée probablement aux caractéristiques physiques du site parmi lesquels figure l'hydropériode. En effet, le site est profond et spacieux, ce qui conduit à une longue hydropériode (toute l'année). Les plans d'eau à hydropériode longue permettent la coexistence de plus d'espèces due aux chevauchements du temps de l'éclosion et du développement entre les différentes espèces, du coup la richesse taxonomique reste élevée.

Aussi, l'importance de la profondeur combinée à la superficie de cette mare contribue à la création d'une diversité d'habitats, ce qui permet plus de niches écologiques et un bon partage des ressources alimentaires. La diversité d'habitats au niveau du même plan d'eau permet l'existence de plus d'espèces.

La végétation abondante (dans la mare et sur les berges) pourrait constituer un refuge pour les macroinvertébrés contre la prédation et contre les variations de la température.

La faible richesse taxonomique enregistrée en Décembre pourrait être expliquée par la basse température qui prolonge le développement embryonnaire (Moog *et al.*, 1998 in Fermignac *et al.*, 2008; Moorkens, 2000 in Bouhala 2011-12) et conduit certaines espèces à entrer en diapause, elle pourrait être expliquée aussi par l'eutrophisation d'une partie de la mare pendant le mois de Décembre (pollution agricole ou domestique) et par la diminution de la profondeur de la mare (il n'y avait pas de précipitations jusqu'au mois de Janvier).

Cette étude a révélé une abondance élevée de la faune aquatique aux printemps. L'augmentation de la température dès l'arrivée du mois de mars permet à ces espèces de rompre la diapause hivernale ce qui se traduit par une richesse taxonomique importante, en effet, la température élevée accélère l'éclosion des oeufs, le développement larvaire ainsi que la survie (Dajoz, 1985 ; Picchod & Frontier, 1991; Samraoui *et al.* 1993 ; Saouache, 1993 ; Thiéry, 1997 in Zeghoum 2011-12). Dans cette mare au mois de mars l'abondance des espèces atteint son pic, les larves des *Corixidae* ne sont présentes que dans le mois d'Avril et le nombre des Hydracariens n'augmente qu'à la fin du mois de mars.

L'absence des poissons rend cette mare un bon site pour les *Notonectidae* et les Amphibiens. Les travaux de Fernandez (1989) (in Bouhala 2011-12) montrent que certains Hémiptères (*Microvelia*, *Notonecta*) ainsi que les larves de rainettes ont

disparu dans les étangs contenant des poissons, et souvent abondantes dans les étangs de contrôle (dépourvue de *Gambusia*).

L'abondance des Physidae dans cette mare à fond vaseux s'accorde avec les résultats de Bouhala Zineb (2011-12) qui révèlent que les *Physidae* comme les Oligochètes préfèrent les milieux à courant faible et substrat vaseux.

Les Hémiptères sont l'ordre le plus abondant et le plus riche en familles.

Les résultats de cette étude montrent que l'ordre des Odonates est très abondant, car ces larves préfèrent les eaux stagnantes pour leur développement ceci s'accorde avec les résultats de Dublanchet (2001) sur le haut bassin de Taren (France).

Les larves des Zygoptères sont beaucoup plus abondantes que celle des Anisoptères. Et le nombre des *Aeshnidae* est supérieur à celui des *Libellulidae*, ceci est certainement lié au type de ponte des Zygoptères et *Aeshnidae* (endophyte) et qui préfèrent les endroits riches en végétation aquatique.

La faune d'Odonates Algériennes est de 63 espèces confirmées par Samraoui et Menai en 1999. Durant notre travail nous avons recensé 8 espèces d'Odonates. D'après nos observations sur le terrain, les Zygoptères sont beaucoup plus abondants que les Anisoptères ceci confirme notre résultat sur les larves. Par contre les Anisoptères sont plus riches en espèce que les Zygoptères. Cette mare accueille 2 espèces du genre *Sympetrum* et une espèce du genre *Orthetrum* ceci s'accorde avec les résultats de Satha (2008) qui relèvent que les mares accueillent les genres comme les *Sympetrum*, les *Lestidae* et certains *Orthetrum*.

En comparant cette étude à celle de Ahmed Behalil Fatiha et Far Amira en Avril et Mai 2011 sur les Odonates du lac Tonga, et on prend en considération que les Odonates trouvés durant les mois d'Avril et Mai à Madjen Belahriti, on trouve qu'elles ont recensé 14 espèces au lac Tonga alors qu'on a recensé 8 espèces à Madjen Belahriti, un nombre important pour cette mare par rapport au grand lac Tonga qui est classé parmi les aires protégées en Algérie.

Il est possible que la richesse spécifique de cette mare augmente si la période de l'échantillonnage était plus étalée dans le temps et les sorties étaient plus abondantes, car la richesse spécifique du lac Tonga s'élève à 45 espèces par (Samraoui, et Corbet 2000).

Conclusion

Le but principal de cette étude est d'évaluer pour la première fois la diversité des macroinvertébrés aquatiques de Madjen Belahriti et d'avoir une meilleure connaissance des Odonates adultes de cette mare.

Nous avons recensé un peuplement de la faune aquatique constitué de 14916 individus qui comprend 23 taxons composés essentiellement d'invertébrés. Parmi les invertébrés les arthropodes sont majoritaires avec 96%, la classe des insectes représente la majorité des invertébrés (99%) qui sont par ordre décroissant d'abondance : les Coléoptères, les Diptères, les Ephéméroptères, les Odonates et les Hémiptères, ce dernier groupe constitue le groupe le plus diversifié.

La présence des Odonates avec un nombre important et des Ephéméroptères et leur abondance en mois de Janvier et Mars reflète une bonne qualité d'eau.

La présence des *Chironomidae* ne reflète pas forcément une pollution vu leur petit effectif.

Les *Physidae* sont les représentants des mollusques dans cette mare à cause de son fond vaseux qui est préféré par les *physidae*.

Les résultats de cette étude montrent que cette mare héberge une faune très diversifiée dont les exigences vitales sont très variées et qui s'adapte aussi bien que possible aux variations des facteurs du milieu.

Cette étude montre que les différentes profondeurs, la permanence, la grande superficie, et l'abondance de la végétation, rend cette mare un site de choix pour les macroinvertébrés.

Notre travail malgré sa courte durée a aussi contribué à identifier les Odonates de la mare Madjen Belahriti et à mieux connaître la phénologie de 8 espèces d'Odonates, il est possible que la richesse spécifique soit plus importante si l'échantillonnage avait été plus abondant et plus étalé dans le temps.

Cette étude présente une référence pour les prochaines études.

Références bibliographiques

- Aguilar, D, et J.-L .Dommanget, 1985. Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord. Delachaux et Niestlé Paris.
- Annani Fouzi, 2013, essai de biotypologie des zones humides du constantinois, Diplôme de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 227 p.
- Bagnouls, F., et Gaussen, H. (1957, May). Les climats biologiques et leur classification. In *Annales de Géographie* (Vol. 66, No. 355, pp. 193-220). Armand Colin.
- Barbour, M. T., Gerritsen, J., Griffith, 3., Frydenborg, R., McCarron, E., White, J. S., et Bastian, M. L. (1996). A framework for biological criteria for Florida streams using benthic macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 185-211.
- Benchalel, W., et Samraoui, B. (2013). Caractérisation écologique et biologique de l'odonatofaune de deux cours d'eau méditerranéens: l'oued El-Kébir et l'oued Bouaroug (Nord-Est de l'Algérie). *Méditerranée*, (1), 19-27.
- Bouhala Zineb, 2011-12, Contribution à l'étude des macroinvertébrés de Oued Charef (Oued Seybousse). Diplôme de Magistère. Université 8 mai 1945 de Guelma. 128p.
- Casey Horton, François Carlier, 1984. Les insectes. Editions Gamma-Editions du Trécarré. 37p.
- Chaïb, J. (1997). Les mares entre culture et nature. *COURRIER DE LA NATURE-PARIS-*, 8-13.
- Chaib, N., 2002. Contribution à l'étude écologique et hydrochimique de quelques hydrosystèmes de la Numidie (Région d'El Kala et de Guerbès-Sanhadja). Mémoire de Magister. Université Badji Mokhtar Annaba. 173 p.
- Chibani, S., 2009. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de surface et souterraine de la région de Ain Makhlouf (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Université 8 Mai 1945 Guelma. 104 p.
- CRPF, Région PACA, 2009, Fiche n° 356002 *Pourquoi préserver les mares ?* 2p.

- Dajoz, R., 1985. Précis d'écologie. 5^{ème} édition. Dunod, Paris. 517 p.
- Dajoz, R., 2006. Précis d'écologie. Dunod, Paris. 631 p.
- David M. Burn, Jean Dorst, Porter M. Kier, Peter Crowcroft. 1981. La grande encyclopedie du monde animal. Editions Gründ, Paris. 399p.
- Debbiche Zerguine k., 2010 ; Contribution a l'étude chironomidae (Diptira, insecta) des mares temporaires de la Numidie orientale . Aspect de Biologie, Ecologie, Systématique. Diplôme de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba. 288 p.
- Direction général des Forets, ATLAS[IV] des zones humides Algériennes d'importance internationale, édition 2014, 107p.
- Dublanchet f., 2001. Données phytobiologiques du bassin versants de l'Aligon et de la Goudesche (Haut Bassin du Tarn) macroinvertébrés. Université Blaise Pscal de Clermont Fernand. 11 p
- Emberger, L. 1942. Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull Soc Hist Nat Toulouse*, 77 : 97-124.
- Emberger, L. 1955. Une classification biogéographique des climats Rev.Trec. Bot. Geol. Fasc.Scie :Montpellier, serie botanique 343 p.
- Forcellini, Chloé Mathieu et Sylvie Merigoux, 2011, Atlas des Macroinvertébrés des eaux douces de l'île de la Réunion Maxence, Office de l'Eau de la Réunion – CNRS, 137p.
- Gauthier, P., Yavercovski, N., & Perennou, C. (2004). Les mares temporaires méditerranéennes.
- Grillas, P., & Roché, J. (1997). *Végétation des marais temporaires: ecologie et gestion*. Medwet.
- Hébert, S., Légaré, S., et du Québec, G. (2000). *Suivi de la qualité de l'eau des rivières et petits cours d'eau*. Direction du suivi de l'état de l'environnement, Ministère de l'environnement.
- Jean M, Gaillard., 1979. Les mollusques marins. Editions Atlas s.a.r.l. 33, avenue du Maine, Paris-15^e, 120p.

- Ndiaye, A. B. (2010). Le suivi des Odonates.
- Margalef, R 1951 Diversidad d'espèces en lacs comunida des naturels Publ Inst Biol. Apl., Barcelona. 9, 5 – 7
- Moisan, J., Gagnon, E., Laporte, Y., Baillargeon, J.P., Pelletier, L., Piedboeuf, N., Laporte, Y., Johanne, R., Cloutier, L. Deschamps, D., Génier, F., André & M., 2010. - Guide d'identification des principaux macro-invertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Dépôt légal- Bibliothèque et archives nationales des Québec, ISBN : 978 – 2 – 550 – 58416 - 2 (version imprimée) ISBN : 978 – 2 – 550 – 58397 - 4(PDF). 82 p.
- Ozenda, P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Ed.Doin. Paris. 431 p.
- Ramade F, 1994. Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Dunod. Paris. 517 p.
- Ramade F, 2003. Eléments d'écologie : écologie fondamentale. Dunod. Paris. 690 p.
- Robier, J., 1996. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8ème édition, Dunod, Paris. 363 p.
- Saheb, M , 2009 Ecologie de la reproduction d'échasse blanche *Himantopus himantopus* et de l'Avocette élégante *Recurvirostra* dans les hautes plaines de l'Est-Algérien. Th7se de doctorat Université d'Annaba 47 p
- Samraoui, B., et Corbet, P. S. (2000). The Odonata of Numidia, northeastern Algeria Part II Seasonal ecology. *International Journal of Odonatology*, 3(1), 27-39.
- Samraoui, B., et De Bélair, G. (1997). The Guerbes-Senhadja wetlands (NE Algeria). Part I: an overview. *Ecologie*, 28(3), 233-250.
- Samraoui, B., et De Belair, G. (1998). Les zones humides de la Numidie orientale: bilan des connaissances et perspectives de gestion. *Synthèse*, 4, 1-90.
- Samraoui, B, Lacroix, M, et Chéreau, L, 2008, la faune des mares temporaires Algérienne, Au fil des mares. Numéro 617- automne/hiver 2008 – page 19 – pole relais mares et mouillère de France

- Samraoui, B., et Menai, R. (1999). A contribution to the study of Algerian Odonata. *International Journal of Odonatology*, 2(2), 145-165.
- Shannon, C. E. et Weaver W., 1963. The mathematical theory of communication. Urbane : University of Illinois Press. 117 p.
- SNPN, 2013. Inventaire des mares d'Île-de-France - Bilan 2011-2012. 134 p.
- Southerland, M. T., et Stribling, J. B. (1995). Status of biological criteria development and implementation. *Biological assessment and criteria: Tools for water resource planning and decision making*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, 81-96.
- Tachet, H., et Rochoux, P., et Bournaud, M., et Ussegloi, P., 2000. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris. 607p.
- Thomas, J. P. (1975). *Ecologie et dynamisme de la végétation des dunes littorales et des terrasses sableuses quaternaires de Jijel à El Kala (Est algérien)* (Doctoral dissertation).
- Tomas Vives, P. (1996). Suivi des zones humides méditerranéennes: Guide méthodologique. *Wetlands International, ICN, CEC-Medwet*.
- Touchart, L., 2003. Hydrologie mers, fleuves et lacs, Armand colin, Paris. 190 p.
- Touzin, D. (2008). Utilisation des macroinvertébrés benthiques pour évaluer la dégradation de la qualité de l'eau des rivières au Québec. *Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation. Université de Laval, Canada. These d'ingénieur agronome*.
- Zeghoum Benslimane Nouara, 2011-12, Etude Comparative de l'écologie de quatre dépressions dunaires du Nord-est algérien. Diplôme de Magistère. Université 8 mai 1945 de Guelma. 103p.
- World Wide Fund For Nature – “WWF” et “for a living planet” November 2007 riverwatch_factsheet Macroinvertébrés – les habitants du fond de la
- rivière, 4p.

Références internet

- Site officiel de la Société Française d'Odonatologie : http://www.libellules.org/fra/fra_index.php consulté le 01/06/2016
- Office Insectes Environnement – OPIE : <http://www.insectes.org/opie/monde-des-insectes.html> consulté le 03/05/2016
- Homepage Ramsar : <http://www.ramsar.org/fr/node/5696>

Résumé

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

Un total de 25 taxons réparties en 5 embranchements (reptiles, amphibiens, mollusques, arthropodes, annélides) ont été recensés dans la mare de Madjen Belahriti à Guelma (Algérie), plus 10 espèces d'Odonates adultes pour la partie terrestre de la mare, durant une période d'étude étalée sur 6mois (Décembre 2015- Mai 2016) avec 14 sorties et 10 relevés pour les macroinvertébrés aquatiques.

Les résultats obtenus révèlent que la communauté des invertébrés est dominée numériquement par les arthropodes 96%. Les mollusques 4%, les annélides 0% (nombre négligeable).

Les insectes constituent 99% des arthropodes, les Hémiptères constituent le groupe le plus abondant (56%), suivis des Odonates (26%).

En termes de richesse taxonomique, les Hémiptères sont le groupe le plus diversifié.

Les larves et les adultes des Zygoptères sont beaucoup plus abondants que ceux des Anisoptères.

Les Odonates recensé constituent 12,69% des Odonates Algérienne, dans les 8 espèces d'Odonates adultes nous avons trouvé 5 espèces d'Anisoptères et 3 espèces de Zygoptères.

Les résultats de cette étude montrent que cette mare permanente, profonde et spacieuse héberge un nombre important de taxons. La structure de la communauté dépend donc directement des caractéristiques physiques du site. Les indices calculés révèlent que la diversité taxonomique ainsi que l'abondance des taxons recensés sont plus important au printemps correspondent à des températures modérées conduisant au bon développement de la macrofaune aquatique mais aussi révèlent qu'il n'y a pas de grande fluctuations entre les mois.

Mots clés : macroinvertébrés aquatiques, Odonates adultes, mare.

المخلص

تشكل اللافقاريات المائية التي ترى بالعين المجردة جزء مهم من النظم الإيكولوجية فهي غذاء للكثير من الأسماك و البرمائيات و الطيور. إنها مجموعة متنوعة للغاية، و أفرادها لها حساسيات متنوعة لضغوط مختلفة مثل التلوث و تغير المحيط.

غالبا ما تستخدم اللافقاريات المائية التي ترى بالعين المجردة لتقييم صحة النظم الإيكولوجية للمياه العذبة.

قد تم التعرف في بركة ماجن بلحريطي على 25 صنف مكونة من 5 فروع : لزواحف و البرمائيات و الرخويات و المفصليات ، الحلقيات.

تم رصد 8 أنواع من اليعسوبيات البالغين بالنسبة للجزء الأرضي للبركة، خلال فترة ممتدة من ديسمبر 2015 إلى مايو 2016 مع 14 زيارة و أخذ 10 عينات ل اللافقاريات المائية الكبيرة.

بينت النتائج أن مجتمع اللافقاريات تهيمن عليه عدديا المفصليات 96 % . الرخويات 4 % ، الحلقيات 0% (عدد لا يذكر ، الحشرات تشكل 99 % من المفصليات ، نصفيات الجناح هم المجموعة الأكثر وفرة (56 %) ، ثم اليعسوبيات 26 % . من حيث ثراء التصنيف، نصفيات الجناح هم المجموعة الأكثر تنوعا .

اليرقات و البالغين من الزيقيبوتيرا هم أكثر وفرة من الانيزوبتيرا. اليعسوبيات المرصودة تشكل 12.69 % من يعسوبيات الجزائر. في 8 أنواع من البالغين وجدنا 5 أنواع من الزيقيبوتيرا و 3 أنواع من الزيقيبوتيرا.

وتشير نتائج هذه الدراسة إلى أن هذه البركة الدائمة، العميقة الواسعة تحوي عدد كبير من الأنواع . بنية المجتمع تعتمد بشكل مباشر على الخصائص الفيزيائية للموقع. في حين تظهر المؤشرات المحسوبة أن التنوع التصنيفي و وفرة الأصناف التي تم تحديدها هي أكثر أهمية في الربيع توافقا مع الحرارة المعتدلة التي تؤدي بدورها إلى التطور السلس للحيوانات المائية الكبيرة ولكن أيضا تظهر أنه ليس هناك تقلبات كبيرة بين الأشهر.

الكلمات المفتاحية: اللافقاريات المائية. اليعسوبيات. البركة.

Abstract

The aquatic macro-invertebrates form an important part of the ecosystems of fresh water. They are used as food to number of fishes, amphibians and birds. It's a very diversified group, and the organisms that compose it possess variable sensibilities at different stress, like pollution or the modification of the housing environment. Macro-invertebrates are the more frequently organisms use to evaluate ecosystems health of fresh water.

A total of 25 taxons were distributed on five branch (reptiles, amphibians, molluscs, arthropods, annelids) were identified in the pond of Majen Belahriti in Guelma (Algeria). More than 10 species of adults Odonata for the terrestrial part of the puddle, during a period of study spread over 6 months (December 2015 – May 2016), with 14 exits and 10 survey for the aquatic macro-invertebrates.

The obtained results reveal that the invertebrates community is numerically dominated by arthropods 96%, Molluscs 4%, Annelids 0% (unimportant number). Insects constitute 99% of arthropods, Hemiptera represent the most plentiful group (56%), followed by Odonata (26%). In term of taxonomic wealth, Hemiptera are the most diversified group. Larvae and adults of Zygoptera are much more plentiful than those of the Anisoptera. Odonata listed constitute 12,69% of Algerian Odonata. In the 8 species of adults Odonata we found 5 species of Anisopters and 3 species of Zygopters.

The results of this study show that this permanent, deep and spacious pond accommodates an important numbers of taxon. The structure of the community depends directly on physical characteristics of the site. The calculated indications reveal that the taxonomic diversity as well as the abundance of taxon listed is more important in spring, corresponding to moderates temperatures leading to the good development of the aquatic macrofauna.

Keywords: aquatic macroinvertebrates, adults Odonata, pond.