

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945
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 : Biologie
Spécialité/Option : Biodiversité et Environnement
Département : Écologie et Génie de l'Environnement

Thème :

**Etude comparative des Odonates et macroinvertébrés des milieux
lenticules de la région de Guelma**

Présenté par :

Houili khouloud

Graini Soraya

Devant le jury composé de :

Président : Mr Nedjah R M.C.A Université Guelma

Examineur : Mr Athamnia M M.C.B Université Guelma

Encadreur : Mme Satha Yalles Amina M.C. B Université Guelma

Juillet 2019

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à la fin de ce travail à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là

Nous sommes honorées à notre encadreur:

Mme Yalles Amina, qui a fait preuve d'une grande patience et qui a été d'une grande aide dans la réalisation de ce travail, ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique nous ont permis de mener à terme ce projet

Nous sommes honorées aux membres du jury :

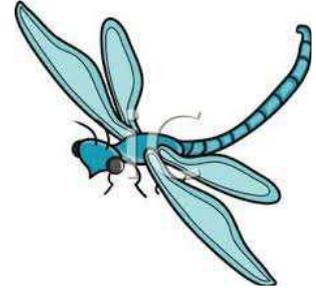
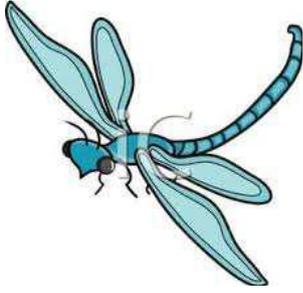
*Mr **Ndjah** & Mr **Athamnia** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nous tenons également à remercier tout le corps enseignant du département de Biologie de l'université 08 Mai 1945 Guelma pour la qualité de leur enseignement et en particulier nos enseignants.

Un grand merci à nos familles qui durant nos études ont cru en nous et ont toujours respecté nos choix .

Nous n'omettrons pas de remercier le personnel du laboratoire de pédagogie et toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Khouloud & Soraya



Dédicace

Je dédie ce travail de fin d'étude

*Avant tous à mes parents que j'aime infiniment, et je profite de
l'occasion pour les informer qu'ils sont uniques*

*Mes très chers frères : Chahine et sa famille, Aymen qui m'a
beaucoup aidé*

*Ma très chère sœur : Radja qui est toujours présente à mes côtés et
m'a soutenue sans relâche durant toute la période de mes études*

*Ma cousine et mon amie intime : Zyneb qui n'a jamais cessé de
m'encourager*

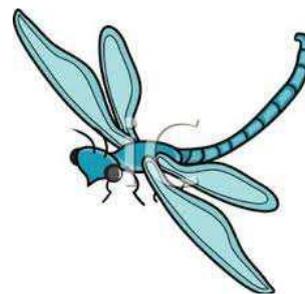
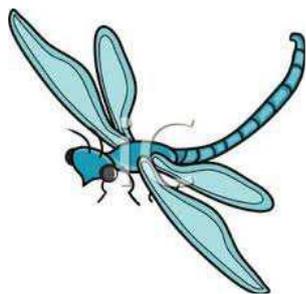
*A mon voisin et frère : Goudjil Abdelkader qui m'a aidé tout au long
de mes études*

À mes chers cousins, amis et voisins

*À Toute ma promotion à qui nous souhaitons un avenir plein de joie
de bonheur et de réussite.*

Merci à vous pour votre soutien...

Khouloud



Dédicace

Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, je dédie cet évènement marquant de ma vie à mes très chers, respectueux et magnifiques parents pour leur patience, leur amour, leur soutien, et leurs encouragements. Que Dieu les protège et leur procure santé, bonheur et longue vie.

A mes frères Taqy eddine et Dhyia eddine et ma sœur kaouthar .

A La mémoire de mes grands-parents.

A tous mes oncles, tantes, cousins et cousines et A tous mes amies de la promotion.

Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyenne, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

SORAYA

Liste des acronymes

- **ABH**: Agence des bassins Hydrographiques
- **CET** : Centre d'enfouissement technique
- **Cm** : Centimètre
- **E** : Direction Est
- **EN** : Espèce en danger, dont le risque d'extinction à l'état sauvage est très élevé.
- **Fig** : Figure
- **Hm³** : Hectomètre cube.
- **Ha** : Hectare
- **Km²** : Kilomètre carré.
- **LC** : Least Concern : Comprend le groupe d'espèces largement répandues et abondantes
- **mm** : Millimètre
- **mg/l** : Milligramme par litre.
- **N** : Direction Nord
- **NT** : Quasi menacé
- **NTU** : Nephelometric Turbidity Units: Unité de mesure de la turbidité
- **P** : Précipitation
- **PSU** : Practical Salinity Unit ou l'échelle pratique de salinité
- **SP** : espèce

- **T max** : Température maximale
- **T mini** : Température minimale
- **T moyenne** : Température moyenne
- **Tab** : Tableau
- **μS/cm** : Microsiemens par centimètre : Unité de mesure de la conductivité
- **VU** : Espèce vulnérable, dont le risque d'extinction à l'état sauvage est élevé

Liste des figures

Figure 1: Présentation des Sous-Bassins de la Seybouse (A. B. H, 1999).....	4
Figure 2 : Localisation de la zone d'étude (les points rouges représentent les régions d'étude).....	5
Figure 3 : Variations mensuelles des précipitations moyennes (mm) de la région d'étude (2002-2017).....	7
Figure 4: Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (2002-2017).....	8
Figure 5 : Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN dans la région d'étude (2002-2017)....	9
Figure 6 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude (2002-2017).....	9
Figure 7 : Localisations et coordonnées des sites d'étude (google earth) modifié.....	15
Figure 8 : Carte géographique des sites d'étude.....	15
Figure 9 : Fossiles d'Odonates.....	16
Figure 10 : La différence entre les Zygoptères et les Anisoptères.....	17
Figure 11 : Morphologie de tête d'odonate (A gauche Anisoptère, à droite Zygoptère).....	20
Figure 12: Morphologie du thorax d'odonate (A gauche Anisoptère, a droit Zygotère).....	21
Figure 13: Morphologie générale d'odonate (A droite Zygoptère ; a gauche Anisoptère).....	22
Figure 14: Larves d'Odonates.....	23
Figure 15 : à gauche, ponte en tandem de <i>Lestes viridis</i> sur un saule. À droite, ponte en vol de <i>Sympetrum striolatum</i> au-dessus de l'eau.....	24
Figure 16 : En haut (Larve d'Anisoptère) en bas (Larve d'un Zygoptère).....	25
Figure17 : Étapes de l'émergence de la Libellule fauve (<i>Libellula fulva</i>).....	27
Figure 18 : De gauche à droite, imagos immatures, <i>Sympetrum strié</i> mâle, <i>Orthétrum réticulé</i> femelle, <i>Agrion a larges pattes</i>	27
Figure 19 : Cycle de vie des odonates.....	28
Figure 20 : Morphologie d'un insecte.....	29
Figure 21: Cycles de vie des insectes : métamorphose incomplète de la sauterelle et métamorphose complète du papillon.....	30

Figure 22: morphologie général de l'Ephéméroptère.....	31
Figure 23 : Culicidae (oeufs ¹ , larves ² & nymphe ³).....	32
Figure 24 : Larve de Chironome.....	32
Figure 25 : Morphologie d'hétéroptère.....	33
Figure 26 : Morphologie de la larve et adulte d'un Coléoptère.....	34
Figure 27 : Araignée.....	35
Figure 28 : Hydracariens adulte.....	36
Figure 29 : Annélide-oligochète (vers aquatiques).....	37
Figure 30: Région antérieure d'un Lombric circulation.....	37
Figure 31 : Annélide – sangsue.....	38
Figure 32: Nématode.....	39
Figure 33 : Gastéropodes : 1 (sans opercule ou pulmonés) ; 2 (Lymnaeidae ouverture à droite) ; 3 (Physidae ouverture à gauche) ; 4 (avec opercule ou prosobranches).....	40
Figure 34 : a) b) : Variation moyennes et mensuelles de la température de l'eau des trois mares.....	50
Figure 35 a) b) : Variation moyennes et mensuelles de l'oxygène de l'eau des trois mares.....	50
Figure 36 a) b) : Variation moyennes et mensuelles de PH de l'eau des trois mares.....	51
Figure 37 a) b) : Variation moyennes et mensuelles de la salinité de l'eau des trois mares...51	
Figure 38: a) b).Variations moyennes et mensuelles de la conductivité de l'eau des trois mares.....	52

Figure 39: a) b).Variations moyennes et mensuelles de la turbidité de l'eau des trois mares.....	52
Figure 40: a) b).Variations moyennes et mensuelles de la profondeur de l'eau des mares.....	53
Figure 41: Richesse spécifique des stations d'étude.....	59
Figure 42: La richesse spécifique mensuelle globale.....	60
Figure 43: La richesse spécifique mensuelle à station de Héliopolis.....	60
Figure 44: La richesse spécifique mensuelle à la station de Belkhir.....	61
Figure 45: La richesse spécifique mensuelle à la station d'El Majen.....	61
Figure 46: Abondance totale des Odonates dans les stations d'étude.....	63
Figure 47: Abondance relative des espèces dans les stations d'étude.....	63
Figure 48 a) : Abondance totale des espèces dans la mare de Héliopolis.....	64
Figure 48 b) : Abondance relative totale des espèces dans la mare de Héliopolis.....	64
Figure 49 a) : Abondance totale des espèces dans la mare de Belkhir.....	64
Figure 49 b) : Abondance relative des espèces dans la mare de Belkhir.....	65
Figure 50 a): Abondance des espèces dans la mare d 'ElMajen.....	65
Figure 50 b): Abondance relative des espèces dans la mare d 'El Majen.....	65
Figure 51 : Fréquence globale des espèces dans les stations d'étude.....	66
Figure 52 a): Fréquence des espèces à Héliopolis.....	67
Figure 52 b): Fréquence des espèces à la mare El Majen.....	68
Figure 52 c): Fréquence des espèces à la mare de Belkhir.....	68
Figures 53 a): L'indice de Shannon et d'équitabilitéà la mare Héliopolis.....	71
Figures 53 b): L'indice de Shannon et d'équitabilitéà la mare d'El Majen.....	72
Figures 53 c): L'indice de Shannon et d'équitabilitéà la mare de Belkhir.....	72
Figure 54 : Abondance globale des taxa faunistiques dans les stations.....	76
Figure 55: Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés.....	76
Figure 56 : Abondance par station (Ephéméroptère[a], Diptères[b], Hétéroptères [c], Odonates [d]).....	76

Figure 57: L'abondance par station des (Coléoptères[a], Mollusques[b]).....	77
Figure 58: L'abondance des Annélides par station.....	78
Figure 59 : Richesse spécifique des stations.....	78
Figure 60: La Richesse mensuelle des taxa dans les 3 mares.....	79
Figure 61 : Etude comparative des macroinvertébrés entre 2016 et 2019 au niveau de la mare d'El Majen.....	80

Liste des photos

Photo 1 : Mare de Héliopolis.....	11
Photo 2 : Mare de BelKhire.....	12
Photo 3: Mare El Majen.....	13
Photo 4 : <i>Typha latifolia</i>	14
Photo 5 : <i>Callitriche tronqué</i>	14
Photo 6 : <i>Gundelia</i>	14
Photo 7 : <i>Neriumoleander</i>	14
Photo 8: <i>Arbuste d'olive</i>	14
Photo 9: <i>Menthe pouliot</i>	14
Photo 10: Multiparamètre.....	41
Photo 11: GPS.....	41
Photo 12: Cuissards.....	41
Photo 13: Filet à papillon.....	42
Photo 14: Troubleau.....	42
Photo 15 : Perche graduée.....	42
Photo 16 : Matériel de tri et d'observation utilisé au laboratoire.....	43
Photo17: Echantillonnage des Odonates.....	45
Photo 18: Echantillonnage des macro –invertébrés.....	46
Photo 19: Le dépouillement et l'identification des macro-invertébrés et Odonates.....	47

Liste des tableaux

Tableau 1 : Les ressources souterraines d'après l'ABH	6
Tableau 2 : précipitation moyenne (mm) de la région d'étude (2002-2017).....	6
Tableau 3 : Température moyennes , maximales et minimales mensuelles en °C de la région d'étude (2002-2017).....	7
Tableau 4 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude (2002-2017).....	9
Tableau 5 : Les différentes familles des Oligochètes et des Achètes.....	36
Tableau 6 : Les sous-classes et familles des Gastéropodes.....	39
Tableau 7 : Classe proposées pour les pourcentages de saturation en oxygène.....	45
Tableau 8 : Variations mensuelles de la température de l'eau des trois mares.....	50
Tableau 9 : Variations mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des trois mares.....	50
Tableau 10 : Variations mensuelles du pH dissous de l'eau des trois mares.....	51
Tableau 11 : Variations mensuelles de la salinité de l'eau des trois mares.....	51
Tableau 12 : Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des trois mares.....	52
Tableau 13 : Variations mensuelles de la turbidité de l'eau des trois mares.....	52
Tableau 14 : Variations mensuelles de la profondeur de l'eau des trois mares.....	53
Tableau 15 : liste des espèces rencontrées dans les stations d'étude.....	55
Tableau 16 : Répartition des espèces selon les stations.....	56
Tableau 17 : Répartition des espèces selon la période de vol.....	57
Tableau 18 : Période de vol et activité reproductive des Odonates de la Numidie (1990-1999) (Samraoui&Corbet 2000 a).....	58
Tableau 19 : Richesse spécifique par station.....	59
Tableau 20 : Période de vol des Odonates dans les 3mares de la région de Guelma.....	69
Tableau 21 : Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Héliopolis.....	71
Tableau 22 : Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare d'El Majen.....	71

Tableau 23: Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Belkhir.....	72
Tableau 24: Indices de jaccard-Tanimoto dans les trois mares de la région de Guelma.....	73
Tableau 25: Liste des principaux taxons répertoriés dans les trois mares.....	74
Tableau 26: Etude comparative des odonates entre 2016 et 2019 au niveau de la mare de El Majen.....	79

Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Dédicace.....	III
Liste des acronymes.....	IV
Liste des figures.....	VI
Liste des photos.....	X
Liste des tableaux.....	XI
Introduction.....	1

Chapitre I: Présentation du site d'étude

I.1. Situation géographique de la zone d'étude.....	3
I.2. Présentation du bassin versant de la Seybouse.....	3
I.2.1. Cadre géologique et caractéristiques lithologiques.....	4
➤ Le Bassin de Bouhamdane.....	5
➤ Le Bassin de Guelma.....	5
I.2.2. Réseau hydrologique.....	5
I.2.3. Etude climatologique.....	6
I.2.3.1. Les précipitations.....	6
I.2.3.2. La température.....	7
I.2.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen.....	8
I.2.3.4. L'humidité relative de l'air.....	9
I.2.4. Perturbations anthropiques.....	10
➤ Pollution urbaines et domestiques.....	10
➤ Pollution d'origine agricole.....	10
➤ Les apports naturels.....	10
I.3. Description des stations d'étude.....	11
➤ Mare 1.....	11
➤ Mare 2.....	12
➤ Mare 3.....	13

Chapitre II : Biologie et écologie des odonates et macro-invertébrés des mares

II.1. Biologie et écologie des odonates	16
II.1.1. Historique des odonates.....	16
II.1.2. Systématique et morphologie des Odonates	17
II.1.2.1. Les Zygoptères - ou demoiselles	17
II.1.2.2. Les Anisoptères - ou libellules.....	17
II.1.3. Morphologie des adultes.....	20
II.1.3.1. La tête.....	20
II.1.3.2. Le thorax	20
II.1.3.3. Les pattes	21
II.1.3.4. Les ailes	21
II.1.3.5. L'abdomen	21
II.1.4. Morphologie des larves	22
II.1.4.1. La tête.....	22
II.1.4.2. Le Thorax	22
II.1.4.3. L'abdomen	22
II.1.5. Cycle de vie des odonates	23
II.1.5.1. La ponte	23
II.1.5.2. Les œufs.....	24
II.1.5.3. Stade larvaire	24
II.1.5.4. La métamorphose	25
II.1.5.4.1. Les changements morphologiques.....	25
II.1.5.4.2. Les changements physiologiques	26
II.1.5.4.3. Les changements comportementaux	26
II.1.6. L'émergence	26
II.1.7. Stade adulte	27
II.2. Biologie et l'écologie des macro-invertébrés des mares.....	28

II.2.1. Les insectes	29
II.2.1.1. Ephéméroptères.....	30
II.2.1.2. Les Odonates.....	31
II.2.1.3. Les Diptères.....	32
II.2.1.4. Héétéroptères.....	33
II.2.1.5. Les Coléoptères.....	34
II.2.2. Les non -insectes.....	35
II.2.2.1. Les Arachnides.....	35
II.2.2.1.1. Les Araignées	35
II.2.2.1.2. Les Acariens.....	35
II.2.2.2. Les Annélides.....	36
II.2.2.2.1. Oligochètes.....	36
II.2.2.2.2. Achètes ou Sangsues.....	37
II.2.2.3. Les Nématodes.....	38
II.2.2.4. Les Mollusques.....	39

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1. Matériel.....	41
III.1.1. Sur le terrain.....	41
III.1.2. Au laboratoire.....	42
III. 2. Méthodologie.....	43
III.2.1. Choix des sites.....	43
III.2.2. Plan d'échantillonnage.....	43
III.2.2.1. Les paramètres physico-chimiques.....	44
➤ La profondeur	44
➤ La température de l'eau.....	44
➤ La conductivité.....	44
➤ La salinité.....	44

➤ L'oxygène dissous.....	44
➤ PH.....	45
➤ La turbidité.....	45
III.2.2.2. Les odonates et les macroinvertébrés benthiques.....	45
➤ Sur le terrain	45
➤ Au laboratoire	46
III.3. Analyse des données.....	47
III.3.1. L'organisation d'un peuplement.....	47
III.3.2. La structure d'un peuplement.....	48

Chapitre IV: Résultats et Discussion

IV.1. Analyse des paramètres physico-chimiques.....	49
IV.1.1 La température.....	49
IV.1.2 L'oxygène dissous.....	49
IV.1.3. Le pH.....	49
IV.1.4. La salinité.....	49
IV.1.5. La conductivité.....	49
IV.1.6. La turbidité.....	49
IV.1.7. La profondeur.....	50
IV. 2. Check-list de la faune Odonatologique.....	53
IV. 2.1. L'organisation du peuplement Odonatologique.....	59
IV.2.1.1. La richesse spécifique globale par station.....	59
IV.2.1.2. La richesse spécifique mensuelle par station.....	59
IV.2.2. L'abondance.....	61
IV.2.2.1. L'abondance totale des Odonates dans les stations d'étude.....	61
IV.2.2.2.L'abondance relative totale des espèces dans les stations d'étude.....	62
IV.2.2.3.Abondance des espèces dans chaque station.....	62
IV.2.3. La fréquence.....	66

IV.2. 3.1. La fréquence globale.....	66
IV.2. 3.2. Fréquence par station.....	66
IV.2.4. Phénologie.....	69
IV.2.5. La structure du peuplement.....	70
IV.2.5.1. L'indice de Shannon- Wiener et indice d'équitabilité..... ;	70
IV.2.5.2. L'indice de Jaccard/Tanimoto.....	72
IV.3. Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique	74
IV.3.1. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations.....	74
IV.3.1.1. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques.....	75
IV.3.1.2. Analyse qualitative et quantitative des macroinvertébrés benthiques.....	75
IV.3.2. La Richesse des principaux taxa	78
IV.3.2.1. La Richesse mensuelle en taxa.....	78
IV.4. Comparaison avec les travaux antérieurs.....	79
Conclusion	81
Références bibliographiques.....	83
Résumé	89
Glossaire.....	92
Annexes	

Introduction

Les zones humides telles que les mares, les oueds, et les rivières constituent des habitats importants pour un nombre élevé d'espèces animales et végétales (**in Satha, 2008**). En effet, La convention de Ramsar sur les zones humides d'importance internationale adoptée le 21 décembre 1973 et ratifiée par 131 pays, protège 1150 sites couvrant 97 millions d'Hectares. En Algérie, ces zones sont au nombre de 50 et couvrent une superficie de 2 991 013 hectares.

Le Nord-est algérien possède un ensemble de zones humides unique au Maghreb par leur dimensions et sa diversité : lacs, étangs, oueds, mares... forment une mosaïque de biotopes remarquables où l'on peut voir l'existence d'espèces endémiques, (**Samraoui & De Bélair, 1998 in Haiahem, 2018**).

Parmi ces plans d'eau, existe les mares temporaires ou pérennes qui représentent les hydro systèmes les plus diversifiés et dans le même temps les plus menacés. La mare est définie comme étant une étendue d'eau de formation naturelle ou anthropique, permanente ou temporaire, à renouvellement généralement limité, de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5000 m². Sa faible profondeur, qui peut atteindre environ 2m, permet à toute les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. La mare se distingue de l'étang par sa superficie plus petite, comprise entre 1 m² et 5000 m² (**Oertli & Forssard, 2013**).

Les Mares et étangs constituent une ressource d'eau douce exceptionnelle : ces millions de petits plans d'eau de moins de 10 hectares représentent en effet 30% de la surface mondiale d'eau stagnante [1]. Les vertébrés, bien que minoritaires, sont une composante importante de la structure et du fonctionnement des mares (**in Redaounia, 2009**). Le peuplement faunistique des mares temporaires Algériennes, comme il est souvent le cas ailleurs pour d'autres zones humides, est composé à plus de 80 % d'invertébrés, principalement des insectes et de crustacées (**Samraoui, 2008**).

La mare fut longtemps le centre de la vie sociale grâce aux nombreuses fonctions qu'elle remplit :

- Usages domestiques : cuisine, boisson, ménage, lavoir...
- Usages agricoles : arrosage, abreuvoir, nettoyage des animaux...

- Usages communaux : rétention d'eau, réserve incendie...
- Usages de loisirs : pêche, baignade, découverte de la nature... [2]

En Algérie, l'étude des mares temporaires remonte à Gauthier 1928 qui fait figure de pionnier en s'intéressant durant plusieurs années aux zooplancton et aux macro-invertébrés d'un complexe de mares à Reghaia dans la banlieue d'Alger (**Samraoui, 2008 in Redaounia, 2009**). Le travail de Gauthier fut malheureusement suivi d'une longue éclipse et les mares Algériennes ne furent l'objet d'aucune autre étude scientifique jusqu'à la fin du XX^{ème} siècle (**Samraoui, 2008**).

Depuis plusieurs décennies et jusqu'à nos jours, le laboratoire de Recherche et de conservation des zones humides (L.R.Z.H) mène plusieurs études systématique de ces écosystèmes aquatiques afin de comprendre l'organisation, la structure, le fonctionnement et la diversité faunistique et floristique de ces milieux (Samraoui et al., 1992 ; De Bélair & Samraoui, 1994 ; Samraoui & de Bélair, 1997 ; 1998 ; Redaounia, 2009 ; Haihem, 2018).

Notre étude s'inscrit dans les perspectives du laboratoire et élargit le champ d'étude des mares d'autres bassins- versants. Nous nous sommes fixées les objectifs suivants :

- Contribuer à améliorer la connaissance des mares et leurs importances dans la région de Guelma
- Inventorier les Odonates adultes des mares
- Inventorier la faune des macro-invertébrés qui peuplent ces mares.

Notre mémoire est structuré en quatre chapitres : Le premier chapitre portera sur la présentation des sites d'étude, dans le deuxième chapitre, seront présentés des généralités sur la biologie et l'écologie des odonates et des macro-invertébrés, Le troisième chapitre présente le matériel utilisé, les techniques d'échantillonnage appliquées et la méthodologie suivis. Dans le quatrième chapitre seront présentés les principaux résultats obtenus et leurs discussions. Enfin nous terminerons par une conclusion.

Chapitre I: Présentation du site d'étude

I.1. Situation géographique de la zone d'étude

La wilaya de Guelma est située au nord-est du pays et constitue géographiquement, un point de rencontre, voire un carrefour entre les pôles industriels du nord (Annaba – Skikda) et les centres d'échanges au sud (Oum-El-Bouaghi et Tébessa). Elle possède une superficie d'environ 3686,84 Km² quant à la population, elle est estimée en fin de l'année 2010 à 506007 habitants (in Soualmia & kebebsa, 2013).

I.2. Présentation du bassin versant de la Seybouse

La Seybouse est un des oueds les plus importants d'Algérie par la longueur de son parcours, le nombre de ses affluents et la superficie de son bassin. Oued méditerranéen, naît dans les hautes plaines semi-arides. La Seybouse est donc continentale par sa naissance et méditerranéenne à sa fin. Cet oued résulte de la confluence de deux oueds le Cherf et le Bouhamdane (Bechiri, 2011). Le bassin-versant de la Seybouse présente à l'instar des bassins à écoulement exoréique de l'Algérie orientale (Kébir-Rhumel, Soummam, etc...) une extension latitudinale importante. Les limites méridionales du bassin sont à 120 km de la mer à vol d'oiseau (Louamri, 2013). Le bassin de la Seybouse est situé dans la région Nord Est de l'Algérie et s'étend sur une Superficie de 6471 Km², le chevelu hydrographique est de 4200 Km. Le bassin traverse sept wilayas: Guelma, Annaba, Souk Ahras, El Tarf, Oum El Bouaghi, Constantine et Skikda, dont les Principales villes : Annaba, Guelma et Sedrata. La pluviométrie annuelle moyenne varie de 450mm au Sud à 735 mm au Nord (Yousfi, 2013).

Il se subdivisé en six sous bassins-versants :

- Sous-Bassin versant de Cherf –amont (14-01) : superficie 1739Km²
- Sous-Bassin versant de Cherf –aval (14-02) : superficie 1166Km²
- Sous-Bassin versant de Bouhmdane (14-03) : superficie 1136Km²
- Sous-Bassin versant de la moyenne Seybouse (14-04) : superficie 818Km²
- Sous-Bassin versant de Malleh (14-05) : superficie 555Km²
- Sous-Bassin versant de la basse Seybouse (14-06) : superficie 1057Km² (in Satha, 2014).

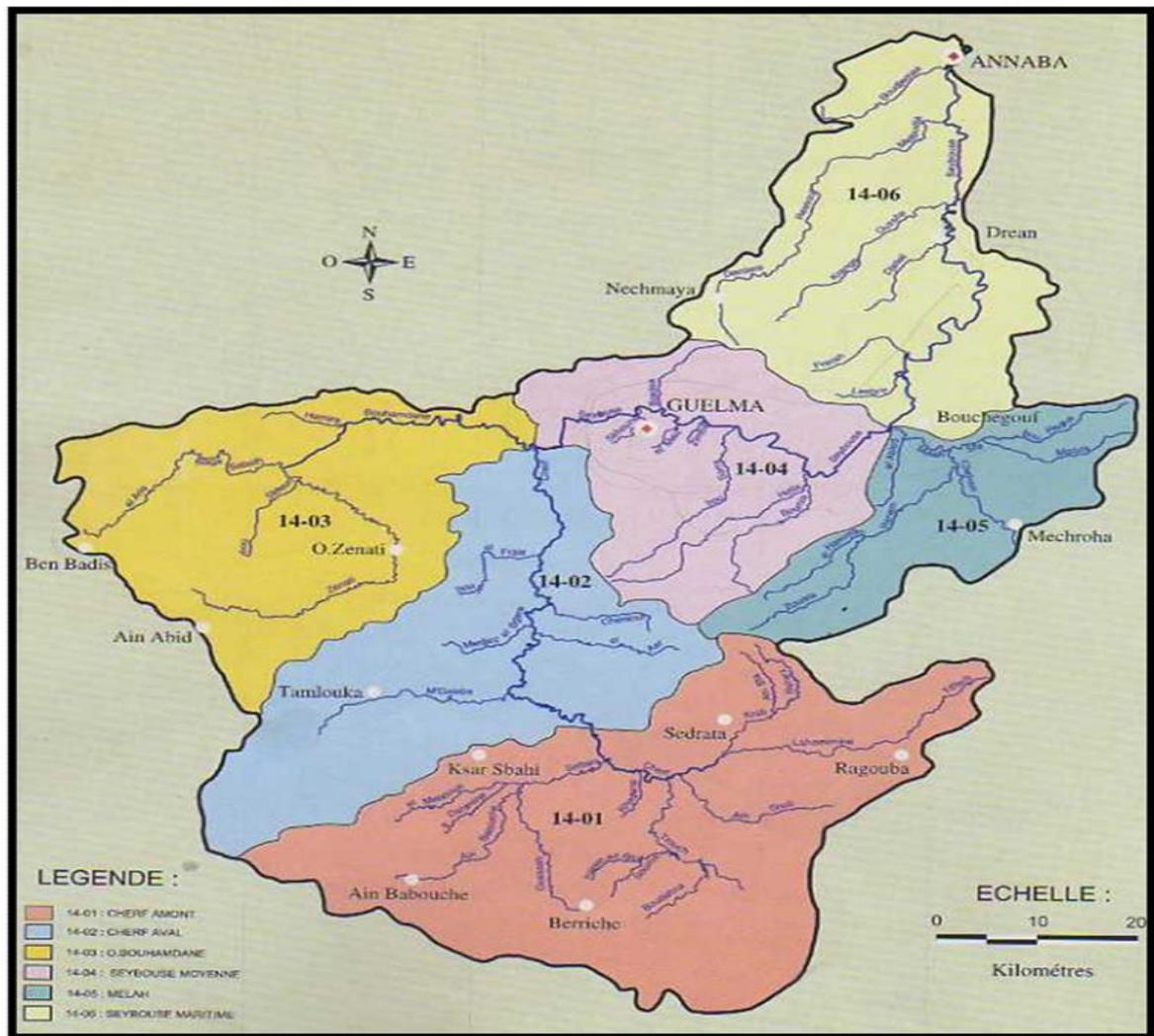


Figure 1: Présentation des Sous-Bassins de la Seybouse (A. B. H, 1999)

Le bassin de Guelma appartient à la moyenne Seybouse et qui dicte beaucoup de conditions spécifiques, climatiques et hydrogéologiques. (Ghachi, 1982)

I.2.1. Cadre géologique et caractéristiques lithologiques

La région de Guelma est constituée de terrains sédimentaires d'âge crétacé oligocène, mi-pliocène et quaternaire. Le fond du bassin occupé par une plaine alluviale correspond à un synclinal comblé par des argiles (Mouchara, 2009).

Le cadre géologique d'un bassin versant conditionne les écoulements des eaux de surface souterraines. La géologie de la région est caractérisée par des formations allant du Trias jusqu'au Quaternaire, présentant ainsi une lithologie très variée qui comprend essentiellement

: les alluvions (sable, gravier, cailloutis,...), les grès, les marnes, les argiles, les flyschs et les calcaires (Bechiri, 2011).

- **Le Bassin de Bouhamdane:** Les couches lithologiques dominantes du secteur de Oued Zenati sont composées de grès, d'argiles et de marnes ce qui ne permet pas l'infiltration d'une grande quantité d'eau. Du côté d'Oued Sabath c'est des Marno- calcaires.
- **Le Bassin de Guelma :** La région de Guelma est constituée de terrains sédimentaires entre Medjaz Amar et Bentabouche apparaissent les Marno calcaires. Ces calcaires sont fissurés ce qui permet la constitution de ressources aquifères importantes c'est le cas de celle qui se trouve à l'Ouest de Bouhachana (source de Oued Hlia) qui donne un débit de 60l/s (Ghachi, 1986 in Satha, 2008)

On note la présence de fossés d'effondrement de dimension modeste et d'orientations différentes (fosse BenAhmen et fosse Benmhidi) qui ont influencé le tracé vers l'exutoire de l'oued Seybouse (Bechiri, 2011, in Boughida & Babes, 2016)



Figure 2 : Localisation de la zone d'étude (Les points rouges représentent les régions d'étude)

I.2.2. Réseau hydrologique

Le bassin de la Seybouse a connu un développement considérable des retenues collinaires. 70 retenues collinaires ont été recensées sur l'ensemble des communes du bassin-versant d'après l'inventaire établi par l'Agence du bassin hydrographique du Constantinois-Seybouse-Mellegue, mobilisant un volume d'eau annuel de : 12,79 Hm³, destiné à l'irrigation.

Un nombre important de retenues collinaires a été déclassé (Louamri, 2013, in Boughida &

Babes, 2016). De plus, le bassin recèle de nombreuses sources et plusieurs plans d'eau importants, temporaires et permanents.

Les retenues collinaires : le bassin de la Seybouse compte soixante retenues collinaires qui sont essentiellement destinées à satisfaire les besoins en eau d'irrigation ces ouvrages ont la capacité totale de 10,5Hm³

Les ressources souterraines : D'après l'ABH, il existe 169 forages en service dans le bassin, mobilisant un potentiel de 91,03 Hm³ /an, selon la répartition suivante : **(in Kouadria & Zalani, 2016)**

Tableau1 : Les ressources souterraines : D'après l'ABH (in Kouadria & Zalani , 2016)

	%	Nombre de forages	potentiel
Alimentation en eau potable	71,63%	110 forages	65,21 Hm ³ /an
Alimentation en eau industrielle	9,33%	17 forages	8,49 Hm ³ /an
Irrigation	19,04%	42 forages	17,33 Hm ³ /an

I.2.3. Etude climatologique

I.2.3.1. Les précipitations

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)**.

Tableau 2 : précipitations moyennes (mm) de la région d'étude (2002-2017)

Mois P mm	jan	fév.	mars	Avrl	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
	93,6	71,1	77,4	57,3	38	17,2	5,8	17,1	44,3	42,6	67,3	78,2

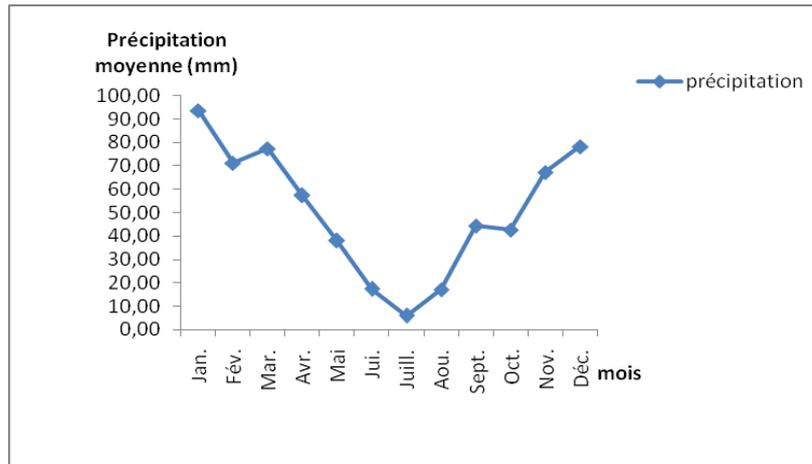


Figure 3 : Variations mensuelles des précipitations moyennes (mm) de la région d'étude (2002-2017)

Les précipitations atteignent le maximum au mois de janvier avec une valeur de 93,6 mm, et le minimum au mois de juillet avec une valeur de 5,8 mm. La pluviométrie dans cette région se caractérise par une forte intensité des précipitations en hiver et d'une diminution des amplitudes pluviométriques en été (juillet et aout) sont les mois de très faible pluviométrie, (Novembre, Décembre, Janvier, Février et Mars) sont les mois de forte pluviométrie.

I.2.3.2. La température

La température de l'air est un facteur important dans l'établissement du bilan hydrique. De plus, elle conditionne l'écologie et la biogéographie de tous les êtres vivants dans la biosphère (Dajoz, 1979 in Haouchine, 2011)

Tableau 3: Températures moyennes, maximales et minimales mensuelles en °C de la région d'étude (2002-2017).

mois	Jan	Fev	Mars	Avrl	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
T max	15,98	16,56	19,61	23,08	27,59	33,03	36,73	36,61	31,6	27,9	21,2	17,03
T mini	4,62	4,7	6,26	8,87	11,36	15,33	18,52	19,16	17,06	13,92	9,36	6,03
T moyenne	9,65	10,16	12,48	15,58	19,32	22,8	27,48	27,35	23,58	20,13	14,63	10,86

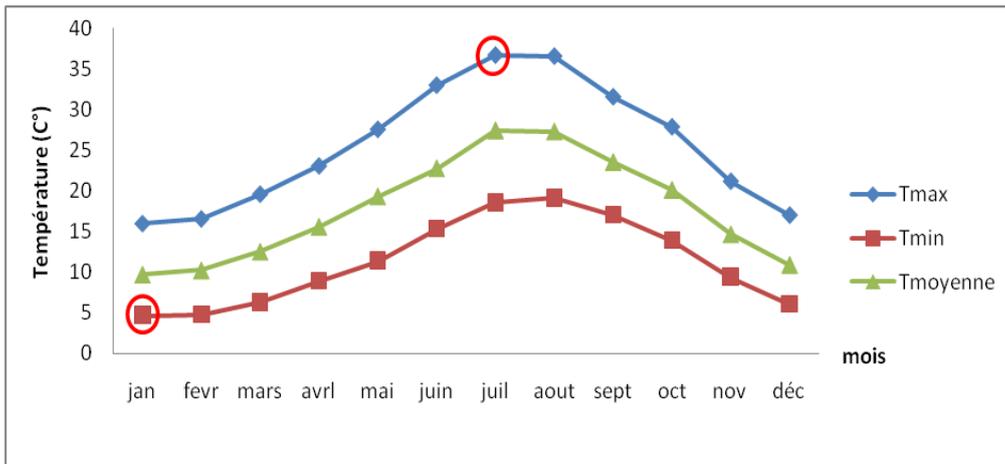


Figure 4: Courbe d'évaluation des températures de la région d'étude (2002-2017)

D'après les figures, la température maximale du mois le plus chaud est enregistré en Juillet et elle est de 36,73°C. La température minimale du mois le plus froid est notée en Janvier avec seulement (4,62°C). Notre zone d'étude enregistre ses températures les plus basses en Janvier, Février et Décembre.

Les valeurs de la température moyenne concluent que la zone d'étude est caractérisée par un climat doux et humide en hiver et chaud et sec en été, ces caractéristiques indiquant un climat méditerranéen.

I.2.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls & Gaussen

Selon Bagnouls et Gaussen, une période sèche est due aux croisements des courbes de la température et des précipitations. Cette relation permet d'établir un graphe pluviométrique sur le quel les températures sont portées à une échelle double des précipitations $P= 2T$ (Kirati & Brahmia, 2006).

Le diagramme pluviométrique ci-dessous montre l'existence de deux saisons bien distinctes

- Une saison sèche et chaude qui s'étale du mois de juillet jusqu'au mois de Septembre, marquée par une forte évaporation provoquée par l'augmentation de la température.
- Une saison humide plus longue qui s'étend du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai, caractérisée par une précipitation importante qui atteint un maximum au mois de janvier

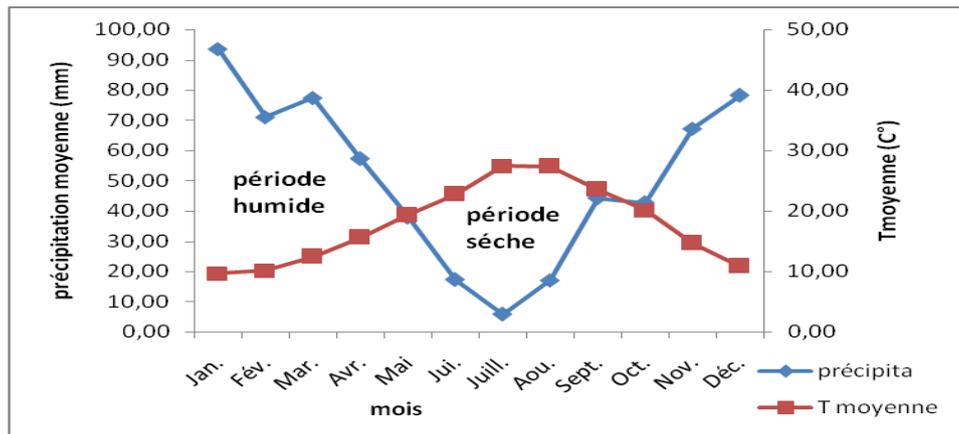


Figure 5 : Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN dans la région d'étude (2002-2017)

I.2.3.4. L'humidité relative de l'air

L'humidité relative est élevée durant toute l'année et varie peu durant l'été. Cette humidité est due d'une part, aux fortes évaporations des eaux des nombreuses zones humides dont jouit la région (Barrages, cours d'eau, affluents, retenues collinaires) et d'autre part, de la proximité de la région de la mer (in Satha, 2014).

Tableau 4 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude (2002-2017)

mois	Jan	Fev	Mars	Avrl	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Humidité	77,65	74,1	74,79	72,85	68,79	60,41	55,55	57,26	66,75	70,3	73,66	77,68

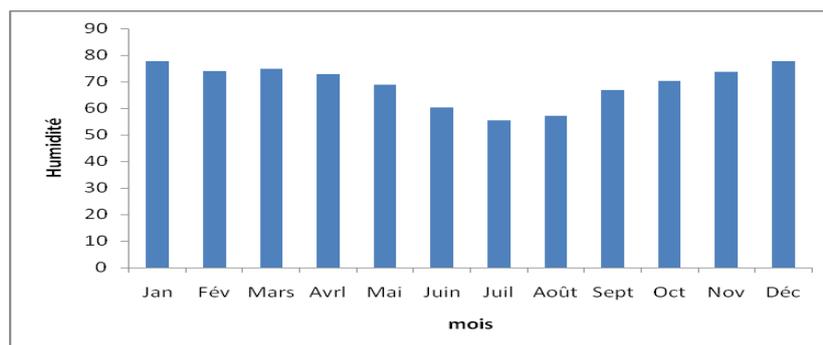


Figure 6 : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude (2002-2017)

L'humidité relative atteint son maximum aux mois de Décembre(77,68), le minimum est enregistré au mois de juillet (55,55).

I.2.4. Perturbations anthropiques

La gestion très insuffisante de l'assainissement et l'absence de traitement dans la zone d'étude ont aggravé la pollution du milieu (**Bechiri, 2011**). Le bassin de la Seybouse est confronté à la pollution urbaine industrielle et agricole. Cette pollution émane des différentes villes, usines et zones agricoles situées sur ses deux rives. La pollution atteint un degré élevé. La classe de qualité dans le bassin versant de la Seybouse est très mauvaise, les causes sont : Les déversements des eaux usées et industrielles, ainsi que l'absence de stations d'épuration (**Yousfi, 2013**)

La pollution des eaux de surface et souterraines peut avoir diverses origines. Selon les activités des différents secteurs, (**Bechiri, 2011**) la pollution hydrique de la Seybouse est à la fois d'origine agricole, industrielle et urbaine (**Arif & Doumani, 2013**) :

- **Pollution urbaines et domestiques**: La pollution urbaine constitue une source de pollution importante, en effet toutes les agglomérations situées le long du cours d'eau déversent leurs eaux usées dans l'oued Seybouse ou ses affluents sans traitement préalable sauf pour la ville de Guelma où on a une station d'épuration récemment mise en service (**Bechiri, 2011**). Cette pollution est due partiellement aux déchets communaux, industriels et spéciaux (dangereux). La majorité de ces déchets (environ 80-85%) sont enfouis soit dans les décharges sauvages qui génèrent une quantité importante de lixiviat s'écoulant dans les zones périphériques et les oueds limitrophes, soit dans les centres d'enfouissement technique (CET) (**in Arif & Doumani, 2013**)
- **Pollution d'origine agricole**: L'utilisation abusive des fertilisants (azotés et phosphorés) et des pesticides (**A.B.H, 1999 in Satha, 2014**). L'agriculture consomme environ 60% de l'eau disponible, tandis que les secteurs domestiques et industriels en utilisent environ 40%. Près des deux tiers (2/3) des eaux souterraines sont utilisées pour l'irrigation et un tiers pour l'eau potable et industrielle. La surface agricole utile de Guelma est estimée à 187.338 Ha (**Arif & Doumani, 2013**)
- **Les apports naturels** : jouent un rôle principal dans l'acquisition des éléments chimiques par les eaux ,par la dissolution des formations géologiques. Le danger de ce processus apparaît lorsque les concentrations de ces éléments dépassent les limites de potabilité (**Debieche, 2002**).

I.3. Description des stations d'étude

Mare 1



Photo 1 : Mare de Héliopolis

Commune : Hammam Bradaa (Héliopolis)

Daïra : Guelaat Bou SBaa

Wilaya : Guelma

Coordonnée : N 36°31.979' E 007°25.071' Elévation : 1116

Cette mare a une superficie moyenne, de forme ovale, située entre Hammam Oulad Ali, et Hammam Bradaa (Héliopolis) ; près de la route nationale 21 Guelma –Annaba.

La dimension de notre mare est environ 65 m de longueur avec une largeur moyenne de 25 m, et une profondeur de 1 à 2 m. La couleur de l'eau généralement vert clair (végétation). La Source de l'eau provient des précipitations ; ruissellements. Ce site est très ensoleillé, Les sols avoisinants sont occupés par les champs de blé et les terres agricoles elle est exploitée dans l'irrigation des plantes et aussi dans le pâturage.

Le substrat est constitué de boue et de cailloux et beaucoup plus de végétaux (algues et macrophytes) ; cette mare est caractérisée par la présence d'une végétation aquatique

diversifiée et abondante telle que *Typha latifolia*, *Adonis annua*, *Menthe pouliot*, *Euphorbia sp*, *Cardamine flexuosa*, *Gundelia*, *Petroselinum crispum*, *Marsile aquadrifolia*.

Mare 2



Photo 2 : Mare de BelKhir

Commune : BelKhir

Daïra : Guellat Bou Sbaa

Wilaya : Guelma

Coordonnée : N 36°27.774' E 007°29.216' Elévation : 670,9

C'est une petite étendue d'eau douce de forme trapézoïdale ; elle est localisée entre Boumahra et Belkheir au niveau de la route national 20 Guelma – Souk Ahras. Sa longueur est de 19 m avec un largeur de 9 m et une profondeur moyenne de 1,5m à 2m. Ses eaux provient de l'infiltration de l'oued Zimba ; précipitation ; ruissellement, cet station très ensoleillée, Les sols avoisinants sont occupés par les champs de blé.

Cette mare est située dans une zone urbaine, nous observons des déchets domestiques dans le site. Les bords sont recouverts d'herbes ,le substrat est constitué de boue et de cailloux et détritrus organiques; sa végétation est dominée par : *Typha latifolia*, *Nerium oleander* (laurier rose), *Petroselinum crispum*, *Callitriche stagnalis*.

Mare 03



Photo 3 : El Majen

Commune : Taya (Bouhamdane)

Daïra : Hamman Debagh

Wilaya : Guelma

Coordonnée : N 36°26.231. E 0007°05.224'. Elévation : 500

Localisée entre Bouhamdane et Bordj sabath la limite de wilaya de Skikda au niveau du chemin de wilaya 27Guelma – Skikda. C'est La plus grande mare situé dans une région montagneuse (Djbel Taya) ; Ses dimension, sont environ 260 m de longueur avec une largeur de 120 m et une profondeur de 1 à 2m. La mare est alimentée par une nappe phréatique et les précipitations. Elle est très exposée au soleil, Les bords sont recouverts d'herbes. La nature de substrat est constituée beaucoup plus de boue, des cailloux, des roches, et peu de végétation. Sa végétation est dominée par : *Menthe pouliot*, *Callitriche tronqué*, *Gundelia*, des oliviers et aussi des herbes sauvages.



Photo 4 : *Typha latifolia*



Photo 5 : *Callitriche tronqué*



Photo 6 : *Gundelia*



Photo 7 : *Nerium oleander*



Photo 8 : Arbuste d'olive



Photo 9 : Menthe pouliot



Figure 7 : Localisations des sites d'étude (google earth) modifié

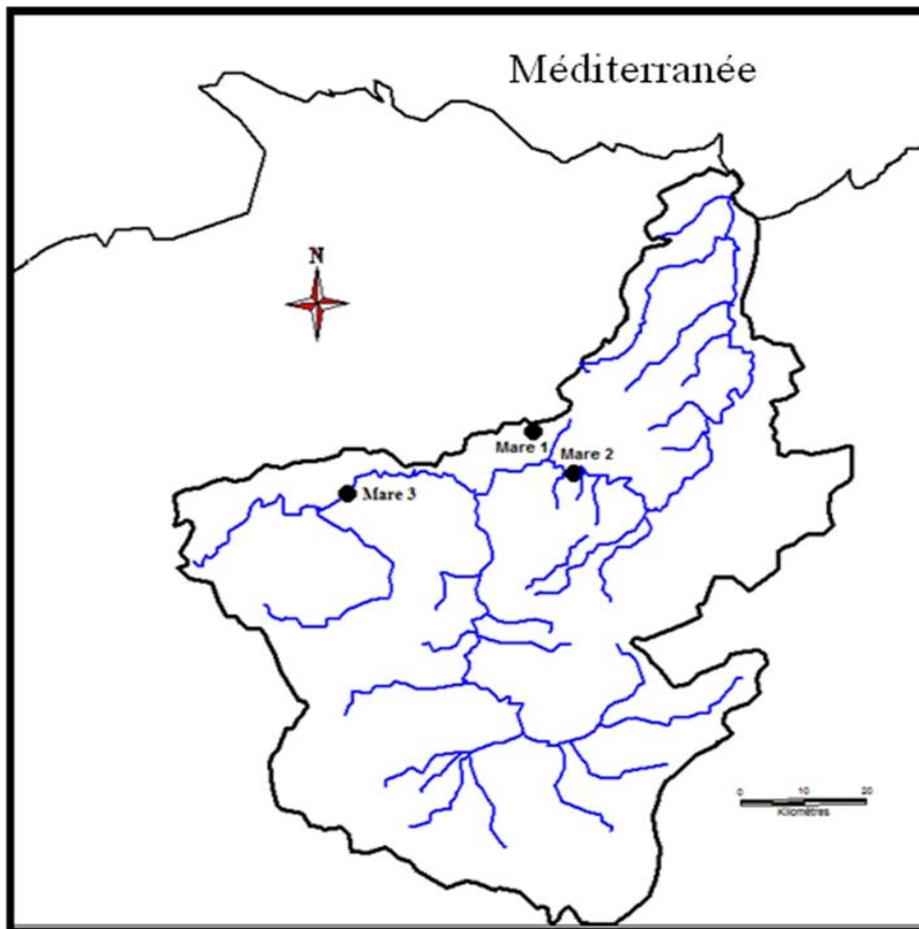


Figure 8 : Carte géographique des sites d'étude

II.1. Biologie et écologie des Odonates

Les Odonates (ou libellules) sont des insectes remarquables que l'on rencontre près des milieux humides. La larve, exclusivement aquatique, va mettre plusieurs années pour devenir un adulte volant qui ne vivra que quelques semaines. Larves comme adultes sont exclusivement prédateurs. Cet Ordre d'insectes compte environ 6 000 espèces au monde, ce qui représente un groupe très modeste au regard des 300 000 Coléoptères actuellement connus [3].

Dans les zones tempérées du globe, les libellules interviennent surtout dans la gestion des milieux naturels et sont souvent considérées comme des espèces indicatrices clés pour la qualité de l'environnement et la gestion de la biodiversité. Leur sensibilité à la qualité de l'habitat (Moore, 1997 in Riservato & al., 2009) leur identification relativement simple procure aux libellules le statut d'indicateur fiable pour l'évaluation des changements environnementaux sur le long terme (biogéographie, climatologie) et le court terme (conservation de la biologie, pollution des eaux, altération de la structure des eaux courantes et stagnantes) (Riservato & al., 2009).

II.1.1 Historique des Odonates

Il y a 325 millions d'années, au Carbonifère, apparaissent les premiers insectes ailés connus dont les libellules. Elles portaient six ailes - au lieu de quatre aujourd'hui - et des pattes puissantes projetées vers l'avant. Il y a 100 millions d'années. Elles appartiennent à une lignée qui va donner naissance aux Odonates modernes. Elles acquièrent la structure de leurs ailes dès le Jurassique, il y a 200 millions d'années, et connaissent jusqu'au Crétacé une extraordinaire diversification des formes [4].

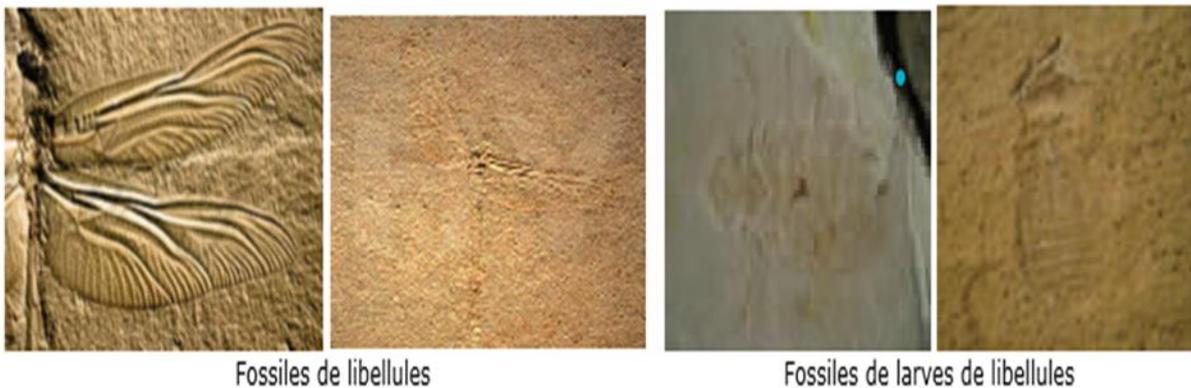


Figure 9 : Fossiles d'Odonates [4]

L'étymologie (Odonate / libellule) a été établie en 1792 par le naturaliste Fabricius qui donna le nom d'Odonata aux libellules qui par la suite s'est francisé en Odonate (in Bouziane A, 2017).

II.1.2. Systématique et morphologie des Odonates

L'ordre des odonates est généralement divisé en trois sous ordres : les Zygoptères , les Anisoptères , et les Anisozygoptères . On compte 2700 espèces de Zygoptères dans le monde et 2900 Anisoptères. Les Anisozygoptères ne sont représentés que par une espèce himalayenne et une Japonaise (Epiophlebia superstes et Epiophlebia laidlawi (Dijkstra & Lewington, 2007)

II.1.2.1. Les Zygoptères - ou demoiselles : Petites à moyennes, ont un abdomen assez long et plus ou moins fin et dont les deux paires d'ailes sont presque semblables, au repos , les faces supérieures sont verticales , relevées et appliquées l'une contre l'autre ou tenues obliquement vers l'arrière. vu du dessous, l'espace entre les yeux est supérieur à la largeur d'un œil (Engelhardt, 1998).

II.1.2.2. Les Anisoptères - ou libellules : sont généralement de plus grande taille. Les ailes postérieures sont plus larges à la base que les antérieures. Au repos, elles sont maintenues écartées du corps, plus ou moins à l'horizontale. Les yeux sont contigus ou relativement proches (Gomphidae). Les larves présentent une simple pyramide anale, formée par de courts appendices dessinant une sorte de triangle plus ou moins obtus à l'apex de l'abdomen. (Jourde, 2005).



Figure 10 : La différence entre les Zygoptères et les Anisoptères

Liste des espèces actuelles des odonates (libellules) en Europe et en Afrique du Nord

Sous-ordre des Zygoptères : Comprend cinq familles

Famille des Caloptéridae : 1 genre et cinq espèces

- Genre Calopteryx (5 espèce).

Famille des Lestidae : 2 genres et 7 espèces

- Genre Lestes (6 espèces).
- Genre Sympecma (2 espèces).

Famille des Platycnemididae : 1 genre et 3 espèces

- Genre Platycnemis (3 espèces).

Famille des Coenagrionidae : 7 genres

- Genre Pyrrhosoma (1 espèce) .
- Genre Ischnura (7 espèces) .
- Genre Coenagrion (12 espèces).
- Genre Enallagma (2 espèces).
- Genre Ceriagrion (1 espèce).
- Genre Erythromma (3 espèces).
- Genre Nehalennia (1 espèce).

Sous ordre des Anisoptères : Comprend cinq (5) familles

Familles des Aeschnidae : avec sept (7) genres

- Genre Boyeria (1 espèce) .
- Genre Caliaeschna (1 espèce)
- Genre Brachytron (1 espèce)
- Genre Aeschna (10 espèces) .

- Genre *Anaciaeshna* (1 espèce) .

- Genre *Anax* (3 espèces) .

Famille des Gomphidae : avec cinq (5) genres

- Genre *Gomphus* (7 espèces) .

- Genre *Paragomphus* (1 espèce) .

- Genre *Ophiogomphus* (1 espèce) .

- Genre *Onychogomphus* (3 espèces) .

Famille des Cordulegastridae : un (1) genre six (6) espèces

- Genre *Cordulegaster* (6 espèces) .

Famille des Cordulidae: avec cinq (5) genres

- *Corduliaaenea* (Linné, 1758) .

- *Oxygastracurtisii* (Dale, 1834) .

- Genre *Macromia* (1 espèce) .

- Genre *Epitheca*(1 espèce) .

- Genre *Somatochlora* (5 espèces) .

Famille des Libellulidae : comprend treize (13) genres

- Genre *Libellula* (3 espèces) .

- Genre *Orthetrum* (10 espèces) .

- Genre *Acisoma* (1 espèce) .

- Genre *Diplacopdes* (1 espèce) .

- Genre *Crocothemis* (1 espèce) .

- Genre *Brachythemis* (2 espèces) .

- Genre *Sympetrum* (12 espèces) .

- Genre Leucorrhinia (5 espèces).
- Genre Pantala (1 espèce).
- Genre Zygonix (1 espèce).
- Genre Trithemis (3 espèces).
- Genre Selysiothemis (1 espèce).
- Genre Urothemis (1 espèce).

II.1.3. Morphologie des adultes

II.1.3.1. La tête : Porte les antennes, les pièces buccales et les yeux composés de trois ocelles disposés en triangle sur le vertex. Celui-ci est en position horizontale sur la partie supérieure de la tête chez les Zygoptères ; il est projeté vers l'avant chez les Anisoptères, par la suite de l'extension des yeux. Les ocelles sont présents et visibles (**Durand & Lèveque, 1981 in Bouziane A, 2017**). Pièces buccales portent le labre, des mandibules puissantes armées de dents pointues inégales et maxilles peu différentes de celles des adultes. Par contre le labium se présente sous la forme d'un organe de préhension articulé qui est projeté en avant lors de la capture des proies. (**Bouchelaghem, 2008**).

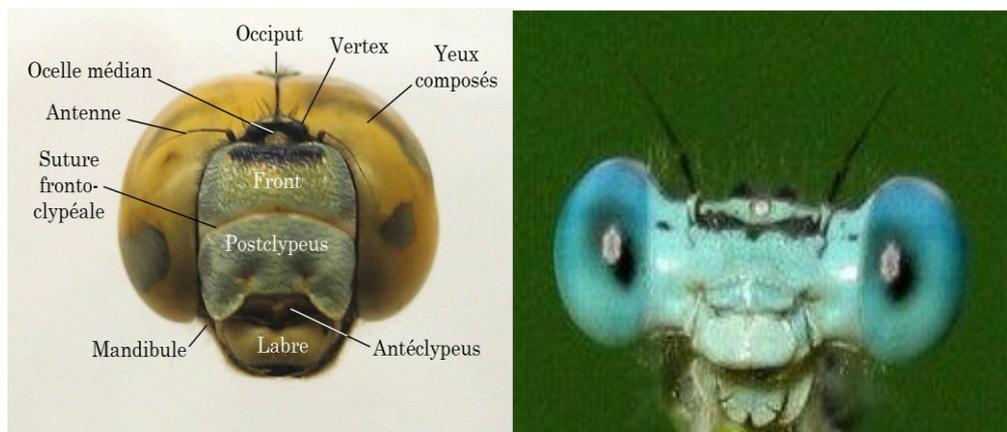


Figure 11 : Morphologie de la tête d'un odonate (A gauche Anisoptère, à droite Zygoptère)[4]

II.1.3.2. Le thorax : Formé de deux parties très inégales et bien distinctes : le prothorax et le synthorax. Le premier, très réduit, porte la tête et la paire antérieure de pattes , son bord supérieur (pronotum) est de forme variée selon le sexe les espèces, ces différences sont utilisées comme critère de distinction : cas des femelles de Platecnemis et Coenagrion ou de

celles d'Ischnura dont le lobe postérieur porte ou non un tubercule médian. Le synthorax , très volumineux , porte les ailes et les pattes médianes et postérieures. il est formé de la fusion du méso et du métathorax, chaque partie étant constituée d'un épisternite et d'une épimère dont les limites (sutures)sont plus ou moins visibles (D'Aguilar & Dommanget , 1985).



Figure 12: Morphologie du thorax d'un odonate (A gauche Anisoptère, a droit Zygoptère)[4]

II.1.3.3. Les pattes : Toutes dirigées vers l'avant , ne servent guère à la marche mais permettent de grimper sur les supports (par exemple au moment de la ponte) et servent couramment à la capture et au maintien des proies . chaque patte est constituée d'une hanche ou coxa , d'un trochanter, d'un fémur et d'un tibia allongé enfin d'un tarse composé de 3 articles dont le dernier porte les griffes . les pattes sont de longueur, de forme et de couleurs variant suivant les familles , les genres ou les espèces. (D'Aguilar & Dommanget , 1985)

II.1.3.4. Les ailes : peuvent être hyalines ou teintées. Leur nervation, souvent caractéristique, est utilisée pour différencier les espèces. Les ailes sont pourvues de cellules teintées dans la partie antérieure et apicale, le ptérostigma. Il sert de régulateur d'inertie durant le vol. Coloré de façon différente selon les espèces, il est sans doute aussi utilisé par certaines espèces comme moyen de visualisation, voire de communication (Jourde, 2005).

II.1.3.5. L'abdomen : Est allongé chez les Odonates. Il se compose de dix segments, le premier étant situé à la jonction avec le thorax. Chez le mâle, le second segment porte les organes copulateurs, le huitième les organes génitaux. Chez la femelle, les pièces génitales sont situées sous les huitième et neuvième segments. A l'extrémité du dixième segment se trouvent les appendices anaux composés d'une paire de cercoïdes et chez les mâles d'une paire de cerques (Zygoptères) ou d'une lame supra-anale (anisoptères) (Jourde, 2005)

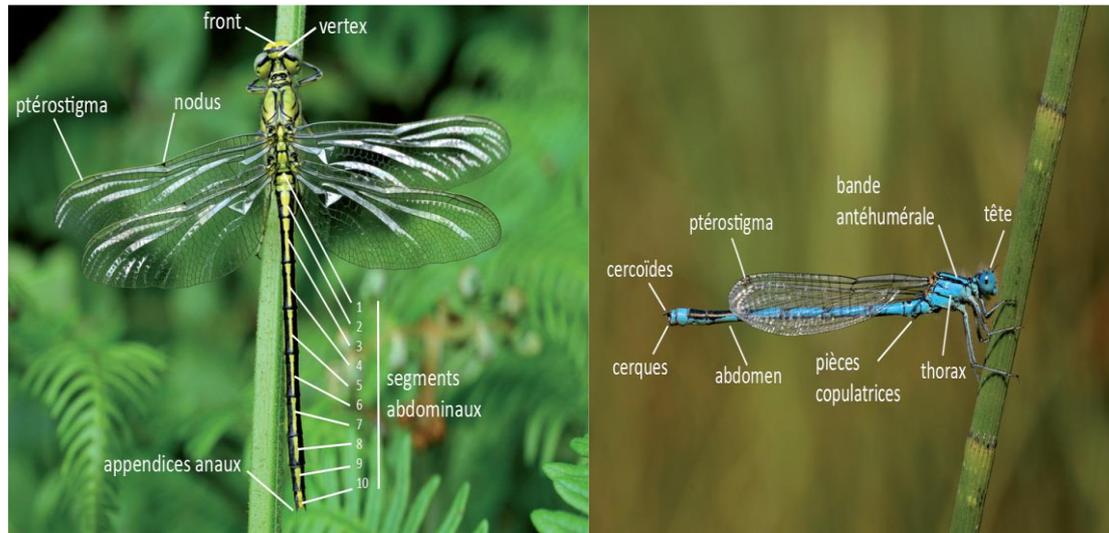


Figure 13: Morphologie générale d'un odonate (A droite Zygoptère ; a gauche Anisoptère) (Le Dû & Lesparre .2014)

II.1.4. Morphologie des larves

Leur forme générale est très allongée chez les Zygoptères, tandis qu'elle est courte et élargie chez les Anisoptères, leur corps, glabre ou velu, est souvent de coloration foncée variant parfois avec le milieu (D'Aguilar & Dommanget, 1985). Comme chez l'imago le corps se divise en 3 parties:

II.1.4.1. La tête : se rattache au thorax par un court et large cou. Les yeux composés occupent en général une partie importante de la tête mais ne se rejoignent pas. Ils sont plutôt hémisphériques chez les Zygoptères et ovales chez les Anisoptères. Les antennes sont généralement fines et grêles composées au maximum de 7 articles.

Pour saisir leurs proies elles se servent de leur lèvre inférieure transformée en « masque » qui comprend deux parties : le submentum, mobile, et le mentum, qui est relié au submentum par une articulation et qui, au repos, est plaqué contre ce dernier (Engelhardt, 1998)

II.1.4.2. Le Thorax : Se divise en 3 parties soudées : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Ces deux dernières parties, formant un ensemble, sont dénommées comme pour l'adulte synthorax. Sur le méso et métathorax les 4 fourreaux alaires apparaissent progressivement à partir de la 3^{ème} ou de la 4^{ème} mue larvaire, recouvrant peu à peu les premiers segments abdominaux.

II.1.4.3. L'abdomen : Est constitué comme chez l'imago, de 10 segments visibles et d'un onzième vestigial. fin, cylindrique et allongé chez les Zygoptères, il est plus volumineux chez

les Anisoptères. Chez ces derniers on remarque sur chaque segment la présence ou l'absence d'épines ou tubercules médio- dorsaux ou d'épines latérales (principalement dans les derniers segments) (D'Aguilar & Dommaget , 1985). Chez les Anisoptères, l'abdomen se termine par une pointe conique (pyramide anale) constituée de deux paraproctes latéraux, flanqués de deux cerques uniarticulés et du côté dorsal d'un épiprocte impair (Tachet et al, 2000). Chez les Zygoptères se présentent sous forme de trois appendices foliacés situés à l'extrémité de l'abdomen et le rectum participe plus ou moins à la respiration (Engelhardt , 1998).

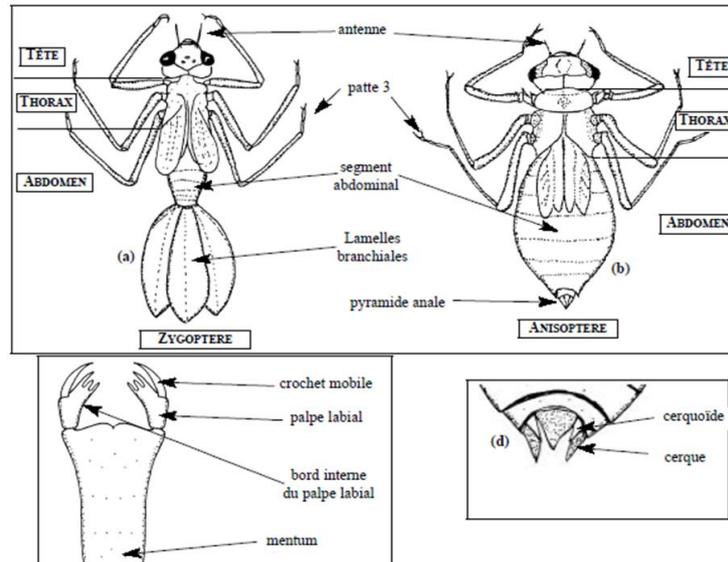


Figure 14: Larves d'Odonates (Mary, 2000)

II.1.5. Cycle de vie des odonates :

II.1.5.1. La ponte : Dans les végétaux elle est liée à la présence d'un organe, appelé ovipositeur, permettant à la femelle de découper ou fendre le tissu végétal pour y insérer les œufs. Les supports végétaux sont variables : Tiges ou feuilles de plantes aquatiques, écorce des arbres... Chez les espèces ne disposant pas d'ovipositeur, la ponte revêt une plus grande variété de formes. Les œufs peuvent être lâchés en vol au-dessus de l'eau ou des berges, collés à la surface d'une feuille, ou encore déposés par tapotements réguliers de l'extrémité de l'abdomen sur la surface de l'eau. Une fois la ponte terminée, la femelle s'éloigne et doit attendre entre 1 et 5 jours pour pondre à nouveau [5].



Figure 15 : A gauche, ponte en tandem de *Lestes viridis* sur un saule. À droite, ponte en vol de *Sympetrum striolatum* au-dessus de l'eau [10].

Chez la plupart des Aeshnidae, des Gomphidae et des Cordulidae, la femelle pond seule. Chez les Orthetrum ou les Crocothemis, le mâle surveille et protège souvent sa partenaire des attaques des autres mâles. Chez *Sympetrum striolatum* notamment, la ponte se fait en tandem, au moins durant les premiers instants. Le mâle guide la femelle vers des sites propices et, par un vol oscillatoire, lui fait toucher l'eau de la pointe de son abdomen. A chaque contact, une grappe d'œufs se disperse dans l'eau (Jourde, 2005). On compte trois différents types de ponte:

Endophytique: (A l'intérieur d'une plante),

Epiphytique (Sur la surface d'une plante),

Exophytique (Sur l'eau ou la terre) (Corbet 1999).

II.1.5.2. Les œufs : les œufs des Odonates existent sous un large éventail de formes: de l'apparence d'un insignifiant grain de riz à ce qui ressemble à des mangues miniatures.

En général, les œufs de type endophytique sont typiquement plus allongés et fins alors que ceux qui sont pondus dans une tige de plante ou à la surface de l'eau ou sous terre sont plus ovales à sphériques). Le nombre d'œufs peut atteindre 1500 individus, une femelle pouvant produire plusieurs milliers d'œufs pendant son cycle biologique (Corbet 1999).

II.1.5.3. Stade larvaire : toutes les larves sont carnivores, cachées entre les plantes aquatiques ou à moitié enfouies dans la vase , elles guettent leur proie ou s'en approchent doucement . Les plus jeunes mangent des animaux unicellulaires, puis plus tard elles attrapent

de petits crustacés, des vers et des insectes aquatiques de toutes sortes, les plus âgées prennent aussi des Isopodes aquatiques, des Amphipodes, des têtards et de jeunes poissons (Engelhardt, 1998).



Figure 16 : En haut (Larve d'Anisoptère) en bas (Larve d'un Zygoptère) (Moisan, 2010)

La vie de la larve dure de trois semaines à plus de quatre années en fonction des espèces. Certaines ont un développement rapide indispensable à la vie dans les milieux qui s'assèchent rapidement ; d'autres, vivant dans les milieux toujours en eau, ont un développement plus lent. La larve mue à plusieurs reprises et grandit chaque fois considérablement, tant que sa cuticule est molle est souple. Le nombre de mues va de neuf à seize, il dépend de l'espèce, mais peut varier dans certaines limites selon les conditions du milieu (Engelhardt, 1998).

II.1.5.4. La Métamorphose : la métamorphose se traduit par de profonds changements morpho- physiologiques et même comportementaux de la larve pré imaginaire (dernière mue imaginaire) qui va transformer la larve en adulte ou imago (Corbet, 1999 in Bouziane, 2017). La métamorphose est contrôlée par une hormone, l'ecdysone, qui va progressivement adapter l'organisme de la libellule de la respiration aquatique et à la respiration aérienne (François, 2016).

II.1.5.4.1. Les changements morphologiques

Résorption des ramifications branchiales et histolyse des muscles du masque qui perd toute fonctionnalité et la larve cesse de s'alimenter. La larve commence à respirer avec ses stigmates thoraciques. La séparation de l'épistème reflétant le développement des muscles

ptérothoraciques pour l'orientation des ailes. Le développement des yeux composés (**Corbet 1999, Satha, 2008**).

II.1.5.4.2. Les changements physiologiques

L'augmentation du taux respiratoire. Un changement dans les protéines de l'hémolymphe. Mobilisation et translocation des matières grasses du corps. (**in Satha, 2008**)

II.1.5.4.3. Les changements comportementaux :

Les larves des fouisseurs et ceux qui chassent à l'affût se rassemblent en grand nombre dans les eaux superficielles chaudes. (**in Satha , 2008**) Les larves d'*Anax imperator* se déplacent vers la berge, la nuit pour choisir leurs supports d'émergence (**Corbet, 1962**).

II.1.5.5. L'émergence : Quelques jours avant l'émergence, la larve commence à quitter l'eau par intervalles de plus en plus longs, respirant progressivement avec les stigmates thoraciques, puis une dernière fois, elle quitte l'eau et se hisse sur un support pour sortir de sa cuticule et émerger (**D'aguilar & Domanget, 1998 in Bouziane , 2017**)

Le déroulement de l'émergence :

- la libellule est hors de l'eau, se positionne et s'apprête à la transformation qui l'attend ;
- la peau du thorax et de la tête se craquelle, la libellule sort sa tête, son thorax et ses pattes, l'abdomen restant inséré dans l'exuvie ;
- l'insecte est entièrement sorti mais n'a pas débuté l'extension de son corps et de ses ailes ;
- les ailes et l'abdomen s'allongent sous la pression des fluides corporels. A la fin de cette quatrième phase, l'insecte est capable d'entreprendre son premier vol. La durée de l'émergence varie selon l'espèce et les conditions météorologiques. Chez de nombreux Odonates, elle prend entre une et deux heures [**6**].



Figure 17 : Étapes de l'émergence de la Libellule fauve (*Libellula fulva*) [6]

II.1.5.6. Stade adulte : en phase de maturation, la coloration des insectes n'est pas encore fixée. Les mâles présentent généralement des allures de femelles et beaucoup de critères d'identification basés sur la couleur ne sont pas applicables à cet âge (coloration des ptérostigmas, pruinosité, etc.).(Jourde, 2005)



Figure 18 : De gauche à droite, imagos immatures, *Sympetrum strié* mâle, *Orthétrum réticulé* femelle, *Agrion a larges pattes* [10]

La période qui suit l'émergence et le premier vol, est appelée période pré-reproductive (ou phase de maturation) pendant laquelle les couleurs définitives vont apparaître et les organes sexuels, non encore fonctionnels vont se développer. Lors de la période de maturation, les libellules se dispersent et sont surtout observés dans des habitats terrestres, plus ou moins éloignés de l'eau où ils cherchent des endroits abrités et ensoleillés. Mâles et femelles y cohabitent sans présenter de comportements sexuels ou agressifs, et consacrent l'essentiel de leur activité à la chasse. Une fois que les organes sexuels sont fonctionnels, les imagos

rejoignent les milieux aquatiques pour entamer la deuxième phase de leur vie consacrée à la reproduction (François, 2016).

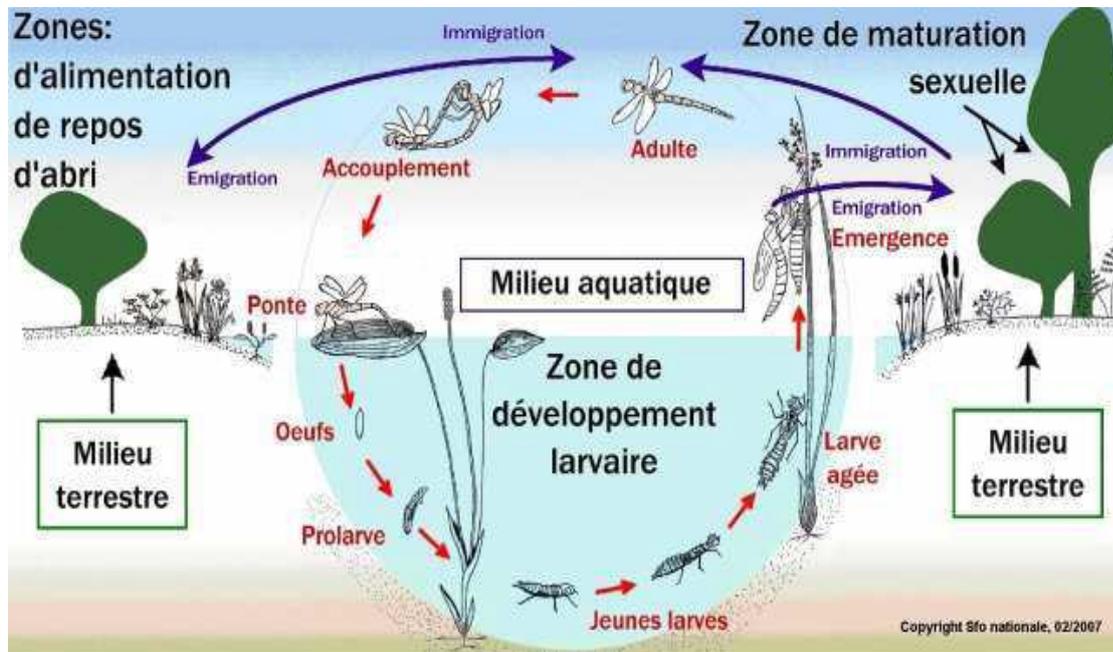


Figure 19 : Cycle de vie des Odonates [11]

II.2. Biologie et Ecologie des macro-invertébrés des mares

Les mares temporaires contribuent largement à la richesse faunistique des pays de la région méditerranéenne. Elles hébergent des organismes qui doivent s'adapter aux fluctuations de leur habitat. Cette particularité détermine l'originalité faunistique de ces milieux (Giudicelli & Thiery, 1998) : Le peuplement d'invertébrés des mares comprend deux catégories:

- La faune qui peuple la mare est aquatique (tout le temps dans l'eau)
- ou amphibie (une partie de leur vie dans l'eau).

On désigne par le terme « macro-invertébrés » tous les animaux visibles à l'œil nu (ayant une taille supérieure à 0.5 mm) qui ne possèdent pas de squelette d'os ou de cartilage. Parmi ces animaux, les macro-invertébrés « benthiques » sont ceux vivant au fond des milieux humides. Ils possèdent des sensibilités variables à différents stress comme la pollution ou la modification de l'habitat. Certains groupes de macro-invertébrés tels que les vers sont ainsi peu sensibles aux perturbations, ils sont dits « polluotolérants », contrairement à d'autres tels que les plécoptères dits « polluosensibles ». [7]

Le peuplement des mares et étangs est largement dominé par des taxons tels que les Diptères, Coléoptères, Odonates et Hétéroptères qui sont les ordres d'insectes les plus diversifiés. Les taxons non-insectes (Mollusques, Oligochètes et Hirudinae) ne représentent

qu'une faible part du nombre d'espèces mais peuvent être importants en terme de densité et/ou de biomasse (Oertli & Forssard, 2013).

II.2.1. Les insectes

Les Insectes, et plus particulièrement leurs larves, constituent l'essentiel des macro-invertébrés aquatiques (Mary, 2000). Aux différents stades de leur cycle vital, les insectes d'eau douce font preuve d'une grande diversité que ceux fréquentant d'autres habitats. (Greenhlg & Ovenden, 2009) Les adultes possèdent un corps divisé en 3 parties (tête, thorax et abdomen). Le thorax porte 3 paires de pattes et une à deux paires d'ailes.

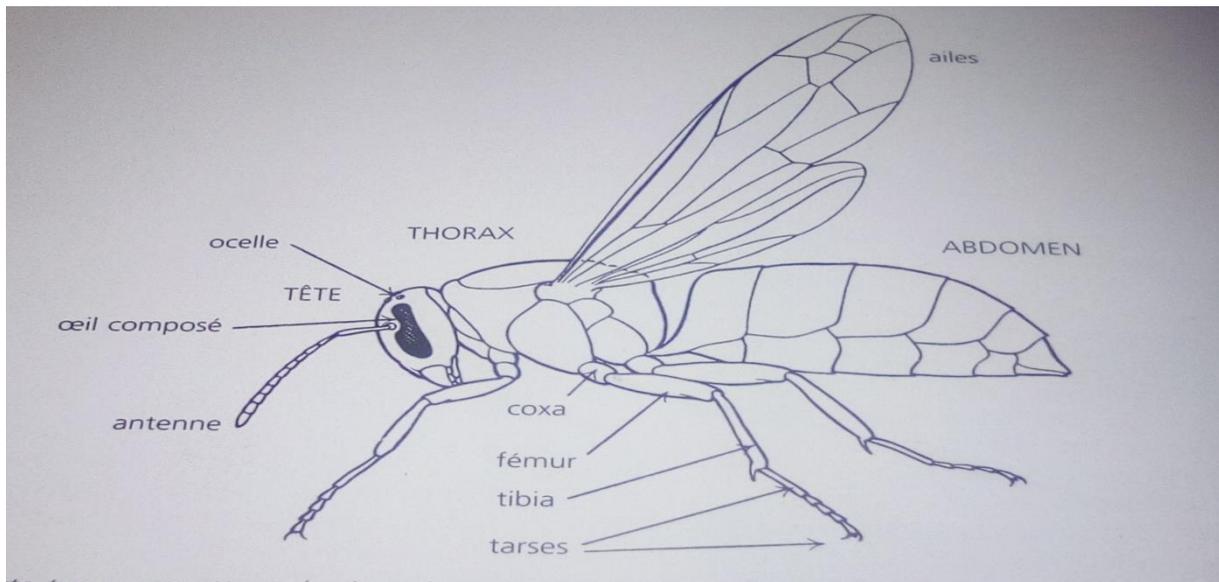


Figure 20 : Morphologie d'un insecte (Greenhlg & Ovenden, 2009)

Les Insectes aquatiques se composent de 2 grands groupes : les **hétérométaboles** et **holométaboles**. Chez les hétérométaboles (ordres des Ephéméroptères, des Odonates et des Héteroptères), les larves ressemblent à de petits adultes sans ailes. Ces dernières se développent à l'extérieur du corps lors de mues successives. Chez les holométaboles, les larves présentent une morphologie différente de celle des adultes et les ébauches des ailes sont internes. Les insectes passent par une phase (nymphe), pendant laquelle ils ne s'alimentent plus et se transforment. Lors d'une dernière mue (mue imaginale), la nymphe devient un adulte (ou imago). Les Coléoptères, les Trichoptères et les Diptères sont des holométaboles (Mary, 2000).

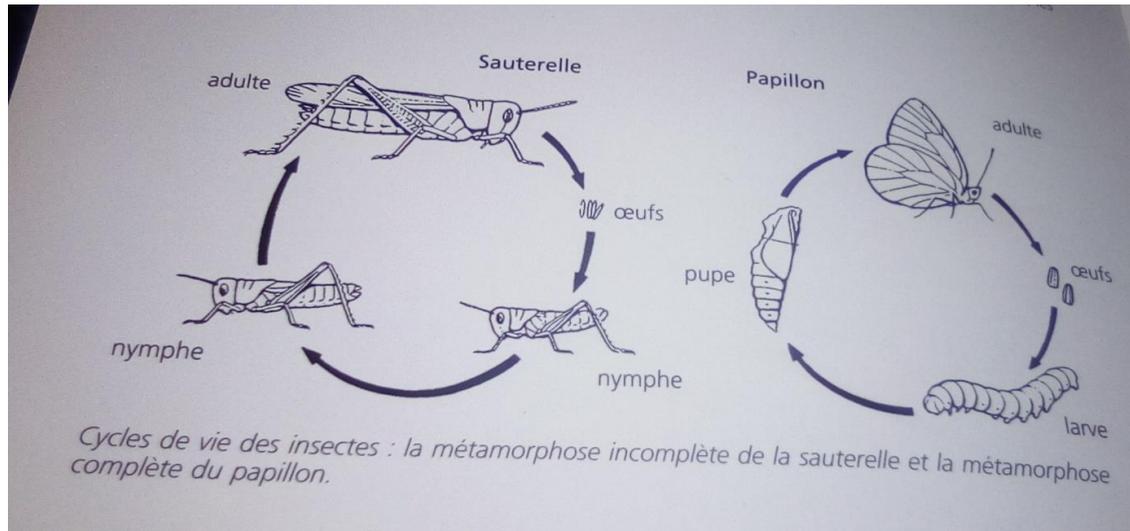


Figure 21: Cycles de vie des insectes : métamorphose incomplète de la sauterelle et métamorphose complète du papillon (Greenhlg & Ovenden, 2009)

II.2.1.1. Ephéméroptères

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-Embranchement : Hexapoda (Mandibulates)

Classe : Insecta

Sous-Classe : Ptérigota

Ordre : Ephemeroptera Hyatt et arms, 1891

Les éphéméroptères appartiennent à un ordre d'insectes dont les larves sont exclusivement aquatiques. Ils sont caractérisés par la présence de deux ou trois queues (deux cerques et un paracerbe) (**Moisan, 2010**). 3 paires de pattes et généralement 7 paires de branchies portées sur le coté de l'abdomen (**Greenhlg & Ovenden, 2009**). 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 (**Moisan, 2010**).

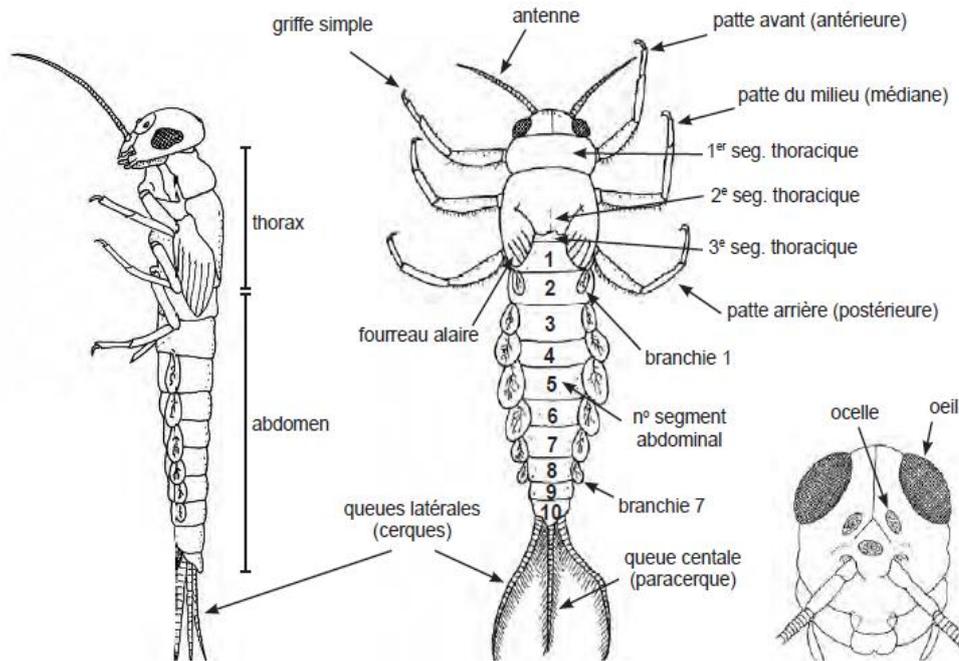


Figure 22: morphologie général de l'Ephéméroptère (Moisan, 2010)

Les larves d'éphémères sont fragiles face à la pollution des eaux et sont parmi les premiers êtres vivants à disparaître lorsque les conditions du milieu sont modifiées par la pollution. Ils sont donc utilisés comme indicateurs de la qualité des milieux aquatiques (In Aidoud & Goudjil, 2015).

II.2.1.2. Les Odonates

Les larves des Zygoptères sont caractérisées par un corps fin, cylindrique et allongé ainsi que par trois lamelles caudales (=lamelles branchiales) situées à l'extrémité de l'abdomen. Ces larves peuvent atteindre 27 mm aux derniers stades de développement. Les larves d'anisoptères sont plus massives, pouvant mesurer jusqu'à 55 mm, et l'extrémité de leur abdomen forme une pointe conique : la pyramide anale (Oertli & Forssard, 2013). Leur principale caractéristique est indéniablement la lèvre inférieure (labium), qui est transformée en masque rétractable servant à capturer les proies. Elles possèdent également de gros yeux. Elles préfèrent les eaux calmes et sont souvent associées à la végétation (Moisan, 2010). (voir partie I morphologie des larves).

II.2.1.3. Les Diptères

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Infra-classe : Neoptera

Super-ordre : Endopterygota

Ordre : Diptère Linnaeus, 1758

Les Diptères rassemblent des taxons communément appelés mouche, moucheron, moustiques, vers de vase... (Oertli & Forssard, 2013). Ils sont le deuxième ordre d'insectes le plus important après les Coléoptères (Moisan, 2010). Ils sont des Holométaboles dont seules les ailes antérieures sont fonctionnelles, les Postérieures étant réduites à de petits balanciers. Les larves sont vermiformes et apodes (Mary, 2000). La plupart des Diptères sont terrestres, seules quelques familles sont adaptées à la vie aquatique aux stades larvaire et nymphal. (Moisan, 2010). Les larves de cet ordre d'insectes se distinguent aisément des larves d'insectes holométaboles aquatiques par l'absence de pattes thoracique. Il peut y avoir des pseudopodes mais ceux-ci ne sont jamais articulés (Tachet & al, 1980).

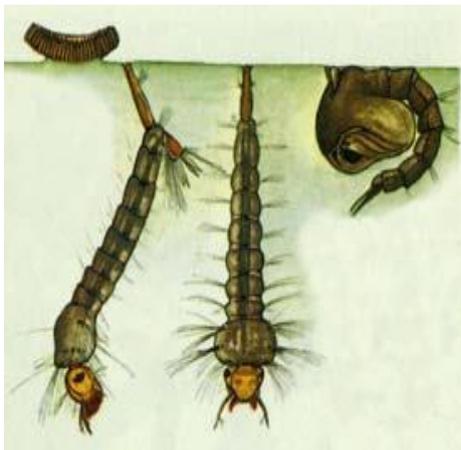


Figure 23 : Culicidae (oeufs¹, larves² & nymphe³)



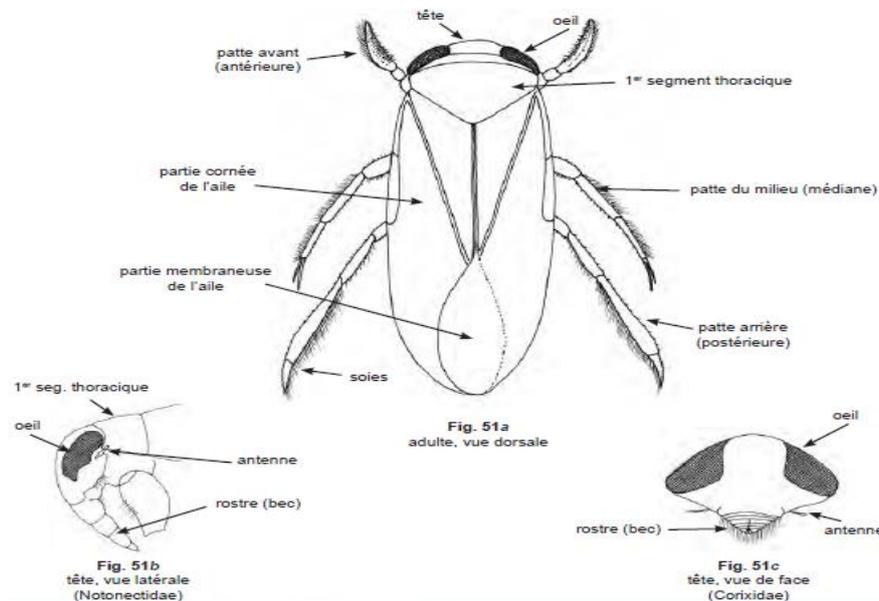
Figure 24 : Larve de Chironome

En milieu aquatique, la famille la plus importante est celle des Chironomidae, qui est considérée tolérante à la pollution. Cette dernière se reconnaît à son Corps vermiforme (mince et allongé). Tête distincte du thorax sans panache de soies. Segments du thorax distincts, Présence d'une paire de fausses pattes au début du thorax et d'une paire à la fin de l'abdomen. Petits crochets sur les fausses pattes (Moisan, 2010).

Le cycle de vie larvaire des Diptères peut être très court en été chez les moucheron (Chironomidae) et les moustiques (Culicidae). Par contre, chez certains Tabanidae, la durée de vie larvaire peut dépasser une année (notamment dans les régions les plus froides ou en altitude) (Oertli & Forssard, 2013).

II.2.1.4. Hétéroptères

Les Hétéroptères, appelés également “punaises aquatiques” sont des hémimétaboles dont les ailes antérieures, lorsqu'elles sont présentes, ont une partie coriacée et une partie membraneuse (hémélytres). Leurs pièces buccales forment un rostre piqueur (Mary, 2000). Ils sont très variables morphologiquement avec des tailles variant de quelques millimètres à près de 4 cm (Oertli & Forssard, 2013). 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 (Moisan, 2010). La majorité sont des prédateurs (parfois charognards) qui se servent de leur rostre pour piquer leur proie (invertébrés, poissons, têtard) et en aspirer le contenu. Se divisent en deux grands groupes : les Nepomorpha et les Gerromorpha. Les Nepomorpha (notonectes, naucores, nèpes, corises) vivent en pleine eau (Oertli & Forssard, 2013).



II.2.1.5. Les Coléoptères

Les Coléoptères constituent l'un des ordres les plus riches en espèces de la classe insectes (in Aidoud & Goudjil, 2015). Ils sont, avec les Hétéroptères, les seuls insectes aquatiques dont on peut rencontrer à la fois les adultes et les larves dans l'eau des mares et des étangs. Cependant, quelques familles ne présentent qu'un seul des deux stades en milieu aquatique (Oertli & Forssard, 2013). Ils sont des Holométaboles. Les adultes possèdent généralement des pièces buccales broyeuses et des ailes antérieures cornées (élytres) recouvrant les ailes postérieures au repos. Toutes leurs larves aquatiques ont des pattes thoraciques et des yeux simples (Mary, 2000). Les larves possèdent des mandibules modifiées en crochets leur permettant d'agripper leurs proies et d'en aspirer les tissus après les avoir liquéfiés. Elles peuvent se nourrir d'autres larves de macro-invertébrés, de têtards. Dans les mares et étangs, les Coléoptères se rencontrent préférentiellement dans les zones végétalisées en bordure de plan d'eau. Ce micro habitat est favorable à de nombreuses espèces qui trouvent là des abris contre les prédateurs et une source de nourriture abondante (Oertli & Forssard, 2013).

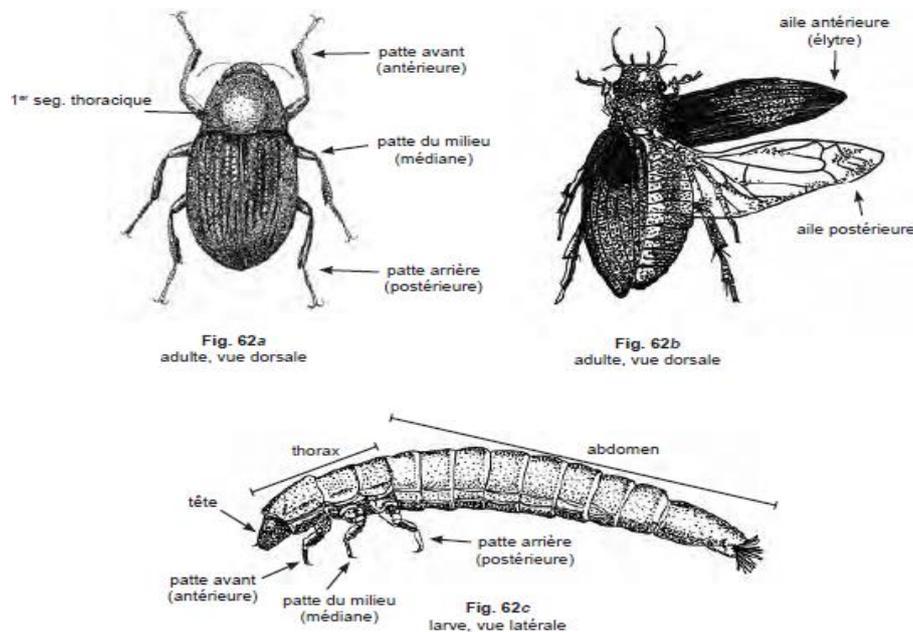


Figure 26 : Morphologie de la larve et adulte d'un Coléoptère (Moisan , 2010)

II.2.2. Les non -insectes

II.2.2.1. Les Arachnides

Les arachnides sont caractérisés par la présence de quatre paires de pattes marcheuses et d'une paire de chélicères qui joue un rôle dans la capture des proies. (Oertli & Forssard, 2013).

II.2.2.1.1. Les araignées: L'ordre des Araneae est très homogène aux points de vue morphologique et anatomique, mais de biologie extrêmement variée, tant par les divers usages de la soie que par les modalités du comportement lors de prédation ou de la reproduction [8]. Chez les araignées, le corps est divisé en céphalothorax (tête et thorax fusionnés) et abdomen (Greenhlg & Ovenden, 2009).

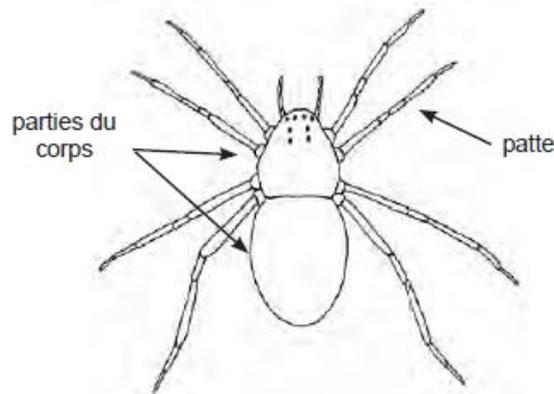


Figure 27 : Araignée (Moisan, 2010)

II.2.2.1.2. les acariens: chez les acariens le corps est plus ou moins sphérique et non divisé à l'exception du sous-ordre Oribatei (Greenhlg & Ovenden, 2009). Corps habituellement globulaire et mesurant moins de 4 mm. Tête fusionnée au reste du corps ; aucune division visible. Les acariens sont essentiellement, sinon exclusivement ovipares. Comme chez les insectes, aux œufs succèdent une larve, puis nymphe et enfin l'adulte. Les larves ressemblent aux adultes mais n'ont que trois paires de pattes (Moisan, 2010). les hydracariens sont généralement de couleurs rouge ou orange de forme globuleuse. Excellent nageur en eau stagnante, les adultes évoluant librement, les larves fixées en parasite sur un insecte [9].



Figure 28 : Hydracariens adulte [12]

II.2.2.2. Les Annélides

L'embranchement des Annélides regroupe la classe des Oligochètes et celle des Achètes. Ce sont des animaux au corps segmenté, allongé, cylindrique et sans pattes (Mary, 2000).

Tableau 5 : Les différentes familles des Oligochètes et des Achètes (Tachet et al., 2012)

	Classes	Familles
Annélides	Oligochètes	Haplotaxidae Naididae Tubificidae Lumbriculidae Enchytraeidae Proppapidae Lumbricidae Sparganophilidae
	Achètes ou Hirudinées	Glossiphoniidae Piscicolidae Hirudidae Herpobdellidae

Parmi les quelques 5000 espèces connues à ce jour, environ 20% des espèces vivent dans les eaux douces superficielles (Martin & al, 2007 in Oertli & Forssard, 2013). Les autres espèces sont terrestres, marines ou se trouvent dans les eaux douces souterraines. Ils sont globalement plus abondants dans les zones d'accumulation de matière organique où ils constituent souvent le groupe dominant parmi les macro-invertébrés aquatiques. Ils sont donc particulièrement bien représentés dans les accumulations de matières organiques qui caractérisent l'atterrissement des mares et des étangs (Oertli & Forssard, 2013).

II.2.2.2.1. Oligochètes: Caractérisés par un Corps mou, allongé et cylindrique ; composé de plusieurs segments similaires ; Segments du corps portant des soies, parfois difficiles à voir ; tolérants à la pollution (Moisan , 2010).

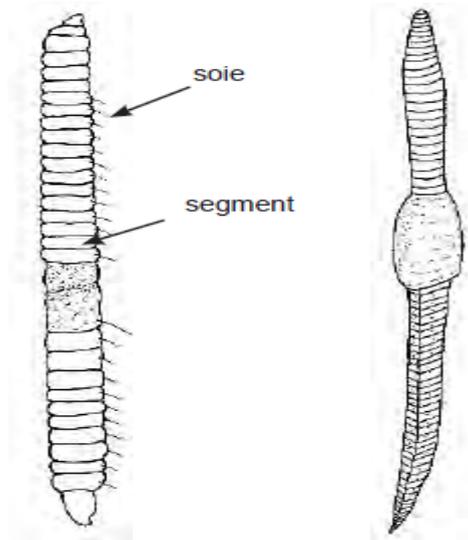


Figure 29: Annélide-oligochète (vers aquatiques) (Moisan, 2010)

La classe des Oligochètes telle qu'elle vient d'être définie, correspond à des Annélides caractérisés fondamentalement par la présence de deux paires de faisceaux de soies : une paire latéro-dorsale et une paire latéro-ventrale. (Tachet & al, 2012)

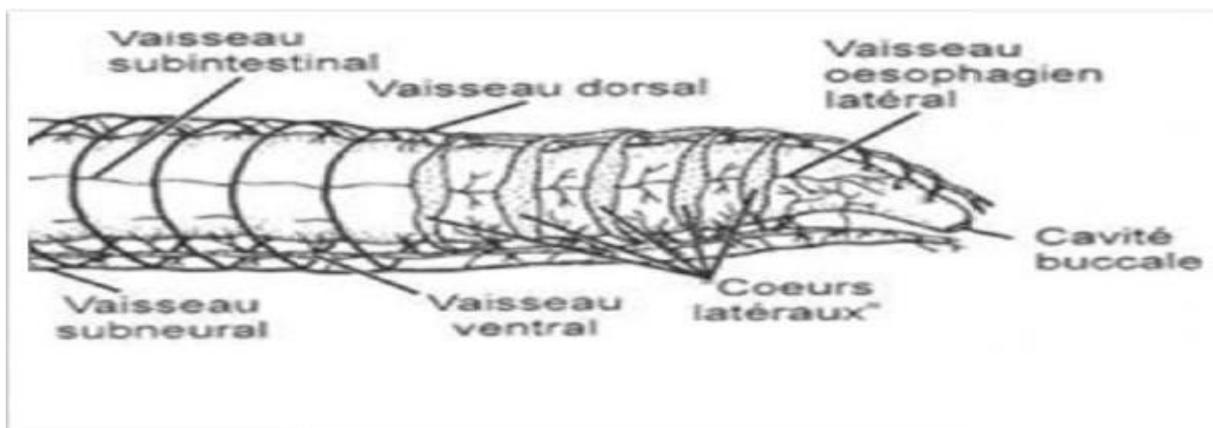


Figure 30: Région antérieure d'un Lombric

Le groupe des clitellates (clitellata) concerne les individus qui possèdent un clitellum , qui est un épaissement de nature glandulaire des téguments localisés au niveau des segments contenant les organes génitaux et qui contribue à former la paroi du cocon dans lequel sont déposés les œufs (Oertli & Forsard, 2013).

II.2.2.2.2. Achètes ou Sangsues : Comme chez tous les Annélides, le corps est segmenté, mais la segmentation superficielle (anneau) ne correspond pas toujours à la segmentation

interne (Tachet & al, 2012). La segmentation du corps n'est pas visible de l'extérieur (Greenhlg & Ovenden, 2009). Tout les achètes présentent une ventouse antérieure, où s'ouvre la bouche, et une ventouse postérieure (Tachet & al, 2012).

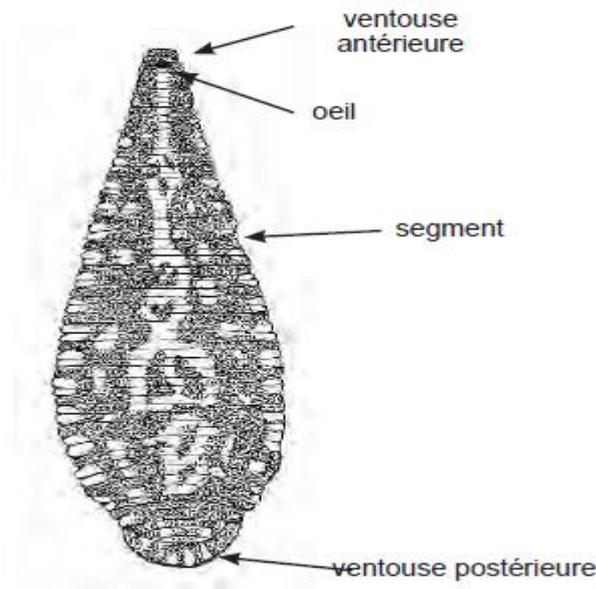


Figure 31 : Annélide – sangsue (Moisan, 2010)

Le ventouse postérieure étant toujours plus grande, arrondie et bien visible, alors que la ventouse antérieure peut être peu distincte. La partie postérieure de la tête porte 2-10 petits yeux noirs. La ventouse antérieure sert à l'alimentation, laquelle se compose essentiellement de fluides corporels d'autres animaux aquatiques (Greenhlg & Ovenden, 2009). La sangsue respire par la peau et possède deux cœurs, mais elle n'a pas de cerveau centralisé. Certaines peuvent mesurer jusqu'à 20 cm et peser jusqu'à 30 g (Bouhala , 2009 in kirane & Bensaidi , 2014).

II.2.2.3. Nématodes

Corps rond allongé non segmenté et effilé aux deux extrémités. Yeux absents. Taille habituelle de 1 à 2 mm; certains mesurent plusieurs centimètres. Corps souvent blanchâtre et translucide. La coloration est liée au contenu de l'appareil digestif (Moisan, 2010). Nage ou rampe sur le substrat par ondulations. La plupart sont microscopiques (Greenhlg & Ovenden, 2009). Tolérance moyenne à la pollution (Moisan, 2010).



Figure 32: Nématode (Moisan, 2010)

II.2.2.4. Les Mollusques

Les Mollusques sont des organismes au corps mou, non segmenté et sans patte. Le corps comprend une tête, un pied et une masse viscérale enveloppée dans une membrane, le manteau, qui sécrète généralement une coquille calcaire. Les Mollusques des eaux douces regroupent deux classes : les Gastéropodes et les Lamellibranches (Mary, 2000).

Gastéropodes : Les Gastéropodes constituent une classe de Mollusques fondamentalement asymétriques par suite d'une torsion qui affecte l'ensemble de l'anatomie, y compris la coquille qui est généralement spiralée (Tachet & al, 2012).

Tableau 6 : Les sous-classes et familles des Gastéropodes (Tachet & al, 2012)

Classe	Gastéropodes	
Sous-Classes	Prosobranches	Pulmonés
Familles	Viviparidae Neritidae Valvatidae Bithyniidae Hydrobiidae	Ancylidae Acroloxidae Ferrissiidae Planorbidae Lymnaeidae Physidae

Les gastéropodes sont une classe de mollusques caractérisée par la présence d'une seule coquille habituellement spiralée comme celle des escargots , Certains possèdent une plaque cornée ou calcaire appelée opercule qui ferme l'ouverture de la coquille quand l'animal est à l'intérieur (Moisan, 2010).

Les Gastéropodes d'eau douce appartiennent à deux sous-classes : celles des Prosobranches et celles des Pulmonés. Les premiers sont d'origine marine avec souvent des représentants en eaux saumâtres, les seconds sont d'origine terrestre, l'adaptation à la vie en eau douce étant secondaire (Tachet & al, 2012).

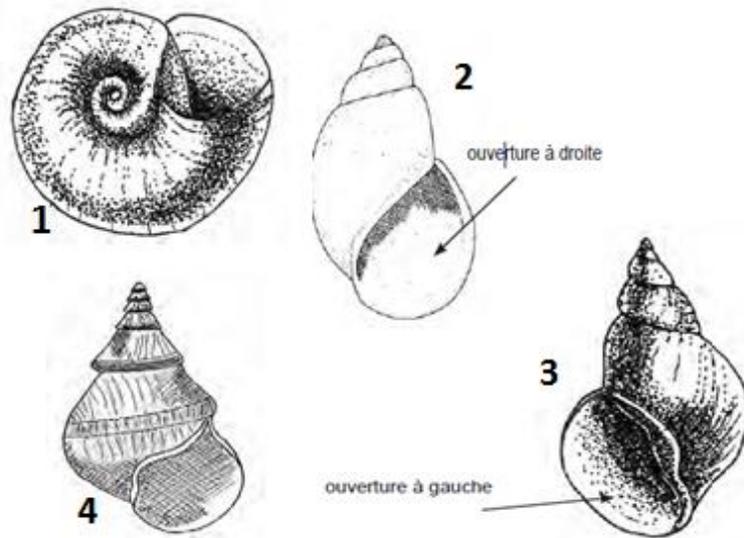


Figure 33 : Gastéropodes : 1 (sans opercule ou pulmonés) ; 2 (Lymnaeidae ouverture à droite) ; 3 (Physidae ouverture à gauche) ; 4 (avec opercule ou prosobranches)

III.1. Matériel

III.1.1. Sur le terrain :

- ✓ Un filet troubleau pour la collecte des macro-invertébrés, avec un diamètre de maille de l'ordre du micromètre.
- ✓ Un filet à papillon pour la collecte des odonates
- ✓ Un tamis
- ✓ Des cuissards
- ✓ Un Global Positionning system (GPS)
- ✓ Des boites et des bouteilles en plastique pour la récolte des macro-invertébrés
- ✓ Du formol (5%) pour la conservation des échantillons.
- ✓ Multiparamètre
- ✓ Des fiches techniques
- ✓ Un carnet
- ✓ Perche graduée pour la mesure de la profondeur des mares
- ✓ Etiquettes



Photo 10: Multiparamètre



Photo11 : GPS



Photo 12: cuissards



Photo 13 : Filet à papillon



Photo 14 : Troubleau



Photo15 : Perche graduée

III.1.2 Au laboratoire :

- ✓ Une loupe binoculaire.
- ✓ Boîtes de pétri.
- ✓ Boîte de collection.
- ✓ Ethanol 70% (pour la conservation des macroinvertébrés).
- ✓ Guides entomologiques.
- ✓ Etiquettes.
- ✓ Tamis fin
- ✓ Seau blanc
- ✓ passoire
- ✓ Des pinceaux
- ✓ Des pinces.
- ✓ Pipette.
- ✓ Turbidimètre.
- ✓ Des tubes et flacons en plastiques.
- ✓ Des épingles entomologiques.



Photo 16: Matériel de tri et d'observation utilisé au laboratoire

III. 2 Méthodologie

III.2.1 Choix des sites

Nous avons choisi trois (3) stations situées dans différentes localités :

Station 1: Mare Héliopolis

Station 2: Mare Belkheir

Station 3: El Majen

Nous avons choisi ces sites sur la base de plusieurs critères :

- Sites appartenant à la même zone (Guelma). Ils partagent donc des conditions climatiques similaires.
- L'accessibilité pour la facilité de l'échantillonnage ainsi que la sécurité.

III.2.2 Plan d'échantillonnage

Avant la sortie, le matériel doit être vérifié et les fiches techniques préparées. Sur le terrain, la description du milieu tient compte de la localisation géographique, la superficie et la profondeur approximatives du plan d'eau ainsi que la qualité physicochimique de l'eau. Cette dernière a été relevée à l'aide d'un multiparamètre de terrain (WTW). Les paramètres

mesurés sont; La température de l'eau, la conductivité, la salinité, le pH l'oxygène dissout ainsi que la turbidité de l'eau.

Nous avons effectué 2 sorties pour les odonates adultes et 1 sortie pour les macroinvertébrés, aussi régulière que possible tout en respectant la durée de l'échantillonnage passé au niveau de chaque site.

III.2.2.1. Les paramètres physico-chimiques

La profondeur ou la hauteur d'eau influence simultanément la température de l'eau et son oxygénation. La valeur moyenne est enregistrée après plusieurs mesures effectuées au niveau du lit de l'oued (**in Aidoud & Goudjil, 2015**).

La température de l'eau : La température de l'eau joue un rôle important dans la solubilité des sels et gaz. Elle détermine la présence ou l'absence de certaines espèces par ses variations quotidiennes ou saisonnières. Par ailleurs, elle accroît les vitesses de réactions chimiques et biochimiques. l'activité métabolique des organismes aquatiques est donc également accélérée lorsque la température s'accroît (**in Khettar, 2009**). Elle varie selon la profondeur, l'origine des eaux et la nature des rejets.

La conductivité : Elle permet d'évaluer la quantité de sels dissous dans l'eau (calcium, magnésium, sodium, potassium, bicarbonates, chlorures, sulfates, nitrates et phosphates). La mesure de la conductivité est un moyen assez simple de détection d'une anomalie indiquant la présence probable d'une pollution (**in Satha, 2014**).

La salinité : La salinité traduit la quantité de sels dissouts dans l'eau et est exprimée ici en PSU (Practical Salinity Unit ou l'échelle pratique de salinité) qui est l'équivalent de ‰ (1 psu = 1 ‰).

- Eau douce (< 0,5g/l),
- Eau douce à saumâtre (0,5 à 5g/l),
- Eau saumâtre (5 à 18g/l),
- Eau saumâtre salée (18 à 30g/l),
- Eau salée supérieur à 30g/l. (**in Ouali, 2015**)

L'oxygène dissous : La concentration en oxygène dissous est un paramètre important pour la vie aquatique, la présence de matières organiques réduit la teneur en oxygène dissous par oxydation. Pour caractériser une eau on indiquera son pourcentage de saturation (rapport du pourcentage réel par rapport à celui qu'elle posséderait à la même température (**Khettar, 2009**)).

Tableau 7 : Classe proposées pour les pourcentages de saturation en oxygène

% de saturation en oxygène	Classe	Appréciation
Saturation > 90	1	Bonne
70 < Saturation <90	2	Satisfaisante
50 < Saturation <70	3	Douteuse
30 < Saturation <50	4	Critique
10 < Saturation <30	5	Très dangereuse
Saturation <10	6	Létale

Le pH : Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques. (in **Aidoud & Goudjil, 2015**). Les valeurs les plus favorables à la vie sont comprises entre 7 et 9.

Suivant Hecker (1996), trois catégories de pH sont distinguées ;

Acide si $\text{pH} < 5,5$,

Neutre si pH entre 5,5 - 7,4 et,

Basique (alcalin) si $\text{pH} > 7,4$. (in **Ouali, 2015**)

La turbidité : C'est un paramètre qui traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (Débris organiques, argile, organismes microscopiques). Les eaux turbides limitent la pénétration des rayons lumineux nécessaires à la photosynthèse. (in **Goudjil & Aidoud, 2015**).

III.2.2.2. Les odonates et les macroinvertébrés benthiques

➤ Sur le terrain

Les Odonates : Le prélèvement des odonates adultes se fait aléatoirement autour de la mare et dans la végétation qui jouxte la mare à raison de deux sorties par mois de Novembre à Mai.



Photo 17 : Echantillonnage des Odonates.

Les marco-invertébrés: L'échantillonnage des macro-invertébrés aquatiques a été réalisé sur 12 points afin d'avoir un prélèvement représentatif. Pour cela un filet troubleau et un tamis avec un vide de maille de 1mm de diamètre ont été utilisés. Les échantillons sont ensuite mis dans des flacons avec du formol à 5%.

L'échantillonnage s'est étalé de Novembre à mai pour les mares de Héliopolis, Belkhir et de Décembre à mai pour El Majen à raison d'une sortie par mois



Photo18 : Echantillonnage des marco-invertébrés.

➤ **Au laboratoire :**

Les Odonates: Les odonates adultes sont étalés délicatement sur des plaques de polystyrène puis étiquetées et rangées par espèce dans des boîtes de collection avec la date et le nom de l'espèce et la station. Plusieurs clés ont été utilisées (Tachet et al., 2000) , ainsi qu'un guide récent sur les Libellules de France et d'Europe (Dijkstra, 2015). La confirmation de l'identification a été faite par Mme Satha .

Les macro-invertébrés: Le tri a été effectué au laboratoire sous une loupe binoculaire. Dans un deuxième temps, les macro-invertébrés sont identifiés grâce à plusieurs clés d'identifications : (Tachet, 2012) , (Moisan, 2010) , (Greehalgh &Ovenden, 2009) et la confirmation nous a été faite par Mme Satha.

Pour la conservation, les insectes sont mis dans des flacons étiquetés (Date, station, Taxon, abondance) et remplis d'éthanol à 70%.



Photo 19: Le dépouillement et l'identification des marco-invertébrés et Odonates .

III.3. Analyse des données :

III.3.1. L'organisation d'un peuplement: Il s'agit d'une mesure quantitative des divers peuplements d'une biocénose, elle peut -être mesurée par:

L'abondance: Le nombre d'individus échantillonnés

L'abondance totale est le nombre d'individus de toutes les espèces réunies du peuplement

La fréquence: Le nombre de relevés contenant l'espèce

$$C = (p/p_i) * 100$$

P: Nombre de relevés contenant l'espèce

Pi: Nombre total de relevés effectués

Richesse spécifique : La richesse spécifique est le nombre total d'espèces échantillonnées dans le site .

La phénologie : Présence de l'espèce durant la période d'étude

III.3.2. La structure d'un peuplement

L'indice de Shannon -Wiener :

L'indice de Shannon est l'indice de diversité le plus utilisé. Il est défini par l'équation suivante :

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

P_i : Proportion d'une espèce *i* par rapport au nombre total d'espèces (S) dans le milieu d'étude calculé de la façon suivante :

$$P_i = n_i / N$$

n_i est le nombre d'individus pour l'espèce **i** et **N** est l'effectif total (les individus de toutes les espèces).

Equitabilité :

L'équitabilité est le rapport de la diversité (H') sur la diversité maximale (H'max). Sa valeur est comprise entre 0 et 1.

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

H' : étant la diversité maximale .

S : richesse spécifique. H' : indice de diversité.

L'indice de Jaccard / Tanimoto

Il Permet de mesurer le degré de similarité en espèces de deux sites. Il a pour formule :

$$I = N_c / (N_1 + N_2 - N_c)$$

N_c: Nombre de taxons commun aux stations 1 et 2

N₁ et **N₂**: Nombre de taxons présents respectivement aux stations 1 et 2

Cet indice I varie de 0 à 1

IV.1. Analyse des paramètres physico-chimiques

IV.1.1. La température: Durant toute la période d'étude, la moyenne des températures varie entre 17°C et 18°C, de légères différences de températures existent entre les mares. Pour l'évolution de ce paramètre par rapport aux mois, on remarque qu'il ya une élévation progressive des valeurs (14°C, 16°C, 18°C, enregistrées respectivement au mois de Novembre dans les mares El Majen, Héliopolis et Belkhir pour atteindre (19°C, 26°C et 25°C) dans les mêmes mares (Tab.8, Fig.34 a & b).

IV.1.2.L'oxygène dissous: C'est au niveau de la mare de Héliopolis que les valeurs moyennes de l'oxygène sont les plus élevées. En effet, à Héliopolis on a enregistré 3,23mg/l alors que les valeurs des deux autres mares sont presque égales (2,7mg/l et 2,9mg/l) notées respectivement à Belkhir et à El Majen (Tab.9, Fig.35 a & b).

IV.1.3. Le pH: Les valeurs moyennes du pH varient très peu. 7,9 à Héliopolis et Belkhir et 8 au niveau d'El Majen (Tab.10, Fig.36 a & b).

IV.1.4. La salinité: Les valeurs moyennes de la salinité sont relativement proches, elles varient de 0,18 à Héliopolis, 0,75à Belkhir et 0, 81 à El Majen. C'est aux cours des mois de Novembre et Décembre que les valeurs sont élevées et atteignent 1,5g/l à El Majen. Pour la station de Belkhir, les valeurs sont élevées en particulier en Janvier et Mars. Pour la mare de Héliopolis, les valeurs semblent relativement constantes durant toute la période d'étude (Tab.11, Fig.37 a & b).

IV.1.5. La conductivité: On remarque que les eaux de la mare El Majen sont les plus minéralisées avec une conductivité moyenne de 1683µS/cm. Au contraire, la mare de Héliopolis est la moins minéralisée avec seulement 697µS/cm. Rappelons que la conductivité dépend de la nature et de la concentration des ions calcium, magnésium, chlorures, sodium et les sulfates. Pour l'évolution mensuelle, c'est à la mare El Majen que la conductivité est élevée au cours des mois de Novembre et Décembre avec des valeurs qui se rapprochent de 3000 µS/cm (Tab.12, Fig.38 a & b).

IV.1.6.La turbidité: C'est la mare de Belkhir qui enregistre une turbidité moyenne de 100NTU durant toute la période d'étude. Les valeurs moyennes des autres mares sont relativement faibles est sont de l'ordre de (29,54 NTU et 19,22 NTU) notées respectivement à Héliopolis et à El Majen(Tab.13, Fig.39 a & b). Nous remarquons que les valeurs de la forte

turbidité à Belkhir sont dues aux multiples anthropisations connues dans cette station : Station d'essence, terrains agricoles....

IV.1.7. La profondeur: Les deux mares (Héliopolis et Belkhir) ont des profondeurs moyennes très proches (72cm), la profondeur moyenne d' El Majen est de 65cm (Tab.14, Fig.40 a & b).

Tableau 8: Variations mensuelles de la température de l'eau des trois mares

Station	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	16,5	14,2	12,9	14,4	18	20,2	26,5	17,53	4,33
Belkhir	18,6	15,6	12,1	13,1	16,2	18,9	25	17,07	4,32
El Majen	14	19,6	15,4	17	17	25	19,3	18,19	3,60

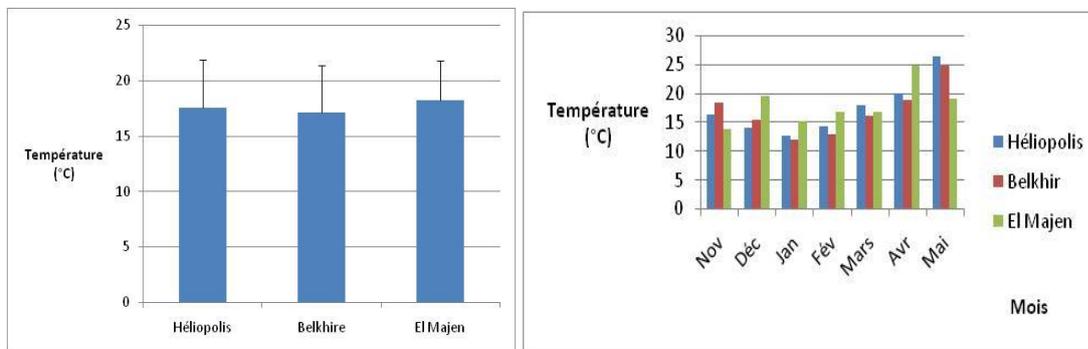


Figure 34 a) b).Variations moyennes et mensuelles de la température de l'eau des trois mares

Tableau 9: Variations mensuelles de l'oxygène dissous de l'eau des trois mares

Station	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	0,58	3,2	7,1	1,02	0,71	0,59	9,41	3,23	3,61
Belkhir	0,02	2,3	6,3	1,68	0,22	0,83	5,17	2,75	2,46
El Majen	2,9	6,1	2,4	0,04	3,2	3,2	2,5	2,91	1,78

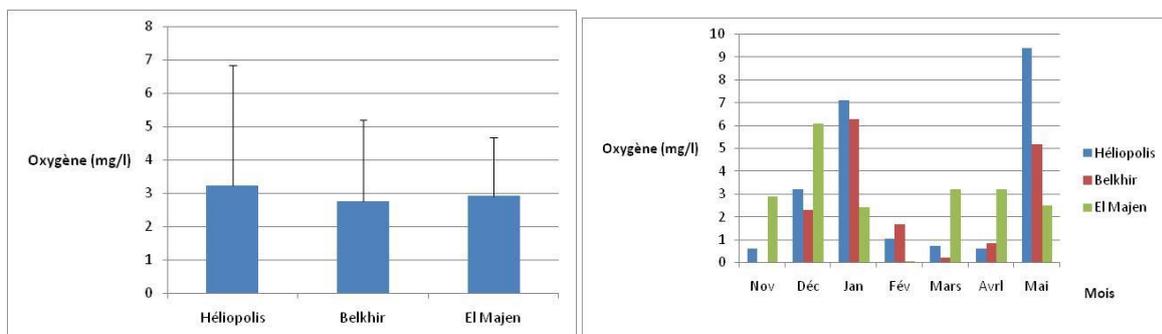


Figure 35 a) b).Variations moyennes et mensuelles de l'oxygène de l'eau des trois mares

Tableau 10: Variations mensuelles du pH dissous de l'eau des trois mares

Station	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avrl	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	7,65	7,2	7,81	8,32	8,3	7,97	8,43	7,95	0,44
Belkhire	8,5	7,58	8,21	7,56	8,5	7,59	7,93	7,98	0,43
El Majen	8,2	8,54	8	8,44	8,2	8,2	8,95	8,36	0,31

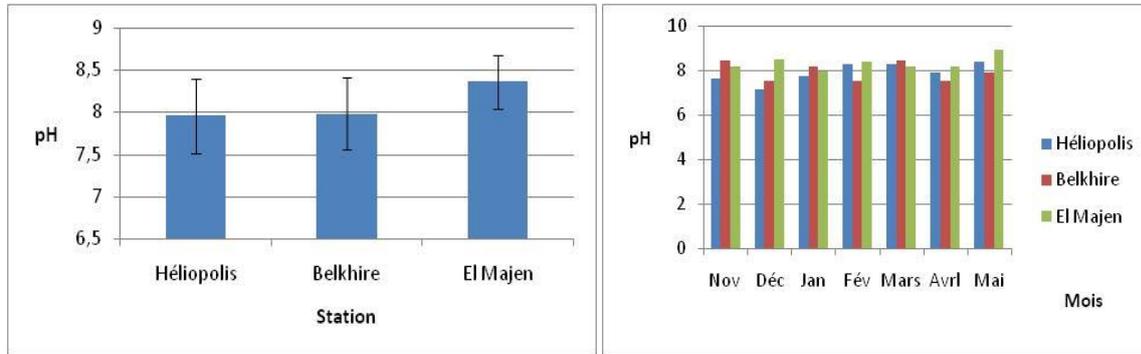


Figure 36 a) b). Variations moyennes et mensuelles du pH de l'eau des trois mares

Tableau 11: Variations mensuelles de la salinité de l'eau des trois mares

Station	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avrl	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	0,01	0,19	0,2	0,3	0,28	0,19	0,15	0,19	0,10
Belkhire	0,9	0,9	1,4	0,3	1,2	0,3	0,3	0,76	0,46
El Majen	1,4	1,5	0,67	0,56	0,54	0,51	0,5	0,81	0,44

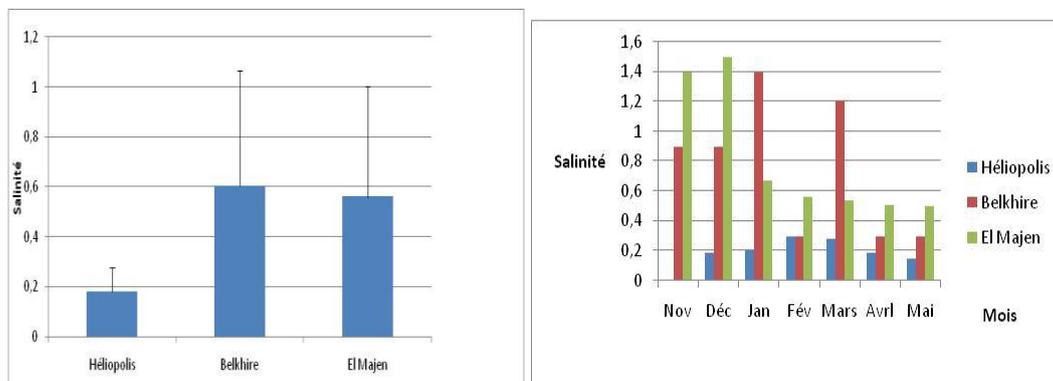


Figure 37 a) b). Variations moyennes et mensuelles de la salinité de l'eau des trois mares

Tableau 12: Variations mensuelles de la conductivité de l'eau des trois mares

Station	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	445	398	465	575	2317	382	303	697,86	718,85
Belkhire	213	1768	1896	1065	564	621	1788	1130,71	689,36
El Majen	2990	2997	1324	1131	1084	1063	1192	1683,00	899,32

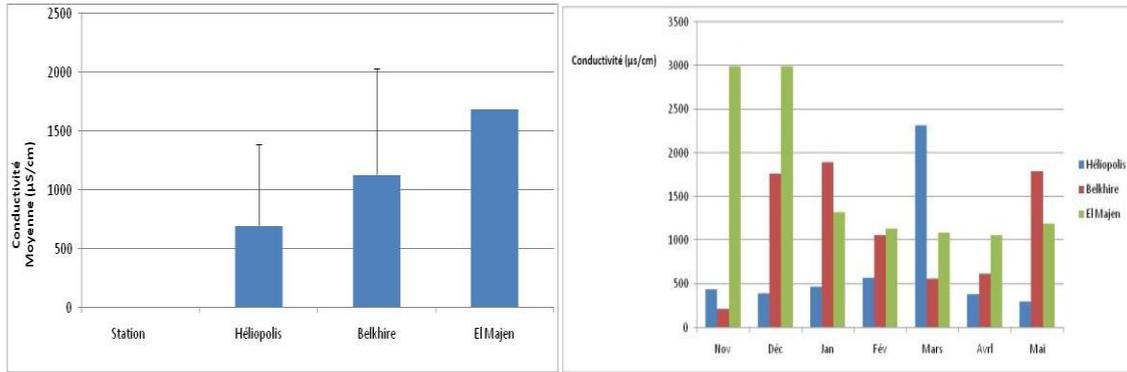


Figure 38 : a) b).Variations moyennes et mensuelles de la conductivité de l'eau des trois mares

Tableau 13: Variations mensuelles de la turbidité de l'eau des trois mares

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	67,9	21,3	43	49,4	11,7	6,49	6,99	29,54	24,06
Belkhire	88,7	77	51,4	170	188	73,5	54,80	100,49	55,39
El Majen	14,6	18,09	7,78	4,42	10,9	42,4	36,40	19,23	14,57

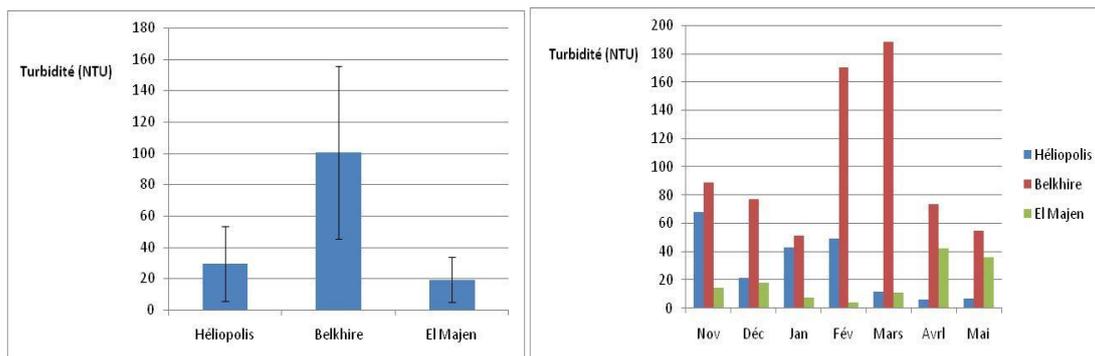


Figure 39 a) b).Variations moyennes et mensuelles de la turbidité de l'eau des trois mares

Tableau 14: Variations mensuelles de la profondeur de l'eau des trois mares

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Moyenne	Ecart type
Héliopolis	62	65	70,5	81	77,5	76	74	72,29	6,85
Belkhire	70	71	73	79	76	72	67	72,57	3,95
El Majen	54	58	63,5	71	70	70	68	64,93	6,67

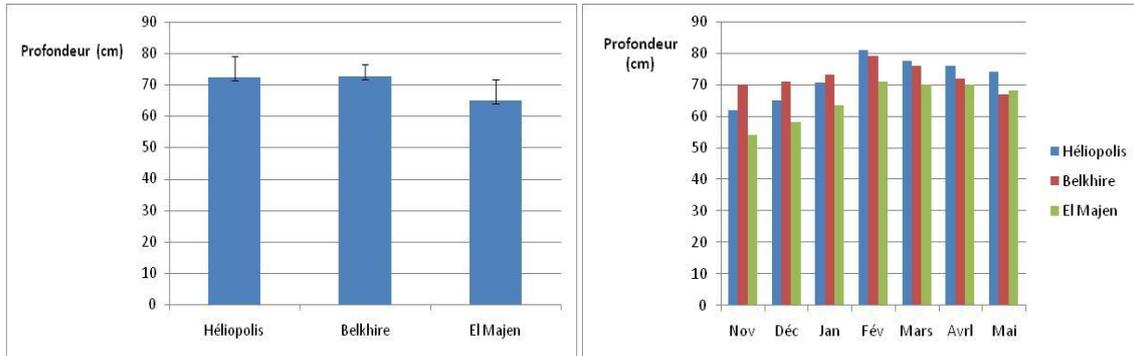


Figure 40 a) b). Variations moyennes et mensuelles de la profondeur de l'eau des mares

IV. 2. Check-list de la faune Odonatologique

Trente (38) sorties ont été consacrées à l'étude des Odonates des mares situées dans le Bassin versant de la Seybouse. La période de l'étude s'est étalée du 3/11/2018 au 13/5/2019. L'échantillonnage des trois (3) mares nous a permis d'enregistrer vingt-deux espèces (22) de libellules dont douze (12) Anisoptères et dix (10) Zygoptères: *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Lestes viridis*, *Lestes virens*, *Sympecma fusca*, *Ishnura graellsii*, *Coenagrion mercuriale*, *Coenagrion scitulum*, *Coenagrion tenellum*, *Erythromma viridulum*, *Erythromma lindenii*, *Anax imperator*, *Gomphus lucasii*, *Orthetrum cancellatum*, *Orthetrum coerulescens*, *Orthetrum chrisostigma*, *Diplacodes lefebvrei*, *Crocothemis erythraea*, *Sympetrum fonscolombii*, *Sympetrum meridionale*, *Sympetrum striolatum*, *Trithemis arteriosa*, *Trithemis kirbryi*.

- Ces espèces peuvent être réparties en six familles : Les *Calopterygidae*, les *Lestidae*, les *Coenagrionide*, Les *Libellulidae*, Les *Aeshnidae* et les *Gomphidae* et comptent parmi quinze (15) genres : *Calopteryx*, *Lestes*, *Sympecma*, *Ishnura*, *Erythromma*, *Ceriagrion*, *Coenagrion*, *Aeshna*, *Anax*, *Orthetrum*, *Crocothemis*, *Sympetrum*, *Trithemis*, *Gomphus*, *Diplacodes*.

Selon la répartition au sein des stations, nous avons répertorié:

- Douze (12) espèces dans la mare de Héliopolis
- Cinq (5) espèces dans la mare de Belkhir
- Neuf (9) espèces au sein de la mare d'El Majen (Cf. Tab15&16).

Remarque: *Ishnura graellsii* est la seule espèce commune entre les trois mares .

Selon la liste Rouge des espèces Nord-Africaines (Samraoui et al), nous avons déterminé le statut des espèces enregistrés dans notre étude :

- Espèces menacées (Threatened species) :
 - *Coenagrion mercuriale* (EN): Espèce en danger, dont le risque d'extinction à l'état sauvage est très élevé.
 - *Gomphus lucasii* (VU): Espèce vulnérable, dont le risque d'extinction à l'état sauvage est élevé
- Espèces de préoccupation mineure (Least Concern): Comprend le groupe des espèces largement répandues et abondantes (LC) qui sont dans notre étude : *Calopteryx haemorrhoidalis*, *Lestes viridis*, *Lestes virens*, *Sympecma fusca*, *Ishnura graellsii*, *Coenagrion scitulum* , *Coenagrion tenellum* , *Erythromma viridulum* , *Erythromma lindenii*, *Anax imperator*, *Orthetrum cancellatum* , *Orthetrum coerulescens* , *Orthetrum chrisostigma*, *Diplacodesl efebvrii*, *Crocothemis erythraea*, *Sympetrum fonscolombii*, *Sympetrum meridionale* , *Sympetrum striolatum* , *Trithemis arteriosa* , *Trithemis kirbryi*(Cf. Tab15). .

Tableau15 : liste des espèces rencontrées dans les stations d'étude

Espèces	Héliopolis	Belkhir	El Majen	Statut (North African Red list (Samraoui et al (2010)
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i> (Vander Linden, 1825)	+	-	-	LC
<i>Lestes viridis</i> (Vander Linden, 1825)	-	+	-	LC
<i>Lestes virens</i> (Charpentier, 1825)	-	+	-	LC
<i>Sympecma fusca</i> (Vander Linden, 1820)	+	-	+	LC
<i>Ishnura graellsii</i>(Rambur, 1842)	+	+	+	LC
<i>Coenagrion mercuriale</i> (Charpentier, 1840)	-	-	+	EN
<i>Coenagrion scitulum</i> (Rambur, 1842)	-	-	+	NT
<i>Ceriagrion tenellum</i> (Villers, 1789)	+	-	-	LC
<i>Erythromma viridilum</i> (Charpentier, 1840)	-	-	+	LC
<i>Erythromma lindenii</i> (Selys, 1840)	+	-	+	LC
<i>Anax Imperator</i> (Leach, 1815)	-	-	+	LC
<i>Gomphus lucasii</i> (Selys, 1850)	+	-	-	VU
<i>Orthetrum cancelatum</i> (Linné, 1758)	+	-	-	LC
<i>Orthetrum coerulescens</i> (Fabricius, 1798)	+	-	-	LC
<i>Orthetrum chrisostigma</i> (Burmeister, 1839)	+	-	-	LC
<i>Diplacopdes lefebvreii</i> (Rambur, 1842)	+	-	-	LC
<i>Crocothemis erythraea</i> (Brullé, 1832)	+	-	-	LC
<i>Sympetrum fonscolombii</i> (Selys, 1840)	-	-	+	LC
<i>Sympetrum meridionale</i> (Selys, 1841)	+	-	-	LC
<i>Sympetrum striolatum</i> (Charpentier, 1840)	-	-	+	LC
<i>Trithemisarteriosa</i> (Burmeister, 1839)	-	+	-	LC
<i>Trithemis kirbryi</i>	-	+	-	LC

Tableau 16: Répartition des espèces selon les stations

Espèces communes aux trois stations	Héliopolis	Belkhir	El Majen
- <i>Ishnura graellsii</i>	- <i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>	<i>Lestes viridis</i>	- <i>Sympecm afusca</i>
	- <i>Sympecma fusca</i>	<i>Lestes virens</i>	- <i>Ishnura graellsii</i>
	- <i>Ischnura graellsii</i>	<i>Ischnura greallsii</i>	- <i>Coenagrion mercuriale</i>
	- <i>Ceriagrion tenellum</i>	<i>Trithemis arteriosa</i>	- <i>Coenagrion scitulum</i>
	- <i>Erythromma lindenii</i>	<i>Trithemis kirbyi</i>	- <i>Erythromma viridulum</i>
	- <i>Gomphus lucasii</i>		- <i>Erythromma lindenii</i>
	- <i>Orthetrum cancellatum</i>		- <i>Anax imperator</i>
	- <i>Orthetrum coerulescens</i>		- <i>Sympetrum striolatum</i>
	- <i>Orthetrum chrisostigma</i>		- <i>Sympetrum fonscolombii</i>
	- <i>Diplacopdes lefebvrii</i>		
	- <i>Crocothemis erythraea</i>		
	<i>Sympetrum meridionale</i>		

D'après le modèle écologique établi par (Samraoui&Corbet, 2000 a) , appliqué aux cours d'eau nous pouvons répartir nos espèces en quatre groupes :

- ✓ **Groupe (A):** Espèces printanières précoces: Formé de l'espèce *Sympecm afusca* .

- ✓ **Groupe (C):** Espèces estivales: Formé des espèces *Coenagrion mercuriale* , *Coenagrion scitulum* , *Gomphus lucasii* , *Lestes virens* , *Orthetrum cancellatum* , *Trithemis arteriosa* .
- ✓ **Groupe (D):** Espèces automnales: Formé des espèces *Lestes viridis* , *Sympetrum meridionale* , *Sympetrum striolatum* .
- ✓ **Groupe (E):** Espèces à longue période de vol: Constitué des espèces *Anax imperator* , *Calopteryx haemorrhoidalis* , *Ceriagrion tenellum*, *Erythromma lindenii* , *Crocothemise erythraea* , *Diplacodes lefebvrii* , *Erythromma viridulum* , *Ischnura graellsii* , *Orthetrum chrysostigma* , *Orthetrum coerulescens* , *Sympetrum fonscolombii* .

Remarque: Aucune espèce du groupe B ou du groupe F n'a été trouvée

Tableau 17: Répartition des espèces selon la période de vol

Espèces printanières précoces(A)	Espèces printanière	Espèces estivales (C)	Espèces automnales (D)	Espèces à longue période de vol
<i>Sympetma fusca</i>		<i>Coenagrion mercuriale</i>	<i>Lestes viridis</i>	<i>Anax imperator</i>
		<i>Coenagrion scitulum</i>	<i>Sympetrum meridionale</i>	<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>
		<i>Gomphus lucasii</i>	<i>Sympetrum striolatum</i>	<i>Ceriagrion tenellum</i>
		<i>Lestes virens</i>		<i>Erythromma lindenii</i>
		<i>Orthetrum cancellatum</i>		<i>Crocothemis erythraea</i>
		<i>Trithemis arteriosa</i>		<i>Diplacodes lefebvrii</i>
				<i>Erythromma viridulum</i>
				<i>Ischnura graellsii</i>
				<i>Orthetrum chrysostigma</i>
				<i>Orthetrum coerulescens</i>
				<i>Sympetrum fonscolombii</i>

Tableau 18: Période de vol et activité reproductive des Odonates de la Numidie (1990-1999) (Samraoui&Corbet 2000 a)

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Group A												
Anax ephippiger (Burmeister)			●	●○	○○	○○	○			○		
Sympetma fusca (Vander Linden)		○○	●●	●○	○○	○○		○○	○○	○○		
Group B												
Aeshna isoceles (O.F. Müller)				○	○○	●○	○					
Coenagrion puella Kocheri (Schmidt)			○○	○○	●●	○						
Group C												
Acisoma panorpoides ascalaphoides (Rambur)					○	●●	●○	○○	○○			
Aeshna affinis (Vander Linden)					○	○●	●○	○○				
Boyeria irene (fonscolombe)							○○	○○	○			
Coenagrion mercuriale (Charpentier)					●○	○○	○○	○○				
Coenagrion scitulum (Rambur)				○○	○○	●●	●					
Enallagma deserti (Sélys)					○	○○	○○	○○				
Gomphus lucasii Sélys					○	○○						
Lestes v. virens (Charpentier)				?	??	○●	●●	○●				
Otrthetrum cancellatum (Linnaeus)				○○	○●	○	○○	○○				
Platycnemis subdilata (Sélys)					○	○●	○○	●○				
Sympetrum sanguinum (O.F.Müller)					●	●●	●●	●○				
Trithemis arteriosa (Burmeister)						○	○○	○○	○○	○		
Urothemis edwardsii (Sélys)					○	●●	●○	○●	○			
Group D												
Aeshna mixta Latreille					○	○○	○○	○○	○○	●●	●●	●○
Lestes barbarus (Fabricius)				○○	○○	○○	○○	○○	○○	●●	○	
Lestes numidicus				?	??			○	○○	●●	●	
Lestes v. viridis (Vander Linden)					○○	○○	○○	○○	●●	●●	●	○○
Sympetrum meridionale (Sélys)					○○	○○	○○	○○	●●	●●	○●	
Sympetrum striolatum (Charpentier)	●●	●●		○	○○	○○	○○	○○	○○	●●	●●	●●
Groupe E												
Anax imperator Leach			○	○●	●●	●●	●○	○●	●●	○○	●○	○
Anax parthenope Sélys				○○	○●	○○	○○	○●	●●	●○		
Brachythemis leucosticta (Burmeister)					○○	○●	○○	○○	○○	○○	○	
Calopteryx h. haemorrhoidalis Vander Linden					●○	○○	●●	●○	●●	○○	○	
Cercion lindenii (Sélys)			○	○●	○●	○●	●○	○	○	○	○	
Ceriagrion tenellum (de Villers)				○○	○○	●●	●○	○●	●○	○●		
Crocothemis erythraea (Brullé)			○	●●	●●	●●	●●	○●	●●	●○	○	
Diplacodes lefebvreii (Rambur)				○○	○●	●●	○●	●●	●●	●●	○	
Erythromma viridulum (Charpentier)					○○	●●	○○	○○	○●	○		
Ischnura graellsii (Rambur)												
Orthetrum chrisostigma												
Orthetrum coerulescens anceps (Schneider)												
Orthetrum trinacria (Sélys)												
Sympetrum fonscolombii (Sélys)												
Trithemis annulata (P. de Beauvois)												
Group F												
Aeshna cyanea (O. F.Müller)												
Paragomphus genei (Sélys)												

IV. 2.1.L'organisation du peuplement Odonatologique

IV.2.1.1.La richesse spécifique globale par station

C'est la mare d' Héliopolis qui abrite le nombre le plus élevé d'espèces (12 espèces), suivie de la mare El Majen qui enregistre neuf (9) espèces; Enfin , la mare de Belkhir enregistre seulement cinq espèces (Tab. 19. Fig. 41).

Tableau 19: Richesse spécifique par station.

Stations	Richesse spécifique
El Majen	9
Héliopolis	12
Belkhir	5

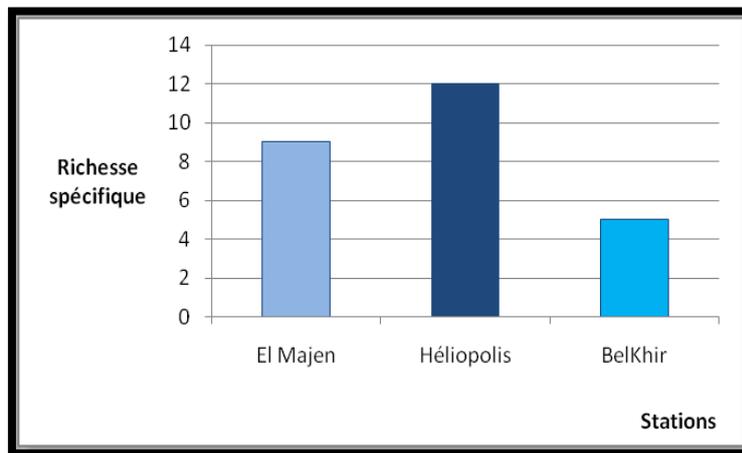


Figure 41: Richesse spécifique des stations d'étude.

IV.2.1.2.La richesse spécifique mensuelle par station

Au sein des trois mares: C'est à Héliopolis que la richesse spécifique est la plus élevée avec 12 espèces, vient ensuite la mare El Majen avec 9 espèces et enfin la mare Belkhir qui compte seulement 5 espèces (Fig.41)

- En comparant les trois mares par rapport à la richesse mensuelle, nous remarquons que c'est au mois d'Avril que la richesse spécifique est maximale. Les mares Majen et Héliopolis enregistrent sept espèces chacune. Au mois de Novembre, El Majen n'enregistre qu'une seule espèce. Il y a une chute notable du nombre des espèces à la station de Belkhir qui est d'une espèce seulement en Avril et Mai alors qu'au mois de Novembre, quatre espèces y ont été enregistrées. Notons par ailleurs qu'aucune espèce

n'a été échantillonnée de Décembre à Mars accepté à El Majen où une seule espèce *Sympecma fusca* a été capturée, sachant que c'est la seule espèce d'Odonates qui hiverne à l'état adulte (Fig.42).

A Hélio polis : C'est au mois d'Avril que la richesse spécifique est la plus grande avec sept espèces; Aux mois de Novembre et Mai, la richesse spécifique n'est que de cinq espèces. Il est à noter que durant la période qui s'est étalée de Décembre à Mars, aucun Odonate n'a été capturé (Fig. 43)

A BelKhir : C'est à l'automne, au mois de Novembre que nous avons recensé cinq (5) espèces et seulement une espèce au mois d'Avril et Mai. De décembre à Mars aucune espèce n'a été capturée (Fig. 44)

A El Majen : La grande richesse est notée au mois d'Avril avec sept (7) espèces , six (6) espèces au mois de Mai et seulement une espèce au mois de Novembre. Contrairement à la première station , nous avons pu capturer un seul individu au mois de Février (Fig. 45)

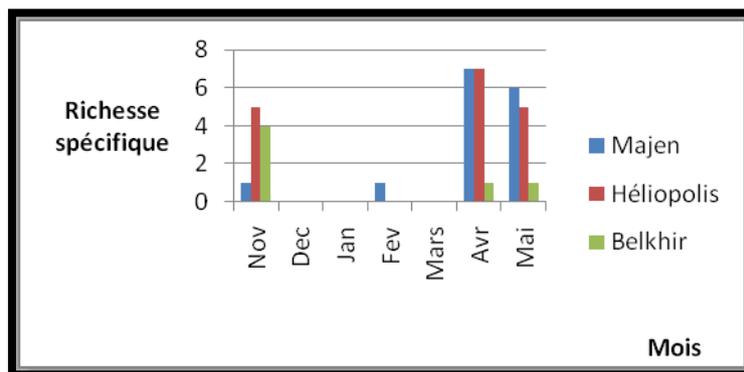


Figure 42: La richesse spécifique mensuelle globale.

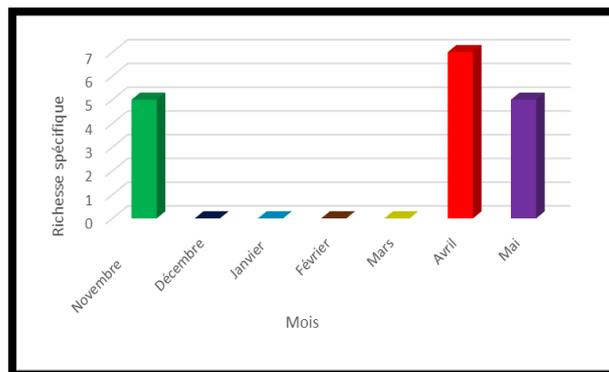


Figure 43: La richesse spécifique mensuelle à station de Hélio polis.

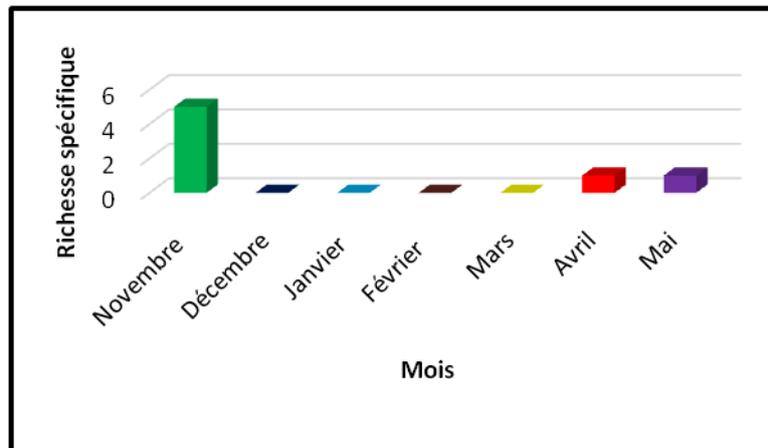


Figure 44: La richesse spécifique mensuelle à la station de Belkhir.

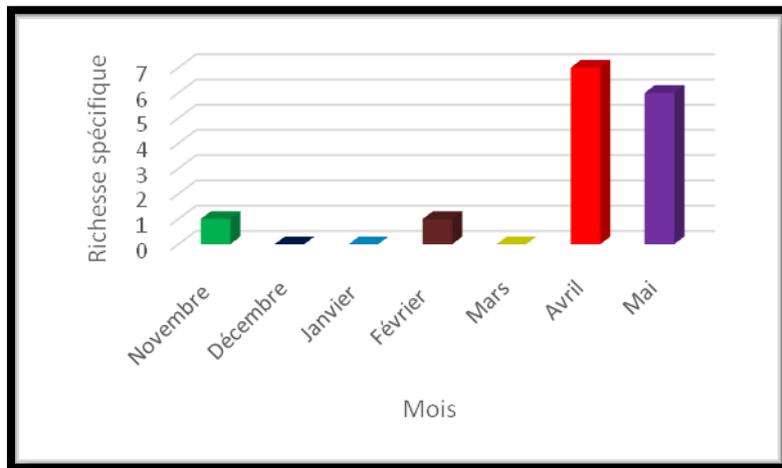


Figure 45: La richesse spécifique mensuelle à la station d'El Majen

IV.2. 2. L'abondance

IV. 2.2.1. L'abondance totale des Odonates dans les stations d'étude

Durant toute la période d'étude, nous avons échantillonné 138 individus d'Odonates au sein des trois mares. L'abondance maximale a été notée à la mare d'El Majen avec 51 individus soit 36,95% de la faune Odonatologique globale. La mare de Belkhir compte 46 individus soit 33,33% de l'abondance totale. Enfin, nous avons enregistré 41 individus dans la mare de Héliopolis ce qui équivaut à 29,71. Nous remarquons qu'il n'ya pas de grandes différences dans les valeurs d'abondance (Fig. 46).

IV. 2.2.2. L'abondance relative totale des espèces dans les stations d'étude

Durant toute la période d'étude, c'est l'espèce *Ischnura graellsii* qui est la plus dominante avec 43 individus sur un total de 138 soit 31%; suivie de *Lestes viridis* et *Erythromma lindenii* qui enregistrent 20 et 13 individus soit 14% et 9% respectivement. Viennent ensuite, les espèces *Sympetrum fonscolombii* et *Sympecma fusca* avec huit individus chacune soit 6% . Pour *Lestes virens*, nous avons échantillonné cinq (5) individus soit 4% .Quant aux espèces *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Orthetrum cancellatum* ce sont celles qui sont les plus faiblement représentées avec seulement un individu chacun soit 0,72% de l'abondance totale (Fig. 47).

IV.2. 2.3.Abondance des espèces dans chaque station

- **Mare Héliopolis:** Ce sont les espèces *Erythromma lindenii* et *Ischnura graellsii* qui sont les plus abondantes avec 9 et 7 individus soit 21,95 % et 17,08 % par rapport à l'abondance totale au niveau de la station. En seconde position, c'est *Sympecma fusca* et *Diplacode slefebvrii* avec 4 individus chacune soit 9,5%. Les espèces *Gomphus lucasii*, *Sympetrum meridionale* et *Orthetrum coerulescens* ne comptent que 3 individus soit 7,31 % chacune. Les espèces *Coenagrion tenellum*, *Orthetrum chrisostigma*, *Crocothemis erythraea* sont les moins représentées avec 2 individus chacune soit 4,88 %. Un seul individu est représentatif des espèces *Calopteryx haemorrhoidalis* et *Orthetrum cancellatum* soit 0,41% (Fig.48 a) & b).
- **Mare El Majen:** Sur un total de 51 individus, c'est *Ischnura graellsii* qui est l'espèce la plus abondante avec 20 individus soit 39,21%, suivie de l'espèce *Sympetrum fonscolombii* où 8 individus ont été capturés soit 15,68%. Pour *Erythromma viridulum* et *E. Lindenii* 4 individus les représentent soit 7,84% du total. *Coenagrion mercuriale* et *C. scitulum*, on ne compte que 3 individus soit 5,88%. Enfin, *Anax imperator* n'est représenté que par 2 individus soit 3,92% (Fig.49 a) & b).
- **Mare Belkhir:** *Lestes viridis* est l'espèce la plus abondante avec 20 individus sur un total de 46 soit 43,48%, suivie de *Ischnura graellsii* avec 16 individus soit 34,78% du total. Concernant *Lestes virens* et *Trithemis arteriosa* 5 et 3 individus soit 10,87 % et 6,52% respectivement. 2 individus seulement de *Trithemis Kirbyi* ont été capturés soit 4,35% par rapport au total (Fig.50 a) & b).

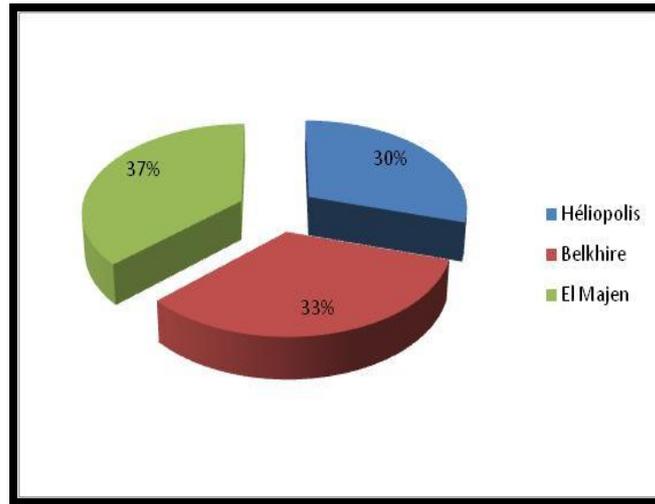


Figure 46: Abondance totale des Odonates dans les stations d'étude

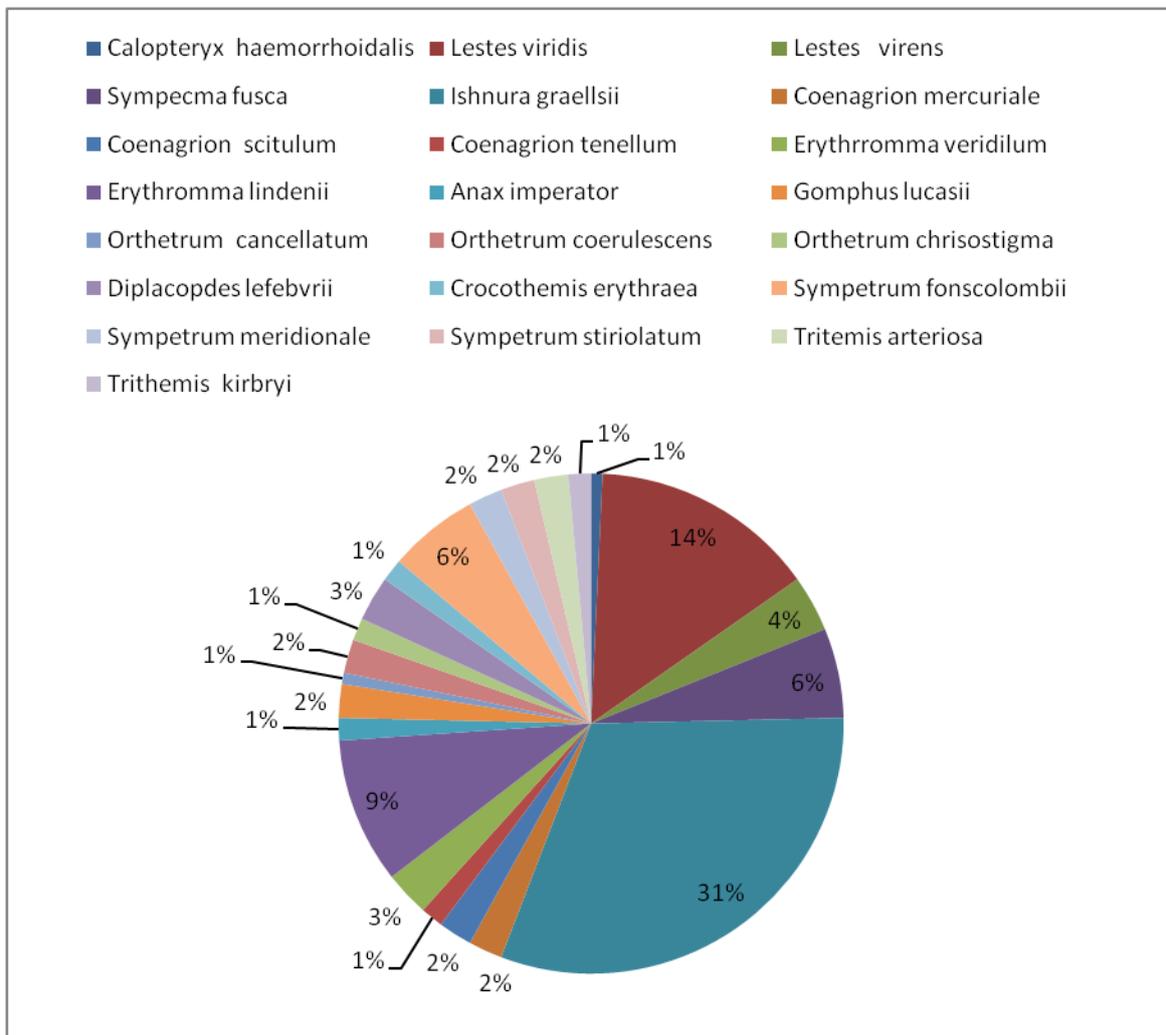


Figure 47: Abondance relative des espèces dans les stations d'étude

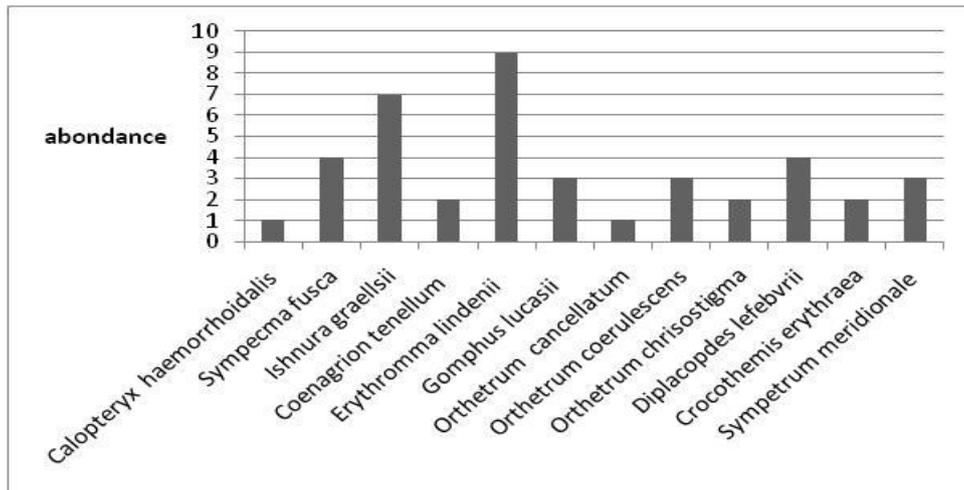


Figure 48 : a) Abondance totale des espèces dans la mare de Héliopolis

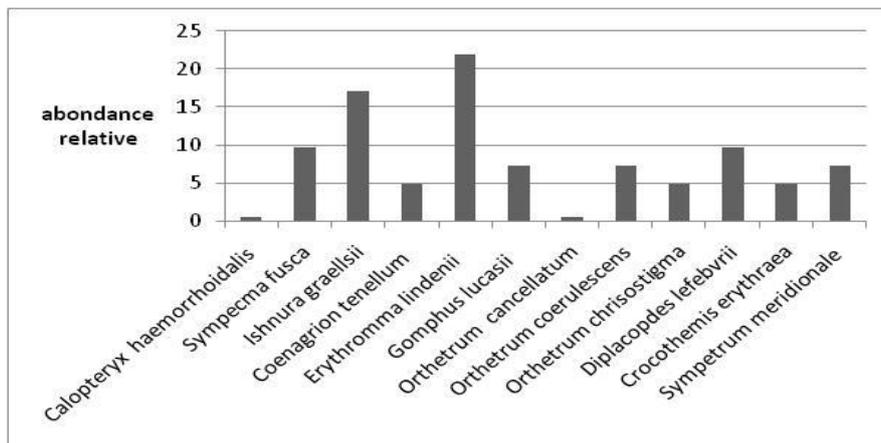


Figure 48 b): Abondance relative totale des espèces dans la mare de Héliopolis

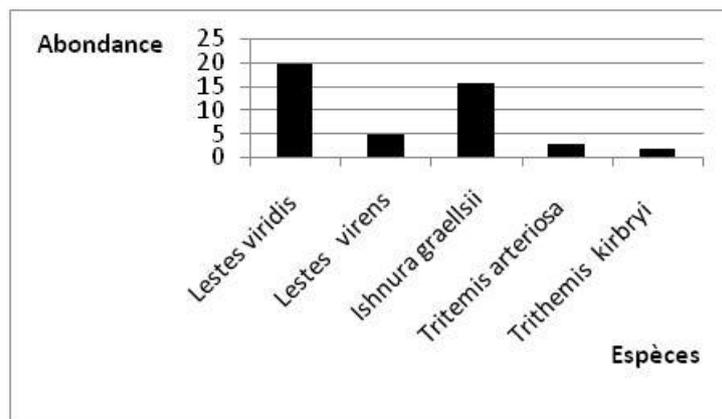


Figure 49 a): Abondance totale des espèces dans la mare de Belkhir

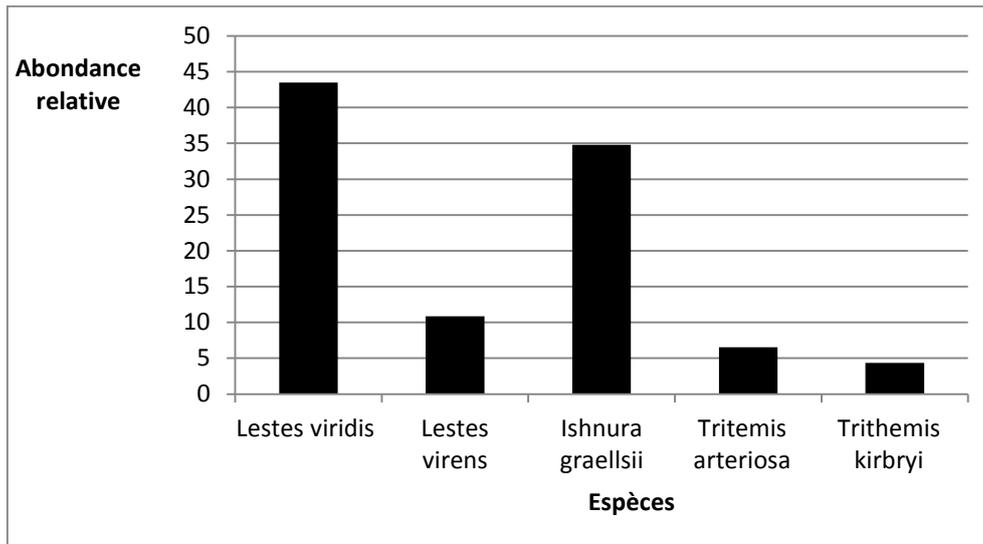


Figure 49 b) : Abondance relative des espèces dans la mare de Belkhir

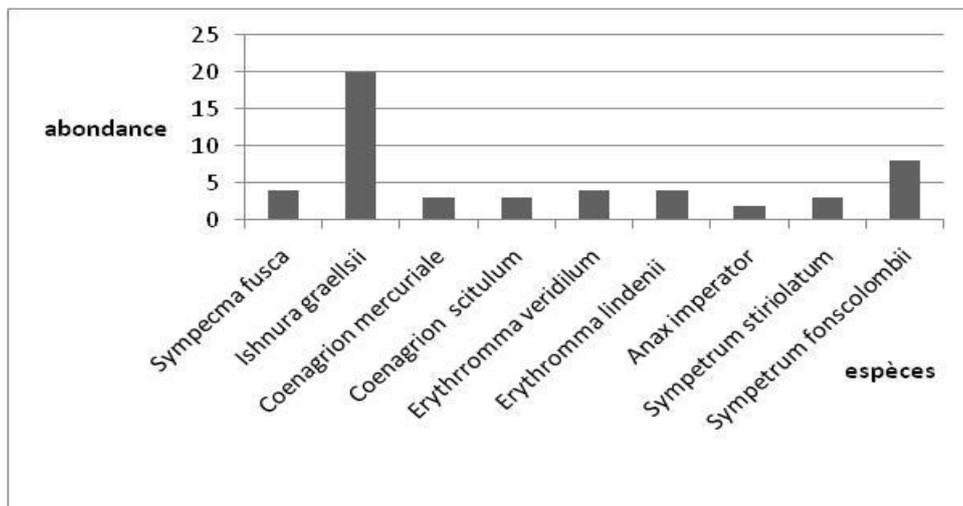


Figure 50 a): Abondance des espèces dans la mare d 'ElMajen

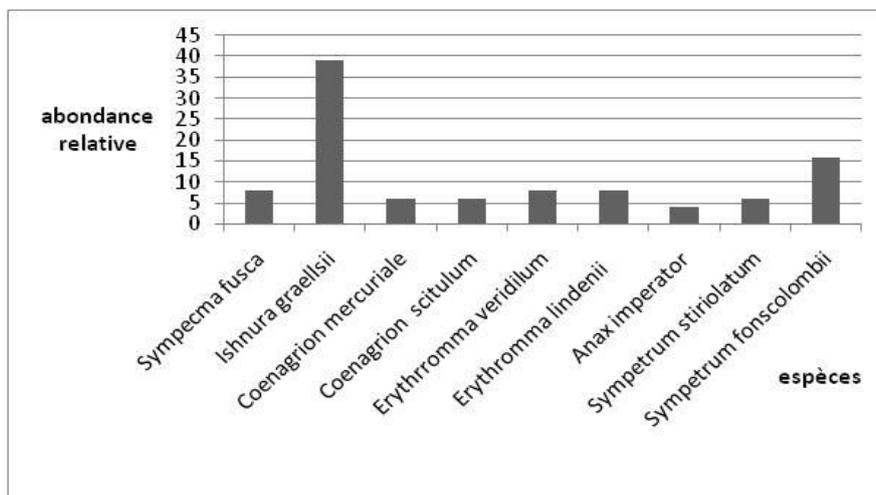


Figure 50 b): Abondance relative des espèces dans la mare d 'ElMajen

IV.2. 3 La fréquence

IV.2. 3.1 La fréquence globale

La fréquence des espèces durant la phase de notre étude laisse apparaître trois groupes d'espèces:

- ✓ Espèce Moyennement commune: *Ischnura graellsii* avec une fréquence de 18%.
- ✓ Espèces peu communes telles que *Erythromma lindenii* et *Sympecma fusca* avec des fréquences respectives de 13,6% et 10,53%
- ✓ Espèces rares: Ce groupe est formé de toutes les espèces à l'exception de celles citées ci-dessus. Il comprend en particulier les espèces rencontrées une seule fois durant toute la période d'étude est dont la fréquence ne dépasse pas les 2%. C'est le cas des espèces: *C.Hemorroidalis*, *L.Virens*, *C. tenellum*, *A. imperator*, *O Cancellatum*, *O.Chrisostigma*, *S. meridionale*, *T. Kirbyi*.. (Fig. 51)

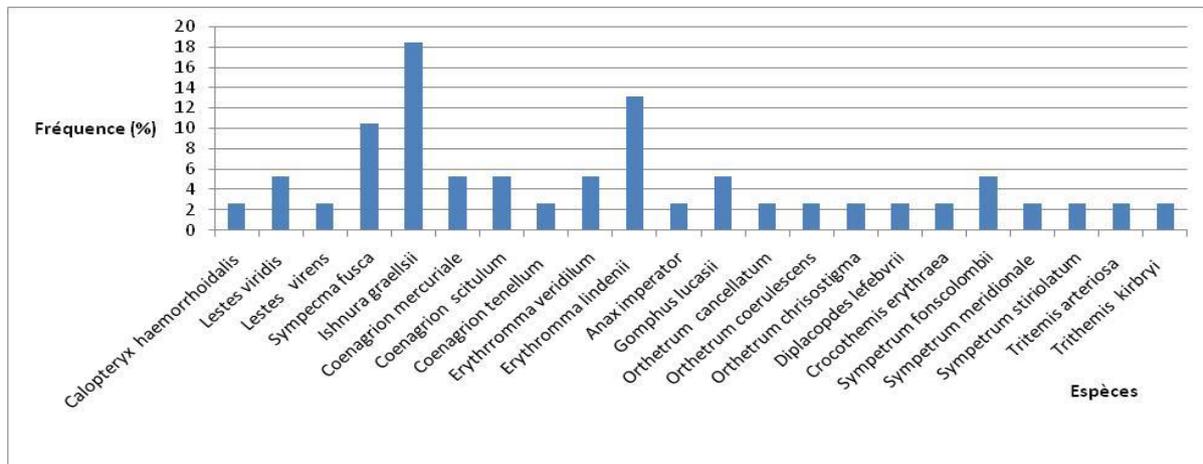


Figure 51 : Fréquence globale des espèces dans les stations d'étude

IV.2. 3.2 Fréquence par station

- **Mare Héliopolis:** *Sympecma fusca* et *E. Lindenii* sont les espèces les plus communes avec une fréquence de 23% chacune, suivie de *Gomphus lucasii* et *I.graellsii* qui sont moyennement communes avec 15% de la fréquence totale chacune. Le reste des espèces forment un groupe d'espèces rares: *Calopteryx haemodhdoidalis*, *Ceriagrion tenellum*, *O.Caerulescens* et *O. cancellatum* rencontrées une ou deux fois lors de toute la période d'étude (Fig.52 a).

- **Mare El Majen:** Deux groupes caractérisent cette station

Le premier groupe : Formé des espèces *I. graellsii*, *C. mercuriale*, *C. scitulum*, *E. viridulum*, *E. lindenii* et *S. fonscolombii* rencontrées à deux occasions pendant toute la durée de l'échantillonnage avec une fréquence de 17%.

Le second groupe: Comprend 3espèces *S. fusca*, *A.imperator*, *S.striolatum* dont la fréquence est égale et est de 8% .rappelons que chacune de ces espèces a été rencontrée une seule fois durant toute la période d'étude (Fig.52 b).

- **Mare Belkhir:** C'est *I graellsii* qui est l'espèce la plus communément rencontrée, avec une fréquence de 23%, suivie de *L .viridis* avec 15% et enfin , le groupe d'espèce rares *L.virens*, *T.arteriosa*, *T. kirbyi* rencontrées une seule fois et dont la fréquence ne dépasse pas 7% (Fig.52 c).

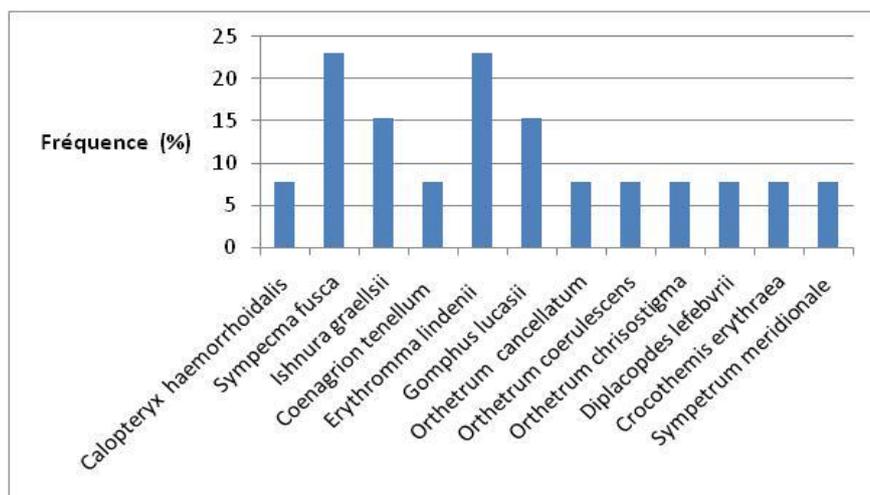


Figure 52 a): Fréquence des espèces à Héliopolis

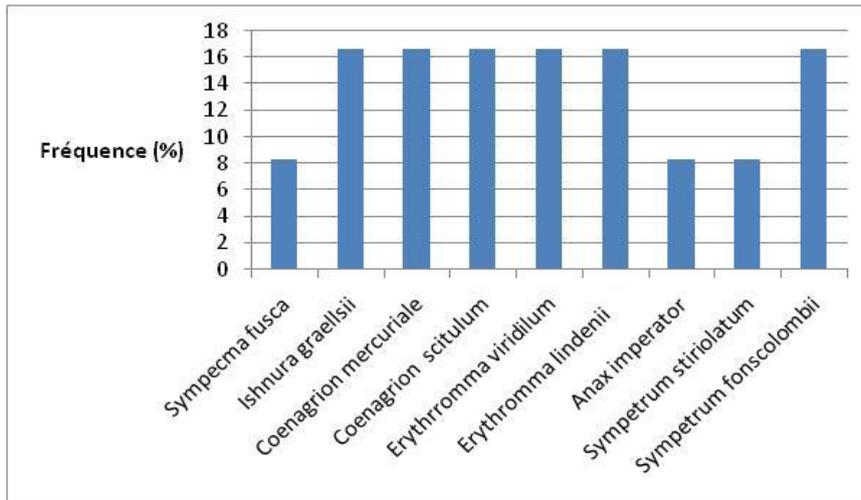


Figure 52 b): Fréquence des espèces à la mare El Majen

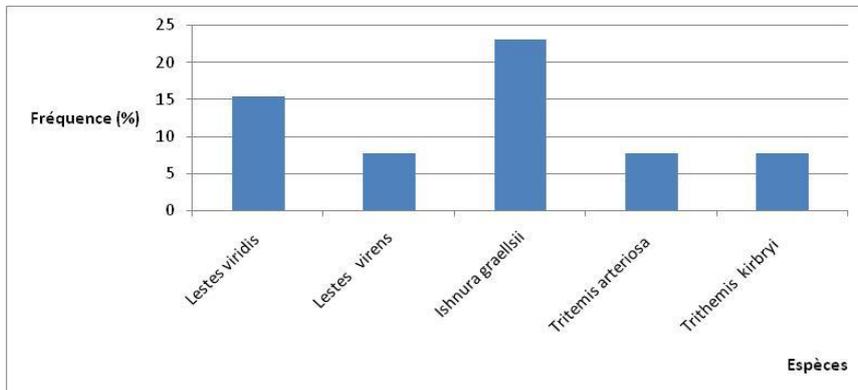


Figure 52 c): Fréquence des espèces à la mare de Belkhir

IV.2. 4. Phénologie

Tableau 20: Période de vol des Odonates dans les 3 mares de la région de Guelma

Espèces	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
<i>Calopteryx haemorrhoidalis</i>							
<i>Lestes viridis</i>							
<i>Lestes virens</i>							
<i>Sympecma fusca</i>							
<i>Ishnur agraellsii</i>							
<i>Coenagrion mercuriale</i>							
<i>Coenagrionsciturum</i>							
<i>Coenagrion tenellum</i>							
<i>Erythromma viridulum</i>							
<i>Erythromma lindenii</i>							
<i>Anax imperator</i>							
<i>Gomphus lucasii</i>							
<i>Orthetrum cancellatum</i>							
<i>Orthetrum coerulescens</i>							
<i>Orthetrum chrisostigma</i>							
<i>Diplacopdes lefebvreii</i>							
<i>Crocothemis erythraea</i>							
<i>Sympetrum fonscolombii</i>							
<i>Sympetrum meridionale</i>							
<i>Sympetrum striolatum</i>							
<i>Trithemis arteriosa</i>							
<i>Trithemis kirbryi</i>							

- La période d'étude n'est pas assez longue (Un cycle) pour pouvoir dégager des informations concernant la période de vol, d'émergence ou de reproduction. Le début de notre échantillonnage au niveau des mares de la région de Guelma a coïncidé avec la période automnale, où nous avons échantillonné plusieurs espèces automnales telles que *Lestes viridis*, *Sympetrum meridionale*, *Sympetrum striolatum*. Ces deux dernières espèces sont connues pour émerger tôt et passent par une période pré reproductive de plusieurs mois au cours de laquelle s'effectue la maturation sexuelle.
- L'espèce *Sympetma fusca* a été échantillonnée aux mois de Novembre, Février et Avril; cette espèce est la seule à passer l'hiver à l'état adulte.
- *Ischnura graellsii* et *Erythromma lindenii* ont de longues périodes de vol qui s'étendent d'Avril à Novembre ce fait n'est pas en concordance avec les travaux effectués jusque là sur le bassin versant de la Seybouse (Yalles, 2017)
- Les espèces *Trithemis arteriosa* et *Trithemis kirbyi* ont également des périodes de vol prolongée par rapport aux travaux effectués dans les cours d'eau de la Seybouse. En effet, dans les travaux antérieurs, la période de vol s'étend jusqu'à Octobre pour *T. Kirbyi* et à Septembre pour *T. arteriosa* alors que dans la présente étude, elle se prolonge jusqu'à Novembre pour les deux espèces (Tab.20)

IV.2. 5. La structure du peuplement

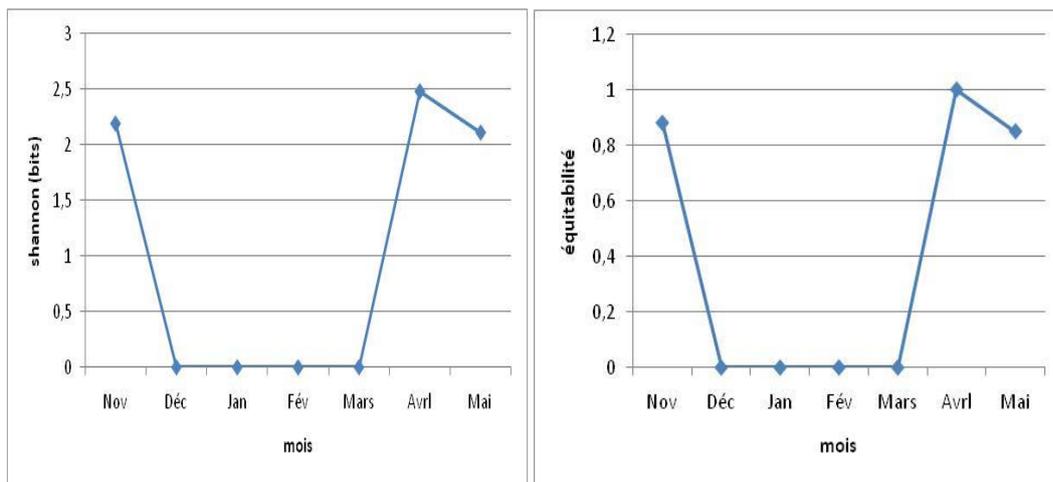
IV.2.5.1. L'indice de Shannon- Wiener et indice d'équitabilité: L'indice de Shannon Wiener a également été utilisé pour étudier les changements temporels de la diversité liés à l'augmentation ou la réduction d'une pollution. l'indice d'équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces ou groupe faunistique, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces) (in Grall & Coïc, 2006)

Mare Héliopolis: C'est au mois d'avril que la valeur de l'indice de Shannon est la plus élevée avec 2,48 bits; au mois de mai l'indice connaît une légère diminution et atteint 2,11. L'équitabilité qui est la structure d'abondance est corrélée au mois d'Avril, elle est maximale et diminue légèrement au mois de mai pour atteindre 0,85 (Tab.13 & Fig 53 a)

- **Mare El Majen:** La diversité est maximale au mois d'Avril avec un indice de 2,91 bits puis baisse au mois de mai pour atteindre 1,86 bits. L'équitabilité suit avec une valeur maximale de 1 en Avril et diminue en Mai pour atteindre 0,64 (Tab.14 & Fig.53 b)
- **Mare Belkhir:** La diversité est maximale au mois de Novembre avec un indice de 1,82bits ainsi que l'équitabilité qui est estimée à 1. Notons que cette mare subit une forte anthropisation (Route, culture de blé, pompe à essence....); c'est ce qui à notre avis a un impact direct sur la diversité an Odonates (Tab.15 & Fig.53 c).

Tableau 21: Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Héliopolis

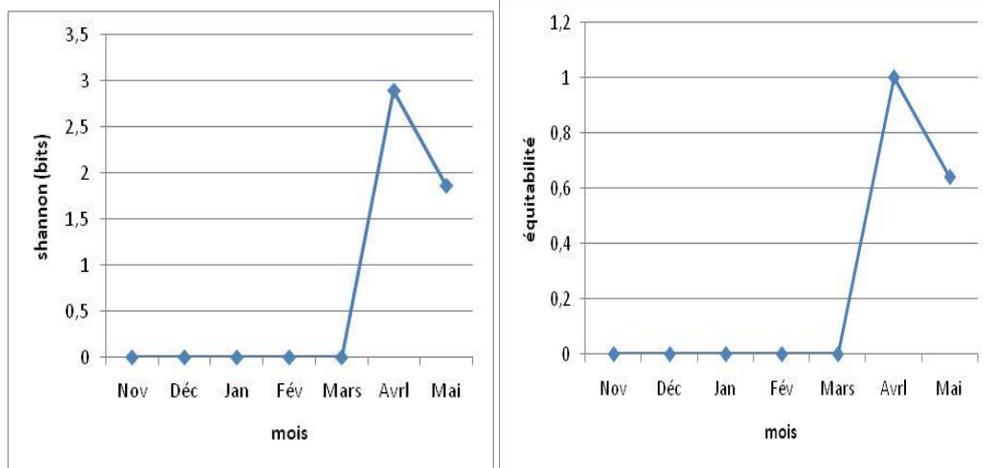
	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avrl	Mai
Indice de Shannon-Wiener (Bits)	2,19	0	0	0	0	2,48	2,11
Equitabilité	0,88	0	0	0	0	1	0,85



Figures 53 a): L'indice de Shannon et d'équitabilité à la mare Héliopolis

Tableau 22: Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare d'El Majen

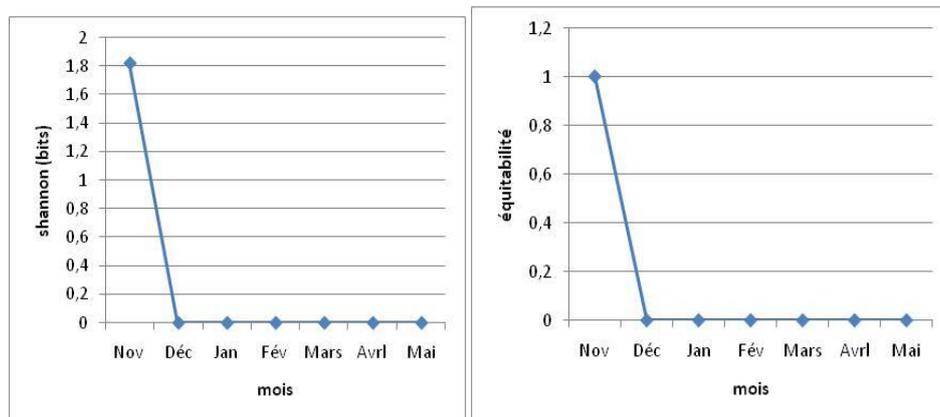
	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Indice de Shannon	0	0	0	0	0	2,91	1,86
Equitabilité	0	0	0	0	0	1	0,64



Figures 53 b): L'indice de Shannon et d'équitabilité à la mare d'El Majen

Tableau 23: Evolution de l'indice de Shannon-Wiener mensuel à la mare de Belkhir

	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai
Indice de Shannon-Wiener (Bits)	1,82	0	0	0	0	0	0
Equitabilité	1	0	0	0	0	0	0



Figures 53 c): L'indice de Shannon et d'équitabilité à la mare de Belkhir

IV.2.5.2 L'indice de Jaccard/Tanimoto :

- Les mares Héliopolis et Belkhir présentent un faible indice de similarité . En effet les deux mares en en commun une seule espèce *Ischnura graellsii*
- Les mares El Majen et Belkhirse partagent également une seule espèce qui est *Ischnura graellsii*, l'indice de Jaccard est très faible, il est estimé à 0,076. Rappelons que cette espèce est ubiquiste qui colonise les milieux nouvellement formés et a de faibles exigences écologiques.

Les mares de Héliopolis et El Majen se partagent trois espèces: *Ischnura graellsii*, *Erythromma lindenii* et *Sympecma fusca* avec un indice de similarité de 0,16. Les indices de similarités entre les trois mares sont très faibles ce qui s'explique par plusieurs facteurs tels que la distance entre les stations ainsi que leur position géographique (Altitude): Haute Seybouse pour El Majen Moyenne Seybouse (Héliopolis et Belkhir). L'anthropisation qui a un impact direct sur le peuplement des Odonates. Enfin, certains paramètres physico-chimiques tels que la conductivité, la turbidité, la salinité et la profondeur.

Tableau 24: Indices de jaccard-Tanimoto dans les trois mares de la région de Guelma

	Héliopolis	BelKhir	El Majen
Héliopolis	1		
BelKhir	0.0625	1	
El Majen	0.16	0.076	1

IV.3. Check-list des taxa faunistiques de la faune aquatique

Tableau 25: Liste des principaux taxons répertoriés dans les trois mares

Embranchement	Classe	Ordre	Famille	Héliopolis	Belkhir	El Majen
		Trichoptères		-	-	+
Arthropodes	Insectes	Ephemeroptères		+	+	+
		Diptères	Chironomidae	-	+	+
			Simuliidae	+	+	+
			larve	+	+	+
			Nymphe	-	+	-
		Coléoptères		+	+	+
		Odonates		+	+	+
				+	+	+
		Hétéroptères	Notonectidae	+	-	+
			Corixidae	+	+	+
	Arachnides		Araignée	+	+	+
			Hydracariens	+	+	+
Mollusques	Gastéropode		Physidae	+	+	+
			Planorbidae	+	+	+
	Bivalves			-	+	-
Némathelminthes		Nématodes		-	+	-
Annélides	Oligochètes		Lumbricidae	+	+	+
	Achètes		Hirudidae	+	+	+
Chordata	Amphibien	Temnospondyli		+	+	+

(+) Présence (-) Absence

IV.3.1. Analyse globale des taxons faunistiques dans les stations

La totalité des taxons faunistiques capturés, triés, identifiés et considérés dans nos analyses représentent 3360 individus. L'abondance des groupes des taxons fluctue suivant les mares, variant de 824 individus à la mare de Héliopolis, 1261 individus à la mare d'El Majen et enfin 1275 individus à la mare Belkhir ce qui équivaut respectivement 24%, 37,9% et enfin 37,5% de la faune totale (Fig.54). Les macroinvertébrés sont représentés par 3325 individus (Trichoptères, Ephéméroptères, Diptères, Coléoptères, Odonates, Hétéroptères, Mollusques, Nématodes, Annélides) (Tab. 24). Ces derniers ont été retenus pour l'analyse des peuplements de macroinvertébrés

Les paramètres physico-chimiques, la position géographique ainsi que la surface des mares jouent un rôle important dans la répartition et l'abondance des différents taxons

IV.3.1.1. Analyse globale des macroinvertébrés benthiques

Sur le plan quantitatif Les insectes sont les plus dominants par rapport aux autres groupes avec une abondance globale de 2878 individus (Ephéméroptères 965 individus(29%) , Diptères 695 individus(21%) , Hétéroptères 483 individus(14%) , Odonates 434 individus(13%) ,Coléoptères 296 individus (9%), Trichoptères 5 individus(0,1%)). Les mollusques viennent en seconde position avec 284 individus (9%), suivis des nématodes avec 139 individus (4%), et enfin les annélides avec 24 individus (0,7%). (Fig.55)

IV.3.1.2. Analyse qualitative et quantitative des macroinvertébrés benthiques

Sur la base de l'évolution de l'abondance des groupes des macroinvertébrés durant la période d'étude. Nous avons calculé l'abondance relative où les larves d'éphéméroptères sont régulières dans toutes les mares et présentent des abondances très élevées surtout dans les mares de Héliopolis (73%) et El Majen (21%). On remarque que dans la mare de Belkhir, les éphéméroptères représentent 6% seulement du total ; ceci est du à l'anthropisation accrue au niveau de cette mare ; Il est connu que les éphéméroptères sont un groupe sensibles à la pollution et sont les premiers à disparaître. (Fig.56 a)

Les Diptères sont le deuxième ordre le plus abondant et sont représentés avec un effectif total de 695 individus. Ce taxon est présent régulièrement dans la mare de Belkhir avec un effectif élevé 646 individus soit (93%) par rapport aux autres mares. Dans les mares El Majen et Héliopolis , ce groupe est représentée par 6% et 1% respectivement ce qui prouve que la bonne qualité des eaux de ces deux mares . (Fig.56 b).

Le sous-ordre des Hétéroptères occupe la troisième position avec 483 individus soit (0,14%) par rapport au total des insectes peuplant les trois mares. Il est à noter que la majorité des Hétéroptères est concentré à El Majen par contre les mares de Héliopolis et Belkhir présentent un nombre variée entre 66 individus à Héliopolis et 82 à Belkhir (Fig.56 c).

Les Odonates viennent en quatrième position et sont représentés par abondance relative de 0,12% par rapport à la faune totale des insectes (Fig.56 d).

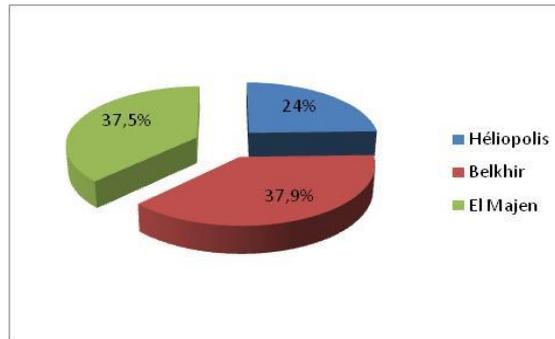


Figure 54 : Abondance globale des taxa faunistiques dans les stations

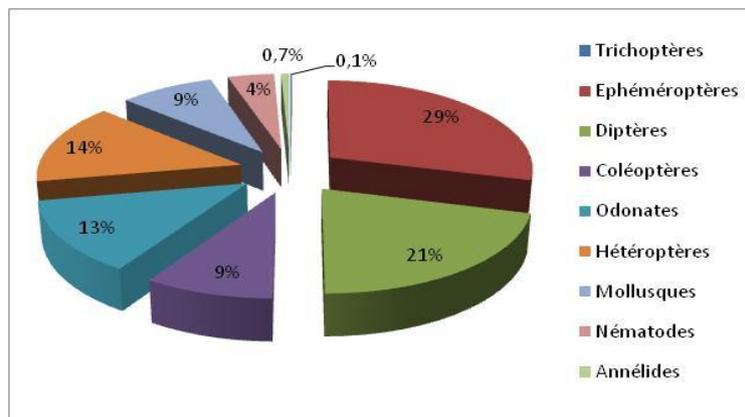


Figure 55: Abondance globale des principaux taxons des macroinvertébrés

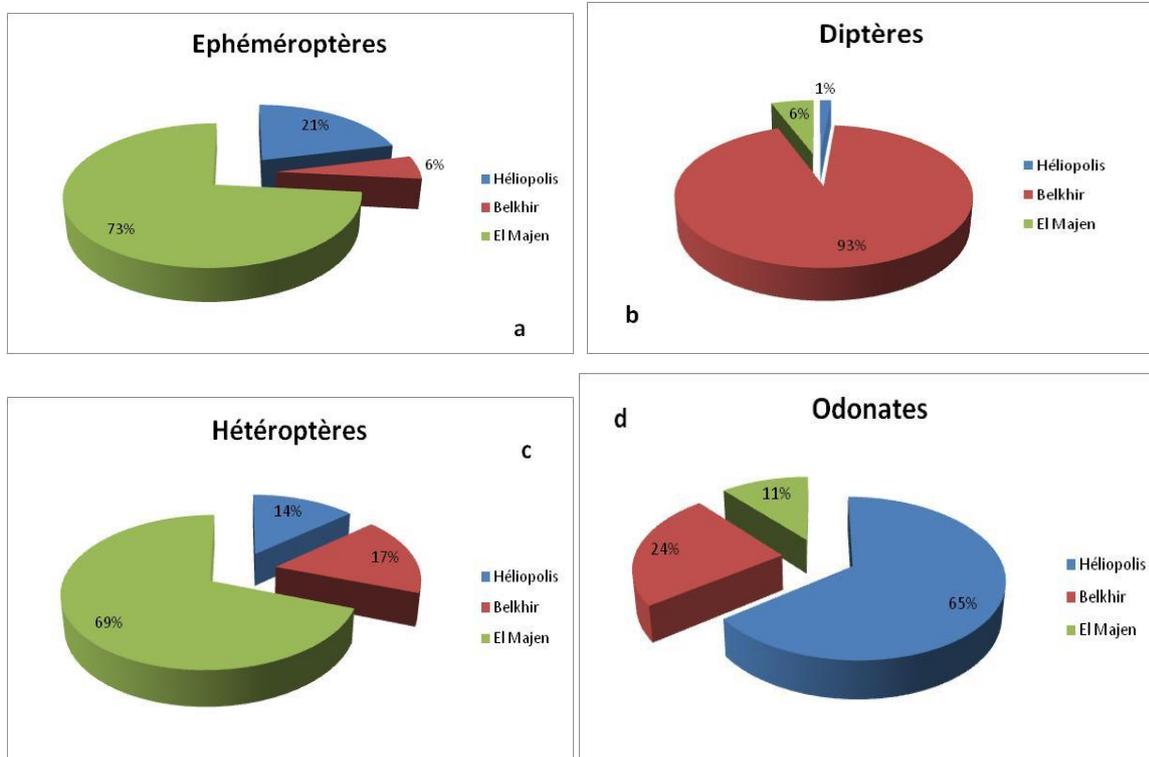


Figure 56 : Abondance par station (Ephéméroptère[a], Diptères[b], Hétéroptères[c], Odonates[d])

La (Fig56d) montre que les Odonates sont plus fréquents (65%) au niveau de la mare de Héliopolis, où ils sont régulièrement présentés durant toute la période d'étude par rapport aux deux autres mares où ils représentent 24% soit (104 individus) à Belkhir et 11% soit (49 individus) à Majen

- Les Coléoptères et les mollusques sont les ordres le plus faiblement représentés durant la période d'étude

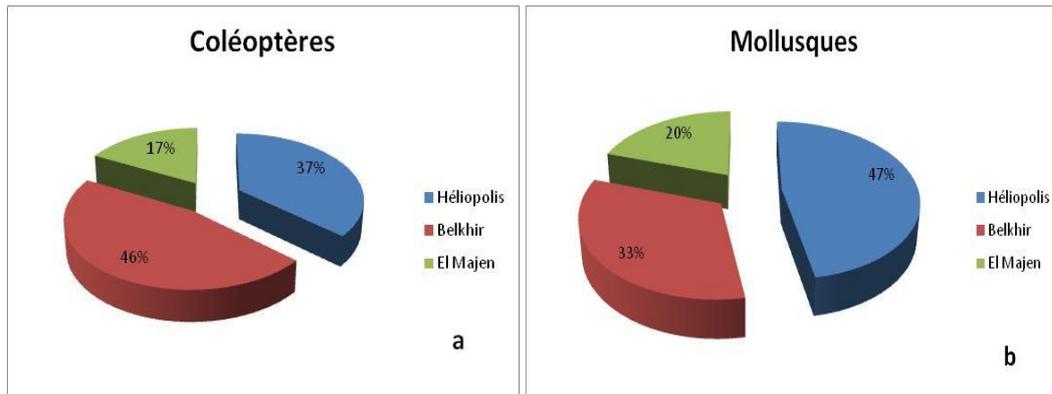


Figure 57: l'abondance par station des (Coléoptères[a], Mollusques[b])

On voit que les Coléoptères sont plus abondants au niveau de la mare de Belkhir où ils présentent les effectifs les plus élevés 137 individus soit (46%) par rapport à la mare de Héliopolis et Majen (Fig 57a)

Contrairement aux Coléoptères, les Mollusques sont les plus représentés au niveau de la mare de Héliopolis avec 134 individus soit (47%) alors que l'effectif est de 93 individus soit (33%) et de 49 individus soit (20%) respectivement aux mares de Belkhir et El Majen (Fig 57b)

- Les Nématodes représentent le deuxième ordre le plus faiblement représenté avec 139 individus par rapport aux 3325 spécimens récoltés durant la période d'étude. On remarque que les nématodes sont présents uniquement au niveau de la mare de Belkhir avec des effectifs élevés durant les 3 derniers mois de la période d'étude.
- Les Annélides sont représentés avec une abondance totale de 24 individus, prédominant au niveau de la mare de Héliopolis avec 13 individus soit (54%) par contre les autres stations, ils atteignent 5 individus soit (21%) au niveau de la mare de Belkhir et 6 individus soit (25%) à El Majen (Fig 58).

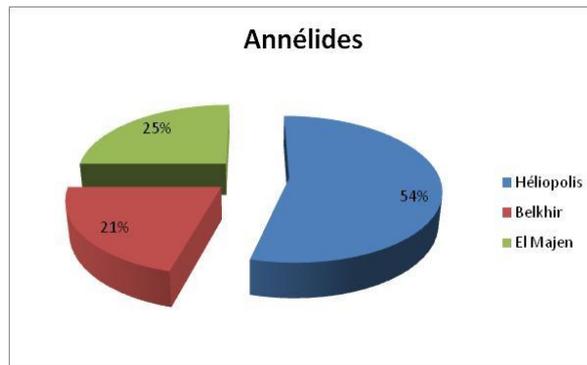


Figure 58: l'abondance des Annélides par station

- Durant toute la période de notre étude nous avons récolté uniquement 5 individus soit (0,01%) de Trichoptères et uniquement au niveau de la mare d'El Majen

IV.3.2. La Richesse des principaux taxa

7 taxons à Héliopolis, 8 taxons au niveau des mares de Belkhir et El Majen

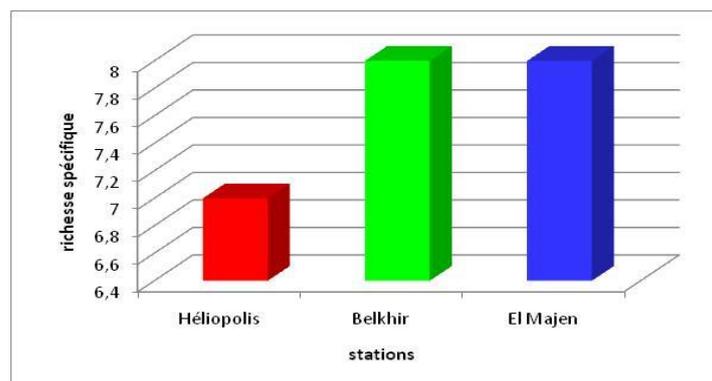


Figure 59 : richesse spécifique des stations

IV.3.2.1. La Richesse mensuelle en taxa

- Dans la mare de Héliopolis la grande richesse spécifique est notée au mois de Mai avec 7 taxa alors que les mois de Décembre et Mars enregistrent seulement 4 taxons
- Au niveau de la mare de Belkhir la grande richesse spécifique est enregistrée au mois d'avril et Mai avec 7 taxons, et 3 taxons seulement en Décembre.
- Dans la mare d'El Majen, la grande richesse est notée en Novembre, Janvier et Mai, alors qu'aux mois de Décembre et Mars elle est de 5 taxa seulement.

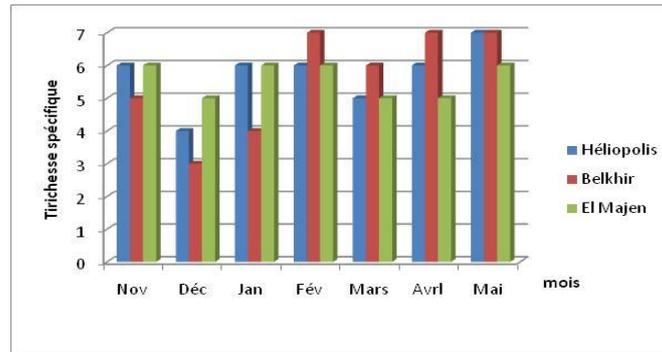


Figure 60: La Richesse mensuelle des taxa dans les 3 mares.

IV.4. Comparaison avec les travaux antérieurs

Très peu d'études existe sur les mares de la région de Guelma, nous avons comparé nos résultats avec ceux obtenus dans l'une des 3 mares étudiées c'est l'étude de Nahli dans la mare d'El Majen en 2016. Le tableau donne la liste des espèces citées dans cette étude.

Tableau 26: Etude comparative des odontes entre 2016 et 2019 au niveau de la mare de El Majen

SP	2016	2019
<i>Sympecma fusca</i>	-	+
<i>Ishnura graellsii</i>	+	+
<i>Coenagrion mercuriale</i>	-	+
<i>Coenagrion scitulum</i>	+	+
<i>Erythromma veridilum</i>	-	+
<i>Erythromma lindenii</i>	+	+
<i>Anax imperator</i>	+	+
<i>Sympetrum stiriolum</i>	+	+
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	+	+
<i>Orthetrum cancellatum</i>	+	-
<i>Crocothemis erythraea</i>	+	-

On voit qu'elle est recensé 8 espèces alors qu'on a recensé 9 espèces avec 6 espèces communes (*Ishnura graellsii*, *Coenagrion scitulum*, *Erythromma lindenii*, *Anax imperator*, *Sympetrum stiriolum*, *Sympetrum fonscolombii*).Cependant nous avons trouvé 3 espèces supplémentaires (*Sympecma fusca*, *Coenagrion mercuriale*, *Erythromma viridulum*), on conclut que la richesse spécifique de cette mare est plus élevée en 2019 car la période d'échantillonnage était plus étalée dans le temps (Tab 26).

En comparant le nombre total des groupes d'invertébrés, on voit qu'elle a recensé 5 ordres d'insectes (Ephéméroptères, Odonates, Coléoptères, Hétéroptères, Diptères) alors qu'on trouve les mêmes ordres en plus des Trichoptères qui sont présents dans notre étude

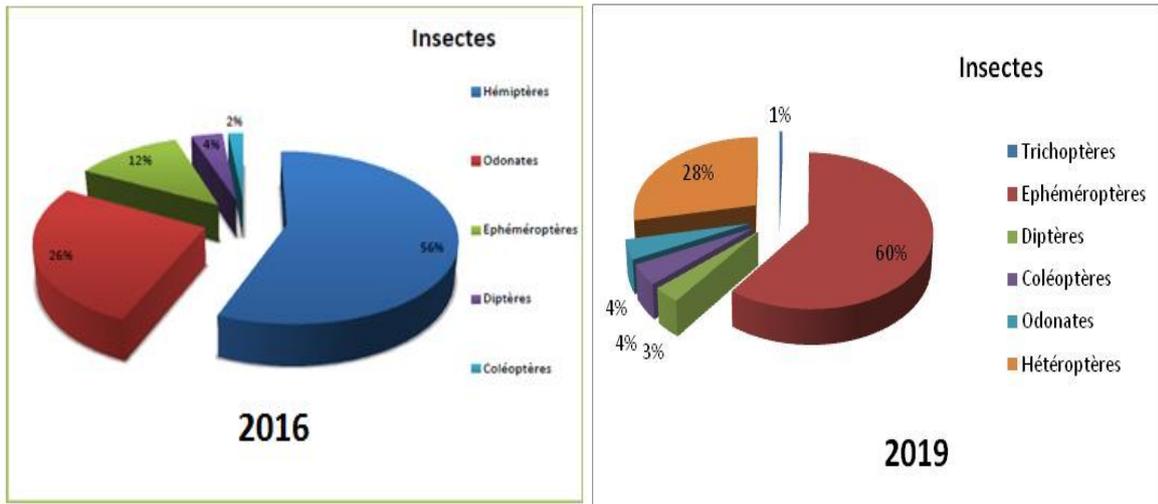


Figure 61 : Etude comparative des macroinvertébrés entre 2016 et 2019 au niveau de la mare d'El Majen

Dans leur résultat les Hétéroptères sont les plus dominants (56%) par contre dans notre cas ce sont les Ephéméroptères (60%) (Fig 61)

Nous remarquons une fluctuation sur le plan qualitatif et quantitatif de la faune de la mare d'El Majen durant ces deux périodes

Cette différence des résultats est due à de multiples causes :

- La durée et la période d'étude
- Changement ou non dans la structure de l'habitat
- La pression de perturbation de l'écosystème (Prélèvement, pâturage...)

Conclusion

Notre étude qui s'est étalée de Novembre jusqu'au mois de Mai a porté sur le suivi des Odonates et macroinvertébrés de trois mares situées dans la région de Guelma au niveau de deux sous bassins-versants : La mare El Majen située à Taya à Bouhamdane (Haute Seybouse) et les mares de Héliopolis et Belkhir localisées dans la moyenne Seybouse.

L'échantillonnage bimensuel des Odonates a révélé une grande richesse Odonatologique; En effet, vingt-deux espèces de libellules ont été enregistrées dont (12) Anizoptères et dix (10) Zygoptères appartenant à six familles (Les Calopterygidae , les Lestidae, les Coenagrionide , Les Libellulidae , Les Aeshnidae et les Gomphidae). Les trois mares ont en commun une espèce seulement *Ischnura graelsii*. Par ailleurs notre liste comporte deux espèces menacées : *Coenagrion mercuriale* espèce en danger (EN), dont le risque d'extinction à l'état sauvage est très élevé, et *Gomphus lucasii* , espèce vulnérable (VU), dont le risque d'extinction à l'état sauvage est élevé; rappelons que ces deux espèces sont connues pour être répandues dans les cours d'eau . Notons également l'expansion de l' espèce saharienne, *Trithemis kirbyi* aux milieux lenticules.

L'échantillonnage mensuel des macroinvertébrés a révélé l'existence de trois Embranchements (Mollusques, Annélides et Arthropodes). Cette faune aquatique est constituée de 3325 individus dont les arthropodes sont majoritaires avec 87%. Les insectes sont dominants et sont par ordre décroissant d'abondance : les Ephéméroptères, les Diptères, les Hétéroptères, les Odonates et les Coléoptères.

L'effectif du peuplement benthique a montré que les Ephéméroptères sont nettement dominants dans les mares de Héliopolis et El Majen. Elles sont un groupe sensibles à la pollution et sont les premières à disparaître ce qui prouve la bonne qualité des eaux et la bonne santé de ces deux mares. Au contraire, au niveau de la mare de Belkhir, on observe l'effectif le plus élevé de Diptères (646 individus) ce qui équivaut à 61% des macroinvertébrés enregistrés dans cette mare. Parmi ces Diptères les chironomidés représentent un effectif de 381 à Belkhir alors qu'ils ne sont que de 32 individus à El Majen et sont complètement absents de la mare de Héliopolis. Il est connu dans la bibliographie que ce groupe est tolérant à la pollution et sont des filtreurs qui se nourrissent de micro-

organismes végétaux ou animaux et de débris organiques. Ce fait prouve la mauvaise qualité de l'eau dans cette mare.

La diversité et la faible similarité entre les trois mares en particulier en Odonates est dû à la distance entre les mares, leur position géographique (Altitude): Haute Seybouse pour El Majen Moyenne Seybouse (Héliopolis et Belkhir), la densité de la végétation, la pollution, et les paramètres physicochimique (La turbidité, la salinité, la conductivité ainsi que la profondeur)

De par leur richesse biologique, les zones humides (mares) constituent un patrimoine naturel exceptionnel. Elles constituent des réservoirs d'eau potable, les végétaux et les macroinvertébrés qui s'y développent consomment de la matière organique et filtrent ainsi une partie de la pollution. Malheureusement, aujourd'hui ces plans d'eau sont menacés et tendent à disparaître peu à peu, sous l'effet de plusieurs facteurs tels que l'intensification agricole (Assèchement par prélèvements d'eau pour l'irrigation), l'urbanisation, la pollution chimique (eutrophisation), l'introduction d'espèces invasives et la chasse.

Il est aujourd'hui, urgent de mettre en place des mesures pour protéger la valeur exceptionnelle de ces milieux en termes de biodiversité, d'héritage culturel et de services écosystémiques. Aussi, une campagne de sensibilisation auprès du public doit être menée en collaboration avec les autorités locales afin d'inventorier et de conserver ces écosystèmes dont l'importance est primordiale.



Références bibliographiques



- 📖 Aidoud M ; Goudjil A. 2015. Structure des communautés de macroinvertébrés de la moyenne Seybouse. Mémoire de Master. Univ.Guelma. 74 p
- 📖 Arif S ; Doumani F. 2013. coût de la dégradation des ressources en eau du bassin de la Seybouse [en ligne] 120 p . disponible sur <http://www.swim-sm.eu/files/rapport-Seybouse-FR.pdf> Consulté le 03/04/2019
- 📖 Bechiri N. 2011. Evolution du chimisme des eaux de surface et souterraines dans le bassin versant de la Seybouse (Nord-Est Algérien). Mémoire de Magister. Univ Badji mokhtar-Annaba. 99 p
- 📖 Bouchelaghem E.2008.Caractérisation du peuplement odonatologique du bassin versant des oueds : cherf-seybouse. Mémoire de Magister. Univ Guelma.144p
- 📖 Boughida R ; Babes I. 2016. Cartographie et évaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse et ses affluents. Mémoire de Master. Univ Guelma.156p
- 📖 Bouziane A. 2017. Contribution à la connaissance et à la mise à jour des Odonates des cours d'eaux de la région d'EL Kala : bioécologie des populations bioindicatrices de pollution cas de l'oued Bouarroug . thèse de doctorat .univ Badji Mokhtar – Annaba.149 P
- 📖 Corbet P.S.1999. Dragonflies: Behavior and ecology of Odonata. Cornell University Press, ITHALA (NEW York).
- 📖 Corbet P.S 1962. A Biology of Dragonflies. E W.CLASSEY LTD, Farington

- 📖 Chibani S. 2009. Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique des eaux de surface et souterraine de la région de Ain Makhoulf (Wilaya de Guelma). Mémoire de Magister. Univ Guelma. 104p
- 📖 D'Aguilar J. ; Dommanget J.L. & Prechac R. 1985. Guide des libellules d'Europe et d'Afrique du Nord., Paris: Delachaux & Niestlé.341 p.
- 📖 Debiche T .2002.Evolution de la qualité des eaux sous l'effet de la pollution. Mémoire de Doctorat. Univ constantine. 179 p
- 📖 Engelhardt W. 1998. La vie dans les étangs les ruisseaux et les mares .Guide Vigot de la nature .131p
- 📖 Ghachi A. 1982. Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie le bassin de la Seybouse. Office des publications universitaires. 508 p
- 📖 Grall J, Coïc N. 2005. Synthèse des méthodes d'évaluation de la qualité du benthos en milieu côtier.[en ligne].91 p. disponible sur : <http://www.rebent.com> consulté le 16/06/2019
- 📖 Giudicelli J, Thierry A. 1998. La faune des mares temporaires, son originalité et son intérêt pour la biodiversité des eaux continentales méditerranéennes. Ecologia mediterranea 24 (2). 135-143p.
- 📖 Greenhlg M; Ovenden D. 2009. Guide de la vie des eaux douces (Les plantes, les animaux, les empreintes). Edition Delachaux et Niestlé. 256 p
- 📖 Haiahem D.2018. Impact de *Gambusia holbrooki* dans les mares temporaires. Thèse de Doctorat. Univ Guelma.147 p
- 📖 Haouchine S. 2011. Recherches sur la faunistique et l'écologie des macroinvertébrés des cours d'eau de kabylie. Mémoire de Magister.Univ. Mouloud Mammeri de Tizi ouzou.105p

- 📖 François M. 2016. Les Libellules de fascinante créature Muséum d' Histoire Naturelle de Nantes Maison du Lac de Grand Lieu, Bouaye.
- 📖 Jourde P. 2005 - Les libellules de Charente-Maritime. Bilan de sept années de prospection et d'étude des Odonates : 1999 - 2005. Ann. Soc. Sci. Nat. Charente-Maritime, supplément décembre 2005 : 1-144.
- 📖 Kouadria A ; Zalani S. 2016. contribution à l'étude de la biodiversité des cours d'eau du bassin versant de la Seybouse. Mémoire de Master. Univ. Guelma. 135 p
- 📖 Kirane A, Bensaidi F. 2014 .Etude des macroinvertébrés d'Oued Seybouse. Mémoire de Master. Univ. Guelma. 51p
- 📖 Kirati B et Brahmia N. 2006. Impact des eaux d'irrigation sur les eaux souterraines de la plaine alluviale de Guelma. Département de Géologie. Univ Badji Mokhtar Annaba.
- 📖 K-D-B .Dijkstra & Lewington R . 2009. Guide des libellules de France et d'Europe. Paris. Delachaux & Niestlé .320p .
- 📖 Khettar S. 2009. Etude des peuplements de macroinvertébrés et des conditions du milieu de l'oued El Hammam (W. Mascara et Saida). Mémoire de Magister. Univ. Houari Boumediene, 89 p
- 📖 Le Dû P; Lesparre D. 2014. Les libellules des côtes-d'armor guide atlas des Odonates. Edition, boulevard Arago, 75013 Paris.
- 📖 Louamri A. 2013. Le bassin-versant de la Seybouse (Algérie - orientale) : Hydrologie et aménagement des eaux. Mémoire de Doctorat. Univ Constantine 1. 300 p

- 📖 Mouchara N. 2009. impacts des tâches de barrage de Hammam Debagh sur la qualité des eaux de la vallée de la Seybouse dans sa partie amont (Nord-est Algérien).). Mémoire de Magister. Univ Badji mokhtar-annaba. 123 p
- 📖 Mary N. 2000. Guide pratique d'identification des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau (En vue de l'application de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie). Première édition.
- 📖 Moisan J. 2010. Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec, 2010 - Surveillance volontaire des cours d'eau peu profonds. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, ISBN : 978-2-550-58416-2 (version imprimée). 82 p.
- 📖 Moisan J. 2010. Photos d'accompagnement au Guide d'identification des principaux macroinvertébrés benthiques d'eau douce du Québec. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs. 67p
- 📖 Nahli C. 2016. contribution à l'étude des odonates et macroinvertébrés de Bouhamdane. Mémoire de Master. Univ. Guelma. 82p
- 📖 Ouali H. 2015. Les mares temporaires de Kabylie au printemps : caractérisation physico-chimique et inventaire des macro-invertébrés. Univ Bejaia. 43 p
- 📖 Oertli B, Forssard P –A. 2013. Mares et étangs : Ecologie, conservation, gestion, valorisation. Edition PPUR Presses polytechniques. 512 p
- 📖 Redaounia A. 2009. Ecologie des mares Gauthier –parc national d'El kala-[Nov 2007-Mai 2008]. Mémoire de Magister. Univ Guelma. 80 p
- 📖 Riservato E; Boudot J-P; Ferreira S; Riservato E; Jovie M; Kalkman V J; Schneider W; Samraoui B; Cuttelod A. 2009. Statut de Conservation et Répartition Géographique des libellules du Bassin Méditerranéen. Gland, Suisse et Malaga, Espagne : UICN. viii + 34 pp.

-  Samraoui B. 2008..Les mares temporaires en Algérie: un outil de formation et de biosurveillance des changements globaux. Au fil des mares n°6-7. page18-19
-  Samraoui, B., 2008. La faune des mares temporaires Algériennes. Au fil des mares n°6-7. Page 20
-  Samraoui B; Corbet, P.S. 2000. The Odonata of Numidia, Northeastern Algeria Part b (Status and distribution). International Journal of Odonatology 3 (1): 11-25
-  Satha H.2014. Evaluation de l'intégrité écologique des eaux de l'oued Seybouse. Mémoire de Master. Univ.Guelma.111 p
-  Soualmia I; Kebebsa H.2013.L'étude des macro invertébrées de l'oued Seybouse. Mémoire de Master.Univ.Guelma.61p
-  Satha Yalles A .2008. Caractérisation du peuplement Odonatologique des bassins versants de Bouhamdane et Seybouse. Mémoire de Magister. Univ Guelma. 111p
-  Tachet H; Bournoud M ; Richoux P H .1980. Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (systématique élémentaire et aperçu écologique) .association française de limnologie.150p
-  Tachet H ; Richoux P; Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. 2012.Invertébrés d'eau douce-Systématique, biologie, écologie. Editions CNRS, Paris.
-  Tachet H., & Rochoux P., & Bournaud M., & Usseglio P., 2000. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie, écologie. CNRS, Paris. 588 p.
-  Wolfgag D; Werner R. 2003. Guide des insectes : La description - l'habitat – les moeurs. Delachaux et Niestlé, France (Paris)

 Yousfi.2013. Le bassin de la Seybouse en quelques chiffres [en ligne] 16 p. disponible sur [http://www. Abhcsm.dz/téléchargement/cahiersAgence](http://www.Abhcsm.dz/téléchargement/cahiersAgence) consulté le 23/02/2019

Web site

- [1] [EPCN, www.europeanponds.org](http://www.europeanponds.org) Consulté le 18/02/2019
- [2] www.cen-centrevalde Loire.org/plan-mares-eure-et-loir Consulté le 21/03/2019
- [3] https://paca.lpo.fr/images/mediatheque/fichiers/section_protection/especes/odonates/documentation/opie_pna_odonates.pdf Consulté le 18/02/2019
- [4] ww.blog.cpi-plongee.fr/Documents/Bio/libellules.pdf consulté le 21/02/2019
- [5] <https://odonatas69.blogspot.com/p/biologie-des-odonates.html> Consulté le 21/03/2019
- [6] <https://www7.inra.fr/opie-insectes/pdf/i157jourde.pdf> Consulté le 16/02/2019
- [7] [www.centre.developpement-durable /les macro-invertébrés Benthiques.Pdf](http://www.centre.developpement-durable/les_macro-invertébrés_Benthiques.Pdf) Consulté le 28/03/2019
- [8] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Araneae> Consulté le 28/02/2019
- [9] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Acari> Consulté le 28/02/2019

Web photos

[10] [www. Libellulesmaizieres.fr/odonates/cycle de vie.](http://www.Libellulesmaizieres.fr/odonates/cycle_de_vie)

[11] <http://www.libellules.org/cycle/vie-odonates.html>

[12] <http://www.insecte.org/forum/viewtopic>

Résumé

Notre étude s'est focalisé sur l'étude des Odonates et macroinvertébrés de trois mares situées dans différentes localités de la région de Guelma. L'échantillonnage bimensuel des Odonates et mensuel des macroinvertébrés au sein des mares El Majen, Héliopolis et Belkhir s'est prolongé du mois de Novembre jusqu'au mois de Mai.

Ces habitats aquatiques sont relativement riches en espèces. En effet vingt-deux espèces de libellules ont été recensées dans les stations d'étude douze Anisoptères (12) et dix Zygoptères (10) dont deux espèces menacées *Coenagrion mercuriale* et *Gomphus lucasii*. L'expansion de l'espèce saharienne *Trithemis kirbyi* aux milieux lenticules a été également noté. Par ailleurs, l'échantillonnage des macroinvertébrés a permis de répertorier trois principaux embranchements (Les Arthropodes, les Mollusques et les Annélides). Les insectes sont les plus dominants par rapport aux autres groupes avec une abondance globale de 2878 individus Ephéméroptères (29%), Diptères (21%), Hétéroptères (14%), Odonates (13%), Coléoptères (9%), Trichoptères (0,1%). Les Mollusques viennent en seconde position avec 284 individus (9%), suivis des Nématodes avec (4%), et enfin les Annélides avec (0,7%). Les paramètres physico-chimiques, la position géographique ainsi que la surface des mares jouent un rôle important dans la répartition et l'abondance des différents taxons.

Mots clés : mare, diversité, odonates, macroinvertébrés.

Summary

Our study focused on the study of Odonata and macroinvertebrates from three pond in different localities in the Guelma region. The fortnightly sampling of the Odonates and monthly macroinvertebrates in the El Majen, Heliopolis and Belkhir ponds lasted from November to May.

These aquatic habitats are relatively rich in species. Twenty-two species of dragonflies have been recorded in study stations twelve Anisoptera (12) and ten Zygoptera (10) including two endangered species *Coenagrion mercuriale* and *Gomphus lucasii*. The expansion of the Saharan species *Trithemis kirbyi* to lentic environments was also noted. In addition, macroinvertebrate sampling has identified three main branches (Arthropods, Molluscs and Annelids). Insects are the most dominant compared to other groups with an overall abundance of 2878 individuals (Ephemeroptera (29%), Diptera (21%), Heteroptera (14%), Odonata (13%), Coleoptera (9%), Trichoptera (0.1%)). Molluscs come in second place with 284 individuals (9%), followed by Nematodes with (4%), and finally Annelids with (0.7%). The physicochemical parameters, the geographical position as well as the surface of the ponds play an important role in the distribution and the abundance of the different taxa.

Key words : pond,diversity, dragnflies, macroinvertébrés.

المخلص

ركزت دراستنا على دراسة اليعسوبيات و اللافقاريات في ثلاث برك مائية في مواقع مختلفة في منطقة قالمة. إستمرت العينات التي يتم إجراؤها كل أسبوعين بالنسبة لليعسوبيات وشهرية بالنسبة لللافقاريات في برك الماجن هيليبوليس وبلخير من نوفمبر إلى ماي.

هذه المستنقعات المائية غنية نسبيا من حيث الانواع, تم تسجيل 22 نوع من اليعسوب في محطات الدراسة أثنى عشر (12) انيزوبتار وعشرة (10) زيقيبوتار بما في ذلك نوعان مهددان بالإنقراض سيناقرينو ماركيريال و قومفيس لوكاسي ولوحظ ايضا توسع النوع الصحراوي تريتميس كربري في البيئات, بالإضافة إلى ذلك حددت عينات اللافقاريات الكبيرة ثلاثة فروع رئيسية (المفصليات الرخويات الديدان الحلقية). الحشرات هي الاكثر هيمنة مقارنة بالمجموعات الأخرى حيث لديها وفرة إجمالية قدره 2878 فردا: ذبابة مايو(29%) مزدوج الجناح (21%); متغايرات الأجنحة(14%); اليعسوبات (13%) والخنفساء(9%); القمص (0,1%) تأتي الرخويات في المرتبة الثانية بحصولها على 248 فردا (9%) تليها الديدان الخيطية ب(4%) ثم الأنيليدات بنسبة (0,7%) تلعب العوامل الفيزيائية والكميائية والموقع الجغرافي بالإضافة إلى سطح البرك دورا مهما في توزيع و وفرة الأصناف المختلفة

الكلمات المفتاحية : البرك التنوع اليعسوبيات اللافقاريات

Glossaire

Apode : on utilise ce mot pour désigner un animal sans pattes.

Branchies : Organes respiratoires dont sont pourvus la plupart des animaux aquatiques et par lesquels ils adsorbent l'oxygène dissous de l'eau.

Cercoïdes : correspondent à des appendices situés à l'extrémité de l'abdomen de certains insectes

Chélicère : C'est un appendice proche de la bouche, il se termine par deux crochets

Clitellum : C'est une section glandulaire épidermique de la paroi du corps d'une famille d'annélides, les clitellates.

Elytres : Ailes supérieures coriaces et protectrices caractéristiques des Coléoptères. Elles recouvrent généralement les ailes motrices, qui sont repliées en dessous d'eux au repos.

Hémélytres : Ailes antérieurs des insectes hétéroptères, formées d'une base coriace et d'une extrémité membraneuse.

Hétérométaboles : Désigne les invertébrés dont le développement est dit à métamorphose incomplète, larves et adultes étant de morphologie voisine (Hétéroptères, Odonates...).

Holométaboles : Désigne les invertébrés dont le développement est à métamorphose complète (coléoptères, trichoptères, diptères...) ayant une larve entièrement différente de l'adulte par sa morphologie et/ou par son régime alimentaire.

Ptérostigma : C'est une courte zone étroite d'épaississement du bord antérieur des libellules, ainsi que d'autres insectes.

Rostre piqueur : la pièce buccale modifiée pour percer et aspirer chez des insectes suceurs (Hémiptères).

Annexe1

Fiche technique

Date & Heur :

Mare n :

Nom de la mare :

Coordonnés (altitude : longitude : latitude :)

Description

Largeur : Ensoleillement/ombrage :
Longueur : Forme de la mare :
Profondeur : Profil des bords :
Nature du substrat : Source d'eau (ruisseau/ruissellement/capillarité)
Végétation du bord : Occupation des sols à proximité
Végétation aquatique :

Anthropisation

Prélèvement/pompage
Existence d'effluent:
(domestique/ industriel)
Odeur & couleur de l'eau

Paramètres mesurés

Température : PH : Conductivité :
Salinité : Taux l'oxygène : Oxygène dissous :

Annexe 2

Températures moyennes (°C)

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	8,6	10,7	13	15,8	20	25,6	26,9	26,7	23,3	19,7	15,5	11,9
2003	10,1	9,1	12,3	15,6	19	26,6	29,7	29,7	23,5	21,2	14,6	10,1
2004	9,9	11,6	12,8	14,2	16,3	22,5	26,1	27,6	23,3	21,2	12,8	11,1
2005	7,7	7,8	12,4	15,5	20,2	2,7	27,3	25,7	23	20	14,8	9,8
2006	8,6	9,9	13,2	17,2	21,6	25,3	27,8	26,2	23,3	21,1	15,3	11,1
2007	10,2	11,6	11,4	15,4	18,9	24	26,9	26,8	23,2	19	12,6	9,7
2008	9	10	11,7	15,4	19,8	23	27,7	27,5	23,8	19,8	13,7	10,1
2009	10	9,9	11,8	13,8	19,9	23,9	28,5	27,5	22,5	18,2	14,2	12,8
2010	10,5	11,8	12,6	16,1	18	22,4	27,1	26,6	23	19,2	15	11,8
2011	10	9,6	12,5	16,4	19,1	22,7	26,8	27,3	24,2	18,6	15,2	10,8
2012	9,1	7,2	12,5	15,4	19,2	26,4	28,2	29,1	24	20,5	16	10,9
2013	9,8	9,1	13,9	15,6	18,2	21,9	27	26,2	23,4	22,3	14,4	10
2014	11,1	11,1	11,4	15,5	18,7	24,1	26,4	27,4	26,2	21,4	17,2	11
2015	10,1	9,2	12,7	15,5	20	24	28	28,1	24,3	20,3	14,6	10
2016	11,2	12,2	12,1	16,7	19,2	23,8	26,6	25,8	23,1	21	15,1	12,4
2017	8,6	11,9	13,5	15,3	21,1	26	28,7	29,4	23,2	18,6	13,1	10,3

Températures minimales (° C)

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	2,6	4,5	6,2	8,1	11,2	15,4	19	19,9	16,8	12,8	10,8	7,1
2003	5,6	4,2	5,7	9,1	11,8	17	20,8	20,9	17,9	16	9,3	5,4
2004	5,1	5,1	7,1	8,1	9,8	14,5	17,3	19,4	16,1	13,6	8,2	7,4
2005	2,8	3,4	6,7	9,7	11,3	16,3	18,9	18,1	16	13,4	9	5,3
2006	4,7	5	6	9,9	14,5	16,2	18,8	19,2	16	13,8	9,1	6,8
2007	4,4	6,1	6	9,8	10,9	16,7	17,2	18,5	17	14,3	7,4	5,3
2008	3,4	3,3	5,3	7,6	12,8	14,9	19,3	19,4	17,8	13,8	8,1	5,5
2009	5	5,2	5,6	8,4	11,9	14	18,9	19,3	16,7	12,9	8,7	7,5
2010	6	6,1	6,1	9,9	10,4	14	17,7	18,5	16,5	12,7	10,1	6,1
2011	5,2	4,5	6,5	9,3	11,4	14,5	18,6	18,2	17,2	12,8	10,6	6,1
2012	3,8	2,5	6	8,7	10,3	17	19,6	19,5	17,4	14,5	10,8	5,2
2013	4,7	4,1	7,9	8,7	10,9	16,7	18,2	18,4	18,7	15,6	10,2	4,9
2014	6,2	4,8	6,6	7,5	10,6	14,9	17,1	19,3	18,2	14,7	10,8	7,1
2015	5,1	5,1	6,9	9,5	11,5	11,5	18,2	20,1	18,4	14,9	10,1	3,7
2016	5,5	6	5,8	10,1	11	14,9	17,4	17,6	16,9	14,9	9,3	7,5
2017	3,9	5,3	5,8	7,6	11,5	16,9	19,4	20,4	15,5	12,1	7,4	5,7

Températures maximales (C°)

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	16	18,5	20,4	23,8	28,7	35,2	35,1	35,1	30,8	28	20,5	17,5
2003	14,6	14,3	19,3	22,2	26,4	35,4	38,6	38,9	30,6	27,5	21,1	15,7
2004	15,9	18,9	19,4	20,2	23,3	30,4	35,1	37,2	31,5	30,6	18,5	15,5
2005	13,2	12,8	19,4	22,2	29,1	32,9	36,3	34,2	31,1	28,5	22,1	15,5
2006	13,6	15,6	21,1	25,1	29,7	34,8	36,6	34,5	32	30	22,8	17
2007	18,4	17,9	18,1	22	27,1	32,5	36,8	36,4	31,7	25,6	19,3	15,5
2008	17,5	18,2	19,2	23,8	28	31,4	36,7	37,1	31,9	27,7	20,6	15,9
2009	15,4	15	18,9	19,6	28	33	38,4	36,8	29,5	24,5	21,4	19,2
2010	16,2	18,4	20,5	23,1	25,8	31,1	36,6	36,1	31,2	27,6	20,8	18,6
2011	16,9	15,7	19,4	24,3	26,6	31,1	36	37,2	32,5	25,8	21,3	17,2
2012	15,5	13,1	20,1	22,6	28,4	36,2	37,2	39,6	32,3	27,9	23,1	17,8
2013	16,1	15,4	20,8	23,6	26	30,6	36,4	35	30,3	31,1	19,7	16,9
2014	17,2	18,8	16,9	24,4	27,3	33,3	35,6	36,8	35,1	29,6	25	16,4
2015	16,2	13,8	19	24,3	28,9	32,6	37,8	36,9	31,7	27,3	20,4	19,9
2016	18,8	19,4	19,4	24,4	27,8	32,8	36,4	35	30,7	28,8	22,6	18,4
2017	14,3	19,3	22	23,8	30,4	35,2	38,1	39,1	32,7	26,1	20	15,5

Précipitations moyennes mensuelles (mm) :

Années	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	16	18,5	20,4	23,8	28,7	35,2	35,1	35,1	30,8	28	20,5	17,5
2003	14,6	14,3	19,3	22,2	26,4	35,4	38,6	38,9	30,6	27,5	21,1	15,7
2004	15,9	18,9	19,4	20,2	23,3	30,4	35,1	37,2	31,5	30,6	18,5	15,5
2005	13,2	12,8	19,4	22,2	29,1	32,9	36,3	34,2	31,1	28,5	22,1	15,5
2006	13,6	15,6	21,1	25,1	29,7	34,8	36,6	34,5	32	30	22,8	17
2007	18,4	17,9	18,1	22	27,1	32,5	36,8	36,4	31,7	25,6	19,3	15,5
2008	17,5	18,2	19,2	23,8	28	31,4	36,7	37,1	31,9	27,7	20,6	15,9
2009	15,4	15	18,9	19,6	28	33	38,4	36,8	29,5	24,5	21,4	19,2
2010	16,2	18,4	20,5	23,1	25,8	31,1	36,6	36,1	31,2	27,6	20,8	18,6
2011	16,9	15,7	19,4	24,3	26,6	31,1	36	37,2	32,5	25,8	21,3	17,2
2012	15,5	13,1	20,1	22,6	28,4	36,2	37,2	39,6	32,3	27,9	23,1	17,8
2013	16,1	15,4	20,8	23,6	26	30,6	36,4	35	30,3	31,1	19,7	16,9
2014	17,2	18,8	16,9	24,4	27,3	33,3	35,6	36,8	35,1	29,6	25	16,4
2015	16,2	13,8	19	24,3	28,9	32,6	37,8	36,9	31,7	27,3	20,4	19,9
2016	18,8	19,4	19,4	24,4	27,8	32,8	36,4	35	30,7	28,8	22,6	18,4
2017	14,3	19,3	22	23,8	30,4	35,2	38,1	39,1	32,7	26,1	20	15,5

L'humidité relative (%)

Année	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	75,6	75	72,6	66	57,9	48,7	56,8	62,4	62,5	68,9	72,6	76,7
2003	76,5	75,7	73,7	75,1	72,4	56,7	49,4	47,4	69,8	67,8	73,3	75,6
2004	79,5	73,2	78,3	76,6	73,1	70,1	61,3	58,7	65,7	63	82	79,8
2005	78,4	78,7	76,7	76	67,8	62,8	58,5	61,1	69,4	74,4	68,5	79
2006	79,2	77	70,3	69,5	69,8	53,5	53,1	66	63,7	63,1	72,2	81,1
2007	78,4	76,3	80,3	78,8	71,2	66,9	55,9	58,2	64,4	78,7	78,9	80,1
2008	77,9	75,9	73,1	66,3	67,8	61,6	54,4	56,7	66,3	70	67,5	75,3
2009	78,9	71,4	73,1	77,6	72,8	56,9	52,7	60,5	75,8	76,5	76,8	75,5
2010	75,4	72,8	77,7	74,3	76,5	63,5	56,5	59,5	67,6	65,8	70,3	65
2011	79,9	77,3	74,4	72,1	69,8	68	58,1	54,3	67,2	75,4	76,5	79
2012	80,4	79,2	77,5	73,6	67	58,8	55,6	47,4	66,7	71,3	75,5	75,7
2013	76,5	73,8	70,9	72,2	68,6	58,4	59,6	62,4	73,7	69,4	73,2	81,1
2014	73	74,3	79	71	69,3	61,9	56,5	58,1	58,7	64,3	62,4	77,3
2015	74,4	57,9	73,3	71,8	67	59,4	57,3	61	67,4	71,5	81	79,4
2016	77,7	70,7	73,9	75,7	68,2	61,5	55,2	57,9	71,1	76,3	77,2	81,6
2017	80,8	76,4	71,9	69	61,5	57,9	48	44,7	58	68,4	70,7	80,7

Annexe 3

mois	Date de sortie
Novembre	03/11/2018 (2sorties)
	16/11/2018 (2sorties)
	31/11/2018 (1 sortie)
Décembre	01/12/2018 (2 sorties)
	14/12/2018 (1 sortie)
	15/12/2018 (2 sorties)
	31/12/2018 (1 sortie)
Janvier	01/01/2019 (2 sorties)
	31/01/2019 (1 sortie)
Février	02/02/2019 (2 sorties)
	16/02/2019 (1 sortie)
	17/02/2019 (2 sorties)
	28/02/2019 (1 sortie)
Mars	02/03/2019 (2 sorties)
	13/03/2019 (1 sortie)
	23/03/2019 (2 sorties)
	26/03/2019 (1 sortie)
Avril	02/04/2019 (1 sortie)
	09/04/2019 (2 sorties)
	18/04/2019 (2 sorties)
	31/04/2019 (1 sortie)
Mai	02/05/2019 (1 sortie)
	07/05/2019 (2 sorties)
	09/05/2019 (2 sorties)
	13/05/2019 (1 sortie)